

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
КАЗАНСКИЙ ФИЛИАЛ

**ИЗВЕСТИЯ
КАЗАНСКОГО ФИЛИАЛА
АКАДЕМИИ НАУК СССР**

СЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

5



**ТАТКНИГОИЗДАТ
КАЗАНЬ 1956**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
КАЗАНСКИЙ ФИЛИАЛ

ИЗВЕСТИЯ
КАЗАНСКОГО ФИЛИАЛА
АКАДЕМИИ НАУК СССР

СЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Выпуск 5



ТАТКНИГОИЗДАТ

Редакция научно-технической литературы

Казань 1956

Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета
Казанского филиала Академии наук СССР от 14 мая 1955 года

А. П. Петров и Р. К. Даутов

К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ
КРАСНОГО КЛЕВЕРА

Урожай сена красного клевера и клеверо-злаковых травосмесей зависит от агротехники возделывания, особенностей почвенно-климатических и метеорологических условий. Влияние почвенных условий особенно наглядно проявляется при комплексности почвенного покрова, при неоднородности полей в почвенном отношении в зависимости от форм рельефа и материнских почвообразующих пород. Сопоставление урожаев растений с отдельных участков поля с разными почвенными условиями, при одинаковой агротехнике возделывания, позволяет делать некоторые выводы в отношении экологических особенностей тех или иных культур.

На клеверном поле колхоза „Победа“, Высокогорского р-на, нами описано три участка: № 10, 11, 13¹. Первые два участка расположены на пологом склоне северо-западной экспозиции, третий — у подножья склона, у внешнего края надлуговой террасы. Для сравнения с этими учетными площадками приведем описанный в Бирюлинском совхозе участок № 5, находящийся в условиях водораздельного плато. Почвы под участками были следующие: № 5 — серая дерново-среднеподзолистая на лессовидном суглинке, № 10 — коричнево-серая слабоподзоленная, суглинистая, № 11 — дерново-карбонатная, суглинистая, подстилаемая на глубине 67 см известняком, а на № 13 — серая слабоподзоленная на делювиальном суглинке. Данные химических анализов почв и учет урожая клевера приведены в таблице 1.

Таблица 1

| № разрезов | Горизонт | Глубина взятия образца в см | рН | | Гумус в % на воздушно-сухую почву | Сумма поглощенных оснований в мг/кг на 100 г почвы | P ₂ O ₅ по Кирсанову в мг на 100 г почвы | Данные учета урожая | | |
|------------|-------------------------------|-----------------------------|--------|---------|-----------------------------------|--|--|---------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| | | | водная | солевая | | | | сена в ц/га | плотность побегов на 1 м ² | средняя высота побегов в см |
| 5 | Ап | 0—10 | 6,90 | 5,79 | 3,66 | 19,3 ² | 2,5 | 33,3 | к ³ —307 т—141 л—5 | 23,6 |
| | Ап | 10—18 | 6,70 | 5,56 | 3,89 | 19,1 | 2,5 | | | |
| | А ₂ В ₁ | 18—28 | 6,30 | 4,49 | 0,84 | 11,8 | 1,25 | | | |
| | В ₁ | 35—45 | 5,68 | 4,00 | 0,80 | 18,0 | 1,25 | | | |
| | В ₂ | 60—70 | 5,95 | 3,99 | 0,58 | 18,2 | | | | |

¹ В работе по почвенно-геоботаническому изучению культурной растительности принимали участие, кроме авторов статьи, мл. научн. сотрудники Ф. Д. Самуилов и И. Г. Абызов.

² По Каппену.

³ к — клевер, т — тимфеевка, л — люцерна.

Главный редактор академик А. Е. Арбузов
Ответственный редактор профессор А. М. Алексеев

14478
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. П. Киргизской ССР

| № разрез | Горизонт | Глубина взятия образца в см | рН | | Гумус в % на воздушно-сухую почву | Сумма поглощенных оснований в м/экв на 100 г почвы | P ₂ O ₅ по Кирсанову в мг на 100 г почвы | Данные учета урожая | | |
|----------|-------------------------------|-----------------------------|--------|---------|-----------------------------------|--|--|---------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| | | | водная | солевая | | | | сена в ц/га | плотность побегов на 1 м ² | средняя высота побегов в см |
| 10 | B ₃ | 90—100 | 5,84 | 4,13 | 0,52 | — | — | 51,2 | 630 | 50,0 |
| | BC | 120—130 | 6,10 | 4,16 | — | — | | | | |
| | Ap | 0—15 | 6,66 | 5,70 | 3,0 | 22,0 ¹ | 7,0 | | | |
| | B ₁ | 16—26 | 7,09 | 5,63 | 1,12 | 26,8 | 5,0 | | | |
| 11 | B ₂ | 28—38 | 7,54 | 5,66 | 0,84 | 33,2 | 2,5 | 91,4 | 594 | 69,0 |
| | B ₃ | 48—52 | 7,47 | 5,61 | — | — | — | | | |
| | BC | 75—85 | 8,30 | — | — | — | — | | | |
| | Ap | 0—10 | 7,50 | 6,15 | 2,8 | 20,8 ¹ | 11,37 ² | | | |
| 13 | Ap | 10—18 | 7,98 | 6,48 | 2,45 | 20,9 | 9,87 | 32,1 | к—474 | 36,8 |
| | A ₂ B ₁ | 18—28 | 7,61 | — | 1,11 | 21,0 | 7,59 | | | |
| | B ₁ | 32—42 | 7,30 | 6,30 | 1,12 | — | 7,32 | | | |
| | BC | 53—63 | 8,10 | — | — | — | — | | | |
| | Ap | 0—10 | 7,06 | 6,18 | 4,36 | 26,5 ¹ | 10,0 | | | |
| | Ap | 10—20 | 7,66 | 5,95 | 2,59 | 22,4 | 5,0 | | | |
| 13 | A ₂ B ₁ | 23—33 | 7,49 | 5,76 | 1,01 | 21,5 | 5,0 | г—35 | 43,2 | |
| | B ₁ | 40—50 | 7,50 | 5,71 | 0,86 | — | — | | | |
| | B ₂ | 58—68 | 7,73 | — | 0,77 | — | — | | | |
| | BC | 90—100 | 8,40 | — | — | — | — | | | |

На всех участках клевер был первого года пользования. В 1953 г. на участке № 5 клевер в смеси с люцерной и тимфеевкой высевался под овес, а на участках № 10, 11 и 13 — под озимую рожь. На участках № 10 и 11 высевался один клевер, а на № 13 — клевер в смеси с тимфеевкой.

Метеорологические условия в 1954 г. были неблагоприятными для трав: сырая весна сменилась жаркой и сухой погодой в июне. Многолетние травы росли плохо и дали невысокий урожай сена. Однако, несмотря на плохие погодные условия, на отдельных участках урожай сена клевера был достаточно высоким. Важно было выяснить, чем же объясняется такое различие в урожаях.

Прекрасное состояние клевера (одноукосного) и высокий урожай его сена (91,4 ц/га) был на участке № 11; здесь дерново-карбонатная почва подстилалась на глубине 67 см известняком, вскипала с глубины 49 см. Почва имела слабощелочную реакцию в пахотном горизонте (рН_{водн.} — 7,74).

Урожай сена клевера или травосмесей на других участках был значительно ниже: на уч. № 10 (в 350 метрах от уч. № 11) — 51,2 ц/га, на уч. № 5 — 33,3 ц/га и на уч. № 13 — 32,1 ц/га. Почвы этих участков имели слабокислую реакцию, кроме № 13 (слабощелочная), однако урожай клевера был невысоким. Интересно отметить, что по данным химических анализов почвы участков № 11 и 13 близки между собой, особенно в верхних их горизонтах. Таким образом, высокий урожай клевера на участке № 11 можно поставить в связь с близким к дневной поверхности подстилением известняка и обусловленными этим свойствами почвы.

Положительное влияние близкого к дневной поверхности подстиления почвы известняком особенно наглядно можно видеть по профилю № 1 (см. рис. 1). На том же поле, где описаны участки № 10 и 11, была вырыта траншея длиной в 7 метров. Она проходила через участки с разным урожаем клевера. Там, где урожай достигал 78,6 ц/га, известняк был расположен на глубине 23 см; при урожае 66 ц/га — на глубине 37—40 см и на участке с урожаем в 38 ц/га известняк уходил на глубину 75 см. Следовательно, выявляется большое поло-

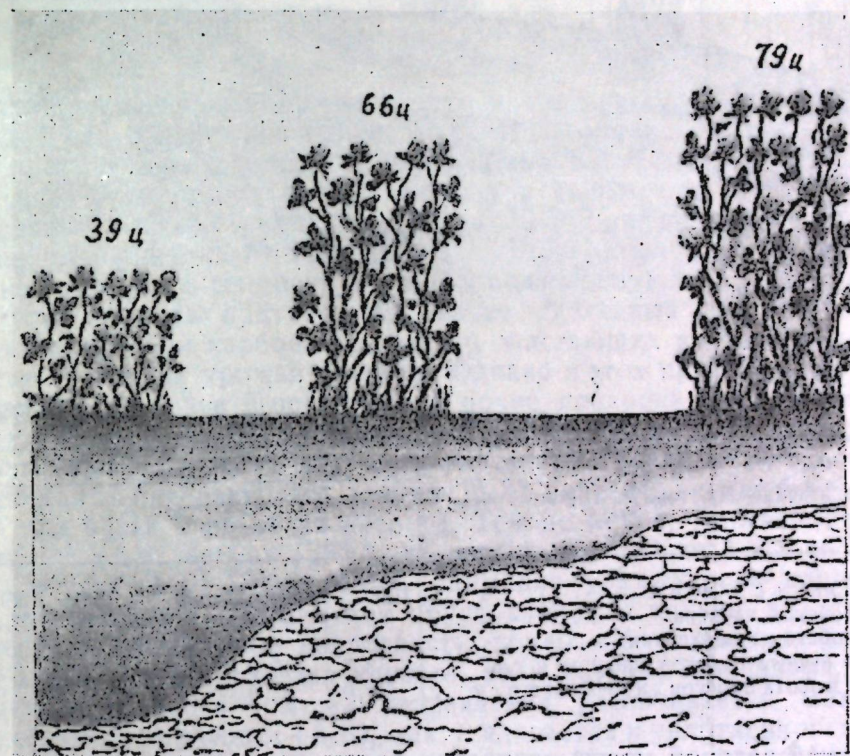


Рис. 1.

жительное влияние на урожай клевера неглубокого залегания известняка и связанных с этим изменений свойств почвы, в частности ее реакции. Путем комплексных почвенно-геоботанических исследований подтверждается уже известное положение, что клевер является растением, плохо переносящим кислые почвы [1], которые необходимо известковать.

В Кураловском совхозе, по высокому увалистому правобережью р. Сулицы, встречаются элементы рельефа, где южные покатые склоны постепенно сменяются ровным плато, при этом коричнево-серые почвы обычно на небольшом расстоянии переходят в серые слабоподзоленные. На плато расположены пятна среднеподзоленных почв. На посевах клеверо-тимфеечной смеси в этих условиях чаще преобладает клевер, но местами, пятнами, и тимфеевка. Это никак нельзя объяснить погрешностями сева. Для выяснения причин пятнистости травостоя был заложен профиль, захватывающий как места с преобладанием клевера, так и пятна с господством тимфеевки. На метровых площадях через каждые 10 метров профиля учтены урожай трав и сделаны почвенные прикопки (см. рис. 2). Данные учета травостоя представлены в таблице 2.

¹ По Гедройцу.

² По Дассу.

Таблица 3

| № прикопки | Глубина взятия образца в см | рН | | Гумус в % на воздушно-сухую почву | На 100 г почвы | |
|------------|-----------------------------|--------|---------|-----------------------------------|---------------------|--|
| | | водная | солевая | | сумма погл. в м/эке | P ₂ O ₅ по Кирсанову в м/э |
| 2 | 0-20 | 6,96 | 6,61 | 5,7 | 31,91 | 7,5 |
| | 31-40 | 7,25 | 6,88 | 1,25 | 27,81 | 1,25 |
| 3 | 0-20 | 6,77 | 6,21 | 6,35 | 31,01 | 7,5 |
| | 25-35 | 6,94 | 5,90 | 3,00 | 28,11 | 5,0 |
| | 50-60 | 6,94 | 5,37 | — | 28,81 | — |

Из приведенных цифр видно, что почва прикопки № 2 характеризуется нейтральной реакцией в пахотном горизонте, сменяющейся книзу на реакцию слабощелочную. Пахотный горизонт почвы прикопки № 3 имеет почти нейтральную реакцию, а в нижних слоях в солевой вытяжке уменьшается до 5,4. Эти две прикопки отражают смену от площадки № 1 к площадке № 5 — коричнево-серой карбонатной почвы на темносерую слабоподзоленную.

Этот профиль подтверждает ранее сделанный вывод о положительном влиянии карбонатов, близко залегающих к дневной поверхности почвы, на урожай клевера. Однако в этом профиле есть новые детали: в наиболее выщелоченной почве прикопки № 5 уже на глубине 54 см встречается щебенка известняка. Кроме того, кислотность почвы (при рН = 6,7—6,9), имеющая место в прикопке № 3, согласно имеющимся литературным данным [9, 5], является вполне благоприятной для роста и развития клевера. Тем не менее, урожайность клевера с 1 м² падает от 1050 г на площадке № 2 до 800 г на № 3 и до 550 г на № 5. Повидимому, снижение урожайности клевера по направлению к площадке № 5 обусловлено не только недостатком извести и увеличением кислотности почвы, ибо последняя остается все же благоприятной для клевера, но и другими причинами. Ранее отмечалось, что в том же направлении увеличивается мощность ореховатого горизонта (A₂B), как усиливается и уплотненность иллювиального горизонта. В ореховатом горизонте, обычно наиболее кислом, корни растений развиваются слабо. Кроме того, появление в почве уплотненного иллювиального горизонта резко изменяет условия водного режима: уменьшается водопроницаемость и создается возможность появления хотя бы кратковременной весенней верховодки [4], которая решительно изменяет условия размещения корневой системы растений по горизонтам почвы.

На клеверном поле колхоза „Марс“, Сабинского р-на, в условиях водораздельного плато со светлосерой, среднеподзоленной, суглинистой почвой был описан участок № 66. Пробная площадь расположена на очень пологом склоне западной экспозиции. Урожай зеленой массы клевера, оставленного на семена, составил на 17/VIII 1954 г. — 89,7 ц/га при 408 побегах на 1 м² и средней высоте их 42,1 см. Почвенный разрез имел следующее строение:

- A — 0—17 см — светлосерый, пылевато-комковатый, рыхлый суглинок. Переход в следующий горизонт резкий.
 A₂B₁ — 17—32 см — буровато-коричневый с белесым оттенком, мелкоореховатый суглинок. В верхней части горизонта местами сохранился A₂ мощностью 3—4 см. Переход в следующий горизонт постепенный.
 B₁ — 32—46 см — темнокоричневый с буроватым оттенком, ореховатый суглинок. По граням структурных отдельностей имеется обильная кремнеземистая присыпка. Переход в следующий горизонт постепенный.
 B₂ — 46—64 см — коричнево-буроватый, плотный, призмовидно-ореховатый суглинок. Переход в следующий горизонт резкий по ломаной линии.
 Ск₁ — 64—106 см — пестрый, розовато-белый, выветрившийся известняк.

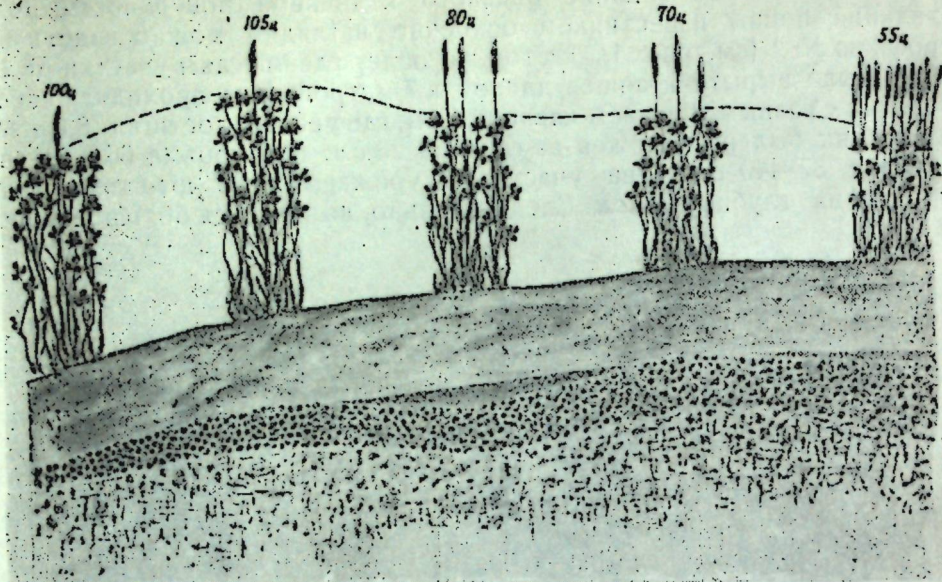


Рис. 2.

Таблица 2

| Показатели состояния травостоя | № площадок | | | | |
|---|------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Зеленая масса с 1 м ² в г | 1000 | 1050 | 800 | 700 | 550 |
| Число побегов клевера | 99 | 84 | 78 | 89 | 51 |
| Число побегов тимфеевки | 5 | 8 | 16 | 13 | 56 |
| Средняя высота побегов клевера в см | 53,7 | 40,3 | 34,2 | 39,5 | 25,2 |
| Средняя высота побегов тимфеевки в см | 30,0 | 67,0 | 77,6 | 64,2 | 79,7 |

Урожай зеленой массы травостоя падает постепенно от площадки № 1 к площадке № 5. В этом же направлении уменьшается доля клевера в травостое и возрастает участие тимфеевки. Высота побегов клевера также падает от первой площадки к пятой, а высота побегов тимфеевки возрастает. На пятой площадке тимфеевка преобладает и по числу побегов и по высоте их, тогда как на первой она находится в подавленном состоянии и не образует вовсе генеративных стеблей.

Каковы же почвенные условия на площадках?

На площадке № 1 почва типично коричнево-серая, суглинистая, а на № 5 — темносерая, слабоподзоленная. Гумусовый горизонт имеет толщину в среднем 20 см, но к площадке № 3 он постепенно увеличивается до 26 см мощности и к № 4 опять уменьшается до 20 см, возрастая около № 5 до 23 см. На всех разрезах в большей или меньшей степени выражен горизонт A₂B с типично ореховатой структурой и с кремнеземистой присыпкой на поверхности структурных отдельностей. Толщина этого горизонта не везде одинакова, как и степень выраженности кремнеземистой присыпки. Мощность этого горизонта от первой площадки к пятой составляет такой ряд цифр: 6, 10, 11, 12, 15 см. На последней площадке в отличие от первой имеется уплотненный тяжелосуглинистый иллювиальный горизонт. Данные химических анализов образцов почв с прикопки № 2 и № 3 представлены в таблице 3,

Ск₂—106—133 см — красновато-коричневый с палевым оттенком, известковистый легкий суглинок.
С — 133—170 см — кирпично-красный, комковатый суглинок. Вскипание от HCl с 64 до 133 см.

В 10 метрах от почвенной ямы на склоне к очень пологой ложбине была сделана прикопка № 66 б, обнаружившая следующее строение почвы:

А — 0—17 см — светлосерый с буроватым оттенком, комковато-пылеватый легкий суглинок. Переход в следующий горизонт резкий.
В₁ — 17—33 см — коричнево-серый, зернисто-мелкоореховатый суглинок.
С₁ — 33—41 см — мергель розовато-палевой окраски, комковато-зернистый.
С₂ — 41—65 см — светлокоричневый, комковато-ореховатый суглинок.

Данные химического анализа почвы участка № 66 и почвы с прикопки № 66 б приведены в таблице 4.

Таблица 4

| № разрез | Горизонт | Глубина взятия образца в см | рН | | Гумус в % на воздушно-сухую почву | Сумма поглощения оснований в м/эке по Каппелю | P ₂ O ₅ по Кирсанову в мг на 100 г почвы |
|----------|-------------------------------|-----------------------------|--------|---------|-----------------------------------|---|--|
| | | | водная | солевая | | | |
| 66 | Ап | 0—10 | 7,06 | 5,87 | 2,57 | 17,6 | 2,5 |
| | Ап | 10—17 | 6,98 | 5,80 | 2,11 | 16,4 | 5,0 |
| | А ₂ В ₁ | 20—30 | 6,67 | 5,10 | 0,81 | 20,9 | 10,0 |
| | В ₁ | 35—45 | 5,28 | 4,42 | 0,53 | 24,2 | — |
| | В ₂ | 50—60 | 6,70 | 4,83 | 0,41 | 28,7 | — |
| 66 б | Ск | 75—85 | 8,02 | — | — | — | — |
| | Ап | 0—14 | 6,91 | 6,15 | 2,68 | — | 2,5 |
| | В ₁ | 19—29 | 7,65 | 6,23 | 2,56 | — | 2,5 |
| | С | 48—58 | 8,13 | — | — | — | — |

Урожай зеленой массы клевера у прикопки № 66 б составил в пересчете на гектар 110 ц при 468 побегах на 1 м² и средней высоте их в 58,8 см. Урожай лишь на 22% выше, чем на участке № 66, хотя почва подстилается известняком уже с 33 см. В колхозе „Победа“ при расположении известняка на глубине 23 см урожай клевера был выше на 107%, а при глубине известняка 37—40 см — на 74%. Следовательно, в колхозе „Марс“ близость карбонатов к дневной поверхности почвы не оказала существенного положительного влияния.

Это можно объяснить следующим. Прикопка № 66 б была сделана, как отмечалось, в пологой ложбинке на одном из ее склонов. Поэтому вполне естественным было предположение о том, что почва здесь весной испытывает хотя бы временно избыточное увлажнение. Следовало изучить состояние клевера на таких элементах рельефа, где возможность избыточного увлажнения исключена, но где почвы также были бы карбонатными. На том же клеверном поле был найден участок, расположенный на выпуклом крае более глубокой (около 3 метров) ложбины, т. е. на бровке ложбины. В коричнево-серой почве известняк располагался на глубине 56 см. Клевер первого укоса был уже убран, но ко времени учета отросла хорошая отава. Урожай ее зеленой массы составил 1,75 кг на 1 м². Для сравнения был учтен урожай отавы в условиях ровного водораздельного плато, где зеленой массы оказалось лишь 0,62 кг на 1 м². Таким образом, если карбонаты залегают близко к поверхности, то оказывают большое положительное влияние на урожайность клевера лишь на хорошо дренированных почвах. Только при этом условии клевер укореняется глубоко, хорошо переносит кратковременные засухи и дает высокие урожаи сена.

По данным С. П. Смелова и Т. А. Работнова [8], луговой клевер обильно встречается на лугах, где рН дернового горизонта колеблется в пределах 5,7—7,7. И. В. Якушкин [9] пишет, что красный клевер (культурная форма) лучше всего растет на почвах с нейтральной или слабокислой реакцией (рН = 6—7) и хуже на кислых (рН = 5). Последнее подтверждается и работами Н. С. Авдониной [1]. По И. В. Якушкину клевер плохо растет и на почвах известковых. Однако из приведенных выше данных видно, что в условиях северной части ТАССР клевер на почвах с близким залеганием карбонатов растет прекрасно. Возможно, что в более южных районах на таких почвах создаются для клевера неблагоприятные условия водного режима.

И. В. Якушкин указывает, что клевер не выносит избытка воды. Между тем на дерновоподзолистых и серых лесостепных почвах тяжелого механического состава с уплотненным иллювиальным горизонтом могут создаваться весной условия избыточного увлажнения в верхних горизонтах почвы, особенно при ровном рельефе. По наблюдениям И. С. Васильева [10], в лесной среднеподзолистой почве весенняя верховодка на глубине 20 см держалась в течение 15—16 дней.

А. Д. Черненко [6, 7] отмечает, что временное избыточное увлажнение вызывает ряд неблагоприятных последствий: денитрификацию, ретроградацию фосфора и потерю активности азобной микрофлоры. На таких почвах корни растений располагаются в поверхностных слоях. Поэтому при культуре клевера на дерново-подзолистых глинистых почвах с ровным рельефом, кроме известкования, необходимо проводить мероприятия, способствующие усилению водопроницаемости и аэрации почв — глубокую безотвальную вспашку по Т. С. Мальцеву [3] или обработку крот-плугом. Есть основания ожидать, что такие мероприятия будут целесообразны для выращивания не только клевера, но и люцерны, вики и других бобовых.

Высказанные в настоящей статье предположения требуют экспериментальной проверки в полевом опыте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдониной Н. С. Коренные вопросы земледелия в нечерноземной зоне. Сб. статей „Вопросы повышения плодородия почв в нечерноземной полосе“. Изд. МГУ, 1954.
2. Златкин М. А. и Касторская Е. А. Осушение минеральных избыточно-увлажненных земель в нечерноземной полосе. М., 1954.
3. Мальцев Т. С. О новых методах обработки почвы и посева, способствующих получению высоких и устойчивых урожаев. М., 1954.
4. Роде А. А. Почвенная влага. М., 1952.
5. Травин И. С. Отношение красного клевера к почве и климату. Сб. „Клевер красный“, М., 1950.
6. Черненко А. Д. Действие временного избыточного увлажнения на почву и растения. „Почвоведение“, № 8, 1949.
7. Черненко А. Д. О маломощности подзолистых почв и путях повышения эффективности углубления их пахотного слоя. „Почвоведение“, № 4, 1954.
8. Смелов С. П. и Работнов Т. А. Материалы по изучению реакции луговых почв и распределение в связи с ней луговой растительности. М., 1929.
9. Якушкин И. В. Растениеводство. М., 1953.
10. Васильев И. С. Водный режим подзолистых почв. Труды почвенного института В. В. Докучаева, АН СССР, том XXXII, 1950.

Л. А. Шишкина

ВЛИЯНИЕ ПОКРОВНОЙ КУЛЬТУРЫ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ, РОСТ И РАЗВИТИЕ КРАСНОГО КЛЕВЕРА ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ¹

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур — одна из основных задач, поставленных перед сельским хозяйством партией и правительством. В выполнении этой задачи большая роль принадлежит быстрейшему введению и освоению правильных севооборотов.

Среди компонентов травосмесей, применяемых в полевых и кормовых севооборотах, большое место занимает красный клевер, высеваемый совместно со злаковыми травами. Однако до настоящего времени основными недостатками в клеверосеянии во многих областях Советского Союза являются низкие и неустойчивые урожаи сена и семян красного клевера. Одной из причин этого считается явление выпадения клевера из травостоя. Особенно часто гибель клевера наблюдается в ряде районов Татарской, Чувашской, Мордовской АССР и в безлесных районах Горьковской, Рязанской, Пензенской и других областей [24].

Как отмечается в ряде работ [12, 14, 15, 19, 20, 23, 24], гибель клевера может происходить и летом, и зимой.

В литературе нередко стараются объяснить гибель клевера какой-нибудь одной причиной. Но такое представление является не совсем верным. П. А. Сергеев правильно отмечает, что "...выпадение клевера зависит от условий среды, при которых он развивается, и вызывается обычно не одной, а несколькими причинами, которые в общей сложности и завершают гибель растений" [24, стр. 73].

Случаи гибели клевера во время нахождения под покровным растением (летняя гибель) в литературе отмечаются очень часто. В опытах Казанского сельскохозяйственного института в 1929 г. [14] удалось установить, что на выпад клевера значительное влияние оказывает густота стояния покровной культуры: больший урожай ржи и овса обусловил большую гибель всходов клевера. Акад. В. П. Мосолов, изучая влияние отдельных покровных культур (озимой ржи и овса) на иссушение почвы и выпад молодых растений клевера, приходит к выводу, что "в годы с недостаточным количеством осадков озимая рожь — худшее покровное растение по сравнению с овсом, так как она более сильно иссушает почву, и молодые всходы клевера сильно изреживаются" [15, стр. 35].

¹ В данной работе использованы материалы кандидатской диссертации, выполненной под руководством проф. А. М. Алексева.

В опытах А. А. Капитонова [12], проведенных в Татарии в ряде лет, молодые всходы клевера под озимой рожью и озимой пшеницей почти полностью погибли, а под покровом яровой пшеницы сохранились хорошо. Причина в том, что озимые покровные культуры сильнее иссушают почву, особенно весной.

С. В. Гойтанников [11], наоборот, считает, что в условиях Татарии растения ярового типа (пшеница, овес) в годы с малым количеством осадков менее благоприятны для трав, чем озимые (рожь): вес одного побега тимopheевки и одного экземпляра красного клевера был под ними ниже, чем под покровом озимой ржи.

Большое изреживание посевов клевера под покровной культурой в годы с неблагоприятными метеорологическими условиями наблюдалось и в других областях Союза [18, 20, 23, 25].

Метеорологические условия вегетационного периода оказывают большое влияние и на зимостойкость клевера. Как показывают данные ряда авторов, массовая гибель клевера в 1938—1939 гг. [17, 19, 24] произошла от летне-осенней засухи и суровых условий зимы.

Результаты опытов и наблюдений, проведенных в различных областях клеверосеяния, показали, что на устойчивость клевера большое влияние оказывают условия его возделывания, приемы агротехники.

Важным мероприятием системы агротехники является способ посева клевера. Опытными учреждениями различных областей [14, 15, 26] было доказано преимущество покровных посевов многолетних трав по сравнению с беспокровными. Известно, что в качестве покровных растений применяются яровые и озимые злаки. Опыты, проведенные в северных, северо-западных и центральных областях СССР, показали, что в отношении урожая сена и семян клевера некоторое преимущество по сравнению с посевом под яровую культуру имеет посев под озимую рожь или озимую пшеницу, несмотря на то, что почвы под яровыми покровными культурами были достаточно культурные и богатые питательными веществами [28].

В северо-восточных и восточных районах зоны клеверосеяния, по данным опытов Казанской опытной станции, Казанского сельскохозяйственного института, Чувашской опытной станции и других, преимущество также оставалось за посевом клевера под озимые [11, 14, 15, 28]. Однако по отдельным годам урожаи сена и семян клевера при посеве под озимые и яровые, особенно в восточных и центральных районах зоны клеверосеяния, сильно колебались. Неодинаковый успех посева клевера под озимые и яровые в различные годы исследователи объясняют различной обеспеченностью трав влагой в период нахождения их под покровным растением. В годы с достаточным количеством весенних осадков и в годы с малоснежной зимой преимущество остается за посевом клевера с тимopheевкой под озимые. В годы с засушливой весной лучшие результаты обычно получаются при посеве трав под яровые, которые требуют влаги несколько меньше, чем озимые, особенно в начальный период роста, что и улучшает условия для развития трав. Необходимо отметить, что в условиях Татарии вопрос о выборе покровной культуры — озимой или яровой — до сих пор остается дискуссионным.

Одной из возможных причин выпадения клевера из травостоя при посеве под покровные культуры является взаимная конкуренция с многолетними травами из-за воды, которая должна особенно обостриться при почвенной засухе. Отсюда вытекает необходимость детального изучения водного режима клевера, особенно в ранние периоды его жизни.

Литературы по водному режиму растений много. Однако в большинстве работ исследователи обращали внимание лишь на общее содержание воды в растении и некоторых его органах (например, в листьях), связывая с содержанием воды ход отдельных физиологических процессов. Но при дальнейшем изучении оказалось, что физиологические процессы не всегда могут быть в непосредственной зависимости от общего содержания воды в растении [1, 2, 9].

В своих исследованиях мы исходили из работ проф. А. М. Алексеева [3—7], у которого общие принципы изучения водного режима кратко сводятся к следующему. Вода в растении может находиться в различном состоянии — свободном и связанном, причем разные формы воды имеют неодинаковое значение для растения. Далее, недостаточно характеризовать состояние водного режима растений одним только показателем емкости — количеством свободной и связанной воды. Для более полной характеристики водного режима растений проф. А. М. Алексеев считает необходимым использовать также показатели напряжения, которые характеризовали бы энергетическое состояние воды в растении. Таким показателем является парциальный химический потенциал находящейся в растении воды. Абсолютная величина химического потенциала не может быть определена, можно только определить разность химических потенциалов в данном и стандартном состоянии. Эта разность получила название активности воды в растении. Последняя определяется косвенным путем через величину осмотического давления и сосущую силу клеток.

В заключение обзора литературы следует указать на отсутствие специальных исследований по водному режиму клевера. Даже те авторы, которые связывали задержку роста и выпад клевера под покровом с нарушением его водного режима под воздействием покровного растения, не основывали свои указания на надлежащих физиологических исследованиях по водному режиму клевера.

Исходя из указанного, мы и поставили задачу — изучить влияние покровных растений на рост и развитие клевера в первый год его жизни в связи с изменениями в водном режиме, обусловленными воздействием покровного растения на клевер.

Схема и методика опытов

Исследования проводились в колхозе „13 лет Октября“, Столбищенского района, Татарской АССР, и в вегетационном домике Казанского филиала Академии наук СССР в 1951 и 1952 гг. Опытным растением был красный клевер Казанский I, который является стандартным сортом для Татарии. В 1951 г. из покровных культур были взяты: озимая рожь и овес; в 1952 г. — яровая пшеница, озимая рожь и озимая пшеница. В обоих случаях в качестве контроля высевались травы (клевер и тимфеевка) без покрова. В 1952 г. были проведены исследования клевера второго года жизни для выяснения вопроса о последствии покровных культур. Вегетационный опыт, заложенный в 1952 г. с клевером первого года жизни, имел целью выявление степени пластичности клевера в отношении водного режима в условиях различной влажности почвы (40, 50 и 60% от полной влагоемкости почвы и временной почвенной засухи).

В оба опытных года посев многолетних трав был произведен весной (в 1951 г. — 26 апреля; в 1952 г. — 7 мая) дисковой сеялкой с нормой посева: клевера 12 кг и тимфеевки 4 кг семян на гектар. Многолетние травы высевались поперек рядков

покровной культуры, только в варианте с овсом посев трав был произведен в междурядья. Посев многолетних трав под яровые производился одновременно с покровными культурами, а под озимые — в один день с посевом под яровые. Покровные культуры высевались общепринятой нормой посева. Почва опытных участков относится к типу темносерых, лесостепных, слабоподзоленных, суглинистого механического состава. Площадь каждого участка составляла 200—300 м².

В опыте 1951 г. на поле, предназначенном под озимую рожь, был ранний пар; овес и многолетние травы в беспокровном посеве высевались по зяби.

На участках, где были расположены беспокровный посев и посев клевера под овес, в почву под культивацию было внесено минеральное удобрение из расчета N₂₀P₃₀K₂₀ кг действующего начала на гектар. На поле, где многолетние травы высевались под рожь, растения получили подкормку после уборки покровной культуры; удобрения и их дозы были те же.

В 1952 г. все покровные культуры высевались по раннему пару. В отличие от опыта предыдущего года, минеральные удобрения вносились в виде фосфорнокалийной подкормки из расчета P₆₀K₆₀ кг действующего начала на гектар сразу после уборки зерновой культуры. Внесение удобрений под клевер, высеванный без покрова, было произведено одновременно с внесением их на участок после уборки первой из покровных культур — озимой ржи. В оба указанных года почва не известковалась.

В 1951 г. покровные культуры были сняты: рожь 28 июля, овес 12 августа; урожай зерна составлял соответственно 14,0 и 10,3 ц с гектара. В 1952 г. уборка покровных культур была произведена: ржи 29 июля, озимой пшеницы 3 и яровой пшеницы 6 августа. Полученный урожай зерна равнялся: ржи 13,16 ц, озимой пшеницы 17,14 ц и яровой пшеницы 9,47 ц/га.

В оба опытных года мы занимались исследованием водного режима листьев клевера. Для характеристики состояния водного режима растений нами определялись следующие показатели:

- 1) общее количество воды;
- 2) количество свободной воды;
- 3) общее количество связанной воды;
- 4) количество коллоидно связанной воды;
- 5) количество осмотически связанной воды;
- 6) величина осмотического давления клеточного сока.

Общее содержание воды определялось высушиванием навески листьев в сушильном шкафу при температуре 105° С до постоянного веса. Определение количества свободной воды производилось дилатометрическим методом, описанным З. П. Чащевой [27]. В наших опытах наблюдения над замерзанием воды в листьях продолжались до температуры —6° С.

Общее содержание связанной воды находилось по разности между общим количеством воды в листьях и количеством свободной воды. Осмотически связанная вода вычислялась по формуле Окермана. Содержание коллоидно связанной воды в листьях вычислялось по разности между количеством всей связанной и количеством осмотически связанной воды. Величина осмотического давления клеточного сока определялась микрокриоскопическим методом.

Необходимо отметить, что навески листьев для всех исследований брались одинаковые — 5 г. Это дает нам возможность сравнивать между собой и абсолютные величины показателей водного режима.

Связанная вода учитывалась в 5—10-кратной повторности, осмотическое давление — в 10-кратной.

Вышеуказанные показатели водного режима растений определялись нами 5 раз в течение вегетационного периода: первые два — во время нахождения клевера под покровными культурами, следующие два — после уборки соответствующего покрова (в 1951 г. — на 12—14 день, в 1952 г. — на 18—19 день) и последнее — осенью (в конце сентября), перед уходом растений под зиму. Полученные цифры по водному режиму растений были обработаны методом вариационной статистики (метод малых выборок).

В течение вегетации велись наблюдения за влажностью почвы на разных горизонтах (10, 20 и 30 см глубины), за ростом и развитием клеверных растений, за степенью изреживания красного клевера в травосмеси как в год посева, так и после перезимовки путем подсчета количества растений на учетных площадках, площадью 0,25 м². Учитывалась также степень освещенности клевера под покровной

культурой, которая определялась при помощи селенового фотоэлемента три раза в день: в 8, 12 и 16 часов на уровне расположения листовой поверхности клевера. Перед уборкой покровной культуры была определена густота ее стояния. В оба года после перезимовки был учтен урожай многолетних трав в первый год пользования.

Одновременно с исследованиями состояния водного режима растений брались пробы для биохимических анализов: в 1951 г. было проведено определение в листьях содержания растворимых углеводов, а в 1952 г. — различных форм азота (общего, белкового и растворимого) и фосфора (общего, неорганического и органического).

Определение количества сахаров (восстанавливающих и невосстанавливающих) производилось микрометодом по Бьерри, представляющим собой вариант метода Бертрапа. Общий и белковый азот определялся по методу Кьельдэля; растворимый азот находился по разности между общим количеством азота в листьях и количеством в них белкового азота. Общий фосфор определялся несколько измененным методом Неймана: навеска листьев сжигалась в смеси серной и азотной кислот. Разделение отдельных фосфорных фракций было произведено по методу, описанному А. В. Соколовым [22]. Повторность перечисленных определений была 3—4-кратной. Полученный цифровой материал подвергнут статистической обработке.

Результаты исследований

Прежде чем перейти к описанию результатов опытов, остановимся кратко на метеорологической характеристике вегетационных периодов 1951 и 1952 гг. Метеорологические условия весной 1951 г. сложились более благоприятно, чем в 1952 г. Если в апреле и мае 1951 г. выпавших осадков было вдвое больше многолетних средних,

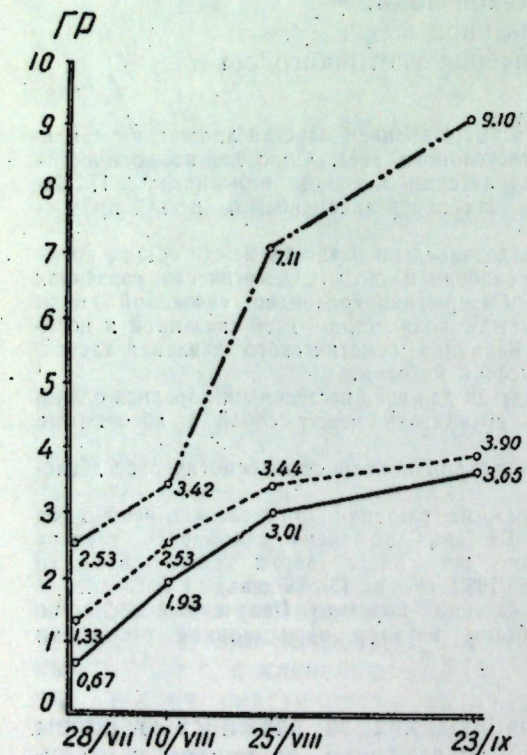


Рис. 1. Сухой вес надземной массы 10 растений клевера в 1951 г.

— — — — — беспокровный посев;
 - · - · - · - · под овсом;
 ————— под озимой рожью.

то в 1952 г. в те же месяцы наблюдался некоторый их недостаток. Однако летне-осенний период первого года исследований характеризовался исключительной засушливостью: повышенной температурой воздуха, большим недостатком осадков (74,9 мм за промежуток времени июль — сентябрь) и пониженной относительной влажностью воздуха против многолетних средних. В 1952 г. в тот же период метеорологические условия были лучше, но все же мало благоприятны для роста и развития растений. Хотя общее количество осадков, выпавших за промежуток времени июль — сентябрь, было большим и даже несколько превышало многолетнее среднее (214,9 мм против 200,4 мм многолетней средней), неравномерность их выпадения в эти месяцы отрицательно сказалась на растениях.

В оба опытных года в течение всего периода вегета-

ции наблюдалось угнетение клевера со стороны покровных зерновых. Оно проявлялось в замедлении роста и развития растений под покровом по сравнению с растениями беспокровного посева. На это обстоятельство указывает то, что вес листовой массы, черешков, общий вес и листовая площадь одного растения опытных посевов, как это видно из рисунка 1 и таблицы 1, были намного ниже тех же показателей роста контрольных растений.

Таблица 1

Данные по росту клевера под различным покровом и после его снятия в 1952 году

| Дата взятия проб | Варианты опыта | Сухой вес листьев с 10 растений в г | Сухой вес черешков с 10 растений в г | Общий сухой вес 10 растений в г (без корней) | Площадь листовой поверхности | |
|------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------|-------------------|
| | | | | | с 10 растений в см ² | в % от конт. поля |
| 5/VII | Беспокровный посев | 1,74 ± 0,06 | 0,86 ± 0,03 | 2,60 ± 0,06 | 283,4 | — |
| | Под яровой пшеницей | 0,25 ± 0,01 | 0,20 ± 0,01 | 0,45 ± 0,02 | 69,8 | 24,6 |
| | Под озимой рожью | 0,30 ± 0,02 | 0,24 ± 0,01 | 0,54 ± 0,03 | 89,6 | 31,6 |
| | Под озимой пшеницей | 0,16 ± 0,01 | 0,13 ± 0 | 0,29 ± 0,01 | 55,4 | 19,5 |
| 21/VII | Беспокровный посев | 3,90 ± 0,13 | 3,22 ± 0,26 | 7,12 ± 0,29 | 891,7 | — |
| | Под яровой пшеницей | 0,33 ± 0,02 | 0,27 ± 0,03 | 0,65 ± 0,03 | 108,2 | 12,1 |
| | Под озимой рожью | 0,36 ± 0,04 | 0,26 ± 0,01 | 0,62 ± 0,04 | 105,7 | 11,9 |
| | Под озимой пшеницей | 0,23 ± 0,02 | 0,17 ± 0,01 | 0,40 ± 0,02 | 58,6 | 6,0 |
| 16/VIII | Беспокровный посев | 4,44 ± 0,19 | 4,06 ± 0,13 | 9,50 ± 0,25 | 1065,9 | — |
| | Из-под яровой пшеницы | 0,47 ± 0,05 | 0,36 ± 0,03 | 0,83 ± 0,05 | 128,6 | 12,1 |
| | Из-под озимой ржи | 0,59 ± 0,04 | 0,42 ± 0,04 | 1,01 ± 0,06 | 165,3 | 15,5 |
| | Из-под озимой пшеницы | 0,25 ± 0,03 | 0,25 ± 0 | 0,50 ± 0,01 | 62,1 | 5,8 |
| 24/VIII | Беспокровный посев | 5,44 ± 0,10 | 5,92 ± 0,21 | 11,36 ± 0,26 | 1243,7 | — |
| | Из-под яровой пшеницы | 0,60 ± 0,04 | 0,39 ± 0,03 | 0,99 ± 0,04 | 143,6 | 11,6 |
| | Из-под озимой ржи | 0,82 ± 0,03 | 0,64 ± 0,01 | 1,46 ± 0,03 | 184,1 | 14,8 |
| | Из-под озимой пшеницы | 0,30 ± 0,01 | 0,26 ± 0,01 | 0,56 ± 0,01 | 68,7 | 5,5 |
| 19/IX | Беспокровный посев | — | — | — | — | — |
| | Из-под яровой пшеницы | 0,92 ± 0,03 | 0,78 ± 0,03 | 1,70 ± 0,04 | 235,7 | — |
| | Из-под озимой ржи | 1,06 ± 0,02 | 0,82 ± 0,02 | 1,88 ± 0,03 | 295,3 | — |
| | Из-под озимой пшеницы | 0,37 ± 0,02 | 0,26 ± 0,01 | 0,63 ± 0,02 | 113,2 | — |

В продолжение сравнительно длительного промежутка времени после выхода из-под покрова клеверные растения все же не смогли компенсировать задержки роста: накопление органического вещества у них шло более замедленным темпом, чем у растений, не бывших под покровом,

Под покровом наблюдалась также задержка в наступлении отдельных фаз развития клеверных растений, которая привела к тому, что кущение у них началось только после снятия покровной культуры.

Различные зерновые культуры по-разному влияли на рост и развитие подсеянного под них клевера. В 1951 г. озимая рожь оказала по сравнению с овсом более отрицательное влияние на рост клевера (см. рис. 1). Причину нужно искать в том, что рожь вызвала большее затенение клевера благодаря большой густоте травостоя и большей высоте растений по сравнению с овсом. На подобное обстоятельство указывают в своих работах В. П. Мосолов [15], С. В. Гойтанников [11] и другие авторы. В 1952 г. более отрицательное влияние оказала озимая пшеница, в то время как яровая пшеница и озимая рожь влияли почти одинаково на все показатели роста клевера (см. табл. 1). Однако в оба указанных года после уборки покровных культур наибольшее нарастание сухого веса растений наблюдалось у клевера, вышедшего из-под покрова озимой ржи, которое привело к тому, что имевшиеся различия в росте клеверных растений опытных вариантов к осени значительно сгладились. Это обстоятельство, очевидно, можно объяснить более продолжительным послепокровным периодом, так как рожь созревает и убирается раньше других культур. В полевых опытах 1950 и 1951 гг., проведенных С. В. Гойтанниковым в Татарии, было также обнаружено различное влияние покровных культур на рост и развитие подсеянного клевера. В отношении ржи как покровной культуры автор выявил следующее: клевер красный, подсеянный под покров озимой ржи весной 1951 г., развивался неплохо. Особенно быстрое увеличение веса одного его экземпляра наблюдалось после снятия покровного растения.

Однако в наших опытах удалось установить, что отрицательное действие покровных культур определяется не только сроком их влияния на клевер. На это указывает тот факт, что, несмотря на более раннюю уборку озимой пшеницы по сравнению с яровой, клевер, вышедший из-под покрова озимой, дал меньшую продукцию сухого вещества, чем вышедший из-под покрова яровой пшеницы.

Наступление фазы кущения у клеверных растений, высеянных под озимую рожь, в оба года исследований было отмечено также раньше, чем у растений, бывших под покровом других зерновых культур.

В противоположность растениям, высеянным под покров, клевер беспокровного посева в оба опытных года отличался более быстрым развитием и большей продукцией сухой массы.

Мощность развития клеверных растений сказалась на выпаде их из травостоя. Общий процент выпадения клевера за время вегетации в 1951 и 1952 гг. был наименьшим у контрольных растений (беспокровный посев), под любым покровом он был больше.

В 1951 г. большой выпад наблюдался под озимой рожью (30,2%), чем под овсом (28,8%). Срочные учеты выпадения клевера в течение вегетации 1952 г. показали, что до уборки зерновых наибольший выпад клевера имел место под озимыми (рожьей и пшеницей), что находится в соответствии с большим иссушением почвы этими культурами. Вскоре после снятия покровных растений выпад многолетних трав уменьшился, особенно у находившихся под озимыми, что, очевидно, было обусловлено их более ранней уборкой по сравнению с яровой пшеницей. Уменьшение выпадения клевера в конце вегетации произошло и у растений, вышедших из-под покрова яровой пшеницы. Наблюдавшаяся перед уходом под зиму большая гибель клевера, росшего под покровом озимой пшеницы, зависела от слабого развития растений в результате сильного угнетения со стороны покровной культуры. В конечном итоге общая гибель клеверных растений оказалась меньшей в посеве под озимую рожь (11,3%), чем в посеве

под яровую (14,5%) и озимую (15,6%) пшеницы. Нами была учтена степень изреживания травостоя клевера в травосмеси и на колхозных посевах, причем динамика выпадения клевера оказалась аналогичной только что рассмотренной.

В наших опытах было обнаружено, что клевер погибает не только во время вегетации, но и в зимне-весенний период; размеры этой гибели были значительными. На зимний выпад оказывают влияние две причины: 1) мощность развития растений перед уходом под зиму и 2) высота снегового покрова, зависящая, в свою очередь, от высоты оставляемой стерни. Так, в зиму 1951/52 г. для растений беспокровного посева первая из указанных выше причин явилась основной: погибших растений было 24,2%. Меньший процент гибели клевера, вышедшего из-под покрова ржи (29,1%), по сравнению с гибелью из-под овса (36,2%), объясняется второй причиной.

Можно предполагать следующие пути угнетающего влияния покровных растений на клевер: 1) конкуренция из-за воды, 2) конкуренция из-за пищи и 3) затенение.

Как указывалось выше, нашей задачей было изучение влияния первого из этих факторов.

Для того, чтобы стало понятным поведение клевера в полевых условиях под различными покровными культурами, нужно было выявить реакцию клевера на разные условия водного режима почвы, его пластичность в этом отношении. Мы поставили соответствующий вегетационный опыт, где условия лучше поддавались контролю, чем в полевом. Условия различного водоснабжения почвы (40, 50, 60% от полной влагоемкости и временной почвенной засухи) оказали большое влияние на рост и развитие клеверных растений. Мы здесь не приводим фенологических данных по развитию клевера. Однако отметим, что клевер, находившийся в условиях улучшенного водоснабжения (60% влажность почвы), развивался быстрее, чем в условиях недостатка влаги в почве. В конечном итоге это привело к тому, что растения первого (60% влажность почвы) и второго (50% влажность почвы) вариантов уже в начале июля (5/VII и 10/VII соответственно) приступили к образованию боковых побегов; у растений, испытывавших большой недостаток влаги (40% влажность почвы), их не было отмечено даже на 1 августа. Растения этого варианта имели явно угнетенный вид, небольшое число листьев, очень мелких и бледного цвета, поэтому дальнейшее изучение этих растений пришлось прекратить.

Выше мы указывали, что влияние различной обеспеченности клевера водой сказалось на скорости роста (см. табл. 2).

Таблица 2

Влияние условий водоснабжения на вес растений клевера

(Дата взятия пробы 15/VII 1952 г.)

| Варианты опыта (влажность почвы в % от полной влагоемкости) | Сухой вес листовой массы с одного растения в г | Сухой вес черешков с одного растения в г | Сухой вес одного растения в г (без корней) | Площадь листовой поверхности с одного растения в см ² |
|---|--|--|--|--|
| 60 | 0,24 ± 0,02 | 0,22 ± 0,02 | 0,46 ± 0,03 | 87,42 |
| 50 | 0,19 ± 0,02 | 0,13 ± 0,02 | 0,32 ± 0,06 | 60,44 |
| 40 | 0,05 ± 0 | 0,04 ± 0,01 | 0,09 ± 0,01 | 9,57 |

Таблица 2 ясно показывает, что чем ниже было содержание доступной влаги в почве, тем меньше были все показатели роста растений и наоборот. Указанные различия в росте клеверных растений оставались в продолжение всей вегетации. Собранный урожай вегетативной массы растений второго варианта (50% влажность почвы) составлял лишь 72,4% от урожая растений (60% влажность почвы), оптимально снабжавшихся водой (60% влажность почвы). Временная почвенная засуха через полтора месяца после начала вегетации клевера, во время которой влажность падала до удвоенной максимальной гигроскопичности почвы, также сильно отразилась на росте и развитии: урожай вегетативной массы был в два раза ниже урожая контрольных растений. На основании всех этих данных можно сделать вывод, что клевер очень требователен к влаге и не уступает в этом отношении зерновым хлебам.

Переходим теперь к рассмотрению тех изменений водного режима клевера, которые произошли в условиях различного водоснабжения. Данные приводятся в таблице 3.

Из таблицы 3 видно, что водный режим растений, росших в условиях улучшенного водоснабжения (60% влажность почвы), значительно отличался от водного режима растений, испытывавших влияние недостатка влаги в почве. Так, в листьях контрольных растений было повышено абсолютное содержание общей, свободной и коллоидно связанной воды в процентах от сухого веса и понижено осмотическое давление клеточного сока по сравнению с растениями опытных вариантов. С ухудшением условий водоснабжения (50% влажность почвы) рассмотренные показатели водного режима клевера изменились: снизилось содержание общей, свободной воды, повысилось содержание связанной воды и несколько увеличилась величина осмотического давления клеточного сока. Подобные изменения имели место и у клеверных растений, находившихся в течение вегетации в крайне жестких условиях водоснабжения (40% влажность почвы), с той лишь разницей, что содержание связанной и коллоидно связанной воды в листьях резко снизилось, а осмотическое давление клеточного сока сильно повысилось (16,84 атм против 0,60 атм контроля).

Наши данные относительно содержания связанной воды в листьях клевера в условиях различного водоснабжения в известной степени согласуются с литературными данными. Так, Е. В. Лебединцева установила, что у фасоли, томата, пшеницы „недостаток воды в почве повышает водоудерживающую способность клеток растений“ [13, стр. 4]. Однако полученные нами данные показали, что при очень жестких условиях водоснабжения в растениях может произойти снижение гидратации коллоидов.

Теперь рассмотрим, какие изменения вызвала временная почвенная засуха в водном балансе листьев растений. Исследование было приурочено к концу почвенной засухи. Влиянию засухи был подвергнут клевер, находившийся до этого в условиях наилучшего водоснабжения (60% влажность почвы). На засуху растения были поставлены 17/VII, окончилась засуха 2/VIII. Необходимо отметить, что неблагоприятные метеорологические условия, сопровождавшие почвенную засуху, еще больше усугубили ее отрицательное влияние на клевер.

Как видно из таблицы 3, засуха вызвала сильное обезвоживание листьев, повысив одновременно содержание в них связанной воды. Увеличение количества связанной воды в листьях растений, перенесших засуху, произошло за счет увеличения количества осмотически связанной воды, тогда как количество коллоидно связанной воды было несколько ниже, чем в листьях контрольных растений.

Таблица 3

Показатели водного режима листьев клевера в условиях различного водоснабжения в вегетационном опыте 1952 г. (на 5 сырого веса пробы)

| Дата взятия проб | Варианты опыта (влажность почвы в % от полной влагоемкости) | Сухой вес навески | Общес к-во воды | К-во свободной воды | Общее к-во связанной воды | К-во осмотически связанной воды | К-во коллоидно связанной воды | | Осмотические давления клеточного сока в атм |
|---|---|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|---|
| | | | | | | | в граммах | в % от сух. веса | |
| 16/VII (на 46-й день от начала вегетации) | 60 | 0,78±0,01 | 4,22±0,01 | 2,33±0,04 | 1,89±0,03 | 0,04±0 | 1,85±0,03 | 237,2±3,13 | 0,60±0 |
| | 50 | 0,88±0,01 | 4,12±0,01 | 2,04±0,06 | 2,08±0,05 | 0,07±0 | 2,01±0,04 | 228,4±5,43 | 1,21±0 |
| | 40 | 1,50±0,01 | 3,50±0,01 | 1,85±0,08 | 1,65±0,06 | 0,82±0,01 | 0,83±0,05 | 55,3±5,44 | 16,84±0,20 |
| 2/VIII (на 63-й день от начала вегетации) | 60 | 0,93±0,01 | 4,07±0,01 | 2,45±0,03 | 1,62±0,02 | 0,14±0 | 1,48±0,02 | 159,1±2,18 | 2,41±0 |
| | времен. засуха 50 | 1,25±0,01 | 3,75±0,01 | 2,03±0,11 | 1,72±0,11 | 0,38±0,01 | 1,34±0,09 | 107,4±2,55 | 7,21±0,17 |
| 12/VIII (на 72-й день от начала вегетации) | 60 | 1,04±0,01 | 3,96±0,01 | 2,15±0,04 | 1,81±0,03 | 0,21±0,01 | 1,60±0,03 | 152,9±3,85 | 3,65±0,03 |
| | после засухи | 0,98±0,02 | 4,02±0,02 | 2,58±0,04 | 1,44±0,04 | 0,17±0,01 | 1,27±0,04 | 129,6±2,35 | 3,13±0,21 |
| 30/VIII (на 91-й день от начала вегетации) | 60 | 1,15±0,01 | 3,85±0,01 | 2,30±0,01 | 1,55±0,01 | 0,28±0,01 | 1,33±0,02 | 115,7±2,12 | 4,10±0,15 |
| | 50 | 1,05±0,02 | 3,95±0,02 | 2,75±0,21 | 1,20±0,22 | 0,20±0 | 1,00±0,22 | 95,2±24,91 | 3,62±0 |
| | | 1,15±0,02 | 3,85±0,02 | 2,27±0,23 | 1,58±0,22 | 0,22±0,02 | 1,37±0,24 | 119,7±22,28 | 4,10±0,24 |

1 Разность с контролем не достоверна.

Влажность почвы в течение вегетации клевера под различным покровом и после его снятия в 1952 г.

(в % от абсолютно сухого веса почвы)

| Дата взятия проб | Глубина взятия проб (в см) | Варианты опыта | | | |
|------------------|----------------------------|--------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| | | беспокровный посев | под яровой пшеницей | под озимой рожью | под озимой пшеницей |
| 7/V | 0-10 | 30,58 | 30,58 | 30,38 | 29,48 |
| | 10-20 | 32,71 | 32,71 | 32,58 | 33,00 |
| 5/VI | 0-10 | 22,47 | 22,05 | 18,92 | 18,26 |
| | 10-20 | 24,37 | 24,89 | 20,13 | 19,38 |
| | 20-30 | 21,37 | 20,10 | 17,94 | 17,18 |
| 25/VI | 0-10 | 8,53 | 7,95 | 7,25 | 6,90 |
| | 10-20 | 14,51 | 11,08 | 10,31 | 8,46 |
| | 20-30 | 15,38 | 12,77 | 10,55 | 8,86 |
| 8/VII | 0-10 | 26,19 | 23,55 | 22,47 | 21,39 |
| | 10-20 | 26,91 | 20,22 | 19,89 | 16,43 |
| | 20-30 | 22,60 | 12,43 | 11,36 | 9,89 |
| 21/VII | 0-10 | 9,96 | 7,82 | 8,87 | 7,09 |
| | 10-20 | 10,24 | 9,08 | 11,39 | 8,60 |
| | 20-30 | 11,98 | 9,28 | 10,83 | 8,07 |
| 15/VIII | 0-10 | 6,18 | 6,69 | 5,79 | 6,59 |
| | 10-20 | 7,72 | 7,76 | 7,85 | 7,93 |
| | 20-30 | 8,30 | 9,03 | 9,70 | 8,26 |
| 24/VIII | 0-10 | 13,29 | 11,78 | 15,57 | 15,05 |
| | 10-20 | 10,26 | 10,72 | 11,57 | 9,95 |
| | 20-30 | 9,05 | 8,52 | 9,96 | 8,38 |
| 19/IX | 0-10 | — | 9,94 | 10,56 | 9,94 |
| | 10-20 | — | 10,44 | 11,23 | 10,05 |
| | 20-30 | — | 7,53 | 10,51 | 8,63 |

В работе С. В. Гойтавникова [11] также указывается, что озимая рожь начинает влиять отрицательно на содержание влаги в почве раньше, чем яровые культуры. Иссушающее действие покровных культур на почву прекращалось в конце их вегетации в связи с созреванием. Подобное явление наблюдалось в оба исследованных года прежде всего на участке, занятом рожью с подсевом трав.

После снятия покрова пребывание растений многолетних трав в условиях отсутствия конкуренции из-за влаги с покровной культурой способствует их лучшему росту и развитию, в результате чего они начинают потреблять влагу в равном количестве с растениями контрольного варианта (беспокровный посев).

Посев клевера без покрова в первой половине вегетационного периода (до середины июля) находит лучший водный режим почвы, чем в подпокровных посевах: вследствие слабого развития растений их влияние на почву в этот период ничтожно. В дальнейшем, со второй половины вегетации, водный режим почвы под многолетними травами беспокровного посева и на участках с подсевом их под зерновые культуры был одинаковым (см. табл. 4).

Повышенное содержание осмотически связанной воды под воздействием засухи было связано с возрастанием величины осмотического давления в них.

Подобного рода изменения водного режима растений под влиянием засухи были отмечены многими авторами [2, 4, 6, 8, 10, 13, 16, 21].

В пробе, взятой после отливания растений (на 11-й день по окончании засухи), общее количество воды в листьях повысилось, но не достигло уровня контроля. Содержание связанной воды и величина осмотического давления клеточного сока, напротив, снизились, но все же остались на более высоком уровне по сравнению с контрольными растениями, тогда как содержание коллоидно связанной воды сравнивалось с ними (табл. 3). Следовательно, вызванные почвенной засухой нарушения в водном режиме листьев в известной степени сохраняются и после перенесенной засухи. На аналогичное обстоятельство указывает в ряде своих работ А. М. Алексеев [2, 4, 6], который считает, что причиной этого являются коллоидно-химические изменения, остающиеся и после перенесенной растениями засухи.

Следует отметить, что указанные изменения водного режима листьев сохранились до конца вегетационного периода. По сравнению с растениями, росшими в условиях недостаточного увлажнения, листья контрольных растений (первый вариант) все время содержали больше общей и свободной воды, меньше связанной воды, имели несколько пониженное осмотическое давление клеточного сока.

В условиях вегетационного опыта, где влажность почвы поддерживалась на одинаковом уровне в течение всей вегетации растений, легко можно было проследить, как водный режим клевера изменяется во времени, то есть с возрастом растений. Следствием возрастных изменений явилось: сниженное количество в листьях общей, связанной, коллоидно связанной воды и повышенное осмотическое давление к концу периода вегетации. Уменьшение с возрастом растений содержания общей, связанной и коллоидно связанной воды в листьях А. М. Алексеев объясняет происходящими при старении растений коллоидно химическими изменениями: снижением водопоглощающей и водоудерживающей способности коллоидов листьев. Повышение осмотического давления клеточного сока связано с уменьшением общего запаса воды в листьях с возрастом; возможно также новообразование осмотически активных веществ, связанное с возрастом растения, например, вследствие распада белков. После перенесенной засухи возрастные изменения показателей водного режима листьев проявляются более резко.

В полевых условиях влажность почвы в продолжение периода вегетации клевера не оставалась неизменной: она менялась, во-первых, в зависимости от метеорологических условий и, во-вторых, в зависимости от покровной культуры. В начальный период вегетации (примерно первые две недели после посева) влажность почвы зависела от первого фактора. В это время содержание доступной для растений влаги в почве держалось на уровне 60-70% от полной ее влагоемкости. Как в 1951, так и в 1952 году в остальное время влажность почвы была намного ниже указанного выше уровня (см. табл. 4).

В 1951 г. с первой декады июня по начало сентября (за исключением второй половины июля) и в 1952 г. со второй половины июня до второй половины августа (за исключением первой декады июля) влажность почвы была на уровне коэффициента завядания. Из покровных культур раньше начали иссушать почву озимые (пшеница и рожь) начиная с 5/VI; иссушающее влияние яровой пшеницы начало сказываться несколько позднее — с 25/VI.

Покровные культуры, вызвав изменения во влажности почвы, оказали определенное воздействие на водный режим листьев клевера первого года жизни.

Данные о состоянии водного режима растений клевера во время нахождения их под покровом приведены в таблице 5 и на рисунках 2—5.

Из таблицы 5 и рисунка 2 видно сильное обеднение листьев водой у растений, находившихся под покровными культурами, по сравнению с контролем. Если в 1951 г. разница в содержании воды в листьях клевера под покровом озимой ржи и овса была незначительной, то в 1952 году наибольшее его снижение наблюдалось у клеверных растений под озимыми, особенно под пшеницей. Различия в содержании воды

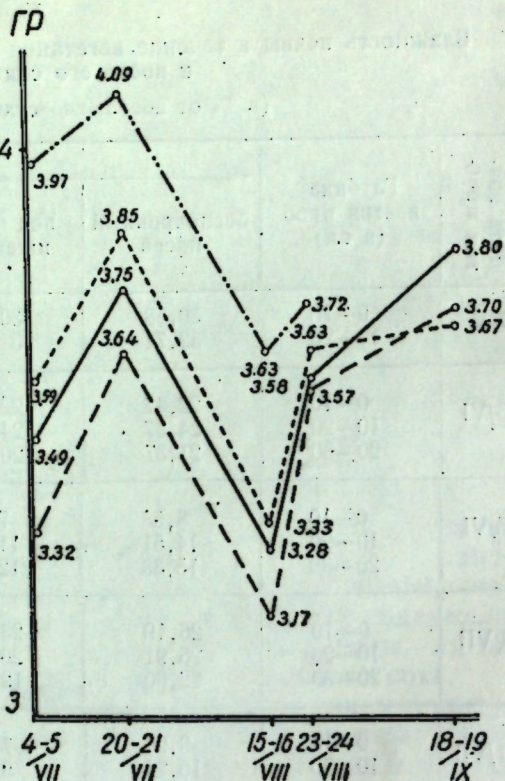


Рис. 2. Общее содержание воды в листьях клевера в 1952 г.

— беспокровный посев;
 под яровой пшеницей;
 — под озимой рожью;
 -.- под озимой пшеницей.

в листьях молодых растений клевера разных вариантов следует объяснить неодинаковой влажностью почвы на опытных участках (табл. 4).

Содержание свободной воды в листьях клевера претерпело также большие изменения. Из таблицы 5 и рисунка 3, где приведены соответствующие данные, видно, что в оба года исследований листья растений беспокровного посева содержали меньше свободной воды, чем листья растений, находившихся под покровом. Вероятно, это происходило из-за более сильной транспирации клевера контрольного варианта, благодаря его большей облиственности (см. табл. 1 и рис. 1). Покровные культуры, защищая молодые растения многолетних трав от сильного испа-

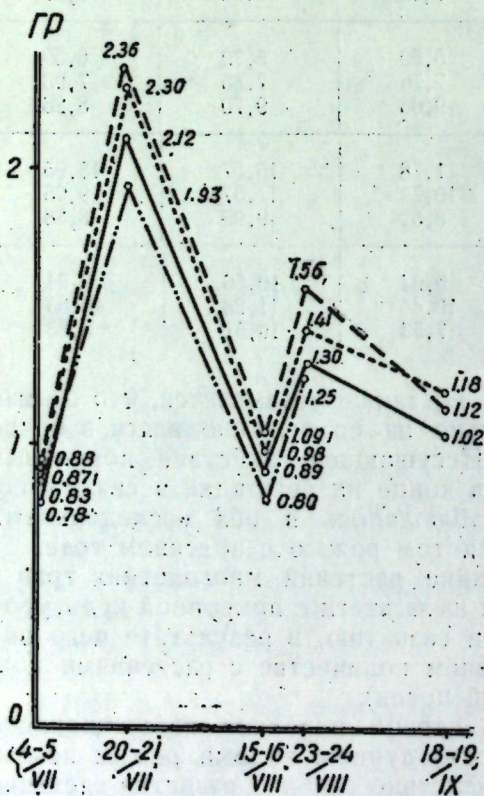


Рис. 3. Содержание свободной воды в листьях клевера в 1952 г.

— беспокровный посев;
 под яровой пшеницей;
 — под озимой рожью;
 -.- под озимой пшеницей.

Таблица 5

Показатели водного режима листьев клевера под различным покровом и после его снятия в 1951 г. (на 2 сырого веса пробы)

| Дата взятия проб | Варианты опыта | Сухой вес навески | в граммах | | | Осмотическое давление клеточного сока | в атм |
|------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
| | | | Общее количество воды | Количество свободной воды | Количество осмотически связанной воды | | |
| | | | | в % от сухого веса | | | |
| 7-9/VII | Беспокровный посев | 1,18±0,08 | 3,82±0,08 | 1,01±0,11 | 2,81±0,14 | 0,29±0 | 2,52±0,14 |
| | Под овсом | 1,41±0,07 | 3,59±0,07 | 1,49±0,04 | 2,10±0,08 | 0,32±0,01 | 1,78±0,08 |
| | Под озимой рожью | 1,48±0,07 | 3,52±0,07 | 1,27±0,13 | 2,25±0,14 | 0,28±0,02 | 1,97±0,14 |
| 26-28/VII | Беспокровный посев | 1,02±0,02 | 3,98±0,02 | 0,87±0,04 | 3,11±0,05 | 0,17±0 | 2,94±0,05 |
| | Под овсом | 1,10±0 | 3,90±0 | 1,01±0,06 | 2,89±0,06 | 0,17±0,01 | 2,72±0,06 |
| | Под озимой рожью | 1,16±0 | 3,84±0 | 0,93±0,02 | 2,91±0,02 | 0,13±0 | 2,78±0,02 |
| 8-10/VIII | Беспокровный посев | 1,23±0,01 | 3,77±0,01 | 0,78±0,06 | 2,99±0,06 | 0,23±0,01 | 2,76±0,07 |
| | Под овсом | 1,26±0,01 | 3,74±0,01 | 0,96±0,07 | 2,78±0,07 | 0,36±0,01 | 2,42±0,07 |
| | Из-под озимой ржи | 1,20±0 | 3,80±0 | 0,90±0,01 | 2,90±0,01 | 0,07±0,01 | 2,83±0,01 |
| 23-25/VIII | Беспокровный посев | 1,53±0,01 | 3,47±0,01 | 0,52±0,03 | 2,95±0,03 | 0,60±0 | 2,35±0,03 |
| | Из-под овса | 1,51±0,01 | 3,49±0,01 | 0,73±0,03 | 2,76±0,04 | 0,70±0 | 2,04±0,04 |
| | Из-под озимой ржи | 1,48±0,01 | 3,52±0,01 | 0,68±0,03 | 2,84±0,03 | 0,47±0,01 | 2,37±0,03 |
| 21-23/IX | Беспокровный посев | 1,44±0,01 | 3,56±0,01 | 0,71±0,05 | 2,85±0,05 | 0,57±0,01 | 2,28±0,05 |
| | Из-под овса | 1,40±0,02 | 3,60±0,02 | 0,86±0,13 | 2,74±0,13 | 0,48±0 | 2,26±0,13 |
| | Из-под озимой ржи | 1,34±0 | 3,66±0 | 0,88±0,13 | 2,78±0,13 | 0,46±0,02 | 2,32±0,13 |

1 Разность с контролем недостаточна.

рения, способствуют накоплению свободной воды в них. На это обстоятельство указывают в монографии „Красный клевер“ [28] сотрудники Всесоюзного института кормов, не приводя, однако, экспериментального подтверждения этому факту.

Из данных таблицы 5 легко заметить, что повышение количества свободной воды в листьях клевера подпокровных вариантов было связано с соответствующим снижением содержания в них связанной

воды. В 1951 г., в начальный период развития, растения под покровом ржи имели несколько большее содержание связанной воды, чем под покровом овса. В 1952 г. растения, бывшие под покровом озимой ржи и яровой пшеницы, имели одинаковую водоудерживающую способность (количество связанной воды). Позднее, перед уборкой озимых, растения второго варианта (под яровой пшеницей) в этом отношении несколько уступали растениям третьего варианта под озимой рожью. Клеверные растения под покровом озимой пшеницы по количеству связанной воды в листьях занимали последнее место.

Под покровными растениями наблюдалось повышение осмотического давления клеточного сока листьев клевера, что особенно ярко было выражено в 1952 г. Данные приводятся ниже.

Следует отметить, что в оба года перед уборкой

озимой ржи в связи с повышением содержания влаги в почве осмотическое давление листьев понизилось и приближалось к таковому у растений беспокровного посева (табл. 5 и рис. 4). Что касается количества осмотически связанной воды в растениях, то оно находится в полном соответствии с величиной осмотического давления. При этом изменения в осмотическом давлении клеточного сока листьев клевера различных вариантов согласуются с содержанием влаги в почве опытных участков.

Содержание коллоидно связанной воды как в абсолютных, так и относительных величинах у растений подпокровных вариантов было ниже, чем у растений варианта без покрова (табл. 5 и рис. 5). Особенно низкое содержание коллоидно связанной воды наблюдалось в листьях клеверных растений, высеянных под покров озимой пшеницы.

Устойчивость гидрофильных коллоидов в значительной мере определяется степенью их гидратации. Более низкие коэффициенты гидратации в листьях клевера, посеянного под покров, имели след-

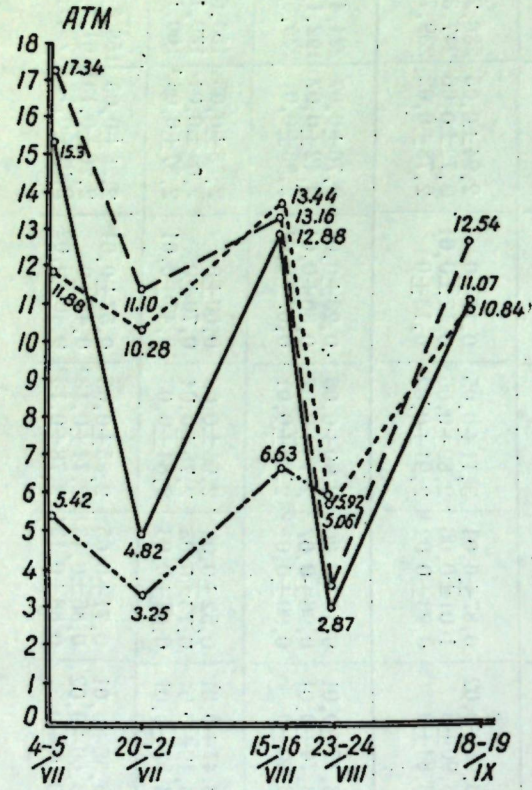


Рис. 4. Осмотическое давление клеточного сока листьев клевера в 1952 г.

--- беспокровный посев;
 - - - под яровой пшеницей;
 - - - под озимой рожью;
 - - - под озимой пшеницей.

ствием сниженную, по сравнению с контрольными растениями, устойчивость покровных посевов клевера к неблагоприятным условиям внешней среды. Это и явилось, на наш взгляд, одной из причин выпадения (гибели) клевера под покровом.

Перейдем теперь к рассмотрению тех изменений водного режима листьев клевера, которые произошли после уборки покровных зерновых (см. табл. 5 и рис. 2—5). Определения водного режима растений в 1951 г. были сделаны на 12—14 день после уборки соответствующего покрова, а в 1952 г. — на 18—19 день.

Указанные таблица и рисунки показывают, что после снятия покрова водный режим клевера значительно улучшился: в листьях повысилось количество общей, связанной, коллоидно связанной воды, повысилась гидратация коллоидов и резко снизилось осмотическое давление клеточного сока. Такой сдвиг в водном режиме клеверных растений вполне понятен ввиду отсутствия конкуренции за влагу, питание и свет. Следует отметить, что вышеуказанные изменения в водном режиме клевера произошли прежде всего у растений, бывших под покровом озимой ржи. Это отчасти можно объяснить различным временем уборки покровных культур. Листья растений, вышедших из-под покрова озимой пшеницы, продолжали иметь низкие показатели водного режима, несмотря на более раннее созревание и уборку озимой пшеницы по сравнению с яровой.

Это говорит о том, что озимая пшеница во время вегетации оказывала более отрицательное, чем другие покровные культуры, воздействие на водный режим подсеянного клевера.

Повышенная активность находящейся в клетках воды, о чем свидетельствует низкая величина осмотического давления в листьях растений подпокровных вариантов, способствовала интенсификации физиологических процессов, которая проявилась в усилении роста и развития у вышедших из-под покрова многолетних трав (см. табл. 1 и рис. 1).

В пробах, взятых после снятия покровных зерновых, в листьях клевера наблюдалось уменьшение содержания общей и свободной воды, соответствующее повышение количества связанной воды и значительное повышение величины осмотического давления клеточного сока. Указанные изменения произошли не только вследствие большего возраста растений ко времени взятия данных проб, но и потому, что они в это время попали в засушливые условия. Лишь

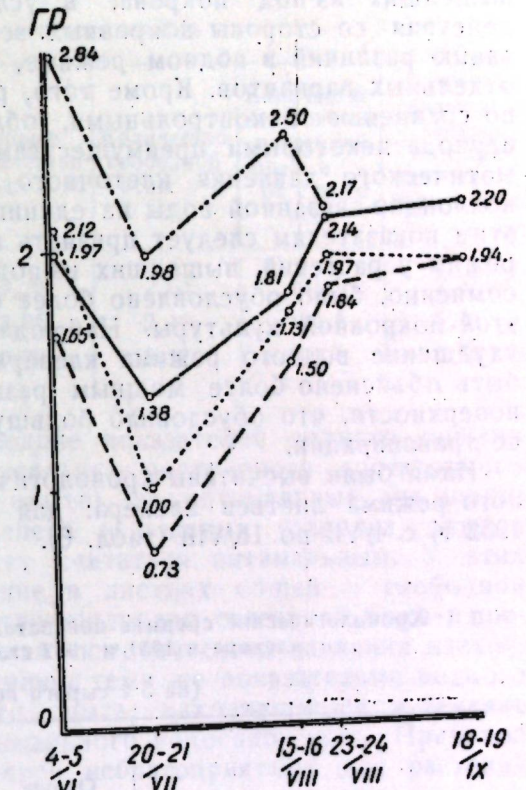


Рис. 5. Содержание коллоидно связанной воды в листьях клевера в 1952 г.

--- беспокровный посев;
 - - - под яровой пшеницей;
 - - - под озимой рожью;
 - - - под озимой пшеницей.

в 1952 г. в пробе от 23—24/VIII влияние возраста растений было перекрыто воздействием внешней среды благодаря выпавшим перед взятием пробы осадкам.

Последнее определение показателей водного режима растений было сделано осенью, перед уходом многолетних трав под зиму. Из рассмотрения данных таблицы 5 и рисунков 2—5 можно заключить, что продолжительное пребывание растений многолетних трав, вышедших из-под покрова, в условиях отсутствия угнетающего действия со стороны покровных зерновых, способствовало сглаживанию различий в водном режиме, наблюдавшихся ранее у клевера отдельных вариантов. Кроме того, растения, бывшие под покровом, по сравнению с контрольными, обладали в конце вегетационного периода некоторыми преимуществами: более низкой величиной осмотического давления клеточного сока и большим содержанием коллоидно связанной воды на единицу сухого веса листьев. По всем этим показателям следует признать наиболее благоприятным водный режим у растений, вышедших из-под покрова озимой ржи, что, несомненно, было обусловлено более быстрым созреванием и уборкой этой покровной культуры. Наблюдавшееся в это время некоторое ухудшение водного режима клевера беспокровного посева¹ может быть объяснено более мощным развитием растений и их листовой поверхности, что обусловило большую потерю ими воды в процессе транспирации.

Нами были высчитаны хронологические средние показатели водного режима листьев клевера: для 1951 г. с 7/VII по 10/VIII и для 1952 г. с 4/VII по 16/VIII (табл. 6).

Таблица 6

Хронологические средние показатели водного режима листьев клевера в 1951 и 1952 гг. в полевом опыте
(на 5 г сырого веса пробы)

| Варианты опыта | Общее количество воды в г | Количество свободной воды в г | Количество коллоидно связанной воды в % от сухого веса | Осмотическое давление клеточного сока в атм |
|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--|---|
| 1951 год | | | | |
| Беспокровный посев | 3,89 | 0,90 | 254,0 | 4,00 |
| Под овсом | 3,77 | 1,14 | 169,2 | 4,86 |
| Под озимой рожью | 3,77 | 1,00 | 213,5 | 3,22 |
| 1952 год | | | | |
| Беспокровный посев | 4,16 | 1,43 | 184,7 | 4,17 |
| Под яровой пшеницей | 3,59 | 1,60 | 99,5 | 11,57 |
| Под озимой рожью | 3,56 | 1,49 | 117,4 | 12,41 |
| Под озимой пшеницей | 3,45 | 1,53 | 71,0 | 12,93 |

Высчитанные нами хронологические средние показатели водного режима листьев клевера в поле охватывают не весь период вегетации, а примерно 90 дней (от начала всходов). Это сделано для срав-

¹ В опыте 1952 г. в данной пробе отсутствует контрольный вариант, т. к. растения были повреждены.

нения с указанными данными растений, росших в условиях вегетационного опыта, у которых вегетационный период длился 91 день (см. таблицу 7).

Таблица 7

Хронологические средние показатели водного режима листьев клевера за учетный период времени с 16/VI по 30/VIII в вегетационном опыте
(на 5 г сырого веса пробы)

| Варианты опыта (влажность почвы в % от полной влагоемкости) | Общее количество воды в г | Количество свободной воды в г | Количество коллоидно связанной воды в % от сухого веса | Осмотическое давление клеточного сока в атм |
|---|---------------------------|-------------------------------|--|---|
| 60 | 4,29 | 2,53 | 151,9 | 2,57 |
| 50 | 3,95 | 2,17 | 136,8 | 5,53 |
| Временная засуха | 3,80 | 2,17 | 111,6 | 5,56 |

Приняв хронологические средние показатели водного режима листьев клевера, росшего в условиях постоянного достаточного увлажнения (в вегетационном опыте), за оптимальные, мы видим, что водный режим листьев клевера в полевых условиях, даже в беспокровном посеве, не может считаться оптимальным. У этих растений абсолютное содержание в листьях общей и свободной воды было снижено, а количество коллоидно связанной воды в процентах от сухого веса и величина осмотического давления клеточного сока повышены по сравнению с теми же показателями водного режима клевера вегетационного опыта, находившегося в течение всей вегетации в условиях оптимального водоснабжения. Причиной вышеуказанных изменений явились неблагоприятные для растений в поле погодные условия.

На основании всего полученного нами экспериментального материала можно заключить, что наиболее благоприятный водный режим имели листья клевера, подсеянного под озимую рожь. Так, в 1951 году в самый начальный период развития растений (7—9/VII) водный режим клевера под покровом ржи значительно отличался от водного режима клевера под овсом меньшим осмотическим давлением клеточного сока и большим содержанием коллоидно связанной воды на единицу сухого веса листьев. Правда, в 1952 году в тот же период времени (4—5/VII) водный режим клевера по данным показателям уступал клеверу, высеянному под покров яровой пшеницы, но это явление оказалось временным. Благоприятные изменения в водном режиме клевера, высеянного под рожь, сохранились и еще более резко проявились после снятия покровной культуры. Видимому, это происходит по той причине, что, по сравнению с другими зерновыми, рожь созревает и убирается раньше, и клевер потому располагает до конца вегетационного периода более длительному прожегужатку времени, когда он уже не испытывает конкуренции из-за воды и успевает в значительной степени улучшить свой водный режим. Значительно ухудшенный водный режим клевера до и после снятия озимой пшеницы объясняется ее более мощным развитием и большим иссушением почвы. Озимая пшеница дала урожай зерна 17,14 ц с га против 13,16 ц озимой ржи и 9,47 ц яровой пшеницы.

Мы уже указали на целый ряд нарушений в росте и развитии клевера, которые были обусловлены воздействием покровных культур на клевер. Можно ли эти ростовые нарушения связать с нарушениями в водном режиме клевера под влиянием покровных растений? Полученные нами данные говорят о наличии такой связи. Под любой покровной культурой водный режим клеверных растений слагается менее благоприятно, чем у клевера беспокровного посева (табл. 5 и рис. 2—5). В соответствии с этим растения, развивавшиеся под любой покровной культурой, по всем показателям роста и по урожаю значительно уступали растениям клевера беспокровного посева (табл. 1 и рис. 1).

Последствие покровных культур сказалось и на клевере второго года жизни: урожай сена клевера, росшего ранее под каким-либо покровом, был намного ниже урожая клевера, не испытывавшего влияния покровной культуры в первый год жизни. Наибольшее нарушение в водном режиме растений наблюдалось у клевера, бывшего под озимой пшеницей, и наименьшее — у бывшего под озимой рожью. Это обстоятельство отразилось соответствующим образом на росте растений, степени их кустистости в первый год жизни и, наконец, на урожае сена клевера во второй год жизни (первый год пользования): урожай сена клевера из-под озимой пшеницы (18,02 ц/га) был значительно ниже урожая клевера из-под озимой ржи (23,95 ц/га) и яровой пшеницы (24,2 ц/га). Урожай сена клевера из-под овса (20,9 ц/га) был также несколько ниже урожая клевера, вышедшего из-под покрова ржи (22,0 ц/га). Подобную связь водного режима растений с ростом, развитием и урожаем мы наблюдали и в вегетационном опыте (см. табл. 2 и 3). Что касается последствия покровных культур (озимой пшеницы и ржи) на водный режим клевера второго года жизни, то мы его не обнаружили.

Покровные культуры оказали известное влияние на обмен веществ в листьях клевера. Данные приведены в таблицах 8 и 9.

Таблица 8

Содержание различных форм азота в листьях клевера под различным покровом и после его снятия в 1952 г.
(в миллиграммах на 1 г сухого вещества)

| Дата взятия проб | Варианты опыта | Общий азот | Белковый азот | Растворимый азот |
|------------------|-----------------------------|--------------|---------------|--------------------------|
| 21/VII | Беспокровный посев . . . | 42,89 ± 0,20 | 40,47 ± 0,26 | 2,42 ± 0,33 |
| | Под яровой пшеницей . . . | 36,23 ± 0,09 | 34,32 ± 0,01 | 1,91 ± 0,09 |
| | Под озимой рожью . . . | 39,30 ± 0,28 | 37,79 ± 0,30 | 1,51 ± 0,41 |
| | Под озимой пшеницей . . . | 35,06 ± 0,10 | 33,65 ± 0,30 | 1,41 ± 0,32 |
| 16/VIII | Беспокровный посев . . . | 39,82 ± 0,26 | 36,86 ± 0,27 | 2,96 ± 0,37 |
| | Из-под яровой пшеницы . . . | 32,30 ± 0,04 | 29,81 ± 0,30 | 2,49 ± 0,30 ¹ |
| | Из-под озимой ржи . . . | 33,77 ± 0,09 | 32,09 ± 0,46 | 1,68 ± 0,36 |
| | Из-под озимой пшеницы . . . | 33,71 ± 0,46 | 31,46 ± 0,06 | 1,85 ± 0,47 |
| 19/IX | Беспокровный посев . . . | — | — | — |
| | Из-под яровой пшеницы . . . | 38,28 ± 0,01 | 36,15 ± 0,02 | 2,13 ± 0,20 |
| | Из-под озимой ржи . . . | 37,92 ± 0,03 | 35,72 ± 0,29 | 2,20 ± 0,29 |
| | Из-под озимой пшеницы . . . | 37,49 ± 0,35 | 35,27 ± 0,12 | 2,22 ± 0,51 |

¹Разность с контролем недостоверна.

Таблица 9

Содержание различных форм фосфора в листьях клевера под различным покровом и после его снятия в 1952 г.
(в миллиграммах на 1 г сухого вещества)

| Дата взятия проб | Варианты опыта | Общий фосфор | Неорганический фосфор | Органический фосфор |
|------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|
| 21/VII | Беспокровный посев . . . | 3,35 ± 0,09 | 1,27 ± 0,03 | 2,08 ± 0,10 |
| | Под яровой пшеницей . . . | 2,71 ± 0,15 | 1,23 ± 0,04 | 1,47 ± 0,18 |
| | Под озимой рожью . . . | 2,86 ± 0,01 | 1,35 ± 0 | 1,51 ± 0,01 |
| | Под озимой пшеницей . . . | 2,94 ± 0,01 | 1,07 ± 0 | 1,87 ± 0,01 |
| 16/VIII | Беспокровный посев . . . | 3,00 ± 0,01 | 0,91 ± 0,04 | 2,09 ± 0,04 |
| | Из-под яровой пшеницы . . . | 2,30 ± 0,01 | 0,86 ± 0,03 ¹ | 1,44 ± 0,03 |
| | Из-под озимой ржи . . . | 2,46 ± 0,12 | 0,81 ± 0,04 | 1,65 ± 0,12 |
| | Из-под озимой пшеницы . . . | 2,78 ± 0,04 | 0,82 ± 0,02 | 1,96 ± 0,04 |
| 19/IX | Беспокровный посев . . . | — | — | — |
| | Из-под яровой пшеницы . . . | 2,55 ± 0,01 | 1,03 ± 0 | 1,52 ± 0,01 |
| | Из-под озимой ржи . . . | 2,68 ± 0,21 | 0,93 ± 0,01 | 1,75 ± 0,22 |
| | Из-под озимой пшеницы . . . | 2,57 ± 0,18 | 1,22 ± 0,03 | 1,35 ± 0,22 |

Из данных таблиц 8 и 9 следует, что под покровными культурами в листьях клевера снижается содержание всех учтенных форм азота и фосфора. Это говорит о некотором голодании растений многолетних трав, высеянных под покров зерновых.

Наши исследования показали, что водный режим клеверных растений находится в известной связи с содержанием в растении азота и фосфора. В более молодом возрасте наблюдалась тесная положительная связь между количеством в растениях связанной и коллоидно связанной воды и содержанием в них белкового и растворимого азота (табл. 10). Это вполне понятно, если учесть высокую гидрофильность азотистых соединений, особенно белковых коллоидов.

Таблица 10

Коэффициенты корреляции, характеризующие степень сопряженности показателей водного режима листьев клевера с количеством имеющихся в них различных форм азота

| Дата взятия проб | Показатели водного режима | Общий азот | Белковый азот | Растворимый азот |
|------------------|------------------------------------|------------|---------------|------------------|
| 21/VII | Общая связанная вода | + 0,94 | + 0,93 | + 0,90 |
| | Коллоидно связанная вода | + 0,97 | + 0,99 | + 0,80 |
| | Осмотическое давление | - 0,72 | - 0,80 | - 0,45 |
| 16/VIII | Общая связанная вода | + 0,89 | + 0,84 | + 0,79 |
| | Коллоидно связанная вода | + 0,94 | + 0,91 | + 0,78 |
| | Осмотическое давление | - 0,96 | - 0,97 | - 0,76 |
| 19/IX | Общая связанная вода | - 0,32 | + 0,63 | + 0,58 |
| | Коллоидно связанная вода | + 0,05 | + 0,62 | + 0,31 |
| | Осмотическое давление | - 0,87 | + 0,12 | + 0,66 |

¹Разность с контролем недостоверна.

У стареющих листьев, наоборот, более тесная сопряженность обнаружилась с содержанием в листьях различных форм фосфора (табл. 11).

Таблица 11

Коэффициенты корреляции, характеризующие степень сопряженности показателей водного режима листьев клевера с количеством имеющихся в них различных форм фосфора

| Дата взятия проб | Показатели водного режима | Общий фосфор | Органический фосфор | Неорганический фосфор |
|------------------|------------------------------------|--------------|---------------------|-----------------------|
| 21/VII | Общая связанная вода | + 0,78 | + 0,50 | + 0,61 |
| | Коллоидно связанная вода | + 0,78 | + 0,48 | + 0,22 |
| | Осмотическое давление | - 0,54 | - 0,27 | - 0,63 |
| 16/VIII | Общая связанная вода | + 0,44 | + 0,35 | + 0,91 |
| | Коллоидно связанная вода | + 0,58 | + 0,48 | + 0,91 |
| | Осмотическое давление | - 0,79 | - 0,71 | - 0,84 |
| 19/IX | Общая связанная вода | + 0,99 | + 0,73 | - 0,54 |
| | Коллоидно связанная вода | + 0,99 | + 0,91 | - 0,77 |
| | Осмотическое давление | + 0,29 | - 0,69 | + 0,83 |

Растворимые формы азота и фосфора лишь в конце вегетации стали в известной мере определять величину осмотического давления клеточного сока растений, но и тогда это влияние было не очень большим, об этом свидетельствует небольшое их содержание в листьях и незначительная величина коэффициентов корреляции между указанными величинами.

В отличие от растворимых форм азота и фосфора растворимые углеводы в продолжение всего периода вегетации определяли величину осмотического давления. Это доказывается как большим содержанием их в листьях клевера (табл. 12), так и высокими коэффициентами корреляции между величиной осмотического давления и количеством растворимых углеводов (для 28/VII +0,99; 10/VIII +0,92; 25/VIII +0,72; 22/IX +0,92).

Таблица 12

Содержание растворимых углеводов в листьях клевера под различным покровом и после его снятия в 1951 г. (в миллиграммах)

| Дата взятия проб | Варианты опыта | Восстанавливающие сахара | Невосстанавливающие сахара | Сумма сахаров |
|------------------|------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------|
| 28/VII | Беспокровный посев | 35,15±0,25 | 21,70±0,69 | 60,85±0,36 |
| | Под овсом | 40,37±0,41 | 15,36±0,14 | 60,73±0,34 |
| | Под озимой рожью | 37,54±0,18 | 20,96±0,40 | 58,50±0,50 |
| 10/VIII | Беспокровный посев | 47,50±0,45 | 9,22±0,35 | 56,72±0,76 |
| | Под овсом | 52,59±0,24 | 11,62±0,25 | 64,21±0,53 |
| | Из-под озимой ржи | 39,34±0,37 | 14,21±0,27 | 53,53±0,31 |

¹ Разность с контролем недостоверна.

| Дата взятия проб | Варианты опыта | Восстанавливающие сахара | Невосстанавливающие сахара | Сумма сахаров |
|------------------|------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------|
| 25/VIII | Беспокровный посев | 31,42±0,44 | 27,80±0,24 | 59,22±0,51 |
| | Из-под овса | 28,20±0,35 | 38,76±0,19 | 66,96±0,41 |
| | Из-под озимой ржи | 25,71±0,30 | 34,85±0,59 | 60,56±0,67 |
| 22/IX | Беспокровный посев | 42,71±0,37 | 45,77±0,26 | 88,48±0,45 |
| | Из-под овса | 37,83±0,22 | 40,39±0,43 | 78,22±0,48 |
| | Из-под озимой ржи | 35,16±0,16 | 29,78±0,41 | 64,94±0,44 |

Следовательно, можно заключить, что среди осмотически активных веществ клеточного сока листьев клевера растворимым углеводам принадлежит основная роль.

Наши исследования показали, что угнетающее влияние покровных растений на клевер не ограничивается их влиянием на водный режим почвы и самих клеверных растений. Покровные культуры значительно изменяют и условия освещения подсеянных под них многолетних трав. Об этом свидетельствуют проведенные нами фотометрические наблюдения (табл. 13).

Из таблицы 13 видно, что степень освещенности многолетних трав под покровными культурами значительно уступает таковой у растений беспокровного посева. Причем наибольшую затеняемость создавали озимые хлеба в связи с большей густотой стеблестоя и более развитой листовой поверхностью.

В конечном итоге из проведенных нами опытов вытекает практический вывод о целесообразности в условиях Татарской АССР посева клевера под озимую рожь (особенно при отсутствии весенней засухи), а затем под яровую пшеницу.

Выводы

1. Покровные зерновые культуры оказывают большое влияние на влажность почвы. В начале вегетационного периода наибольшее иссушение вызывают озимые злаки (рожь, пшеница). В дальнейшем, в связи с более ранним созреванием озимых, количество влаги в почве под ними оказывается выше, чем под яровыми. В конечном итоге озимые оказывают менее отрицательное влияние на водный режим почвы, чем яровые (овес, пшеница).

2. Покровные культуры оказывают определенное воздействие на водный режим листьев клевера первого года жизни, выражающееся в уменьшении в них количества общей, связанной и коллоидно связанной воды и в повышении осмотического давления клеточного сока. Указанные изменения свидетельствуют об ухудшении водного режима клеверных растений, находящихся под покровом.

В период нахождения клевера под покровом наиболее благоприятный водный режим листьев имели клеверные растения под покровом яровой пшеницы. Наиболее отрицательное влияние на водный режим клевера оказала озимая пшеница.

3. После уборки покровных зерновых водный режим растений клевера значительно улучшается: повышается количество общей, связанной и коллоидно связанной воды, гидратация коллоидов и резко снижается осмотическое давление клеточного сока листьев.

Данные по степени освещенности клевера под различным покровом в 1952 г.
(в % от таковой на открытом месте)

| Варианты опыта | 12/VII | | | | 13/VII | | | | 26/VII | | | | 22/IX | |
|-------------------------------|------------------------------|-------|-------|---------|--------|-------|-------|---------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | 8,00 | 12,00 | 16,00 | среднее | 8,00 | 12,00 | 16,00 | среднее | 8,00 | 12,00 | 16,00 | среднее | 8,00 | 16,00 |
| | Беспокровный посев | 90,5 | 88,2 | 85,1 | 87,9 | 91,2 | 90,3 | 86,5 | 89,3 | 90,4 | 88,6 | 90,1 | 89,7 | — |
| Под яровой пшеницей | 65,2 | 69,1 | 62,0 | 65,4 | 60,8 | 69,2 | 70,1 | 66,7 | 62,5 | 69,8 | 62,5 | 64,9 | 95,5 | — |
| Под озимой рожью | 55,4 | 61,6 | 50,0 | 55,7 | 66,0 | 65,1 | 62,3 | 59,9 | 54,5 | 63,0 | 55,0 | 57,5 | 86,8 | — |
| Под озимой пшеницей | 47,3 | 56,9 | 44,0 | 49,4 | 48,0 | 55,4 | 51,7 | 44,6 | 44,6 | 54,4 | 41,0 | 46,7 | 72,9 | — |

1 Определения освещенности проводились в 8—10 точках каждого участка.

4. Относительно благоприятный водный режим листьев клевера под покровом озимой ржи, более раннее созревание и уборка ржи, вследствие чего клевер располагает до конца вегетации более длительным промежутком времени, когда он уже не испытывает конкуренции из-за воды и успевает в значительной степени улучшить свой водный режим, объясняют то обстоятельство, что в конечном итоге водный режим клевера наиболее благоприятно складывается при подсеве его под озимую рожь. В этом отношении рожь, в качестве покровного растения, отличается в положительную сторону от всех прочих, испытанных нами, покровных культур: озимой и яровой пшеницы и овса.

5. Не наблюдалось последствий покровных культур на водный режим клевера второго года жизни.

6. Водный режим листьев клевера беспокровного посева в условиях лета 1951 и 1952 гг. был далек от оптимального.

7. Водный режим листьев клевера обнаруживает определенные возрастные изменения. Стареющие растения имеют меньше общей, свободной, связанной и коллоидно связанной воды и более высокое осмотическое давление клеточного сока.

8. Установлена связь между водным режимом листьев и содержанием в них азота, фосфора и углеводов.

9. Срочные учеты роста и развития показали, что клевер под любым покровом находился в угнетенном состоянии. Наиболее сильное угнетающее влияние оказала озимая пшеница.

10. Наблюдалось последствие покровных культур на росте и развитии клевера во второй год его жизни, что в конечном итоге сказалось на урожае сена.

11. Ростовые нарушения, наблюдавшиеся у клевера первого года жизни, показывают определенную связь с нарушениями водного режима клевера под влиянием покровных растений. Таким образом, нарушения водного режима можно считать одной из основных причин угнетенного состояния клевера под покровом.

12. На основании проведенных исследований водного режима листьев клевера представляется наиболее целесообразным в условиях Татарской АССР подсевать клевер под озимую рожь (особенно при отсутствии ранней весенней засухи), а затем под яровую пшеницу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А. М. К вопросу о влиянии водного режима листьев на процесс фотосинтеза. Ботанический журнал СССР, т. 20, № 3, 1935.
2. Алексеев А. М. Физиологические основы влияния засухи на растения. Ученые записки КГУ, т. 97, кн. 5—6, 1937.
3. Алексеев А. М. Вода в растении. Ученые записки КГУ, т. 101, № 1, 1941.
4. Алексеев А. М. К вопросу о коллоидно-химических изменениях, вызываемых в растении засухой. Ученые записки КГУ, т. 102, 1942.
5. Алексеев А. М. К вопросу о показателях, могущих характеризовать состояние воды в растении. Доклады Всесоюзного совещания по физиологии растений, вып. 1, 1946.
6. Алексеев А. М. Водный режим растения и влияние на него засухи. Татарский госиздат, 1948.
7. Алексеев А. М. Вопросы водного режима растений. Сборник «Проблемы ботаники», 1950.
8. Алексеев А. М. и Гусев Н. А. Влияние фосфатов на водный режим листьев пшеницы в условиях недостаточного их водоснабжения. Изв. КФАН СССР, серия биологическая, № 1, 1949.
9. Бриллиант В. А. Зависимость энергии фотосинтеза от содержания воды в листьях. Изв. Глав. ботсады, т. 24, 1925.
10. Гальченко И. Н. Содержание воды и осмотическое давление в листьях орошаемой яровой пшеницы. Труды ВИЗХ, т. 7, 1936.
11. Гойтанников С. В. О взаимоотношениях между покровными растениями и травами. Автореферат диссертации, Казань, 1953.

12. Капитонов А. А. Проблема создания высокопродуктивного пласта многолетних трав в полевых севооборотах. Уч. зап. КГУ, т. 111, кн. 7, 1951.

13. Лебедничева Е. В. Опыт изучения водоудерживающей способности у растений в связи с засухо- и морозостойкостью. Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции, т. 23, № 2, 1929—1930.

14. Мосолов В. П. Культура клевера в Татарии. Татиздат, 1930.

15. Мосолов В. П. Клевер и покровные культуры. „Советская агрономия“, № 10, 1948.

16. Максимов Н. А. Физиологические основы засухоустойчивости растений. Приложение 26 к трудам по прикл. ботанике и селекции. Л., 1926.

17. Метельский Д. О причинах массового выпадения клевера в 1938—39 гг. в Предуралье. „Лен и конопля“, № 7, 1939.

18. Рудницкий Н. В. Получение высоких и устойчивых урожаев клевера в северо-восточных областях СССР. Сб. „Повышение урожайности красного клевера“, Сельхозгиз, 1952.

19. Старцев В. И. Сохранить посевы клевера от засухи и вымерзания. „Лен и конопля“, № 9, 1939.

20. Семенов А. Л. Развитие клевера в год посева в зависимости от покровной культуры. Сборник „Кормовые травы“, 1939.

21. Сказкин Ф. Д. Водный режим растения и влияние на него засухи. Татгосиздат, 1947. Цитируется по Алексею.

22. Соколов А. В. Методика фракционного определения фосфорсодержащих соединений в растениях. „Химизация социалистического земледелия“, № 10, 1940.

23. Сергеев П. А. Повышение устойчивости красного клевера в травосмеси. „Советская агрономия“, № 6, 1949.

24. Сергеев П. А. О повышении устойчивости красного клевера в полевых севооборотах. Сборник „Травосеяние и семеноводство многолетних трав“. Сельхозгиз, 1950.

25. Травин И. С. О борьбе с выпадением клевера в Калужской области. Сб. „Повышение урожайности красного клевера“. Сельхозгиз, 1952.

26. Тарковский М. И. Многолетние травы в полевых севооборотах. Сельхозгиз, 1952.

27. Чашева З. П. Методы определения связанной воды. Изв. Гос. научно-исслед. ин-та коллоидной химии, вып. 2, 1934.

28. Клевер красный. Монография, изданная Всесоюзным научно-исслед. институтом кормов им. Вильямса, Сельхозгиз, 1950.

И. М. Васильева

К ВОПРОСУ О ДИНАМИКЕ КАРОТИНОИДОВ В ЛИСТЬЯХ КРАСНОГО КЛЕВЕРА

Желтые пигменты растений — каротиноиды — привлекают к себе в последнее время все большее внимание. Высказаны многочисленные гипотезы об их физиологических функциях, и хотя многие из этих гипотез не подкреплены еще достаточным экспериментальным материалом, активное участие каротиноидов в физиологических процессах растений не вызывает сомнений. Наиболее вероятно участие каротиноидов в опылении и оплодотворении растений [5, 9], в процессах фоторецепторных [19] и ростовых [23, 25, 11, 18, 20], в фотосинтезе [14, 11, 24]. Очень возможно, отмечает Гудвин [21], что функции каротиноидов в живых тканях отличаются только внешне, а за этими внешними различиями кроется общее свойство, посредством которого все они являются связанными.

Каротиноиды не только играют важную роль в жизни растительного организма, но и обеспечивают нормальное функционирование животного организма [13, 3, 1, 21], причем единственным источником каротиноидов для животных являются растения.

Несмотря на теоретический и практический интерес вопроса об условиях накопления каротиноидов растениями, до сих пор еще не ясны биохимические процессы, лежащие в основе синтеза каротиноидов, а также не выявлены и те условия внешней среды, которые способствуют накоплению этих пигментов.

Задачей наших исследований и являлось изучение динамики каротина и ксантофилла в листьях красного клевера с учетом влияния на этот процесс некоторых факторов внешней среды.

С целью выяснения динамики каротина и ксантофилла в онтогенезе красного клевера нами в течение 1950—1952 гг. ставились вегетационные и полевые опыты.

В 1950 г. полевой опыт был проведен на светлосерой дерново-слабоподзоленной почве легкого механического состава (ферма № 2 Казанского с/х института).

В 1951 г. параллельно было заложено два опыта — вегетационный и полевой на выщелоченном черноземе (колхоз „13 лет Октября“ Столбищенского района и вегетационный домик КФАН).

В 1952 г. было поставлено также два опыта — полевой и вегетационный на лесостепной темносерой слабоподзоленной почве (колхоз „13 лет Октября“ Столбищенского района и вегетационный домик КФАН). В опытах варьировались условия: 1) водоснабжения, 2) минерального питания, 3) репродуктивного развития (путем систематического удаления бутонов). Условия освещения, влажности воздуха, температурного режима учитывались по данным метеостанций Казань — Опорная (для полевого опыта) и Казань — Университет (для вегетационного опыта).

Метод работы состоял во взятии срочных проб в основные фазы развития растений. Пробы брались в одно время (9—10 часов утра).

Навески листьев (средняя проба) растирались с кварцевым песком и заливались смесью ацетона со спиртом (3:1). Затем каротиноиды извлекались авиационным бензином, просушивались безводным Na_2SO_4 и разделялись по методу М. С. Цвета на адсорбционной колонке из окиси алюминия. Повторность определений 3-кратная. Колориметрирование вытяжек проводилось на фотометре Пульфриха с синим свето-фильтром. Расчетные кривые составлены по азобензолу. Повторность определений при колориметрировании 10-кратная. Расчеты проводились на сырой и сухой вес листьев, а также на постоянное количество сухого вещества (способ Любименко). Поскольку каждый из способов подсчета имеет свои достоинства и недостатки, нам в решении отдельных вопросов приходилось прибегать то к одному, то к другому методу подсчета. Для выяснения динамики каротиноидов — их в растениях очень незначительное количество — не затемненной изменением «концентрации» сухого вещества в связи с переменной влажности листьев в течение онтогенеза, мы пользовались в основном подсчетами на первоначальное количество сухого вещества. Такой подход, нам кажется, дает более правильное представление о динамике пигментов и способствует выяснению их роли в растительном организме.

С целью практической оценки влияния того или иного фактора на продукцию каротиноидов мы пользовались расчетами на сухое вещество.

Влияние условий водоснабжения на динамику каротина и ксантофилла в листьях красного клевера

Экспериментальных работ, посвященных изучению влияния влажности почвы на накопление каротиноидов в листьях, в литературе мы не встретили. Есть лишь попутные и притом противоречивые замечания о влиянии засухи на содержание каротина в растениях [16, 7, 17].

Чтобы выяснить этот вопрос, нами был поставлен в 1951 г. вегетационный опыт с красным клевером: одни растения развивались в оптимально увлажненной почве (контроль), другие испытывали засуху в период бутонизации. Содержание влаги в почве к этому времени было доведено (путем сокращения нормы полива) до уровня двойной максимальной гигроскопии. В остальное время почва под опытными растениями увлажнялась до 70% от полной ее влагоемкости, как и под контрольными растениями.

Содержание каротиноидов в листьях клевера в период засухи значительно возрастает (абсолютная прибавка 31,83 мг% на постоянное количество сухого вещества, табл. 1). Скорость накопления каротиноидов в листьях клевера в период засухи увеличивается почти в два раза.

После возобновления полива содержание каротиноидов в листьях растений, испытывавших засуху, убывает в 5 раз быстрее, чем в оптимально увлажненных (рис. 1). Позднее, в фазе побурения головок в листьях опытных растений вновь отмечается накопление желтых пигментов, а у контрольных продолжается усиленный распад каротиноидов, причем идет он с прогрессирующей скоростью, т. е. засуха, испытанная растениями в фазе бутонизации, оказывает последствие, проявляющееся в существенном изменении процессов, связанных с накоплением и разрушением каротиноидов.

Одновременная постановка полевого опыта в 1951 г. дала возможность сделать еще ряд наблюдений относительно роли водоснабжения растений в динамике пигментов в листьях красного клевера. Растения в полевом опыте, начиная с фазы стеблевания, испытывали засуху, причем в фазе бутонизации доступная влага в почве отсутствовала совсем. Часть растений вегетационного опыта все время получала оптимальное увлажнение.

Из таблицы 1 и рисунка 1 наглядно видно, что в листьях растений, испытывающих недостаток во влаге, период с преобладанием аккумулятивных процессов гораздо длительнее.

Таблица 1

Динамика содержания каротиноидов в листьях красного клевера в связи с условиями водоснабжения (полевой и вегетационный опыты 1951 г.)

| Фазы развития клевера | Даты взятия проб | | Влажность почвы (количество влаги сверх коэффициента завядания) | | Каротин (в мг% на сухое вещество) | | Ксантофилл (в мг% на сухое вещество) | | Сумма каротиноидов (в мг% на сухое вещество) | | Отношение каротина к ксантофиллу | | |
|-----------------------|--------------------|--------------|---|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------|
| | вегетационный опыт | полевой опыт | вегет. опыт (засуха) | вегет. опыт (оптимальное увлажнение) | вегет. опыт (засуха) | вегет. опыт (оптимальное увлажнение) | вегет. опыт (засуха) | вегет. опыт (оптимальное увлажнение) | вегет. опыт (засуха) | вегет. опыт (оптимальное увлажнение) | вегет. опыт (засуха) | вегет. опыт (оптимальное увлажнение) | |
| Розетка | 25/V | 23/V | 17,81 | 17,81 | 12,61 | — | 67,47 | 50,02 | 181,76 | 168,58 | — | 0,370 | |
| Стеблевание | 8/VI | 11/VI | 15,16 | 15,16 | 1,28 | — | 78,22 | 77,91 | 219,44 | 234,16 | — | 0,356 | |
| Бутонизация | 22/VI | 4/VII | 2,39 | 9,12 | —0,86 | 93,23 | 84,50 | 77,74 | 42,253 | 32,245 | 33,369 | 0,338 | |
| Цветение | 7/VII | 12/VII | 13,24 | 11,34 | 1,62 | 49,68 | 63,72 | 99,62 | 163,65 | 222,19 | 239,82 | 0,303 | |
| Побурение головок | 20/VII | 27/VII | 13,24 | 11,24 | 3,46 | 65,73 | 50,87 | 67,58 | 191,60 | 148,08 | 172,81 | 0,337 | |
| | | | | | | | | | | | | | 0,297 |
| | | | | | | | | | | | | | 0,333 |
| | | | | | | | | | | | | | 0,317 |
| | | | | | | | | | | | | | 0,415 |
| | | | | | | | | | | | | | 0,390 |

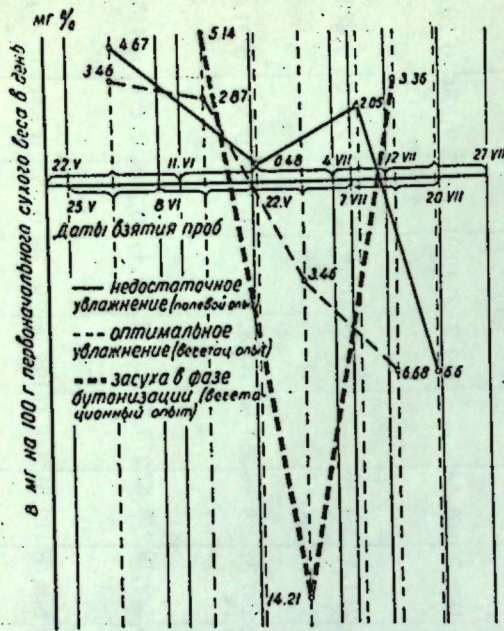


Рис. 1. Скорость изменения содержания каротиноидов в листьях красного клевера в зависимости от условий водоснабжения (1951 год). Скорость выражена в мг % на сухое вещество в день.

ются различиями в условиях водоснабжения растений. К таким же выводам приводят нас результаты опытов 1952 г.

Считать условия водоснабжения ведущим фактором вышеуказанных особенностей динамики пигментов нам позволяет сопоставление метеорологических условий развития клевера в полевом и вегетационном опытах 1951 г., а также условий почвенного питания.

Таблица 2 показывает, что условия освещения, температурного режима, влажности воздуха в фазы розетки, стеблевания и бутонизации были достаточно близкими, а в фазы цветения и побурения головок даже менее благоприятствовали растениям, находившимся в полевых условиях.

Условия почвенного питания могут расцениваться как сходные, поскольку оба опыта ставились на одной почве. Следовательно, изменения в динамике пигментов вызыва-

Таблица 2

Средние метеорологические данные по фазам развития клевера за вегетационные периоды 1951 и 1952 гг.

| Фазы развития клевера | Продолжительность фазы | Температура воздуха | Относ. влажность воздуха | Облачность | |
|-----------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|------------|--------|
| | | | | общая | нижняя |

Вегетационный опыт 1951 г. (по данным метеостанции Казань — Университет)

| | | | | | |
|-----------------------|----------------|------|------|------|------|
| Розетка | 25/V — 29/V | 11,4 | 67,8 | 29,8 | 19,8 |
| Стеблевание | 29/V — 18/VI | 18,7 | 62,3 | 21,3 | 13,0 |
| Бутонизация | 18/VI — 7/VII | 19,5 | 63,0 | 18,3 | 10,5 |
| Цветение | 7/VII — 20/VII | 22,0 | 65,1 | 15,2 | 8,0 |

Вегетационный опыт 1951 г. (по данным метеостанции Казань — Опорная)

| | | | | | |
|-----------------------|-----------------|------|------|------|------|
| Розетка | 22/V — 11/VI | 12,1 | 64,1 | 26,4 | 14,3 |
| Стеблевание | 11/VI — 4/VII | 19,9 | 48,2 | 24,1 | 11,3 |
| Бутонизация | 4/VII — 12/VII | 19,2 | 64,0 | 25,3 | 13,5 |
| Цветение | 12/VII — 27/VII | 19,1 | 73,5 | 24,1 | 16,8 |

| Фазы развития клевера | Продолжительность фазы | Температура воздуха | Относ. влажность воздуха | Облачность | |
|-----------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|------------|--------|
| | | | | общая | нижняя |

Вегетационный опыт 1952 г. (по данным метеостанции Казань — Университет)

| | | | | | |
|-----------------------|----------------|------|------|------|------|
| Розетка | 9/VI — 13/VI | 15,8 | 82,8 | 29,6 | 27,2 |
| Стеблевание | 13/VI — 26/VI | 22,7 | 72,4 | 19,3 | 9,3 |
| Бутонизация | 26/VI — 7/VII | 23,4 | 69,3 | 18,0 | 13,4 |
| Цветение | 7/VII — 21/VII | 21,2 | 72,4 | 16,6 | 14,5 |

Полевой опыт 1952 года (по данным метеостанции Казань — Опорная)

| | | | | | |
|-----------------------|----------------|------|------|------|------|
| Розетка | 3/VI — 17/VI | 15,9 | 71,4 | 31,7 | 19,5 |
| Стеблевание | 17/VI — 2/VII | 22,8 | 64,8 | 20,5 | 6,8 |
| Бутонизация | 2/VII — 9/VII | 18,2 | 65,2 | 27,3 | 22,8 |
| Цветение | 9/VII — 23/VII | 19,9 | 71,0 | 18,6 | 9,8 |

Условия освещения, температурного режима, влажности воздуха и почвенного питания растений в полевом и вегетационном опытах этого года были достаточно сходны (табл. 2). Резко отличались лишь условия водоснабжения растений: в полевом опыте в течение розетки — стеблевания растения находились на пониженной норме водоснабжения, а в период бутонизации — цветения головок они испытывали засуху; в вегетационном опыте в течение всего периода развития растения находились на оптимальной норме водоснабжения.

Данные 1952 г. подтверждают период положительного баланса каротиноидов в листьях, т. е. период с преобладанием процессов образования пигментов над процессом их разрушения, превращения и оттока (см. рис. 2).

Из рассмотренного выше материала следует, что абсолютное содержание пигментов в листьях красного клевера зависит от степени плодородия почвы (сравнить табл. 1 и 3). Однако сама направленность процессов динамики каротиноидов в зависимости от условий водоснабжения одинакова на различных по плодородию почвенных разностях.

Как можно объяснить повышение количества каротиноидов в листьях клевера в период засухи?

Прежде всего, из сопоставления данных по содержанию желтых пигментов в головках клевера, оптимально увлажняемого и терпящего засуху (табл. 3), можно предположить, что недостаточное увлажнение затрудняет транспортировку каротиноидов из листьев в головки. Кроме того, из литературных данных известно, что недостаточное увлажнение усиливает гидролитическую активность карбогидраз и протениаз. Накопление продуктов распада полисахаридов и белков — растворимых сахаров и аминокислот — создает избыток исходного материала для построения молекул каротиноидов, а накопление редуцирующих сахаров смещает окислительно-восстановительные процессы в сторону усиления восстановительных реакций, что также должно благоприятствовать синтезу желтых пигментов в листьях. О возможности синтетических процессов в растениях в период засухи говорят исследования К. Г. Мирошниченко [12]. Наконец, то обстоятельство, что накопление каротиноидов в период недостаточного увлажнения сопровождается угнетением роста, фотосинтеза, генеративных процессов, заставляет высказать предположе-

Динамика содержания каротиноидов в листьях и головках красного клевера в связи с условиями водоснабжения (полевой и вегетационный опыты 1952 г.)

| Фазы развития клевера | Даты взятия проб в полевом опыте | Даты взятия проб в вегетационном опыте | Влажность почвы (свободная влага сверх коэффициента завядания) | | Каротин (в мг% на сухое вещество) | | Ксантофилл (в мг% на сухое вещество) | | Сумма каротиноидов (в мг% на сухое вещество) | | Отношение каротина к ксантофиллу | |
|-----------------------------|----------------------------------|--|--|--------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--|--------------------|----------------------------------|--------------------|
| | | | полевой опыт | вегетационный опыт | полевой опыт | вегетационный опыт | полевой опыт | вегетационный опыт | полевой опыт | вегетационный опыт | полевой опыт | вегетационный опыт |
| Розетка | 3/VI | 9/VI | 9,97 | 22,41 | 57,70 | 51,04 | 128,63 | 129,65 | 186,33 | 180,69 | 0,449 | 0,394 |
| Стеблевание | 17/VI | 13/VI | 11,11 | 22,41 | 62,74 | 66,62 | 180,36 | 154,41 | 243,10 | 221,03 | 0,348 | 0,431 |
| Бутонизация | 2/VII | 26/VI | -1,78 | 22,41 | 61,07 | 63,53 | 183,14 | 169,12 | 244,21 | 232,65 | 0,334 | 0,376 |
| Цветение | 9/VII | 7/VII | 3,82 | 22,41 | 57,69 | 55,09 | 189,41 | 156,86 | 247,10 | 211,93 | 0,304 | 0,351 |
| Побурение головок | 23/VII | 21/VII | -0,85 | 22,41 | 54,96 | 41,27 | 157,71 | 122,49 | 212,67 | 163,76 | 0,348 | 0,337 |
| Л и с т ь я | | | | | | | | | | | | |
| Г о л о в к и | | | | | | | | | | | | |
| Бутонизация | 2/VII | 26/VI | -1,78 | 22,41 | 7,30 | 11,52 | 24,51 | 27,93 | 31,81 | 39,45 | | |
| Цветение | 9/VII | 7/VII | 3,82 | 22,41 | 2,42 | 2,48 | 7,95 | 13,72 | 10,37 | 16,20 | | |
| Побурение головок | 23/VII | 21/VII | -0,85 | 22,41 | 7,17 | 1,31 | 19,46 | 6,19 | 26,63 | 7,50 | | |

ние, что участие каротиноидов в указанных процессах связано с их тратой, а накопление есть результат замедленного использования этих пигментов. Некоторым подтверждением последнего предположения может служить повышенное количество каротиноидов в побуревших головках клевера в период почвенной засухи (полевой опыт 1952 г., табл. 3).

При избытке каротиноидов в головках наблюдалось нарушение нормального течения углеводного и азотного обмена (резкое ослабление синтеза белковых веществ, высокое содержание растворимых сахаров), а также недостаточная обеспеченность головок веществами группы „биоса“. Значит, высокое содержание каротиноидов в побуревших головках можно рассматривать как патологическое явление, связанное с замедленным их использованием в процессах опыления и оплодотворения. Возможно также, что и образование каротиноидов непосредственно в головках при этих условиях усиливается. Нам кажется, что этими же причинами можно объяснить и накопление каротиноидов в листьях растений, перенесших засуху (вегетационный опыт 1951 г., табл. 1). Очевидно, повышенное количество каротиноидов является в этом случае результатом замедленного использования пигментов в процессах обмена веществ. Данные по урожаю зеленой массы и семян наглядно свидетельствуют о сильном нарушении засухой ростовых и генеративных процессов, т. е. процессов, в которых предполагается участие каротиноидов (табл. 4).

Таблица 4
Урожай зеленой массы и семян в вегетационном опыте 1951 г. в зависимости от условий водоснабжения

| Водоснабжение | Сырая зеленая масса | | Семена | |
|----------------------------------|---------------------|------|--------------|------|
| | в г на сосуд | в % | в г на сосуд | в % |
| Оптимальное увлажнение | 126,5 | 100 | 6,92 | 100 |
| Засуха | 66,2 | 52,4 | 3,42 | 49,4 |

До сих пор мы пользовались подсчетами на постоянное количество сухого вещества. Однако с целью практической оценки влияния того или иного фактора на накопление каротиноидов мы обратимся к обычному методу подсчета на абсолютно сухое вещество.

Таблица 5
Влияние условий влажности почвы на накопление каротиноидов листьями красного клевера в 1951 г. (почва — слабовыщелоченный чернозем). Подсчеты в мг% на сухое вещество)

| Фазы развития клевера | Каротин | | Ксантофилл | | Сумма каротиноидов | |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|
| | вегетационный опыт (оптим. увлаж.) | полевой опыт (засуха) | вегетационный опыт (оптим. увлаж.) | полевой опыт (засуха) | вегетационный опыт (оптим. увлаж.) | полевой опыт (засуха) |
| Розетка | 67,47 | 50,02 | 181,76 | 168,58 | 249,23 | 218,60 |
| Стеблевание | 75,49 | 72,41 | 211,76 | 217,63 | 287,25 | 290,04 |
| Бутонизация | 78,69 | 46,95 | 235,93 | 148,15 | 314,62 | 195,10 |
| Цветение | 59,34 | 58,38 | 206,91 | 140,44 | 266,25 | 198,82 |
| Побурение головок | 39,68 | 29,18 | 115,51 | 77,64 | 155,19 | 106,82 |

Влияние условий увлажнения почвы на накопление каротиноидов листьями красного клевера в 1952 г. (почва — лесостепная темносерая слабоподзоленная. Подсчеты в мг% на сухое вещество)

| Фазы развития клевера | Каротин | | Ксантофилл | | Сумма каротиноидов | |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|
| | вегетационный опыт (оптим. увлаж.) | полевой опыт (засуха) | вегетационный опыт (оптим. увлаж.) | полевой опыт (засуха) | вегетационный опыт (оптим. увлаж.) | полевой опыт (засуха) |
| Розетка | 51,04 | 57,70 | 129,65 | 128,63 | 180,69 | 186,33 |
| Стеблевание | 66,62 | 61,51 | 154,41 | 176,81 | 221,03 | 238,32 |
| Бутонизация | 51,15 | 45,35 | 136,16 | 136,06 | 187,31 | 181,43 |
| Цветение | 43,55 | 35,86 | 124,00 | 117,72 | 167,55 | 153,58 |
| Побурение головок | 30,55 | 33,21 | 90,66 | 95,29 | 121,21 | 128,50 |

Поскольку обычно клевер скашивают на сено во время бутонизации или в начале цветения, когда растения накапливают наибольшую массу, богатую углеводами и белками, обладающую высокой питательной ценностью, посмотрим, как влияют условия увлажнения на накопление пигментов в эти фазы.

Данные таблиц 5 и 6 показывают, что на выщелоченном черноземе и на лесостепной темносерай слабоподзоленной почве содержание каротина и ксантофилла в единице сухого вещества при оптимальном увлажнении повышается. Эти выводы относятся как к фазе бутонизации, так и цветения. Следовательно, хорошее увлажнение почвы повышает урожай клеверного сена и его витаминность.

Влияние условий минерального питания на динамику каротина и ксантофилла в листьях красного клевера

Вопрос о влиянии минерального питания на продукцию пигментов у ряда кормовых растений (главным образом каротина) в литературе освещен довольно широко [6, 2, 15 и др.].

Согласно данным большинства исследователей, ведущая роль в накоплении каротиноидов у различных растений принадлежит азоту. Калий, по крайней мере в высоких дозах, снижает содержание желтых пигментов в растениях. Относительно роли фосфора в образовании каротиноидов мнения расходятся: Д. И. Сабинин [15] полагает, что фосфор действует аналогично азоту, но его влияние сказывается значительно слабее; другие авторы отрицают влияние фосфора на этот процесс.

Многие исследователи отмечают положительное влияние известкования на накопление желтых пигментов растением.

Литературные сведения о влиянии минеральных удобрений на накопление пигментов в листьях клевера довольно противоречивы. Е. М. Журавлев и Т. И. Мартинсон [6] отмечают, что содержание каротина в клевере, выращиваемом на супесчаной почве, смешанной с песком, в условиях нормального водоснабжения мало менялось под действием различных удобрений, в том числе и азотных (известкования почвы не проводилось). Слабую отзывчивость клевера на внесение азотных удобрений авторы объясняют способностью клевера как бобового растения использовать атмосферный азот с помощью клубеньковых бактерий. Р. Т. Вильдфлуш и Г. Я. Коробова [2] на основании вегетационных опытов с клевером приходят к выводу, что полное мине-

ральное удобрение на кислой малоплодородной суглинистой почве усиливает накопление каротина (на 75% по сравнению с неподкормленными растениями). Однако влияние полного удобрения в этом направлении слабее, чем влияние извести. На известкованном фоне наиболее благоприятное действие на содержание каротина оказывает азотнофосфорное удобрение, а также внесение бора одновременно с азотом, фосфором и калием. В полевом опыте авторы отмечают отрицательное влияние минеральных удобрений (в различных комбинациях) на синтез каротина в листовую фазу, которое в дальнейшем сглаживается. Однако и в начале цветения содержание каротина в листьях растений, подкормленных азотом, фосфором и калием, повышается всего на 2%, а на известкованном фоне — на 19,1%. Расхождения в степени отзывчивости растений на внесение минеральных удобрений в отношении синтеза каротина в вегетационных и полевых условиях авторы не объясняют. Не приводится также данных о водоснабжении и метеорологических условиях развития клевера в поле, что могло бы помочь толкованию полученных результатов.

Общим недостатком почти всех работ по вопросу о роли минерального питания в накоплении каротиноидов является отсутствие сведений по онтогенетической динамике пигментов. Заключение о влиянии того или иного питательного элемента или сочетания их на синтез каротиноидов делается, как правило, на основании определений всего в одну-две фазы развития растений. Между тем, как показали наши исследования, под влиянием элементов минерального питания динамика пигментов существенно меняется в течение онтогенеза: в определенные фазы развития они усиливают процессы синтеза каротиноидов, в другие — стимулируют процессы превращения и оттока их. Отсюда понятно, что разовые определения могут привести к неправильным представлениям по этому вопросу.

Приходится выразить сожаление, что почти во всех работах исследователи не уделяют должного внимания характеристике среды обитания, метеорологическим условиям и условиям водоснабжения растений, а также ограничиваются определениями одного только каротина, тогда как в растении соотношение восстановленных и окисленных форм каротиноидов легко меняется.

Мы занимались изучением динамики пигментов (каротина и ксантофилла) на фоне минеральных подкормок в течение онтогенеза. Исследования эти проводились при разных условиях водоснабжения и на различных почвенных разностях. Из многочисленных испробованных нами вариантов минеральных подкормок лучшие урожаи сена и семян красного клевера получались при внесении по известкованному фону полного минерального удобрения ($N_{15}P_{60}K_{60}$) и бора в сочетании с полным минеральным удобрением (бор вносился из расчета 2 кг на гектар).

Рассмотрим действие подкормок на содержание каротиноидов в листьях клевера для каждого типа почв.

Полевой опыт 1950 г. был проведен на ферме № 2 Казанского сельскохозяйственного института на светлосерой супесчаной дерново-слабооподзоленной почве легкого механического состава. Известкование проводилось мелом по 0,5 гидrolитической кислотности.

Метеорологические особенности вегетационного периода позволяют разделить его на 2 половины: первая (май, июнь, 1-я неделя июля) резко засушливая, вторая (июль, август, сентябрь) дождливая. Отчетливо выраженная почвенная засуха наблюдалась в фазе бутонизации и начала цветения. Полученные результаты сведены в таблицах 7 и 8 (подсчет на постоянное количество сухого вещества).

Таблица 7

Влияние подкормок NPK и NPK + бор на содержание каротина в листьях красного клевера на светлосерой дерново-сильнооподзоленной почве легкого механического состава (полевой опыт 1950 г.)

| Фазы развития растений | Каротин (в мг% на сухое вещество) | | |
|-------------------------|-----------------------------------|--------|-----------|
| | без удобрений | NPK | NPK + бор |
| Розетка | 55,80 | 96,26 | 122,40 |
| Стеблевание | 93,20 | 112,66 | 148,11 |
| 5 мм головки | 96,96 | 90,30 | 153,71 |
| 10 мм головки | 70,54 | 93,33 | 161,09 |

Как видим, внесение азотно-фосфорно-калийной подкормки сильно повысило содержание каротина в листьях красного клевера во все фазы развития растений, кроме фазы 5 мм головок.

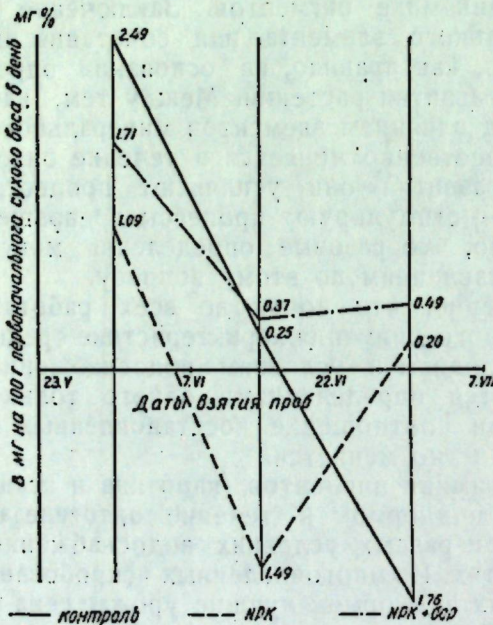


Рис. 2. Влияние подкормок NPK и NPK + бор на скорость изменения содержания каротина в листьях красного клевера на светлосерой дерново-сильнооподзоленной почве (полевой опыт 1950 г.). Скорость выражена в мг% на сухое вещество в день.

Внесение бора по фону NPK оказало на данной почве весьма заметное влияние на содержание каротина в листьях красного клевера во все фазы развития растений. Период положительного баланса каротина в листьях клевера, подкормленного бором, более длителен (он продолжается до фазы 5 мм головок включительно), и скорость накопления каротина очень высока (рис. 2). Повышенное количество каротина в листьях подкормленных растений является, по нашему мнению, следствием усиления синтетической деятельности, ибо процессы, в которых расходуются каротиноиды (рост, генеративные

процессы), протекали у них более интенсивно. В отношении растений, подкормленных NPK, с уверенностью можно говорить лишь о более активном участии каротина в генеративных процессах (табл. 8).

Таблица 8

Урожай зеленой массы и семян (на 1 растение) в зависимости от условий питания (полевой опыт 1950 г.)

| Условия питания | Зеленая масса в г сухого веса | Семена в г |
|---|-------------------------------|------------|
| Почва без удобрений . . . | 10,55 | 0,88 |
| • + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ | 9,93 | 1,09 |
| • + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + бор . . . | 11,93 | 1,17 |

Повышение урожая зеленой массы у растений, подкормленных бором, свидетельствует об усилении ростовых процессов; повышение количества семян заставляет предполагать, что и в процессах опыления и оплодотворения каротина у подкормленных растений играл более активную роль, что сопровождалось усиленной его тратой. Повышенное содержание каротина в головках подкормленных бором растений (табл. 9) дает основание считать, что под влиянием бора усиливается мобилизация и отток каротина из листьев в головки.

Таблица 9

Содержание каротина в пыльниках в зависимости от условий питания

| Условия питания | Каротин в мг% на сырой вес |
|---|----------------------------|
| Почва без удобрения | 11,00 |
| • + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ | 10,71 |
| • + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + бор | 12,58 |

Опыты 1951 г. проводились, как указывалось выше, на слабо-выщелоченном черноземе. Перед внесением подкормок почва известковалась по 0,5 гидrolитической кислотности в полевом опыте и по полной гидrolитической кислотности в вегетационном опыте. Дозы удобрений в вегетационном опыте были следующие: N—0,12, P₂O₅—0,15 г, K₂O—0,15 г и B—1 мг на килограмм почвы. В вегетационном опыте влияние подкормок на накопление каротиноидов изучалось при оптимальном режиме водоснабжения (70% от полной влагоемкости почвы) и в условиях засухи в фазе бутонизации клевера.

В полевом опыте учитывались изменения во влажности почвы в течение всего вегетационного периода.

При оптимальном увлажнении азотно-фосфорно-калийная подкормка на данной почвенной разности привела к увеличению количества каротиноидов в листьях в фазы розетки, цветения и побурения головок. В фазы стеблевание и бутонизации, напротив, количество каротиноидов в листьях подкормленных растений было несколько ниже (табл. 10).

Период положительного баланса в листьях растений, подкормленных NPK, на данной почвенной разности укорачивается, и начиная со стеблевание—бутонизации в листьях преобладают процессы

превращения и оттока каротиноидов, причем скорость этих процессов с возрастом увеличивается (рис. 3). Внесение бора по фону NPK увеличило количество каротина и ксантофилла в листьях в фазы стеблевания и бутонизации (табл. 10), причем характер динамики

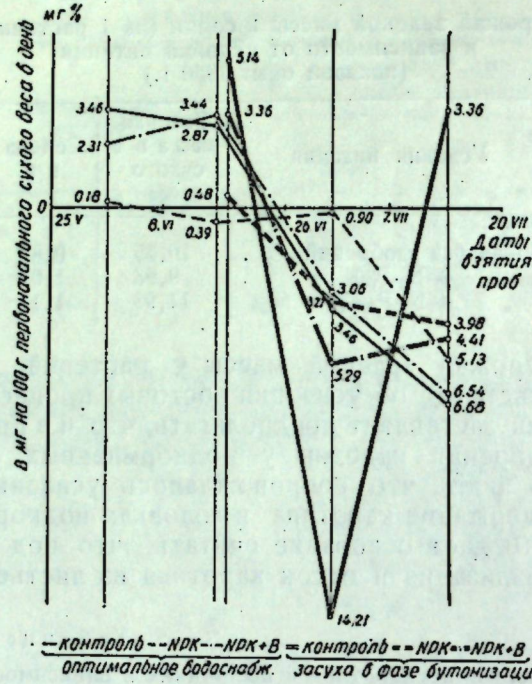


Рис. 3. Влияние подкормок NPK и NPK + бор на скорость изменения содержания каротиноидов в листьях красного клевера на слабовыщелоченном черноземе при оптимальном увлажнении и в условиях засухи в фазе бутонизации (вегетационный опыт 1951 г.). Скорости даны в мг% на сухое вещество в день.

процессов синтеза и превращения каротиноидов в листьях растений, подкормленных бором, близок к течению этих процессов в листьях неподкормленных растений, т. е. бор как бы снимает действие NPK.

Таблица 10

Содержание каротиноидов (в мг% на сухое вещество) в листьях красного клевера в зависимости от внесения весенней подкормки NPK и NPK + бор (вегетационный опыт 1951 г.)

| Фазы развития клевера | Каротин | | | Ксантофилл | | | Сумма каротиноидов | | |
|-----------------------------|---------------|-------|-----------|---------------|--------|-----------|--------------------|--------|-----------|
| | без удобрения | NPK | NPK + бор | без удобрения | NPK | NPK + бор | без удобрения | NPK | NPK + бор |
| | | | | | | | | | |
| Розетка | 67,47 | 81,53 | 73,93 | 181,76 | 238,62 | 166,90 | 249,23 | 320,15 | 240,83 |
| С.еблевание | 78,22 | 81,81 | 78,50 | 219,44 | 182,29 | 227,00 | 297,66 | 264,10 | 305,50 |
| Бутонизация | 84,50 | 80,26 | 87,69 | 253,32 | 237,46 | 262,57 | 337,82 | 317,72 | 350,26 |
| Цветение | 63,72 | 82,08 | 73,10 | 222,19 | 222,19 | 231,18 | 285,91 | 304,27 | 304,28 |
| Побурение головок | 50,87 | 55,70 | 52,18 | 148,08 | 181,92 | 167,05 | 198,95 | 237,61 | 219,23 |

Таблица 11

Влияние условий питания на урожай зеленой массы и семян красного клевера при оптимальном увлажнении (вегетационный опыт 1951 г.)

| Условия питания | Урожай сырой зеленой массы в г на сосуд | Урожай семян в г на сосуд |
|-------------------------------|---|---------------------------|
| Почва без удобрения | 141,1 ± 5,23 | 8,41 |
| + NPK | 139,8 ± 1,19 | 8,72 |
| + NPK + бор | 142,0 ± 2,16 ¹ | 9,52 |

Учитывая данные таблицы 11, показывающей, что на почве с достаточно высоким потенциальным плодородием внесение подкормок NPK и NPK с бором при оптимальном увлажнении не отразилось на урожае зеленой массы, но несколько повысило количество семян (особенно подкормка NPK + бор), нам кажется, что те изменения в динамике каротиноидов, о которых говорилось выше, связаны с участием каротиноидов в генеративных процессах, обусловивших повышенный урожай семян.

Обращает на себя внимание факт сравнительно слабого влияния на выщелоченном черноземе подкормок NPK и NPK + бор как на продукцию пигментов, так и на величину урожая, что объясняется, повидимому, довольно высоким плодородием этих почв.

Во время засухи (в фазе бутонизации) содержание каротиноидов в листьях клевера, получившего азотно-фосфорно-калийную подкормку, снижается, а при возобновлении полива — сильно повышается, по сравнению с содержанием желтых фитохромов в листьях контрольных неподкормленных растений.

Влияние бора на фоне засухи выразилось в значительном повышении количества каротиноидов в листьях красного клевера в период засухи и в более быстром их обеднении этими пигментами в фазе побурения головок (при возобновлении полива, табл. 12).

Таблица 12

Содержание каротиноидов (в мг% на сухое вещество) в листьях красного клевера в зависимости от внесения весенних подкормок NPK и NPK + бор на фоне засухи (вегетационный опыт 1951 г.)

| Фазы развития клевера | Каротин | | | Ксантофилл | | | Сумма каротиноидов | | |
|-----------------------------|---------------|-------|-----------|---------------|--------|-----------|--------------------|--------|-----------|
| | без удобрения | NPK | NPK + бор | без удобрения | NPK | NPK + бор | без удобрения | NPK | NPK + бор |
| | | | | | | | | | |
| Стеблевание | 78,22 | 81,81 | 78,50 | 219,44 | 182,29 | 227,00 | 297,66 | 264,10 | 305,50 |
| Бутонизация | 93,23 | 85,05 | 88,20 | 276,42 | 245,74 | 267,78 | 369,65 | 330,79 | 355,98 |
| Цветение | 49,68 | 64,48 | 76,08 | 163,65 | 230,25 | 221,74 | 213,33 | 294,73 | 297,82 |
| Побурение головок | 65,73 | 60,71 | 58,59 | 194,60 | 182,23 | 177,53 | 260,33 | 242,94 | 236,12 |

Рисунок 3 показывает, что во время засухи в листьях всех растений — подкормленных и контрольных — процессы синтеза преобладают над процессами превращения и оттока каротиноидов. Однако, если в листьях неподкормленных растений в условиях засухи скорость накопления каротиноидов вырастает почти вдвое, а в

¹ Разница с контролем недостоверна.

листьях клевера, подкормленного NPK, меняется под влиянием засухи само направление процессов, то бор не вызывает существенных изменений в скорости аккумуляции пигментов.

Наши подкормки на данной почвенной разности несколько повысили засухоустойчивость клевера, что видно из данных урожая зеленой массы (табл. 13).

Таблица 13

Влияние условий питания на урожай зеленой массы красного клевера в условиях засухи (в фазе бутонизации) на слабовыщелоченном черноземе (вегетационный опыт 1951 г.)

| Условия питания | Урожай сырой зеленой массы в г |
|---------------------------|--------------------------------|
| Почва без удобрения . . . | 06,2 ± 1,68 |
| • + NPK | 68,0 ± 1,14 |
| • + NPK + бор . . . | 70,9 ± 1,22 |

Повидимому снижение количества каротиноидов в листьях подкормленных растений в период засухи было связано с повышенным расходом желтых пигментов в ростовых и генеративных процессах, а более высокое содержание их после отлива растений — с меньшим нарушением синтетических функций в листьях указанных растений (табл. 12).

В полевом опыте этого года, где, прежде всего, были иными условия водоснабжения и отчасти питания растений, подкормка NPK (табл. 14) почти не повлияла на абсолютное содержание каротиноидов в листьях в первой половине вегетационного периода (до фазы бутонизации включительно), но заметно увеличила количество желтых пигментов в фазы цветения и побурения головок клевера (абсолютная прибавка 75,22 мг⁰/о на постоянное количество сухого вещества в фазе цветения).

Если в вегетационном опыте кратковременная засуха удлинит период положительного баланса каротиноидов в листьях подкормленных NPK растений, то в поле при длительном недостаточном увлажнении почвы он увеличился еще больше (рис. 4). Для подкормленных NPK растений характерно резкое возрастание скорости накопления желтых пигментов в период бутонизации — цветения растений: она почти в 6 раз превышает скорость накопления этих пигментов в листьях неподкормленных растений.

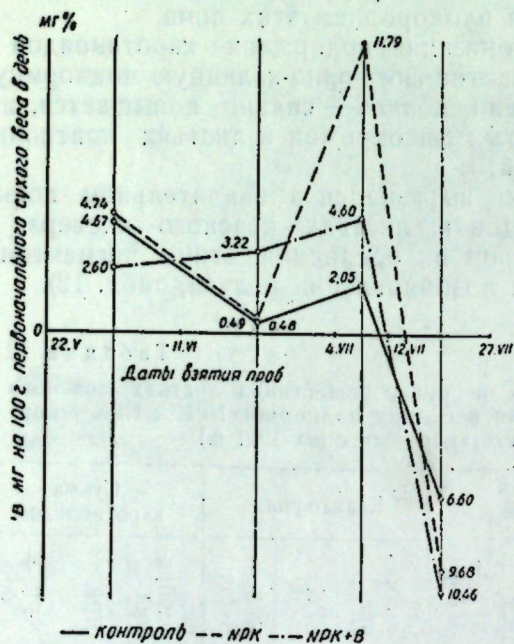


Рис. 4. Влияние подкормок NPK и NPK + бор на скорость изменения содержания каротиноидов в листьях красного клевера на слабовыщелоченном черноземе (полевой опыт 1951 г.). Скорости даны в мг⁰/о сухого вещества в день.

На основании урожая сена и семян мы считаем, что отсутствие заметного накопления каротиноидов в листьях растений, подкормленных NPK, в фазы розетки, стеблевания и бутонизации является результатом более интенсивного течения процессов, связанных с участием и превращением каротиноидов. Еще более определенно проявляется положительное влияние бора: в периоды преобладания ассимиляционных процессов над диссимиляционными (фаза розетки, бутонизации) бор стимулирует накопление каротиноидов; в периоды

Таблица 14

Содержание каротиноидов (в мг % на сухое вещество) в листьях красного клевера в зависимости от внесения весенней подкормки NPK и NPK + бор (полевой опыт 1951 г.)

| Фазы развития клевера | Каротин | | | Ксантофилл | | | Сумма каротиноидов | |
|-----------------------------|---------------|--------|-----------|---------------|--------|-----------|--------------------|-----------|
| | без удобрения | NPK | NPK + бор | без удобрения | NPK | NPK + бор | без удобрения | NPK + бор |
| Розетка | 50,02 | 59,24 | 57,75 | 168,58 | 160,70 | 167,50 | 218,60 | 219,94 |
| Стеблевание | 77,91 | 77,90 | 75,43 | 234,16 | 232,27 | 199,29 | 312,07 | 310,17 |
| Бутонизация | 77,74 | 96,79 | 92,05 | 245,33 | 223,52 | 257,05 | 323,07 | 320,31 |
| Цветение | 99,62 | 112,97 | 98,89 | 239,82 | 301,69 | 287,01 | 339,44 | 414,66 |
| Побурение головок | 67,58 | 73,78 | 77,30 | 172,81 | 195,70 | 151,59 | 240,39 | 269,48 |
| | | | | | | | 225,25 | 228,89 |

Внесение бора в полевых условиях вызвало следующие изменения в динамике каротиноидов (по сравнению с течением этих процессов в растениях, подкормленных только NPK): незначительное повышение количества каротиноидов в листьях в фазе образования прикорневой розетки сменяется во время стеблевания снижением их содержания (на 35,45 мг % на постоянное количество сухого вещества). В фазе бутонизации количество каротиноидов в листьях клевера, подкормленного бором, значительно превосходит содержание этих пигментов в листьях растений, получивших только NPK, а во время цветения и побурения головок количество желтых пигментов под действием бора заметно снижается. Из рисунка 4 видно, что процессы аккумуляции желтых пигментов идут в листьях подкормленных бором растений наиболее плавно, с постепенно нарастающей скоростью.

В период цветения — побурения головок клевера, когда у растений всех вариантов опыта преобладают процессы распада и оттока пигментов из листьев, скорость убыли каротиноидов в листьях подкормленных бором растений наибольшая.

О положительном влиянии подкормок на урожай зеленой массы и семян на притеррасном черноземе говорят данные таблицы 15.

Таблица 15

Урожай зеленой массы и семян красного клевера на притеррасном черноземе в зависимости от условий питания (полевой опыт 1951 г.)

| Условия питания | Вес сухой зеленой массы одного растения в г | Вес семян с одного растения в г |
|-------------------------------|---|---------------------------------|
| Почва без удобрения | 9,22 | 0,91 |
| • + NPK | 10,38 | 1,21 |
| • + NPK + бор | 13,50 | 1,67 |

На основании урожая сена и семян мы считаем, что отсутствие заметного накопления каротиноидов в листьях растений, подкормленных NPK, в фазы розетки, стеблевания и бутонизации является результатом более интенсивного течения процессов, связанных с участием и превращением каротиноидов. Еще более определенно проявляется положительное влияние бора: в периоды преобладания ассимиляционных процессов над диссимиляционными (фаза розетки, бутонизации) бор стимулирует накопление каротиноидов; в периоды

усиленного роста, связанного с повышенной тратой пластических веществ и специфических веществ обмена (типа витаминов), бор усиливает процессы транспортировки и превращения каротиноидов (фазы стеблевания, цветения и побурения головок).

Опыты 1952 г. проводились, как говорилось ранее, на лесостепной темносерой слабоподзоленной почве, по потенциальному плодородию занимающей промежуточное место между бедной светлосерой почвой в опыте 1950 г. и богатой почвой в опытах 1951 г.

Влияние подкормки NPK в условиях оптимального увлажнения (вегетационный опыт 1952 г.) выразилось в значительном повышении содержания каротиноидов в листьях клевера во все фазы развития. Одновременно с увеличением количества желтых пигментов в листьях происходит накопление их в головках.

Таблица 16

Содержание каротиноидов (в мг/о на сухое вещество) в листьях и головках красного клевера в зависимости от весенней подкормки NPK и NPK + бор (вегетационный опыт 1952 г.)

| Фазы развития растений | Каротин | | | Ксантофилл | | | Сумма каротиноидов | | |
|-----------------------------|---------------|-------|-----------|---------------|--------|-----------|--------------------|--------|-----------|
| | без удобрения | NPK | NPK + бор | без удобрения | NPK | NPK + бор | без удобрения | NPK | NPK + бор |
| Листья | | | | | | | | | |
| Розетка | 51,04 | — | 69,51 | 129,65 | — | 143,17 | 180,69 | 210,18 | 212,68 |
| Стеблевание | 66,62 | 81,64 | 82,37 | 154,41 | 187,05 | 209,95 | 221,03 | 268,69 | 292,32 |
| Бутонизация | 63,53 | 82,58 | 84,47 | 169,12 | 210,17 | 242,45 | 232,65 | 291,75 | 326,92 |
| Цветение | 55,09 | 95,57 | 84,97 | 156,86 | 241,80 | 219,19 | 211,93 | 337,37 | 304,16 |
| Побурение головок | 41,27 | 59,72 | 50,61 | 122,49 | 183,64 | 174,16 | 163,76 | 243,36 | 224,77 |
| Головки | | | | | | | | | |
| Бутонизация | 11,52 | 9,32 | 9,77 | 27,93 | 30,73 | 30,07 | 39,45 | 40,05 | 39,84 |
| Цветение | 2,48 | 2,93 | 2,31 | 13,72 | 18,81 | 9,56 | 16,20 | 21,64 | 11,87 |
| Побурение головок | 1,31 | 3,15 | 2,56 | 6,19 | 12,10 | 12,56 | 7,50 | 15,25 | 15,12 |

Из рисунка 5 видно, что подкормка NPK на данной почвенной разности удлинила период накопления каротиноидов (период положительного баланса).

Внесение бора по фону NPK в условиях оптимального увлажнения еще более повысило содержание каротиноидов в листьях в первой половине вегетационного периода (до фазы бутонизации включительно) и снизило количество их в фазы цветения и побурения головок клевера (табл. 16). Содержание каротиноидов в головках подкормленного бором клевера в фазе цветения значительно уступает содержанию их в головках растений, подкормленных только NPK.

Рисунок 5 показывает, что скорость синтетических процессов в листьях подкормленных бором растений выше, однако период положительного баланса каротиноидов короче, чем в листьях растений, получивших только NPK.

Влияние подкормок NPK и NPK с бором на процессы образования, разрушения, превращения и оттока каротиноидов в листьях клевера при оптимальном увлажнении лесостепной темносерой слабоподзоленной почвы хорошо объясняется с точки зрения участия каротиноидов в процессах обмена веществ. Не располагая данными урожая зеленой массы, отметим, что подкормки сильно увеличили урожай семян на одно растение (табл. 17).

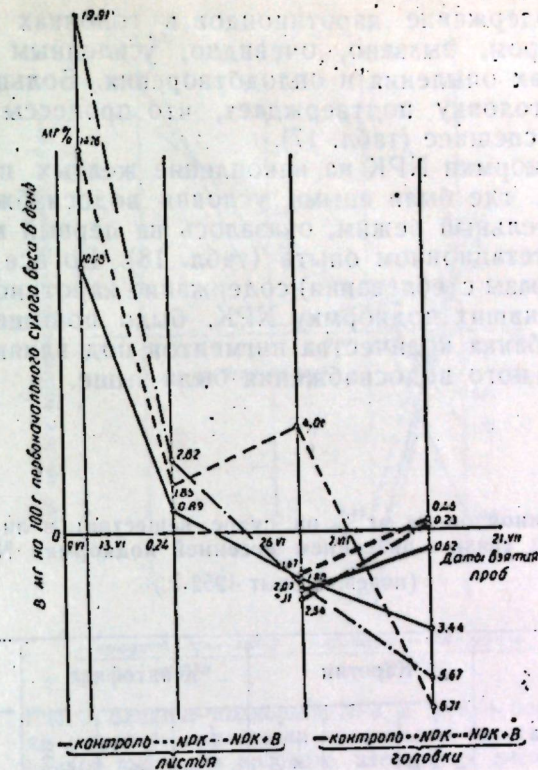


Рис. 5. Влияние подкормок NPK и NPK + бор на скорость изменения содержания каротиноидов в листьях красного клевера на лесостепной слабоподзоленной почве при оптимальном увлажнении (вегетационный опыт 1952 г.). Скорость выражена в мг/о на сухое вещество в день.

Таблица 17

Урожай семян клевера на лесостепной темносерой слабоподзоленной почве при оптимальном увлажнении в зависимости от условий питания (вегетационный опыт 1952 г.)

| Условия питания | Урожай семян на одно растение в г |
|---------------------|-----------------------------------|
| Почва без удобрения | 1,60 |
| • + NPK | 2,20 |
| • + NPK + бор | 4,15 |

Как указывалось выше, в условиях оптимального увлажнения подкормка NPK сильно повысила содержание каротиноидов на всем протяжении вегетационного периода. Мы имеем достаточно оснований утверждать, что здесь имелось усиление синтетических процессов, а не задержка оттока, ибо количество каротиноидов в головках подкормленных растений выше контроля во все фазы их развития (табл. 16). Влияние бора выразилось в еще большем повышении интенсивности синтетических процессов в листьях в фазы розетки, стеблевания и бутонизации растений и в значительном усилении процессов оттока и расхода каротиноидов в фазе побурения головок клевера.

Меньшее содержание каротиноидов в головках растений, подкормленных бором, вызвано, очевидно, усиленным их использованием в процессах опыления и оплодотворения. Больше количество семян на одну головку подтверждает, что процессы эти при наличии бора шли успешнее (табл. 17).

Влияние подкормки NPK на накопление желтых пигментов в полевых условиях, где были иными условия водоснабжения, а также отличался питательный режим, оказалось на первый взгляд сходным с таковым в вегетационном опыте (табл. 18). Во все фазы развития клевера (кроме фазы стеблевания) содержание каротиноидов в листьях растений, получивших подкормку NPK, было повышенным. Однако абсолютная прибавка количества пигментов под влиянием NPK в условиях оптимального водоснабжения была выше.

Таблица 18

Содержание каротиноидов (в мг % на сухое вещество) в листьях и головках красного клевера в связи с внесением весенней подкормки NPK и NPK + бор (полевой опыт 1952 г.)

| Фазы развития растений клевера | Каротин | | | Ксантофилл | | | Сумма каротиноидов | | |
|--------------------------------|---------------|-------|-----------|---------------|--------|-----------|--------------------|--------|-----------|
| | без удобрения | NPK | NPK + бор | без удобрения | NPK | NPK + бор | без удобрения | NPK | NPK + бор |
| Листья | | | | | | | | | |
| Розетка | 57,70 | 57,72 | 62,21 | 128,63 | 139,97 | 146,65 | 186,33 | 197,69 | 208,86 |
| Стеблевание | 62,74 | 72,70 | 68,20 | 180,36 | 165,94 | 189,36 | 243,10 | 238,64 | 256,56 |
| Бутонизация | 61,07 | 65,35 | 66,87 | 183,14 | 195,81 | 205,14 | 244,21 | 261,16 | 272,01 |
| Цветение | 57,69 | 57,56 | 63,43 | 189,41 | 205,67 | 212,33 | 247,10 | 263,23 | 275,76 |
| Побурение головок . . . | 54,96 | 66,08 | 66,87 | 157,71 | 185,10 | 190,25 | 212,67 | 251,18 | 257,12 |
| Головки | | | | | | | | | |
| Бутонизация | 7,30 | 5,96 | 7,09 | 24,51 | 21,18 | 27,17 | 31,81 | 27,14 | 34,26 |
| Цветение | 2,42 | 2,35 | 2,27 | 7,95 | 8,02 | 8,20 | 10,37 | 10,37 | 10,47 |
| Побурение головок . . . | 7,17 | 8,52 | 6,97 | 19,46 | 22,14 | 17,85 | 26,63 | 30,66 | 24,82 |

Бор в полевых условиях оказал значительное влияние на содержание каротиноидов в листьях красного клевера, повысив количество этих пигментов во все фазы развития растения, тогда как в вегетационном опыте в фазы цветения и побурения головок бор снижал содержание каротиноидов.

Абсолютная прибавка количества каротиноидов от бора в фазы розетки, стеблевания и бутонизации была выше в условиях вегетационного опыта.

Период положительного баланса каротиноидов в листьях в полевом опыте 1952 г. так же, как и в полевом опыте 1951 г., удлиняется для растений всех вариантов питания по сравнению с соответствующими данными вегетационных опытов (рис. 6).

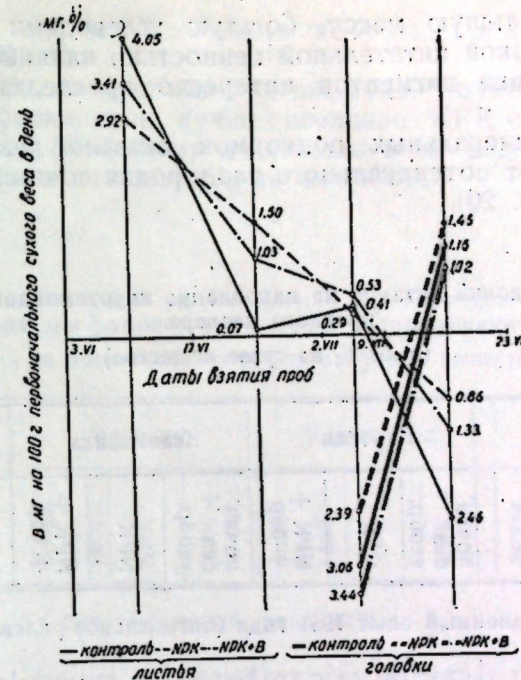


Рис. 6. Влияние подкормок NPK и NPK + бор на скорость изменения содержания каротиноидов в листьях красного клевера на лесостепной темносерой слабоподзоленной почве в полевых условиях (1952 г.). Скорости даны в мг % на сухое вещество в день.

Таблица 19

Влияние условий питания на урожай зеленой массы семян в полевом опыте 1952 г.

| Условия питания | Вес сухой зеленой массы на одно растение в г | Вес семян на одно растение в г |
|---------------------|--|--------------------------------|
| Почва без удобрения | 5,81 | 0,45 |
| + NPK | 5,30 | 0,26 |
| + NPK + бор | 5,70 | 0,29 |

Обращаясь к цифрам урожая (табл. 19), мы видим, что подкормки не привели к повышению урожая семян и зеленой массы клевера в полевом опыте 1952 г. Объясняется это, главным образом, угнетенным состоянием клевера вследствие слишком загущенного посева и количественного преобладания тимopheевки, причем угнетение клевера на участках, получивших подкормки, было более сильным. Отсюда можно предполагать, что повышенное количество каротиноидов в листьях подкормленных растений явилось результатом некоторого угнетения процессов, связанных с участием каротиноидов (в первую очередь ростовых процессов).

Обратимся теперь к результатам подсчетов на сухое вещество. Опять-таки, поскольку скашивание клевера на сено производится обычно во время бутонизации или начала цветения, когда растения

накапливают большую массу, богатую углеводами и белками и обладающую высокой питательной ценностью, влияние условий питания на накопление пигментов интересно проследить именно в эти фазы.

Внесение минеральных подкормок оказало различный эффект в зависимости от потенциального плодородия почвы и условий водоснабжения (табл. 20).

Таблица 20

Влияние условий питания на накопление каротиноидов листьями красного клевера
(в мг % на сухое вещество)

| Фазы развития клевера | Каротин | | | Ксантофилл | | | Сумма каротиноидов | | |
|-----------------------|------------------|-----|-----------|------------------|-----|-----------|--------------------|-----|-----------|
| | почва без удобр. | NPK | NPK + бор | почва без удобр. | NPK | NPK + бор | почва без удобр. | NPK | NPK + бор |

Вегетационный опыт 1951 года (оптимальное увлажнение)

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Розетка | 67,47 | 81,53 | 73,93 | 181,76 | 238,62 | 166,90 | 249,23 | 320,15 | 270,83 |
| Стеблевание | 75,49 | 78,80 | 76,78 | 211,76 | 237,00 | 222,00 | 287,25 | 314,80 | 298,78 |
| Бутонизация | 78,69 | 73,78 | 84,12 | 235,93 | 218,28 | 251,85 | 314,62 | 292,06 | 335,97 |
| Цветение | 59,34 | 75,45 | 70,15 | 206,91 | 204,24 | 221,75 | 266,25 | 279,69 | 291,90 |
| Побурение головок | 39,68 | 45,08 | 42,20 | 115,51 | 147,14 | 135,00 | 155,19 | 192,22 | 177,20 |

Полевой опыт 1951 года (недостаточное увлажнение)

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Розетка | 50,02 | 59,24 | 57,75 | 168,58 | 160,70 | 167,50 | 218,60 | 219,94 | 225,25 |
| Стеблевание | 72,41 | 62,61 | 63,49 | 217,63 | 186,58 | 167,73 | 290,04 | 249,19 | 231,22 |
| Бутонизация | 46,95 | 51,54 | 48,18 | 148,15 | 121,98 | 134,54 | 195,10 | 173,52 | 182,72 |
| Цветение | 58,38 | 55,35 | 49,02 | 140,44 | 147,83 | 142,30 | 198,82 | 203,18 | 191,32 |
| Побурение головок | 29,18 | 37,99 | 41,92 | 74,64 | 100,77 | 82,21 | 106,82 | 138,76 | 124,13 |

На слабовыщелочном черноземе с достаточно высоким потенциальным плодородием при оптимальном увлажнении весенняя подкормка NPK несколько повысила содержание каротина в единице сухого вещества в фазе цветения растений (абсолютная прибавка 16,11 мг на 100 г сухого вещества). Внесение бора в этих условиях повысило содержание каротина в листьях в фазе бутонизации, а содержание ксантофилла увеличилось и во время цветения растений.

При недостаточном водоснабжении влияние подкормки NPK выразилось в небольшом повышении количества каротина лишь в фазе бутонизации (абсолютная прибавка 4,59 мг на 100 г сухого вещества), а количество ксантофилла повысилось только в фазе цветения, тоже незначительно (7,43 мг на 100 г абсолютно сухого вещества). Добавление бора дало в полевых условиях лишь некоторую прибавку количества ксантофилла в листьях в фазе бутонизации (всего 12,56 мг на 100 г абсолютно сухого вещества).

На лесостепной темносерой слабоподзоленной почве при оптимальном водоснабжении растений весенняя подкормка NPK повысила содержание каротина и ксантофилла в листьях красного клевера в фазе цветения (каротина — на 21,91 мг в 100 г сухого вещества, ксантофилла — на 41,63 мг в 100 г сухого вещества, табл. 21).

Влияние бора в этих условиях (по сравнению с одним NPK) проявилось лишь в некотором повышении количества каротина и ксантофилла в листьях клевера в фазе бутонизации (количество каро-

тина возросло на 7 мг в 100 г сухого вещества, количество ксантофилла — на 36,60 мг).

При недостаточном водоснабжении на данной почвенной разности на накопление каротиноидов лучше повлияло NPK с бором, тогда как внесение только NPK почти не сказалось на содержании каротина и ксантофилла в единице сухого вещества.

Таблица 21

Влияние условий питания на накопление каротиноидов листьями красного клевера при различных условиях водоснабжения растений
(в мг % на постоянное количество сухого вещества)

| Фазы развития клевера | Каротин | | | Ксантофилл | | | Сумма каротиноидов | | |
|-----------------------|------------------|-----|-----------|------------------|-----|-----------|--------------------|-----|-----------|
| | почва без удобр. | NPK | NPK + бор | почва без удобр. | NPK | NPK + бор | почва без удобр. | NPK | NPK + бор |

Вегетационный опыт 1952 г.

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Розетка | 51,04 | — | 69,51 | 129,65 | — | 143,17 | 180,69 | — | 212,68 |
| Стеблевание | 66,62 | 81,64 | 82,37 | 154,41 | 187,05 | 209,95 | 221,03 | 268,69 | 292,32 |
| Бутонизация | 51,15 | 50,65 | 57,66 | 136,16 | 128,90 | 165,50 | 187,31 | 179,55 | 223,16 |
| Цветение | 43,55 | 65,46 | 62,32 | 124,00 | 165,63 | 160,66 | 167,55 | 231,09 | 222,98 |
| Побурение головок | 30,55 | 36,37 | 32,73 | 90,66 | 111,84 | 112,63 | 121,21 | 148,21 | 145,36 |

Полевой опыт 1952 г.

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Розетка | 57,70 | 57,72 | 55,60 | 128,63 | 139,97 | 146,65 | 186,33 | 197,69 | 202,25 |
| Стеблевание | 61,51 | 69,85 | 65,16 | 176,81 | 159,33 | 180,92 | 238,32 | 229,18 | 246,08 |
| Бутонизация | 45,37 | 44,04 | 47,87 | 136,06 | 131,96 | 146,84 | 181,43 | 176,00 | 194,71 |
| Цветение | 35,86 | 34,51 | 39,75 | 117,72 | 119,20 | 133,05 | 153,58 | 153,71 | 172,80 |
| Побурение головок | 33,21 | 34,92 | 39,53 | 95,29 | 97,83 | 112,46 | 128,50 | 132,75 | 151,99 |

Наиболее эффективными эти подкормки оказались на бедной светлосерой дерново-сильноподзоленной почве (табл. 22).

Таблица 22

Влияние условий питания на накопление каротина листьями красного клевера на светлосерой дерново-сильноподзоленной почве при недостаточном увлажнении
(количество каротина в мг % на сухой вес)

| Фазы развития клевера | Почва без удобрения | | Почва + NPK | | Почва + NPK + бор | |
|-------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | мг % на сухой вес | абсо. лютн. приб. | мг % на сухой вес | абсо. лютн. приб. | мг % на сухой вес | абсо. лютн. приб. |
| Розетка | 55,80 | — | 96,26 | +40,46 | 122,40 | +26,14 |
| Стеблевание | 79,93 | — | 96,87 | +16,94 | 114,47 | +17,60 |
| 5 мм головки | 76,96 | — | 76,13 | -0,83 | 99,17 | +23,04 |
| 10 мм головки | 50,00 | — | 53,09 | +3,09 | 86,14 | +33,05 |

Если внесение NPK по отрастающему клеверу сильно увеличило содержание каротина в листьях лишь в начальные фазы развития, то добавление бора к NPK повысило витаминность листовой массы на протяжении всего периода вегетации, и в фазе полной бутонизации — начале цветения листья растений, подкормленных бором, значительно превосходили по содержанию каротина листья растений, подкормленных только NPK (на 33 мг в 100 г сухого вещества).

Влияние дефлорации на динамику желтых пигментов в листьях красного клевера

Предположение о связи между накоплением каротиноидов в листьях и подготовкой растения к репродукции высказывалось рядом исследователей [10, 5]. На эту мысль наводили факты резкого снижения количества желтых пигментов в листьях в период созревания растений. Было предположено, что уменьшение количества каротиноидов в листьях вызывается передвижением их в репродуктивные органы. Жуковский и Медведев действительно обнаружили возрастание концентрации каротина в пыльниках и лепестках эшшольции, жасмина и тыквы в период бутонизации — цветения.

Однако экспериментальных данных, подтверждающих гипотезу о наличии мобилизации и оттока каротиноидов в генеративные органы, еще мало. Казалось бы, удаление бутонов должно привести к накоплению каротиноидов в листьях. Однако работы В. О. Казаряна [8] с периллой показывают, что процессы старения продолжают в листьях и при удалении органов репродукции. Удаление бутонов приводит лишь к временному омоложению растения. Точно так же и миграция пластических веществ из листьев в фазе цветения и семяобразования, связанная с процессами репродуктивного развития, протекает независимо от присутствия или отсутствия репродуктивных органов. По мнению Казаряна, пластические вещества, синтезированные в листьях, при отсутствии репродуктивных органов оттекают в корни. С этой точки зрения удаление бутонов не должно существенным образом повлиять на динамику пигментов в листьях, поскольку и при отсутствии генеративных органов продолжается связанный с процессами старения отток и превращение синтезированных в листе веществ. Из сказанного следует, что дефлорация не может дать доказательств в пользу наличия или отсутствия процессов оттока каротиноидов из листьев.

Известным подтверждением этого предположения являются опыты А. М. Егназарян [4], изучавшей динамику хлорофилла в листьях *Vaccaria grandiflora* в связи с дефлорацией. Автор установила, что удаление бутонов приводит к непродолжительному накоплению хлорофилла, которое вскоре сменяется резкой его убылью.

Влияние дефлорации на динамику каротиноидов в литературе совершенно не освещено. Это и побудило нас поставить специальный опыт с целью изучения динамики каротиноидов в листьях красного клевера при удалении головок. Контролем к опыту, который заключался в ежедневном удалении едва прощупывающихся бутонов, служили нормально развивающиеся растения. Анализ полученных данных (табл. 23) показывает, что при оптимальной влажности почвы дефлорация в первое время (начало бутонизации у контрольных растений) действительно приводит к повышению содержания каротиноидов в листьях клевера (главным образом, каротина).

Таблица 23

Моментный ряд динамики каротиноидов (в мг % на сухое вещество) в листьях клевера в связи с дефлорацией (вегетационный опыт 1951 г., увлажнение оптимальное)

| Фазы развития клевера | Каротин | | Ксантофилл | | Сумма каротиноидов | |
|------------------------------|-----------|------------|------------|------------|--------------------|------------|
| | конт-роль | дефлорация | конт-роль | дефлорация | конт-роль | дефлорация |
| Розетка | 73,93 | — | 139,20 | — | 203,13 | — |
| Стеблевание | 77,68 | — | — | — | — | — |
| Начало бутонизации | 79,83 | 85,96 | 242,31 | 241,83 | 322,14 | 327,69 |
| Бутонизация | 87,69 | 83,84 | 262,57 | 257,89 | 350,26 | 341,73 |
| Цветение | 73,10 | 64,69 | 231,18 | 178,92 | 304,28 | 243,61 |
| Побурение головок | 52,18 | 58,81 | 167,05 | 180,20 | 219,23 | 239,01 |

Однако в дальнейшем, когда в листьях контрольных и опытных растений продолжается накопление каротиноидов, содержание этих пигментов в листьях дефлорированных растений оказывается более низким, чем в контроле. В фазе побурения головок в листьях клевера обоих вариантов опыта наблюдается убыль каротиноидов, однако содержание их у опытных растений выше, чем у контрольных.

Как видим, дефлорация в условиях оптимального водоснабжения не вызывает качественных сдвигов в динамике пигментов в листьях, а приводит лишь к некоторым количественным изменениям в этих процессах. Таким образом, опыт с дефлорацией не дает определенного свидетельства в пользу наличия оттока каротиноидов из листьев в генеративные органы.

Временное накопление пигментов в листьях оперированных растений в начале бутонизации клевера объясняется некоторой задержкой процессов старения и оттока. Снижение количества этих пигментов в листьях дефлорированного клевера в фазе, соответствующей цветению контрольных растений, связано с более мощным вегетативным развитием опытных растений, а следовательно, с активным участием желтых пигментов в ростовых процессах (с их тратой). Повышенное содержание каротиноидов в листьях опытных растений в период, соответствующий побурению венчиков контрольного клевера, объясняется, с нашей точки зрения, возрастными различиями контрольных и опытных растений: удаление бутонов, как известно, задерживает процессы старения. Однако эффект этот является кратковременным, и влияние дефлорации перекрывается явлениями прогрессирующего старения листьев.

Выводы

1. Онтогенетическая динамика пигментов в листьях красного клевера хорошо увязывается с представлениями об активном участии каротиноидов в различных физиологических процессах (рост, фотосинтез, генеративные процессы); согласуется с представлениями о том, что в фазы образования прикорневой розетки листьев и бутонизации в листьях клеверного растения преобладают аккумулятивные процессы, а в фазы стеблевания, цветения и побурения головок — процессы диссимиляции.
2. Оптимальные условия увлажнения растений стимулируют образование каротиноидов в листьях клевера в фазы розетки и бутонизации и усиливают их отток в фазы стеблевания, цветения и побурения головок.

3. Накопление каротиноидов в листьях в период почвенной засухи связано с уменьшением интенсивности тех физиологических процессов, в которых они принимают участие: ростовые процессы, фотосинтез, образование генеративных органов.

4. Повышенное количество каротиноидов в головках клевера в период созревания семян (фаза побурения головок) — ненормальное явление, сопровождающееся прекращением синтеза белков и, очевидно, свидетельствующее об угнетении процессов, связанных с превращением каротиноидов (оплодотворение, опыление).

5. Подкормка NPK на бедных светлосерых дерново-слабоподзоленных почвах стимулирует синтез каротиноидов в листьях красного клевера. Бор на фоне NPK еще более активизирует синтетические процессы на данной почвенной разности и значительно усиливает процессы мобилизации и оттока желтых пигментов из листьев (даже в условиях почвенной засухи).

6. На выщелоченном черноземе, обладающем довольно высоким потенциальным плодородием, подкормки NPK и NPK + бор в условиях оптимального увлажнения оказали незначительное влияние на накопление каротиноидов и урожай зеленой массы и семян клевера.

7. В условиях засухи в фазе бутонизации растений (вегетационный опыт) подкормки NPK и NPK с бором на выщелоченном черноземе привели к меньшему угнетению роста и плодоношения процессов, связанных с участием каротиноидов. Урожай зеленой массы у подкормленных растений был несколько выше контроля.

8. В полевых условиях на выщелоченном черноземе подкормки NPK и NPK с бором усиливают процессы синтеза каротиноидов. Отчетливо выявляется роль бора в стимулировании оттока и превращения каротиноидов. Эти изменения в динамике желтых пигментов в листьях подкормленных растений сопровождаются повышением урожая семян и зеленой массы клевера.

10. На лесостепной темносерой слабоподзоленной почве в условиях оптимальной влажности подкормка NPK значительно усиливает образование каротиноидов в листьях, а также активизирует отток их из листьев в головки. Бор на фоне NPK еще более стимулирует процессы синтеза каротиноидов, а также усиливает отток их в органы репродукции. Одновременно происходит и увеличение урожая семян.

11. Систематическая дефлорация клевера в фазе бутонизации приводит к временному повышению количества каротиноидов в листьях. Существенных изменений в динамике каротиноидов при длительной дефлорации не обнаруживается, поскольку процессы старения перекрывают влияние дефлорации.

12. Практический эффект от минеральных подкормок NPK и NPK с бором на содержание каротина в клеверном сене в существенной мере зависит от потенциального плодородия почвы и от обеспеченности ее бором. На бедных светлосерых дерново-слабоподзоленных почвах внесение NPK с бором сильно повышает витаминность клеверного сена и одновременно увеличивает урожай зеленой массы (даже при неблагоприятных метеорологических условиях). На богатых почвах внесение NPK и NPK с бором дает меньший эффект в отношении повышения количества каротиноидов и величины урожая трав. Хорошее водоснабжение растений увеличивает содержание каротиноидов в единице сухого вещества листьев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Букии В. Н. Витамины. Ленинград, 1941.
2. Вильдфлуш Р. Т. и Коробова Г. Я. Изучение влияния известкования и минеральных удобрений на образование каротина в клеверном растении. Тр. Белорусск. с/х академии, т. 19, 1953.
3. Девятини В. А. Витамины. Пищепромиздат, 1940.
4. Егиазарян А. М. Динамика накопления и разрушения хлорофилла у *Vaccaria grandiflora* в связи с ее развитием и дефлорацией. Тр. Ботанич. ин-та АН Арм. ССР, т. VII, 1950.
5. Жуковский П. М. и Медведев Ж. Связь генеративных функций растения с каротиноидами. ДАН, т. 66, № 5, 1949.
6. Журавлев Е. М. и Мартинсон Т. И. Влияние минеральных удобрений на содержание каротина в кормовых травах. Тр. Всесоюзн. и/и ин-та кормления с/х животных, т. 1, 1950.
7. Зафрен С. Я. и Тюкина А. В. Об обратимости окисления каротина в растениях. ДАН, т. 60, № 8, 1948.
8. Казарян В. О. О репродуктивном развитии и старении однолетних растений. ДАН Арм. ССР, т. VII, № 3, 1947.
9. Лебедев С. И. О содержании каротина в пыльце и влияние его на рост пыльцевых трубок. ДАН СССР, т. 59, № 5, 1948.
10. Лебедев С. И. Об обмене веществ в генеративной системе растений. "Селекция и семеноводство", № 9, 1949.
11. Лебедев С. И. Физиологическая роль каротина в растении. Киев, 1953.
12. Мирошниченко К. Г. Углеводный обмен у пшеницы в разные фазы их развития при недостатке влаги в почве. Изв. Акад. пед. наук РСФСР, вып. 29, 1950.
13. Савинов Б. Г. Каротин. Изд. АН УССР, Киев, 1948.
14. Сапожников Д. И. Превращение каротина в кантофилл при фоторедукции угольной кислоты. "Биохимия", т. II, вып. 5, 1937.
15. Сабинин Д. И. Диагностирование потребностей растения в удобрениях по физиологическим признакам. "Химизация социалистического земледелия", № 1, 1932.
16. Старец Р. И. Содержание каротина в посевной люцерне на богаре и на поливе. Сообщения ТФАН, в. IV, 1948.
17. Троицкий В. М. Каротинность кормовых культур. "Вестник Казахской ССР", № 3 (72), 1951.
18. Чайлахян М. Х. и Рупчева И. А. Способность этилированных растений к цветению. ДАН, т. 53, 1946.
19. Vachman F., *Planta*, 10, 744 (1930). Приводится по ссылке в работе Гудвина "Сравнительная биохимия каротиноидов", 1954.
20. Beck and Redmen. Seasonal variations in the production of plant pigments. *Plant Physiol.*, v. 15, 1940.
21. Гудвин Т. Сравнительная биохимия каротиноидов. ИЛ, Москва, 1954.
22. Jido. The influence of fertilizers on the carotene and vitamin C content of plants. *Bioch. Journ.*, Nr. 12, 1936.
23. Lazar. Influence du carotene sur la néoformation des racines. *C. R. Soc. Biol. Paris*, v. 120, p. 121, 1935.
24. Рабинович Е. Фотосинтез. ИЛ, Москва, 1951.
25. Virtanen and Saastamoinen. Untersuchungen über die vitaminsbildung in Pflanzen. *Bioch. Zeitschr.* 267, 1933.

С. М. Самосова и А. А. Мунина

ДИНАМИКА МИКРОБНОЙ ФЛОРЫ В РИЗОСФЕРЕ КРАСНОГО
КЛЕВЕРА ПЕРВОГО ГОДА ПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ
ПОЛЕВОГО ТРАВПОЛЬНОГО СЕВООБОРОТА

Исследование качественного и количественного состава микрофлоры ризосферы клевера, в связи с малой изученностью данного вопроса, представляет значительный интерес. В работах Н. А. Красильникова [5], П. Н. Жуковской и Е. З. Теппер [3], Е. Ф. Березовой и Е. Х. Ремпе [1], посвященных исследованию микрофлоры различных растений, микрофлора ризосферы клевера затронута очень мало. Подробные исследования качественного и количественного состава микрофлоры ризосферы клевера по фазам его развития и годам жизни проведены лишь М. В. Федоровым и В. Ф. Непомилуевым [9] на опытном поле ТСХА.

На серых лесных слабоподзоленных почвах Татарии такие исследования почти не проводились. Вместе с этим, большой интерес представляет изучение влияния на микрофлору зоны корня различных удобрений. Цель нашей работы — изучение качественного состава и динамики численности микробного населения ризосферы красного клевера на протяжении его вегетации в зависимости от системы удобрения в травопольном севообороте на серых лесных слабоподзоленных почвах ТАССР.

Изучению динамики микробного населения и микробиологических процессов в ризосфере клевера первого года жизни была посвящена наша предыдущая статья [8], а в этой приводится материал по динамике и качественному составу микробного населения ризосферы красного клевера второго года жизни (первого года пользования) в условиях того же севооборота.

СХЕМА ОПЫТОВ, МЕТОДИКА РАБОТЫ

Исследования велись на 10-польных опытном и контрольном севооборотах в колхозе „13 лет Октября“ Столбищенского района ТАССР на темносерой слабоподзоленной лесостепной почве по следующим системам удобрения:

I. Навоз + P₆₀K₆₀ в предпосевную обработку + N₃₀ по всходам покровной культуры + известь по 1/4 г. к. по травам в 1953 г. + бор на фоне N₂₀ P₆₀ K₆₀ (II система 10-польного опытного севооборота).

II. Без удобрения (III система того же севооборота).

III. Навоз + P₆₀ K₆₀ + известь по 1/2 г. к. в предпосевную обработку + N₃₀ весной по всходам покровной культуры (I система 10-польного контрольного севооборота).

В почве ризосферы учитывалось количество бактерий, растущих на МПА, количество спор, количество грибов и актиномицетов. Кроме того, учитывалось количество бактерий, населяющих поверхность корня,

Количество спор учитывалось на среде МПА + 7Б-сусло; количество грибов — на сусло-агаре; количество актиномицетов — на крахмалоаммиачном агаре путем высева почвенной болтушки в различных разведениях.

Взятие проб почвы и корней производилось в фазы весеннего отрастания, розетки, бутонизации, цветения, побурения головок и перед уходом в зиму.

Ризосферу клевера населяют, в основном, виды из родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* и ряд других несовершенных грибов. Класс актиномицетов в почве ризосферы представлен очень широко; качественного определения их, однако, мы не производили.

Бактерии в ризосфере представлены спороносными и неспороносными формами. Из спороносных наиболее часто встречаются *Bac. cereus*, *Bac. megatherium*, *Bac. mycoides*; в меньшем количестве — *Bac. mesentericus*, *Bac. idosus*, *Bac. virgulus*. Из неспороносных преобладают в ризосфере бактерии из рода *Pseudomonas*, из которых наиболее распространены флюоресцирующие типа *Ps. fluorescens*, *Ps. radiobacter*, *Ps. liguefaciens*, желтопигментные, которые мы отнесли к группе *Ps. herbicola*, и микобактерии. Эти же формы бактерий населяют корневую систему клевера. Вышеуказанная бактериальная флора сопутствует клеверу на протяжении всего вегетационного периода, меняясь, однако, в количественном отношении в зависимости от срока вегетации. Летом в ризосфере преобладали бактерии типа *radiobacter* и флюоресцирующие; осенью и перед уходом в зиму — желтопигментные.

Во второй год жизни клевера значительно возросла в ризосфере численность специфической ризосферной бактериальной флоры. Это свидетельствует о том, что влияние на состав микрофлоры почвы усиливается с возрастом растения.

Большую роль в жизни почвенных микроорганизмов играет влажность почвы. На рис. 1 показана динамика влажности почвы на протяжении вегетационного периода.

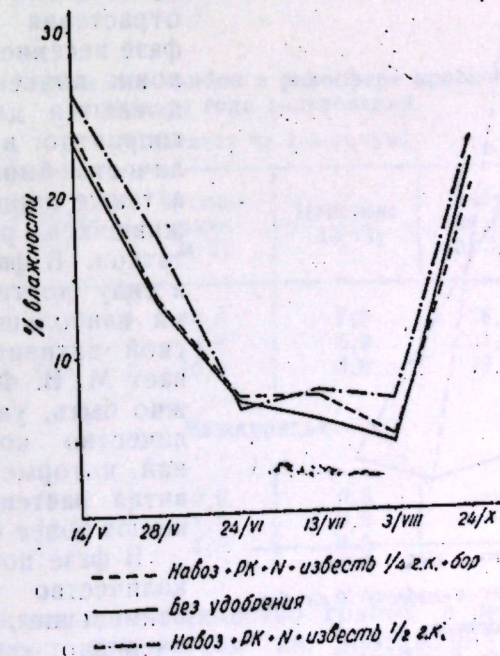


Рис. 1. Динамика влажности почвы под клевером первого года пользования.

График показывает, что на протяжении вегетационного периода влажность почвы резко колеблется, а это не может не отразиться на численности почвенных микроорганизмов.

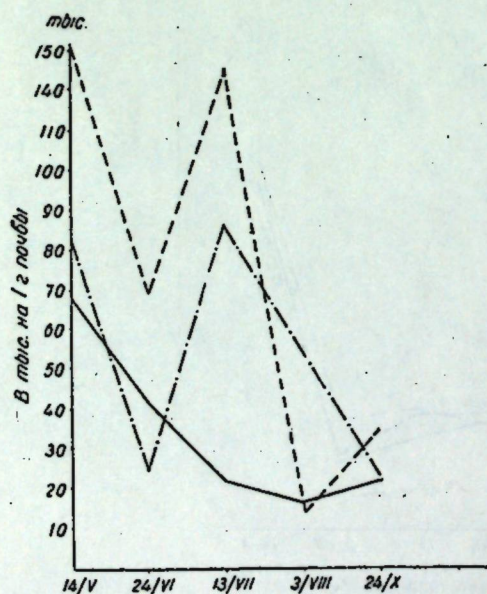
В фазе весеннего отрастания клевера влажность почвы была максимальной. Она оставалась высокой и перед уходом в зиму. В летние месяцы влажность почвы резко понизилась, причем в фазе побурения головок снизилась до минимума.

Таблица 1

Динамика численности бактерий, растущих на МПА, в ризосфере клевера первого года пользования¹ (в тысячах на 1 г почвы)

| Варианты | Весеннее отрастание 14/V | Бутонизация 24/VI | Цветение 13/VII | Побурение головок 3/VIII | Перед уходом в зиму 24/X |
|------------|--------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| I | 151,0 | 69,8 | 145,5 | 14,1 | 35,4 |
| II | 67,4 | 42,2 | 21,2 | 19,7 | 23,6 |
| III | 82,4 | 25,6 | 86,3 | 55,7 | 23,1 |
| Междурядья | | | | | |
| I | — | 32,4 | 26,4 | — | — |
| II | — | 12,7 | 27,1 | — | — |
| III | — | 8,8 | 55,4 | — | — |

Из цифр таблицы и хода кривых графика видно изменение в ризосфере общей численности бактерий в зависимости от фазы развития растений, влажности почвы и системы удобрения.



--- Навоз + РК + N + известк 1/4 г.к. бор.
 — Без удобрения
 - - - Навоз + РК + N + известк 1/2 г.к.

Количество бактерий было наибольшим в фазы весеннего отрастания и цветения. В фазе весеннего отрастания условия почвенной среды складываются для бактерий благоприятно: в достаточном количестве бывает влаги и тепла, а также пищи в виде неразложившихся растительных остатков. В фазе же цветения, в силу достижения растениями наибольшей физиологической активности, как указывает М. В. Федоров [9], должно быть, увеличивается количество корневых выделений, которые в эту фазу развития растения, по видимому, имеют более сложный состав.

В фазе побурения головок количество бактерий было наименьшим, что связано, очевидно, с изменением состава корневых выделений растений в качественном и количественном отношениях в связи с ослаблением их физи-

Рис. 2. Динамика численности в ризосфере клевера (первый год пользования) бактерий, растущих на МПА.

ологической активности. В этой фазе развития растений влажность почвы была минимальной. Е. Н. Мишустин [6] указывает, что изменения интенсивности экзоосмоса и характера выделяемых веществ, происходящих в течение вегетационного периода, соответствующим образом сказываются на численности микрофлоры ризосферы.

В III варианте количество бактерий было наименьшим не в фазе созревания головок, как в других вариантах, а перед уходом в зиму. В эту пору количество бактерий в I и II вариантах несколько повысилось по сравнению с предыдущей фазой побурения головок. Это связано, нужно предполагать, с повышением влажности почвы и с наличием в ней большого количества неразложившейся растительной массы. Как указывает Е. Н. Мишустин [7], первые стадии разложения органических остатков в почве ведутся неспоровыми и спорными бактериями. В октябре, однако, резко понизилась температура почвы, поэтому повышение количества бактерий было незначительным.

В фазах бутонизации и цветения исследовалась также почва междурядий. Подсчет количества бактерий показал, что в подавляющем большинстве проб численность бактерий в почве ризосферы была значительно выше, чем в почве междурядий.

Приведенные в таблице 1 цифры показывают, что удобрения повышают количество бактерий в почве. На протяжении всего вегетационного периода, за исключением фазы побурения головок, количество бактерий было наибольшим в I варианте, где была внесена известь по 1/4 г. к. по травам и бор. Е. Ф. Березова и сотрудники [2] указывают, что известкование оказывает большое влияние на микрофлору почвы, стимулируя развитие основных важнейших групп микробов в почве. О. К. Кедров-Зихман [4] отмечает резкое увеличение количества бактерий в ризосфере и усиление микробиологических процессов при применении борного удобрения.

Таблица 2

Динамика численности грибов в ризосфере красного клевера первого года пользования (в тысячах на 1 г почвы)

| Варианты | Весеннее отрастание 14/V | Розетка 28/V | Бутонизация 24/VI | Цветение 13/VII | Побурение головок 3/VIII | Перед уходом в зиму 24/X |
|------------|--------------------------|--------------|-------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| I | 19,8 | 10,6 | 19,5 | 7,6 | 28,5 | 7,7 |
| II | 8,1 | 7,3 | 4,9 | 5,0 | 31,0 | 11,5 |
| III | 6,3 | 10,6 | 10,0 | 3,8 | 19,0 | 6,1 |
| Междурядья | | | | | | |
| I | — | 8,6 | 9,2 | 9,5 | — | — |
| II | — | 13,6 | 11,6 | 3,0 | — | — |
| III | — | 15,4 | 1,9 | 3,5 | — | — |

Из рисунка видно, что количество грибов в ризосфере клевера так же подвержено изменениям на протяжении вегетационного периода. Оно было наибольшим в фазе побурения головок, а наименьшим — в фазе цветения. Перед уходом в зиму количество грибов, по сравнению с предыдущей пробой, значительно снизилось. Численность грибов от влажности почвы зависит в меньшей степени, чем численность бактерий. В фазе побурения головок влажность почвы была самая низкая за весь вегетационный период, а количество

¹ Данные таблиц графически представлены на рисунках.

грибов в этой фазе достигло своего максимума. Возможно это связано с изменением состава корневых выделений, что повлекло за собой изменение реакции почвенной среды в сторону повышения ее кислотности. Действительно, определение pH почвенного раствора в фазе побурения головок показало некоторое его понижение по

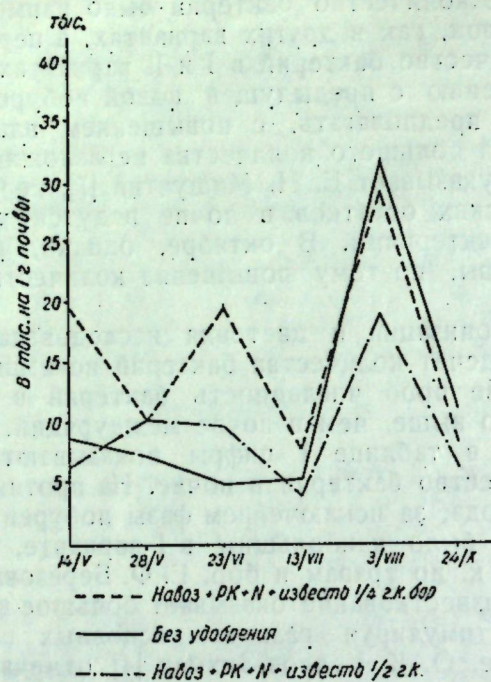


Рис. 3. Динамика численности грибов в ризосфере клевера первого года пользования.

сравнению с предыдущей пробой, что, вероятно, и оказало на грибы стимулирующее действие. Количество грибов было наименьшим в большинстве проб в III варианте, а наибольшим в I варианте, где был внесен бор.

В отношении численности грибов в ризосфере и междурядьях какой-либо закономерности установить не удалось.

Таблица 3

Динамика численности актиномицетов в ризосфере красного клевера первого года пользования (в тысячах на 1 г почвы)

| Варианты | Весеннее отрастание 14/V | Розетка 28/V | Бутонизация 24/VI | Цветение 13/VII | Побурение головок 3/VIII | Перед уходом в зиму 24/X |
|------------|--------------------------|--------------|-------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| I | 9,9 | 20,3 | 171,3 | 7,4 | 4,9 | 7,3 |
| II | 25,2 | 16,7 | 37,7 | 9,4 | 6,1 | 12,5 |
| III | 15,7 | 6,8 | 75,4 | 3,9 | 9,4 | 8,1 |
| Междурядья | | | | | | |
| I | — | 6,5 | 35,8 | 2,9 | — | — |
| II | — | 7,6 | 2,0 | 9,4 | — | — |
| III | — | 2,8 | 17,0 | 13,1 | — | — |

Количество актиномицетов в ризосфере по всем системам удобрения было наибольшим в фазе бутонизации, а наименьшим — в фазах цветения и побурения головок (табл. 3, рис. 4). Перед уходом в зиму количество актиномицетов несколько повысилось по сравнению

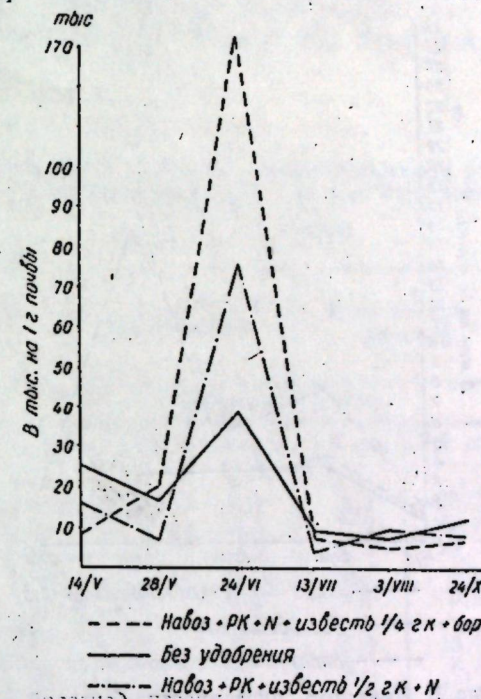


Рис. 4. Динамика численности актиномицетов в ризосфере клевера первого года пользования.

с фазой побурения головок. В подавляющем большинстве случаев количество актиномицетов в почве ризосферы было больше, чем в почве междурядий.

Изменение численности актиномицетов в зависимости от удобрений установить не удалось.

Таблица 4

Динамика численности бактерий, населяющих корни красного клевера первого года пользования (в млн. на 1 г корней)

| Варианты | Весеннее отрастание 14/V | Бутонизация 24/VI | Цветение 13/VII | Побурение головок 3/VIII | Перед уходом в зиму 24/X |
|----------|--------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| I | 1,36 | 4,09 | 2,76 | 17,30 | — |
| II | 1,19 | 3,92 | 3,71 | 3,24 | — |
| III | 1,62 | 7,33 | 5,60 | 15,42 | 2,39 |

Таблица и график показывают изменение в течение вегетационного периода численности бактерий, населяющих корни клевера. В отличие от бактерий прикорневой почвы численность бактерий, населяющих корни, менее зависит от влажности почвы и фона удобрения. Количество бактерий было наименьшим в фазе весеннего отрастания. В фазе бутонизации оно несколько повысилось, а в фазе цветения снизилось опять. В фазе побурения головок количество бактерий на корнях растений, выросших на удобренных участках,

значительно повысилось, достигнув своего максимума. Интересно отметить, что в фазе побурения головок количество бактерий в почве ризосферы значительно уменьшилось, а на корнях, наоборот, оно увеличилось. В большинстве проб на корнях растений удобренных вариантов численность бактерий была выше, чем у контроля.

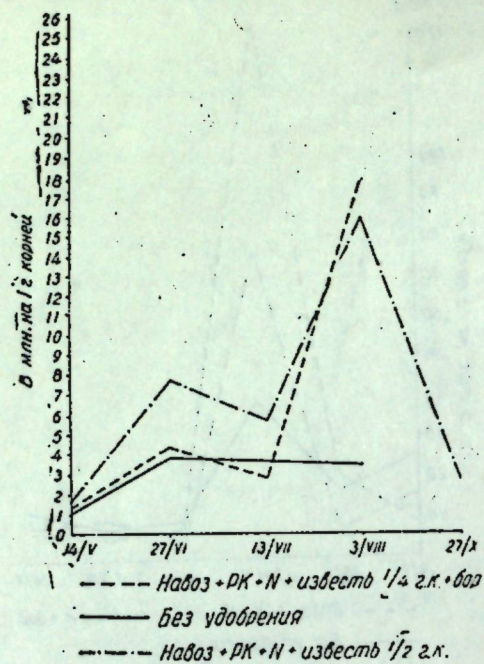


Рис. 5. Динамика численности бактерий, населяющих корни клевера первого года пользования.

Исходя из ранее изложенного, можно заключить, что наиболее благоприятное действие на численность микроорганизмов, в особенности бактерий и грибов, населяющих ризосферу клевера второго года жизни, оказала II система удобрения 10-польного опытного севооборота, т. е. навоз + P₆₀K₆₀ в предпосевную обработку + N₂₀ по всходам покровной культуры + известь по 1/4 г. к. по травам + бор на фоне N₂₀P₆₀K₆₀. Что касается качественного состава микроорганизмов, то в наших опытах резкого его изменения в зависимости от различных систем удобрения не наблюдалось.

Таблица 5

Влияние укоса клевера на численность микроорганизмов ризосферы клевера первого года пользования (в тыс. на 1 г почвы)

| Варианты | Общее к-во бактерий | | К-во грибов | | К-во актиномицетов | |
|--------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|
| | до укоса | после укоса | до укоса | после укоса | до укоса | после укоса |
| Клевер нескошенный . . . | 34,2 | 29,7 | 10,5 | 38,3 | 32,6 | 7,3 |
| Клевер скошенный | 34,2 | 19,7 | 10,5 | 7,8 | 32,6 | 17,8 |

Снижение численности бактерий и грибов после укоса (табл. 5) в ризосфере и повышение актиномицетов объясняется тем, что последние довольствуются растительными остатками, которых они

находят в почве в достаточном количестве, не нуждаясь в корневых выделениях растений. Бактерии и грибы, наоборот, для своей жизнедеятельности нуждаются в корневых выделениях. После укоса клевера, вследствие сокращения ассимилирующей поверхности растений, количество корневых выделений значительно сокращается, что способствует резкому снижению количества бактерий и грибов в ризосфере растений.

Таблица 6

Сравнительная численность микроорганизмов ризосферы красного клевера (первый и второй год жизни) (в тыс. на 1 г почвы)

| Вариант | Общее к-во бактерий | | К-во грибов | | К-во актиномицетов | | К-во бактерий на корнях в 100 тысячах на 1 г почвы | |
|---------|---------------------|---------|-------------|---------|--------------------|---------|--|---------|
| | в прикорневой почве | | | | | | | |
| | 1-й год | 2-й год | 1-й год | 2-й год | 1-й год | 2-й год | 1-й год | 2-й год |
| II | 61,6 | 67,4 | 3,0 | 8,1 | 2,9 | 25,2 | 3,5 | 11,9 |
| | 20,8 | 42,2 | 1,8 | 7,3 | 5,9 | 16,7 | 18,5 | 39,2 |
| | 14,5 | 21,2 | 2,0 | 4,9 | 1,4 | 37,7 | 22,4 | 37,1 |
| | 39,0 | 16,8 | 3,9 | 4,9 | 16,8 | 9,4 | 52,8 | 32,4 |
| | 2,6 | 23,6 | 3,2 | 31,0 | 4,5 | 6,1 | 2,5 | — |
| III | 48,5 | 82,4 | 4,2 | 6,3 | 5,9 | 15,7 | 8,0 | 16,3 |
| | 28,0 | 25,6 | 1,5 | 10,7 | 3,3 | 6,8 | 16,5 | 73,4 |
| | 21,8 | 86,3 | 1,8 | 10,0 | 1,0 | 75,4 | 14,1 | 56,0 |
| | 21,5 | 55,7 | 2,8 | 3,8 | 14,9 | 3,9 | 44,0 | 154,2 |
| | 9,2 | 23,1 | 4,8 | 18,9 | 13,3 | 9,4 | 5,5 | 23,9 |

Цифры таблицы показывают, что в большинстве проб на протяжении вегетационного периода количество бактерий и грибов было больше в ризосфере клевера второго года жизни; количество актиномицетов в весенний и летний период было больше в ризосфере клевера второго года жизни, а в осенний период в ризосфере клевера первого года жизни. Это, возможно, объясняется тем, что осенью первого и весной второго года жизни клевера в почве было обилие растительной массы, оставшейся после снятия покровной культуры, а к осени второго года условия питания актиномицетов могли ухудшиться вследствие обеднения почвы разлагающимися растительными остатками. Что касается бактерий, населяющих корни, то в подавляющем большинстве проб количество их было значительно больше на корнях растений второго года жизни.

Выводы

1. Посев клевера в полевом травопольном севообороте обогащает почву микроорганизмами и способствует изменению их видового состава.

2. Бактериальная флора ризосферы красного клевера представлена спороносными и неспороносными бактериями. Из спороносных наиболее распространены *Bac. cereus*, *Bac. megatherium*, *Bac. mycoides*. Неспороносные представлены в основном бактериями рода *Pseudomonas*.

3. Микрофлора, населяющая поверхность корня, представлена преимущественно неспороносными бактериями рода *Pseudomonas* и микобактериями. Из указанных наиболее широко распространены бактерии типа *Ps. fluorescens*, *Ps. radiobacter* и желтопигментные.

4. На протяжении вегетационного периода численность микроорганизмов в ризосфере изменяется в зависимости от фазы развития растений, влажности почвы и системы удобрения. Понижение влажности почвы более всего отражается на бактериях, вызывая резкое снижение их количества.

5. Известкование и внесение органических, минеральных и микроудобрений значительно повышают количество микроорганизмов в почве, особенно бактерий и грибов. Из испытанных нами систем удобрения наиболее благоприятное действие на численность микроорганизмов оказала система навоз + $P_{60}K_{60}$ в предпосевную обработку + N_{30} по всходам покровной культуры + известь по $1/4$ г. к. поверхностно по травам + бор на фоне $N_{20}P_{60}K_{60}$.

6. После укоса клевера в ризосфере значительно снижается количество грибов и бактерий, что указывает на важность корневых выделений растений для этих микроорганизмов.

7. С возрастом клевера численность микрофлоры, населяющей ее ризосферу, увеличивается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березова Е. Ф. и Ремпе Е. Х. Корневая микрофлора многолетних трав. Доклады ВАСХНИЛ, вып. 1, 1950.
2. Березова Е. Ф., Бородулина Ю. С., Оксентьян У. Г., Фникельштейн М. Я., Певзнер Р. И. Влияние известкования на микрофлору почвы и корневой системы растения. Труды Всесоюз. науч. ин-та с.-х. микробиологии, Союзхозгиз, т. XII, 1951.
3. Жуковская П. Н. и Теппер Е. З. Изучение микрофлоры ризосферы овса, клевера и картофеля методом последовательных отмиваний корней. Труды ТСХА, вып. 4, 1949.
4. Кедров-Зихман О. К. Действие бора на растения при известковании. Сборник "Микроэлементы в жизни растений и животных". М., 1952.
5. Красильников Н. А. Влияние растительного покрова на микробный ценоз в почве. "Микробиология", т. XIII, 1944, стр. 187.
6. Мишустин Е. Н. Микробиологический фактор в развитии растений и проблема урожайности. Вестник АН СССР, № 4, 1953.
7. Мишустин Е. Н. Закон зональности и учение о микробных ассоциациях почвы. Успехи совр. биол., т. 37, вып. 1, 1954.
8. Самосова С. М. и Мунина А. А. Динамика микробной флоры и микробиологических процессов в ризосфере красного клевера первого года жизни в условиях полевого травопольного севооборота. Известия КФАН СССР, сер. биол., № 4, 1953.
9. Федоров М. В. и Непомилуев В. Ф. Основные формы ризосферных бактерий клевера и их количественное содержание в ризосфере по фазам развития растения и годам его жизни. "Микробиология", т. XXIII, вып. 4, 1954.

М. А. Коршунов и Т. И. Жиганова

ДИНАМИКА ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ СЛАБОПОДЗОЛЕННОЙ ПОЧВЫ НА ПАРУ В СЕВООБОРОТЕ

Осуществление задачи повышения урожайности сельскохозяйственных культур требует привлечения всех сил науки и практики. Видное место в ее разрешении должны занять мероприятия по повышению плодородия почвы — важнейшего средства сельскохозяйственного производства. Большое значение приобретает изучение изменений почвенного плодородия, происходящих в условиях правильного севооборота.

Исследования подобного рода важны для понимания основных теоретических проблем почвоведения — процессов почвообразования и эволюции почв. Вместе с тем, они имеют и практическое значение. Результаты таких исследований дадут возможность разработать более совершенные агротехнические мероприятия по повышению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

„Чрезвычайно важным разделом работ в указанном направлении, — пишет И. В. Тюрин, — должно явиться изучение динамики элементов плодородия в различных севооборотах, которое должно иметь целью выяснение размеров накопления и утраты элементов плодородия почвы к концу ротации“ [23].

Большой интерес в научном и в практическом отношении представляет также изучение сезонной динамики питательных веществ в почве, ибо урожай зависит не только от валового содержания их, но и от того, в какой мере эти питательные вещества доступны растениям.

„Чтобы судить о пригодности почвы для получения высоких урожаев, — пишет Н. А. Красильников, — необходимо знать не только количественный состав питательных веществ, но еще и то, в каком состоянии, в каких соединениях они находятся, их устойчивость и динамику превращений“ [12].

Значение подобных исследований заключается в том, что, изучая сезонную динамику питательных веществ почвы в условиях каждого поля севооборота, мы получим возможность глубже изучить воздействие различных приемов обработки и удобрений на почву и рациональнее их использовать, чтобы обеспечить получение высоких урожаев.

Вопросы сезонной динамики питательных веществ в почве в условиях правильного севооборота изучены пока еще слабо. Особенно мало они исследованы применительно к серым лесным почвам.

Учитывая это, мы в 1951 году приступили к изучению почв в указанном направлении и поставили такую задачу: проследить

сезонную динамику подвижных питательных веществ в почве на различно удобренных фонах и изучить изменение плодородия серой лесной почвы в течение ротации севооборота¹.

Объект исследования, схема опыта и методика проведения работ

Изучение динамики питательных веществ в почве мы проводим одновременно на нескольких полях полевого травопольного севооборота, начиная с пара и кончая полем, занятым яровой пшеницей, идущей по пласту многолетних трав.

В настоящей статье, носящей характер предварительного сообщения, освещаются результаты изучения сезонной динамики питательных веществ почвы на паровом поле, которому мы уделяем особое внимание, так как в условиях лесостепи правильная обработка пара и хороший уход за ним могут обеспечить высокий урожай в течение всей ротации севооборота.

Исследования проводились в полевых условиях в колхозе „13 лет Октября“, Столбищенского района, ТАССР. В качестве объекта изучения мы взяли серые слабоподзоленные почвы, которые в условиях Татарии представляют большой интерес в производственном отношении. В 1952 году исследования проводились на темносерой разности, а в 1953 году — на серой. Поскольку исследования 1953 года подтверждают закономерности, выявленные в 1952 году на темносерой разности, в настоящей статье приводятся результаты изучения динамики питательного режима только для серой лесной слабоподзоленной почвы. Последняя характеризуется суглинистым механическим составом с преобладанием крупной пыли и сильной выпаханностью, о чем свидетельствуют данные механического и агрегатного анализов, представленные в таблице 1. Как видно из таблицы, содержание физической глины составляет 31—35%, илистых частиц — 17—18%. Результаты агрегатного анализа указывают на сильную распыленность структуры почвы. В пахотном слое количество водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм составляет всего лишь 5—7%.

О характеристике основных свойств серой лесной слабоподзоленной почвы дают представление таблицы 2 и 3. Данные этих таблиц показывают, что почва опытного участка обладает невысоким содержанием гумуса, нуждается в фосфоре, азоте и извести. Реакция почвы в пахотном слое слабкокислая (рН_{сол.} 5,4—5,9), гидролитическая кислотность 2,5—2,6 м/экв на 100 г почвы, степень насыщенности 78—81%.

Из приведенной краткой характеристики видно, что подопытная почва парового поля является довольно типичной серой лесной слабоподзоленной. Это обстоятельство дает возможность в дальнейшем переносить результаты исследований по комплексной теме на серые лесные почвы Татарии и другие аналогичные по почвенным условиям районы лесостепи.

В 1953 году, как и в 1952, полевой опыт был заложен по следующей схеме:

- 1) без удобрений;

¹ В проведении химических анализов принимали участие младший научный сотрудник почвенной лаборатории института Е. П. Мокшина, лаборант С. М. Казакова и препаратор В. А. Аборина.

2) навоз 20 т, компостированный с Р₆₀ + известь по 0,5 гидролитической кислотности;¹

3) навоз 40 т + известь по полной гидролитической кислотности.

Таблица 1

Механический и агрегатный состав серой лесной слабоподзоленной почвы в %²

| № разрез | Глубина образца в см | Гигроскопическая влага в % | Механический состав | | | | | | | Агрегатный состав | |
|----------|----------------------|----------------------------|---------------------|-----------|-----------|--------|------------|-------------|---------|--|---|
| | | | размеры частиц в мм | | | | | | | содержание водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм | количество структурных отдельных частей крупнее 0,25 мм при сухом просеивании |
| | | | 1,0—0,25 | 0,25—0,05 | 0,05—0,01 | < 0,01 | 0,01—0,005 | 0,005—0,001 | < 0,001 | | |
| 158 | 0—22 | 2,33 | 0,71 | 18,91 | 49,17 | 31,21 | 9,18 | 4,89 | 17,14 | 6,08 | 90,08 |
| 163 | 0—22 | 2,33 | 0,40 | 20,04 | 45,90 | 33,66 | 11,32 | 5,31 | 17,03 | 5,32 | 84,66 |
| 169 | 0—22 | 2,32 | 0,64 | 23,78 | 40,49 | 35,09 | 9,49 | 7,24 | 18,36 | 5,24 | 86,10 |

Таблица 2

Агрохимическая характеристика почвы

| № разрез ³ | Гумус (%) | Общий азот (%) | Поглощенные основания по Гедройцу в м/экв | | | Подвижная Р ₂ O ₅ в мг на 100 г почвы | Гидролизный азот | рН | |
|-----------------------|-----------|----------------|---|-----|-------|---|------------------|---------|--------|
| | | | Ca | Mg | Ca+Mg | | | солевая | водная |
| | | | | | | | | | |
| 155 | | | | | | | | | |
| 158 | 3,5 | 0,20 | 15,3 | 2,1 | 17,4 | 10,5 | — | 5,5 | 6,6 |
| 162 | | | | | | | | | |
| 164 | 3,9 | 0,18 | 17,1 | 2,4 | 19,5 | — | 7,9 | 5,5 | 6,4 |
| 169 | | | | | | | | | |
| 172 | 3,1 | 0,17 | 16,5 | 2,2 | 18,7 | 8,9 | 6,9 | 5,4 | 6,7 |

Таблица 3

| № разрез | Глубина образца в см | рН солевой вытяжки | Гидрол. кислотн. | S по Каппену | Степень насыщенности в % |
|----------|----------------------|--------------------|------------------|--------------|--------------------------|
| | | | в м/экв | | |
| 2 | 0—22 | 5,4 | — | 14,0 | — |
| 4 | 0—22 | 5,5 | 2,63 | 12,9 | 78,0 |
| 6 | 0—22 | 5,9 | 2,51 | 14,3 | 80,1 |

В настоящем опыте, наряду с выяснением динамики плодородия серых лесных почв в севообороте, изучается также действие различных норм удобрений при однократном и двукратном внесении их

¹ В качестве известковых удобрений вносилась гашеная известь с содержанием 80% СаСО₃.

² Механический анализ по Робинзону, агрегатный — по Саввинову.

³ В таблице приводятся средние данные двух разрезов.

в ротацию севооборота. Как показывает схема, изучению подвергнуты уменьшенные или половинные дозы, предлагаемые Биологическим институтом КФАН СССР для нового варианта 10-польного травопольного севооборота (навоз 20 т/га + P₆₀K₆₀ + известь по половинной гидролитической кислотности), и большие, или полные, какие рекомендуются Министерством сельского хозяйства ТАССР (навоз 40 т/га + известь по полной гидролитической кислотности). Предлагаемый Биологическим институтом вариант системы удобрений основывается, как уже отмечалось, на двукратном в ротацию внесении удобрений и даст возможность более рационально использовать их в течение ротации 10-польного севооборота. Здесь растения обеспечиваются питательными веществами более или менее равномерно на всех полях севооборота и в течение всей ротации. При однократном внесении больших доз удобрений в ротацию, культуры, идущие через 6—7 лет после поднятия пласта многолетних трав, бывают менее обеспечены питательными веществами.

Прежде чем перейти к рассмотрению результатов исследования, охарактеризуем выполненные полевые работы и методику сбора и обработки материалов.

Основные сельскохозяйственные работы на паровом поле выполнялись младшим научным сотрудником КФАН СССР Т. В. Курамшиным и лаборантом Е. А. Ковакиной в следующие календарные сроки:

- 1952 год
 II половина августа — лущение стерни;
 3 сентября — осенняя вспашка тракторным плугом с предплужниками на глубину 22 см, с внесением свежегашеной извести.
- 1953 год
 8—9 мая — весеннее закрытие влаги боронованием в два следа трактором ХТЗ-7;¹
 27 мая — первая культивация тракторным дисковым культиватором на глубину 7—8 см;
 2—3 июня — вывозка навоза и суперфосфата, компостирование навоза и суперфосфата;
 19 июня — вторая культивация на глубину 10—12 см;
 25—28 июля — разбрасывание компоста навозоразбрасывателем;
 2 августа — двойка пара на глубину 20—22 см;
 15 августа — внесение калийного удобрения (K₆₀) перед культивацией;
 20 августа — предпосевная культивация лапчатым культиватором на глубину 5—7 см;
 25 августа — посев озимой ржи + тимopheевки конной сеялкой СЗТ-19.

Почвенные исследования осуществлялись на крупных делянках размером 250 кв. метров.

Методика полевых работ по сбору материала и аналитическая обработка последнего может быть охарактеризована следующим образом. На делянке брали по два смешанных образца. Каждый из них составлялся из пяти отдельных проб. Анализировалось по два смешанных образца с каждой делянки. Наблюдения на контроле и делянках, удобренных половинной дозой удобрений, велись с 3-кратной повторностью, а на участках, где внесены полные дозы удобрений, — в 2-кратной повторности. В течение вегетационного периода взятие почвенных проб осуществлялось в 5 сроков, приуроченных к определенным этапам обработки пара и посеву озимых. Первое наблюдение и сбор почвенных проб проведены 4 июня, после первой культивации; второе — 30 июня, после второй культивации пара; третье — 23 июля, перед двойкой пара; четвертое — 24 августа, перед

¹ Вследствие переувлажнения почвы во второй половине апреля закрытие влаги проводилось в I декаде мая.

посевом озимых и злаковых многолетних трав; и, наконец, пятое наблюдение осуществлялось с наступлением заморозков — 26 октября, перед уходом растений озимой ржи в зиму.

В соответствии с поставленной задачей и принятой методикой исследования, почвенные образцы подвергались аналитической обработке, которая начиналась всегда в день их взятия. В каждой почвенной пробе определялись: 1) влажность почвы, 2) нитраты — колориметрическим методом с дисульфифеноловой кислотой, 3) подвижная фосфорная кислота — по Кирсанову, 4) реакции почвы (рН в водной и солевой вытяжках) и 5) гидролизующий азот по методу Тюрина и Кононовой (в начале вегетационного периода и перед посевом озимых). Наряду с этим, в почвенных образцах, взятых перед закладкой пара и перед посевом озимых, были определены: валовое содержание гумуса (по Тюрину), азота (по Кьельдалю); фосфорной кислоты, количество обменных катионов кальция и магния, а также механический и агрегатный составы почвы.

Как недостаток в работе по изучению сезонной динамики питательных веществ в почве на пару следует отметить, что ввиду перегруженности лаборатории в летний период аналитической обработкой большого количества почвенных образцов, собираемых на других полях изучаемого севооборота, мы были вынуждены ограничиться исследованием только пахотного горизонта (до глубины 22 см). В последующих культурах, которые будут занимать данное поле (пара) в течение ротации севооборота, динамика питательных веществ в почве будет изучаться по профилю почвы. Однако по отношению к сезонной динамике нитратов имеется указание Н. П. Ремезова [19], что накопление их обычно идет лишь в пахотном слое; в более глубоких подгоризонтах нитраты присутствуют в незначительных количествах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рассмотрим сезонную динамику влажности почвы.

По условиям увлажнения вегетационный период 1953 года характеризовался неравномерностью выпадения атмосферных осадков. В мае их выпало много, июнь и июль были засушливыми, а в августе снова было большое количество осадков. Сказанное подтверждается данными гидрометбюро и результатами наблюдений в колхозе „13 лет Октября“, представленными таблицами 4 и 5.

Таблица 4

Температура воздуха и сумма атмосферных осадков за вегетационный период 1953 г.

(по данным Казань — Опорная)

| | Месяцы | | | | | |
|--|--------|------|------|--------|----------|---------|
| | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь |
| Осадки в мм | 87 | 53 | 46 | 85 | 44 | 43 |
| Средняя (месячная) температура воздуха | 11,8 | 18,6 | 19,7 | 19,3 | 9,8 | 2,4 |

Таблица 5

Метеорологические данные вегетационного периода 1953 г. по колхозу „13 лет Октября“, Столбищенского района, ТАССР¹

| Время наблюдения | Температура воздуха (в 13 часов) | Осадки в мм |
|------------------|----------------------------------|-------------|
| Май | | |
| I декада | 13,5 | 38,8 |
| II декада | 18,7 | 19,9 |
| III декада | 16,3 | 26,3 |
| За месяц | 11,7 | 85,0 |
| Июнь | | |
| I декада | 27,0 | 0,3 |
| II декада | 25,8 | 13,0 |
| III декада | 23,6 | 5,7 |
| За месяц | 25,5 | 19,0 |
| Июль | | |
| I декада | 22,4 | 18,2 |
| II декада | 24,1 | 13,3 |
| III декада | 30,0 | 3,4 |
| За месяц | 25,5 | 34,9 |
| Август | | |
| I декада | 27,8 | 49,3 |
| II декада | 22,4 | 43,6 |
| III декада | 22,7 | 18,1 |
| За месяц | 24,3 | 111,0 |
| Сентябрь | | |
| I декада | 15,2 | 26,0 |
| II декада | 12,6 | 13,5 |
| III декада | 13,1 | 11,0 |
| За месяц | 13,6 | 50,5 |

В силу неравномерности выпадения атмосферных осадков в летне-осенние месяцы и влажность почвы в течение вегетационного периода подвергалась значительным колебаниям (см. табл. 6 и рис. 1).

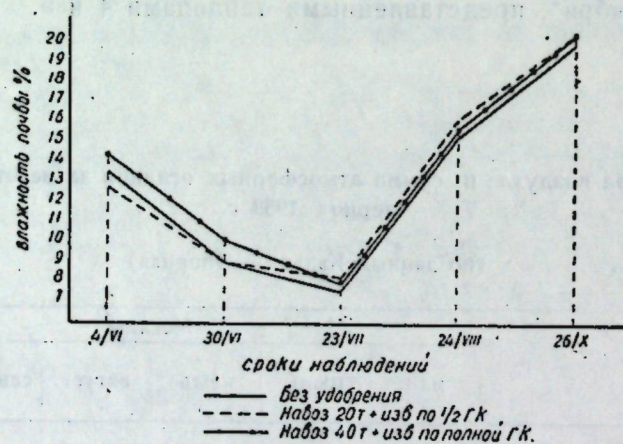


Рис. 1. Динамика влажности почвы в течение вегетационного периода на глубине 0—22 см.

¹ По наблюдениям лаборанта Е. А. Ковакиной.

Таблица 6

Изменение влажности почвы в пахотном слое на пару за вегетационный период 1953 г. (в процентах)

| Системы удобрений в севообороте | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|-----------|---------------------------|-----------|-----------|--|-----------|-------|---------|
| без удобрений | | | навоз 20 т + изв по 0,5 Н | | | навоз 40 т + изв по полной гидролит. кислотности | | | среднее |
| повторности | | | повторности | | | повторности | | | |
| I | II | III | I | II | III | I | II | III | |
| 101—14,38 | 107—14,31 | 117—11,93 | 103—14,42 | 109—12,87 | 115—12,14 | 112—11,90 | 113—17,24 | 14,57 | |
| 119—9,06 | 125—9,98 | 135—8,57 | 121—10,17 | 127—8,35 | 133—8,30 | 130—9,22 | 131—11,38 | 10,30 | |
| 137—8,07 | 143—6,72 | 153—8,01 | 139—8,12 | 146—8,45 | 151—7,80 | 149—8,15 | 150—7,86 | 8,00 | |
| 156—14,94 | 162—15,30 | 172—15,51 | 158—17,42 | 163—16,29 | 170—15,45 | 167—16,77 | 168—14,86 | 15,81 | |
| 174—21,84 | 180—19,06 | 190—17,66 | 175—20,00 | 181—20,00 | 188—20,31 | 185—19,38 | 186—20,38 | 19,88 | |

Примечание. В каждом ряду повторностей первые три знака указывают номер почвенного образца, следующие цифры означают процент влажности. Поскольку определены нитратов, подвижной P₂O₅ и рН производилось в тех же образцах, которые указаны в настоящей таблице, то номера их в таблицах 8, 13 и 15 опускаются.

Данные таблицы 6 показывают, что в первой пятидневке июня влажность почвы пахотного слоя выражалась величиной 12—13%, а в последней декаде она снизилась до 9%. Это обстоятельство обусловлено ранней летней засухой, действие которой в 1953 году начало сказываться со второй половины июня. Наиболее сильным влиянием засухи было во второй половине июля. Так, в третий срок наблюдений — 23 июля влажность почвы на глубине 0—20 см составляла всего лишь 7—8%, т. е. снизилась до величины „мертвого запаса“. Коэффициент завядания 7%. В августе месяце положение резко меняется. Острый недостаток влаги в пахотном слое почвы в известной мере компенсируется за счет выпавших в первой и второй декадах дождей, и перед посевом озимых влажность почвы достигла 15—16%, т. е. увеличилась вдвое против третьего срока наблюдений. Таким образом, в наиболее ответственный период обработки пара — перед посевом озимой ржи и злаковых многолетних трав — в пахотном слое почвы содержалось от 8 до 9% усвояемой влаги, которой было вполне достаточно для удовлетворения потребностей растений в начальный период их развития. Благодаря этому и всходы озимой ржи и тимофеевки были довольно дружные и полные, о чем свидетельствуют данные таблицы 7.

Таблица 7

Количество растений озимой ржи и тимофеевки на одном кв. метре

| Растения | Без удоб- рений | Навоз | |
|-------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | 20 т/га + + известь по 0,5 Н | 40 т/га + + известь по 1 Н |
| Озимая рожь . . . | 109—115 | 114—124 | 129 |
| Тимофеевка . . . | 51—67 | 82—91 | 61 |

Дальнейшее развитие растений, от появления всходов до ухода их в зиму, проходило также при достаточной обеспеченности влагой. В пятый срок наблюдений — 26 октября влажность почвы в пахотном слое составляла 18—19%, т. е. была наиболее высокой в течение всего вегетационного периода 1953 года. Существенных различий между показателями влажности почвы удобренных и неудобренных участков не наблюдалось. Разница в содержании влаги по отдельным вариантам опыта колебалась в пределах одного процента.

Перейдем к рассмотрению сезонной динамики азотистых соединений и усвояемой фосфорной кислоты. Из азотистых соединений мы подвергли изучению нитратную форму азота, которая является основным источником питания растений.

Прежде чем приступить к обсуждению аналитических данных, следует заметить, что вопрос о сезонной динамике нитратов давно привлекал внимание исследователей. Многочисленными исследованиями установлено, во-первых, что в полевых условиях, даже на одной и той же почвенной разности, в течение вегетационного периода наблюдаются сравнительно большие количественные изменения в содержании нитратного азота, значит, наличие в почве нитратов весьма динамично [25, 13, 7, 20]; во-вторых, что переход азота в подвижные формы в значительной степени зависит от агромероприятий, проводимых человеком [16, 5, 1]; в-третьих, что количество нитратного азота в почвах, свободных от растений, на пару значительно выше, чем в почвах, занятых растениями [9, 25, 24, 7].

Целый ряд данных свидетельствует о большой роли черного пара в процессах накопления нитратов. Так, исследования, проведенные на Томской зональной станции, показали, что нитрификация в пару проходит в 8—9 раз интенсивнее в сравнении с целинной [24]. Основные моменты процессов накопления и образования нитратов в почве парового поля, согласно данным академика А. А. Шмука, характеризуются следующим образом. Ранней весной в почве находятся обычно совсем ничтожные количества нитратов. С наступлением более теплого времени идет их непрерывное повышение и накопление, иногда сопровождаемое частичными падениями и новыми подъемами образуемых количеств [25].

Ф. К. Воробьев и П. М. Смирнов [7], изучая динамику различных форм азота на дерново-подзолистых почвах за вегетационный период, также констатировали, что в почве под растениями (рожь) превращение азотистых соединений резко отличается от превращения их в почве без растений (паровое поле). В почве под растениями содержание минеральных соединений азота в течение вегетационного периода резко уменьшается, так как потребление нитратов и аммиака растениями и почвенными микроорганизмами значительно превышает образование их в процессе минерализации азотосодержащего органического вещества. В паровом поле, указывают названные авторы, интенсивно протекают процессы минерализации азотосодержащего органического вещества и нитрификации. К августу значительно увеличивается содержание нитратов и общее содержание минеральных соединений азота в почве.

Данные наших исследований, проведенных на пару в 1952 и 1953 гг., подтверждают течение процесса накопления нитратов, установленного А. А. Шмуком, Ф. К. Воробьевым и др.

На рисунке 2 и в таблице 8 представлены результаты изучения сезонной динамики NO_3 .

Таблица 8

Динамика нитратов в пахотном слое почвы на пару за вегетационный период 1953 г.¹

(в мг NO_3 на килограмм абсолютно сухой почвы)

| Сроки взятия образцов почвы | Без удобрений | | | сред- нее | Навоз 20 т + известь по 0,5 Н | | | сред- нее |
|--------------------------------------|---------------|-------|-------|--------------|-------------------------------|-------|-------|--------------|
| | повторности | | | | повторности | | | |
| | I | II | III | | I | II | III | |
| 4 июня . . . | 17,1 | 19,3 | 15,1 | 17,2 | 24,7 | 26,6 | 20,7 | 24,0 |
| 30 июня . . . | — | 59,07 | 36,96 | 48,01 | — | 48,18 | 51,67 | 49,92 |
| 23 июля . . . | — | 60,83 | 77,89 | 69,36 | 84,50 | 69,24 | 71,44 | 75,06 |
| 24 августа . | 79,3 | 49,8 | — | 64,5 | — | 84,5 | 54,8 | 69,7 |
| 26 октября . | следы | следы | следы | — | следы | следы | следы | — |

Данные таблицы 8 и рисунок 2 показывают, что в начале июня нитратов в пахотном слое почвы содержалось всего лишь 17—24 мг

¹ На участках, где внесено 40 т навоза на гектар и известь по полной гидролитической кислотности, наблюдались резкие колебания (в сторону увеличения) содержания нитратов и подвижной фосфорной кислоты в почве, что обусловлено, по-видимому, частичным поступлением в почвенные образцы азота и фосфора навоза, поскольку пробы отбирались в год внесения удобрений. В силу этого в таблицах 8 и 13 данные определенных нитратов и подвижной P_2O_5 на указанных делянках не приводятся.

Динамика нитратов в пахотном слое темносерой почвы на пару за вегетационный период 1952 г.

(в мг NO_3 на килограмм абсолютно сухой почвы)

| Сроки взятия почвенных образцов | Система удобрения в севообороте | | | | | | | |
|--|---------------------------------|-------|-------|---------|-------------------------------|-------|-------|---------|
| | без удобрений | | | | навоз 20 т + известь по 0,5 Н | | | |
| | повторности | | | среднее | повторности | | | среднее |
| | I | II | III | | I | II | III | |
| 18 июня . . . | 36,5 | 41,9 | 35,5 | 37,9 | 53,3 | 47,9 | 38,0 | 46,4 |
| 28 июля . . . | 103,6 | 84,1 | — | 92,9 | 98,4 | 122,8 | 153,0 | 124,7 |
| 12 августа . . | — | 59,7 | 80,0 | 69,8 | 65,4 | 80,0 | — | 72,7 |
| 7 октября . . | следы | следы | следы | — | следы | следы | следы | — |

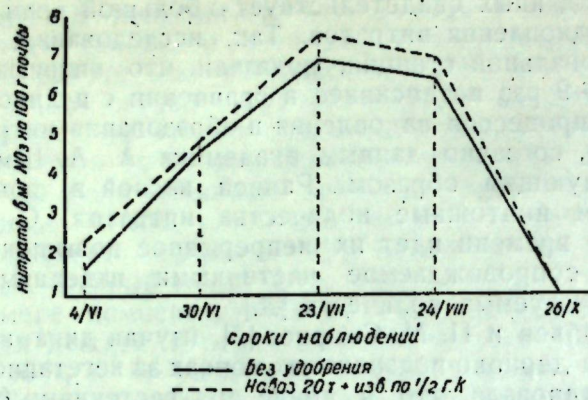


Рис. 2. Динамика нитратов в пахотном слое почвы на пару за вегетационный период.

на килограмм почвы. В конце констатируется значительное увеличение. Так, во 2-й срок наблюдений — 30 июня количество их составляло уже 48—50 мг на килограмм почвы. Любопытная картина динамики нитратных форм азота наблюдается в июле. Влажность почвы в указанный период была минимальной (см. табл. 6). Содержание же нитратов в июле неуклонно возрастало, и в последней декаде (23/VII) мы констатировали наибольшее количество их в пахотном слое — от 69 до 75 мг на килограмм почвы. Последнее обстоятельство дает основание полагать, что процесс нитрификации на пару протекает довольно интенсивно и при минимальной влажности почвы, если благоприятствует тепловой режим почвы. При этом следует обратить внимание на то обстоятельство, что на участках, где известь внесена по половинной гидролитической кислотности, процессы нитрификации в течение июня и июля протекали интенсивнее, чем на контроле, о чем свидетельствует повышенное содержание нитратов в почве известкованных делянок в первые три срока наблюдений. Между тем влияние органических удобрений (навоза) на почву в указанный отрезок времени было исключено, так как разбрасывание навоза и заделка его в почву осуществлялись 28 июля и 2 августа. Следовательно, частичное увеличение количества нитратов в почве известкованных участков может быть объяснено усилением микробиологической деятельности и процессов нитрификации в серой лесной почве под воздействием извести, внесенной осенью 1952 года.

В последней декаде августа количество нитратов в пахотном слое почвы падает. В четвертый срок наблюдений — 24 августа — констатировано уменьшение по сравнению с содержанием их в июле. Причем уменьшение наблюдается как на неудобренных, так и на удобренных участках (см. табл. 8). Сказанное еще в большей степени подтверждается данными исследований 1952 года, проведенных на темносерой слабоподзоленной почве (табл. 9), которые показывают, что уменьшение содержания нитратов на пару перед посевом озимых (12 августа), по сравнению с количеством их в июльских пробах почвы, составляет 23—25 мг на килограмм почвы. Таким образом, нами не обнаружено максимального содержания нитратов на пару перед посевом озимых.

В литературе встречаются утверждения и противоположного характера. Так, А. М. Ключков, изучая динамику нитратов почвы на пару в связи с углублением пахотного слоя, получил данные, которые позволили ему сделать следующий вывод: „Перед посевом озимой ржи (22 августа) содержание нитратов в почве характеризовалось максимальным увеличением“ [9]. Однако мы полагаем, что получение автором таких данных обусловлено особо благоприятными метеорологическими условиями года и считаем более правильной по этому вопросу точку зрения академика А. А. Шмука, который, на основании многолетних исследований динамики питательного режима почвы, пришел к следующему выводу: „К моменту посева озимей в почве пара количество нитратов обычно много меньше, чем в период максимума их накопления и весьма скоро по мере развития молодых растений нитраты почти полностью исчезают из почвы“. „Ближе к осени, — пишет далее автор, — накопление нитратов начинает отставиваться, и мы имеем перелом нитрификационной кривой, после чего в почве находим все меньшие и меньшие количества нитратов“ [25]. Сказанное выше подтверждается в известной мере данными последнего срока наблюдений. Так, в почвенных пробах, взятых 26 октября, перед уходом растений в зиму, обнаружены лишь следы нитратов. Между тем условия увлажнения почвы были наиболее благоприятными.

Касаясь причин уменьшения содержания нитратов на пару в конце августа, заметим, что согласно литературных данных [25, 20] их может быть несколько. Одной из них является вымывание, вернее, передвижение нитратов из пахотного горизонта в нижележащий слой под действием дождей, выпавших в августе. (К сожалению, мы не определяли нитраты по профилю почвы.) Как явствует из таблицы 5, в первой и второй декадах августа выпало 92,9 мм осадков, т. е. почти в три раза больше, чем в течение всего июля месяца, причем большая часть дождей была ливневого характера. При этом следует учитывать и то обстоятельство, что на пару передвижение нитратов из пахотного слоя в нижележащий происходит значительно сильнее, чем в почве, покрытой растительностью.

Следующей причиной уменьшения количества нитратов в почве к концу лета А. А. Шмук считает течение своеобразных процессов биологического поглощения, понимая под ним потребление тех или иных веществ в почве населяющими ее микроорганизмами как элементов непосредственного усвоения и питания. „Увеличение биологического поглощения нитратов во вторую половину вегетационного периода, — указывает А. А. Шмук, — может иметь место благодаря

тому, что нитрификационный процесс косвенно способствует растворению фосфатов, и почвенный раствор делается к осени более благоприятным в смысле полноценности его для развития микроорганизмов, использующих как растворимый фосфор, так и образованную селитру" [25].

Наконец, одной из причин уменьшения количества нитратного азота в почве в конце августа является весьма слабая оструктуренность подопытной почвы (см. табл. 1). Академик В. Р. Вильямс [3] именно со структурой почвы связывает возможность накопления в ней азота. В бесструктурной почве, указывал в свое время В. Р. Вильямс, вода и воздух антагонисты: или вода занимает все поры (осень, весна) или воздух (лето). В зависимости от этого в почве преобладает то анаэробный, то аэробный процесс [4]. В соответствии с только что сказанным, уменьшение нитратов в почве к концу лета могло быть вызвано ослаблением аэробного процесса вследствие заполнения большинства пор почвы водой, поскольку в августе (в I и II декадах) выпало много осадков (см. табл. 5).

Таким образом, перечень некоторых причин уменьшения количества нитратов в пахотном слое к концу лета говорит о возможности значительных колебаний содержания NO_3 в почве за вегетационный период в зависимости от окружающих условий.

Что касается исчезновения нитратов в пахотном слое почвы в октябре месяце, то следует заметить, что главной причиной его является понижение температуры почвы, на что указывал в свое время Д. И. Прянишников. "Нитрификация, — писал он, — требует доступа воздуха, а поэтому определенной влажности, определенной температуры (лучше всего 25—30°)" [17]. Вследствие понижения температуры в пахотном слое почвы, вскоре после начала роста растений (озимых) нитраты совсем исчезают из почвы, что создает, как указывает А. А. Шмук, характерные условия развития растений при видимом отсутствии содержания нитратов в почве [25].

Однако следует иметь в виду, что при рассмотрении вопроса об обеспеченности той или иной почвы азотом нельзя ограничиваться данными только нитратной формы азота. Необходимо учитывать, как указывает Ф. К. Воробьев [6], и гидролизуемые соединения азота, которые представляют собой важнейший и ближайший резерв азотистого питания растений. И, наконец, чтобы судить об азотном балансе почвы, нужно знать и валовой азот, являющийся потенциальным запасом его в почве.

Учитывая сказанное выше, мы определили содержание нитратного азота, гидролизуемого и валового, причем определения осуществлялись в почвенных образцах, взятых перед посевом озимых (табл. 10).

Таблица 10

Сравнительное содержание различных форм азота в серой лесной слабооподзоленной почве на пару перед посевом озимых

| Варианты опыта | № разреза | Содержание в пахотном слое | | | | |
|---|-----------|----------------------------|----------------------|---------------------|-----|------------------------------------|
| | | нитратного азота | гидролизуемого азота | валового азота | | % гидролизуемого азота от валового |
| | | | | в мг на 100 г почвы | в % | |
| Без удобрений | 162 | 1,14 | 6,1 | 0,17 | 170 | 4 |
| Навоз 20 т + известь по 0,5 гидр. кислоты | 164 | 1,60 | 9,7 | 0,19 | 190 | 5 |

Данные таблицы 10 указывают на известную обеспеченность почвы опытного участка азотом перед посевом озимых. Около 5% потенциального запаса составляли соединения гидролизуемого азота, являющегося важнейшим резервом азотистого питания растений.

Заканчивая рассмотрение сезонной динамики нитратов на пару, следует подчеркнуть, что нитрификационный процесс в почве парового поля приводит в конечном итоге к значительному накоплению селитры. У А. А. Шмука [25] имеется указание о том, как можно приблизительно пересчитать содержание азота нитратов в одном килограмме почвы на содержание селитры (в кг) на 1 гектар почвы. Для этого нужно помножить найденное количество миллиграммов азота нитратов в килограмме почвы на 21,2. Пользуясь этим указанием, мы подсчитали, сколько селитры содержалось в пахотном слое одного гектара перед посевом озимых. (В почвенных пробах от 24 августа.) Эти величины представлены в таблице 11.

Таблица 11

| Варианты | № разреза | Нитраты | Азот нитратов | Селитра (в кг на 1 га). Пахотный слой |
|--|-----------|--------------------|---------------|---------------------------------------|
| | | в мг на 1 кг почвы | | |
| Без удобрений | 162 | 49,8 | 11,4 | 241,7 |
| Навоз 20 т/га + известь по 0,5 гидр. кислоты | 164 | 70,9 | 16,0 | 339,2 |

Данные таблицы 11 указывают на значительное накопление усвояемого азота в почве парового поля. В самый ответственный период обработки пара — перед посевом озимых — содержание селитры в пахотном слое одного гектара выражалось величиной порядка 241—339 кг. Названные показатели свидетельствуют о значительных запасах усвояемого азота, если учесть, что селитра как удобрение вносится не более 0,1—0,4 т на 1 гектар. При этом следует заметить, что на участках, удобренных навозом и известью, накопление селитры в почве на пару происходит более интенсивно.

Перейдем к рассмотрению сезонной динамики подвижной фосфорной кислоты.

Почва парового поля, как указывалось раньше, нуждается в фосфоре. Количество подвижной P_2O_5 в пахотном слое составляет всего лишь 8—10 мг на 100 г почвы (см. табл. 2). Между тем считается установленным, что нормальное содержание ее в почве, при котором растение не испытывает недостатка в фосфоре, должно быть более 20 мг на 100 г почвы [8, 14].

Приступая к изучению данного вопроса, мы имели в виду проследить динамику подвижной фосфорной кислоты на пару за вегетационный период и влияние на нее половинных доз удобрений. Исследования подобного рода представляют большой интерес прежде всего потому, что использование растениями фосфорной кислоты вносимых удобрений происходит далеко не так легко и полно, как использование азота минеральных азотистых удобрений. В большинстве случаев, как указывает Д. Н. Прянишников, использование растениями фосфорной кислоты даже растворимых фосфорных удобрений составляет всего 15—30% для первой культуры, идущей по удобрению. По сравнению с другими, наиболее часто применяемыми, минеральными удобрениями (азотистыми, калийными) коэффициент использования фосфатов растениями является наиболее низким. Так,

например, по данным Кенига и Нейбауера¹, коэффициент использования минеральных удобрений в среднем составляет (в %):

| | NO ₃ | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|--------------|-----------------|-------------------------------|------------------|
| По Кенигу | 80 | 25 | 66 |
| По Нейбауеру | — | 15—33 | 60 |

Эти цифры, пишет далее Д. Н. Прянишников, показывают, что если при применении азотистых и калийных удобрений растения в первый же год используют $\frac{2}{3}$ — $\frac{4}{5}$ от данного в удобрении количества NO₃ и K₂O, то при внесении фосфатов в лучшем случае используется $\frac{1}{3}$, а то и $\frac{1}{6}$ внесенной P₂O₅. Остальное количество закрепляется почвой и в неопределенных количествах постепенно используется последующими посевами [17].

При изучении сезонной динамики подвижной P₂O₅ важно также знать, какую долю занимает она в валовом содержании фосфорной кислоты. С этой целью мы определили в почвенных образцах, взятых с неудобренных делянок перед посевом озимых, содержание валовой и подвижной фосфорной кислоты. В таблице 12 приведены результаты этих определений. Данные таблицы показывают, что общее содержание фосфорной кислоты в пахотном слое серой лесной слабоподзоленной почвы выражается величиной порядка 590—600 мг, а в темносерой (в слое 0—10 см) — 950—1000 мг на 1 кг почвы. Количество же подвижной P₂O₅ не превышает 90 мг в серой разности и 111 мг на 1 кг почвы в темносерой, что составляет соответственно 14—15 и 10—11% от валовой фосфорной кислоты. Однако по сравнению с аналогичными почвами других областей лесостепи, подопытные почвы как серая, так и темносерая отличаются большей подвижностью фосфорной кислоты. Например, в серой и темносерой разностях лесостепных оподзоленных почв Томской области [20] содержание валовой фосфорной кислоты достигает 1400 мг на 1 кг почвы, а количество подвижной P₂O₅ не превышает 50 мг, т. е. составляет всего лишь 5—7%, а в темносерой почве 1,8—2,5% от валовой фосфорной кислоты (см. табл. 12).

Таблица 12

Содержание различных форм фосфорной кислоты в лесостепных оподзоленных почвах²

| Название почвы и места взятия почвенных образцов | № разреза | Горизонт и глубина образца в см | Валовая P ₂ O ₅ в мг на 1 кг сухой почвы | Подвижная P ₂ O ₅ | |
|---|-----------|---------------------------------|--|---|--|
| | | | | в мг на 1 кг почвы | в % от валовой P ₂ O ₅ |
| Серая лесостепная слабоподзоленная. Столбищенский район, Тат. АССР | 155 | A _n 0—22 | 592 | 88 | 14,8 |
| | 172 | A _n 0—22 | 607 | 89 | 14,6 |
| Темносерая лесостепная слабооподзоленная. Столбищенский район, Тат. АССР (по исследованиям 1952 г.) | 18 | A _n 0—10 | 1003 | 111 | 11,0 |
| | 19 | A _n 0—10 | 952 | 95 | 9,98 |
| Серая лесостепная среднеоподзоленная. Томская область ³ | 1 | A ₁ 1—11 | 990 | 50 | 5,0 |
| | | A ₂ 17—27 | 670 | 50 | 7,4 |
| Темносерая слабоподзоленная. Томская область ³ | 2 | A ₁ 0—10 | 1400 | 25 | 1,8 |
| | | A ₁ 10—19 | 980 | 25 | 2,5 |

¹ Заимствовано из работы Д. Н. Прянишникова „Применение фосфатов и их действие на растения“. Избр. соч., том 1, 1952.

² По новой классификации почв они называются серые лесные.

³ Данные заимствованы из работы Т. П. Славинной [20], стр. 153, таблицы 57 и 58.

Динамика подвижной фосфорной кислоты в почве парового поля была прослежена в те же сроки, которые указывались в начале статьи. Результаты анализа представлены таблицей 13 и графически изображены на рисунке 3.

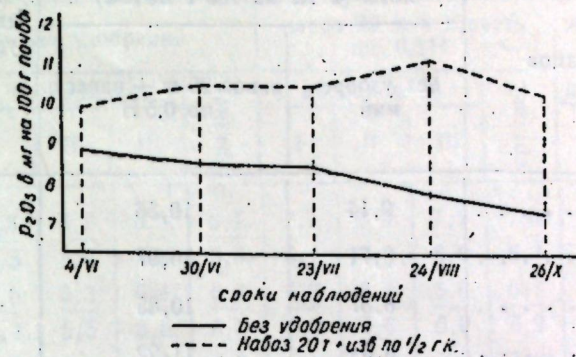


Рис. 3. Динамика подвижной фосфорной кислоты в пахотном слое почвы на пару за вегетационный период.

Таблица 13

Динамика подвижной фосфорной кислоты в пахотном слое почвы на пару за вегетационный период 1953 г.

(по Кирсанову, в мг P₂O₅ на 100 г почвы)

| Сроки взятия образцов | Без удобрений | | | | Навоз 20 т + изв по 0,5 Н | | | |
|-----------------------|---------------|------|------|---------|---------------------------|-------|-------|---------|
| | повторности | | | среднее | повторности | | | среднее |
| | I | II | III | | I | II | III | |
| 4 июня | 8,77 | 8,77 | 9,90 | 9,14 | 8,77 | 11,50 | 11,40 | 10,56 |
| 30 июня | 8,25 | 9,71 | 8,17 | 8,71 | 11,10 | 10,90 | 10,90 | 10,97 |
| 23 июля | 8,17 | 8,02 | 9,54 | 8,57 | — | 10,90 | 10,80 | 10,85 |
| 24 августа | 7,31 | — | 8,85 | 8,08 | 12,10 | — | 10,33 | 11,22 |
| 26 октября | 6,65 | 9,30 | 6,10 | 7,35 | 12,50 | 9,38 | 9,38 | 10,42 |

Из данных, приведенных в таблице 13, видно, что с первого же срока наблюдений на участках, где были внесены половинные дозы удобрений, констатируется большее количество усвояемой P₂O₅ по сравнению с делянками неудобренными, причем повышенное содержание подвижной фосфорной кислоты сохраняется здесь в течение всего вегетационного периода. Следовательно, изучаемый Биологическим институтом КФАН СССР вариант системы удобрений для полевого севооборота (навоз 20 т/га + P₆₀K₆₀ + изв по 0,5 гидр. кислотности) способствует накоплению подвижной фосфорной кислоты в пахотном слое почвы.

Кроме того, необходимо отметить, что наибольшее увеличение содержания подвижной фосфорной кислоты в почве удобренных участков наблюдается в самый ответственный период обработки пара — перед посевом озимых (24 августа) и перед уходом растений в зиму (26 октября). Сказанное подтверждается следующими данными сравнительной таблицы 14¹.

¹ Составлено на основании данных таблицы 13.

Таблица 14

| Сроки взятия образцов | Среднее (из 3 повторностей) содержание подвижной фосфорной кислоты (в мг на 100 г почвы) | | Увеличение подвижной P_2O_5 на удобренных участках (в мг на 100 г почвы) |
|--------------------------|--|-------------------------------|--|
| | без удобрений | навоз 20 т + известь по 0,5 Н | |
| 4 июня | 9,14 | 10,56 | 1,42 |
| 30 июня | 8,71 | 10,97 | 2,26 |
| 23 июля | 8,57 | 10,85 | 2,28 |
| 24 августа | 8,03 | 11,22 | 3,14 |
| 26 октября | 7,35 | 10,42 | 3,07 |

Таким образом, удобрения изучаемого института варианта проявляют свою эффективность уже в пару и в наиболее ответственные ериоды его обработки.

Касаясь причин, обуславливающих увеличение количества подвижной фосфорной кислоты в серой лесной слабоподзоленной почве, следует отметить, что главной из них является благотворное влияние извести, внесенной вместе с навозом, которая, как показали исследования Д. Л. Аскинази [2], Л. И. Кораблевой [10] и других, усиливает микробиологическую деятельность почвы и тем самым способствует превращению труднорастворимых соединений фосфорной кислоты в легкоусвояемые фосфаты, определяемые по методу Кирсанова.

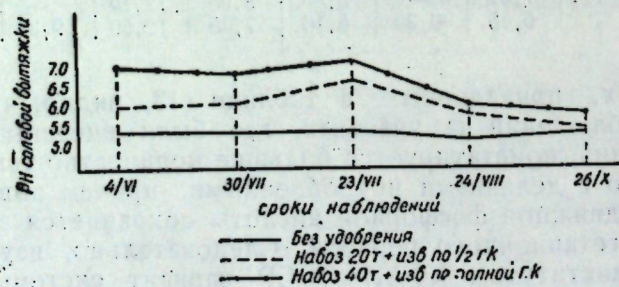


Рис. 4. Динамика реакции почвы (рН) в пахотном слое на пару за вегетационный период.

Наряду с изучением динамики нитратов и подвижной фосфорной кислоты мы проследили также изменение реакции почвы (рН). Последняя, как известно, имеет большое значение в биохимических и микробиологических процессах, протекающих в почве и обуславливающих собой ее пищевой режим. Об изменениях реакции почвы на пару в течение вегетационного периода дают представление таблица 15 и рисунок 4.

Таблица 15

Изменение реакции почвы (рН) в пахотном слое на пару за вегетационный период 1953 г.¹

| Сроки взятия почвенных образцов | Системы удобрений в севообороте | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-----|-----|---------|-------------------------------|-----|-----|---------|-----------------------------|-----|---------|
| | без удобрений | | | | навоз 20 т + известь по 0,5 Н | | | | навоз 40 т + известь по 1 Н | | |
| | повторности | | | среднее | повторности | | | среднее | повторности | | среднее |
| | I | II | III | | I | II | III | | I | II | |
| 4 июня | 6,5 | 6,7 | 6,9 | 6,7 | 7,1 | 6,9 | 7,2 | 7,0 | 7,7 | 7,4 | 7,6 |
| 30 июня | 5,5 | 5,6 | 5,8 | 5,6 | 6,4 | 6,2 | 6,5 | 6,3 | 7,6 | 7,3 | 7,4 |
| 23 июля | 6,6 | 6,3 | 6,4 | 6,4 | 6,9 | 6,4 | 6,6 | 6,7 | 7,0 | 6,8 | 6,9 |
| 24 августа | 5,4 | 5,5 | 5,6 | 5,5 | 7,0 | 5,6 | 6,0 | 6,2 | 6,5 | 6,7 | 6,6 |
| 26 октября | 6,1 | 6,1 | 6,5 | 6,3 | — | 7,0 | 7,2 | 7,0 | 7,3 | 7,2 | 7,2 |
| 4 июня | 5,5 | 5,4 | 5,7 | 5,5 | — | 6,8 | 7,0 | 6,9 | 7,2 | 7,2 | 7,2 |
| 30 июня | 6,2 | 6,6 | 6,5 | 6,4 | 6,8 | 6,0 | 7,0 | 6,6 | 6,7 | 6,9 | 6,8 |
| 23 июля | 5,1 | 5,4 | 5,4 | 5,3 | 5,8 | 5,5 | 6,0 | 5,8 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| 24 августа | 6,2 | 6,8 | 6,9 | 6,7 | 6,8 | 6,7 | 7,0 | 6,9 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| 26 октября | 5,3 | 5,4 | 6,8 | 5,4 | 5,7 | 5,4 | 5,5 | 5,5 | 5,9 | 5,6 | 5,8 |

Данные таблицы указывают на слабую кислотность почвы парового поля. На контрольных делянках рН водной вытяжки выражается величиной 6,3—6,7, солевой — 5,3—5,6. Внесение извести на пару² оказало определенное влияние на реакцию серой лесной слабоподзоленной почвы. На участках, где вместе с навозом внесена известь, в первый же срок наблюдений констатируется сдвиг реакции почвы в сторону подщелачивания, причем этот сдвиг сохраняется в течение всего вегетационного периода. Эффективность влияния извести на реакцию почвы находится в известной зависимости от дозы известковых удобрений. Там, где известкование осуществлялось по полной гидролитической кислотности, влияние его сказалось сильнее, чем на участках, где известь вносилась по половинной гидролитической кислотности.

Между величинами рН водной вытяжки и солевой констатируется известная сопряженность: в течение всего вегетационного периода, за исключением последнего срока наблюдений, вторая величина изменяется аналогично первой (табл. 15).

Заканчивая рассмотрение сезонной динамики реакции почвы, можно сделать следующий общий вывод: реакция подопытной почвы парового поля — слабокислая и довольно устойчивая в течение всего вегетационного периода; известь, внесенная в пару по полной и половинной гидролитической кислотности, оказывает положительное влияние на реакцию почвы, сдвигая ее в щелочную сторону, улучшая тем самым режим питательных веществ в серой лесной почве.

Из всего сказанного о динамике нитратов и подвижной фосфорной кислоты в почве парового поля видно, что изучаемый Биологическим институтом КФАН СССР вариант системы удобрений для полевого севооборота оказывает благотворное влияние на питательный режим серых лесных слабоподзоленных почв. Происходит накопление усвояемого азота и подвижной фосфорной кислоты в па-

¹ В числителе указывается рН водной вытяжки, а в знаменателе — солевой.
² Известь вносилась в почву осенью 1952 года.

хотном слое, и частично понижается кислотность почвы. Вследствие указанных изменений почва полнее удовлетворяет требования растений к воде и питательным веществам и повышает урожай сельскохозяйственных культур. Об этом свидетельствует урожай озимой ржи, представленный таблицей 16.

Таблица 16

Урожай озимой ржи по различным системам удобрений, собранный в 1954 году
(в центнерах с гектара)

| Система удобрения | Урожай зерна ржи | Прибавка урожая | |
|---|------------------|-----------------|-----|
| | | в ц/га | в % |
| Без удобрений | 13,75 | — | — |
| Навоз 20 т + P ₆₀ K ₆₀ + известь по 0,5 гидр. кислотности | 19,37 | 5,62 | 40 |
| Навоз 40 т + известь по полной гидролит. кислотности | 21,85 | 8,10 | 58 |

Данные таблицы показывают, что на удобренных участках урожай озимой ржи увеличился на 5—8 ц с гектара. По эффективности действия удобрений на урожай наблюдается различие между полными и половинными дозами. От полной дозы удобрений была получена прибавка урожая озимой ржи 8,10 ц с гектара (58%), от половинной дозы — 5,62 ц с гектара (40%). Таким образом, в первый год после внесения удобрений, как и следовало ожидать, полные дозы дают большую прибавку урожая, чем половинные. Однако, если учесть, что при двукратном внесении в ротацию севооборота половинных доз удобрений достигается более экономное и рациональное использование их, то прибавка урожая, достигающая 40%, представляет собою убедительный показатель эффективности половинных доз удобрений в условиях правильного севооборота на серых лесных почвах.

Выводы

1. Исследованиями 1953 года установлено, что почва парового поля является типичной серой лесной слабоподзоленной, по механическому составу суглинистой, с содержанием гумуса в пахотном слое от 3 до 3,5%. Типичность почвы даст возможность в дальнейшем перенести полученные результаты исследований по комплексной теме на серые лесные почвы Татарии.

2. Обеспеченность почвы азотом и фосфором низкая. Содержания гидролизуемого азота в пахотном горизонте не превышает 6—9 мг, а подвижной фосфорной кислоты — 9—10 мг на 100 г почвы. Нуждаемость в извести средняя.

3. Изучаемый Биологическим институтом КФАН СССР вариант системы удобрений для полевого севооборота проявляет свое действие уже в пару, повышая накопление нитратов и усвояемой фосфорной кислоты в серых лесных почвах.

4. В первый год после внесения в почву навоза и извести действие их в смысле накопления минеральной пищи для растений находится в известной зависимости от дозы. Полные дозы удобрений (навоз 40 т + известь по 1 Н) проявляют большую эффективность, чем половинные (навоз 20 т + известь по 0,5 Н).

5. Известь, внесенная в пару по полной и половинной гидролитической кислотности, несколько понижает кислотность серой лесной слабоподзоленной почвы. Констатируется сдвиг реакции почвы (рН) в щелочную сторону.

6. Указанные изменения в режиме питательных веществ и кислотности почвы обусловили повышение урожайности озимой культуры, высеваемой на пару. На участках, удобренных навозом и известью, урожай озимой ржи на 40—58% выше, чем на неудобренных.

7. По эффективности действия на урожай полные дозы удобрений в первый год после внесения их в почву превосходят половинные. От полной дозы удобрений была получена прибавка урожая озимой ржи 8,10 ц с гектара, или 58%, от половинной — 5,62 ц с гектара, или 40%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонин Н. С. Мобильность питательных веществ в почве в зависимости от ее культурного состояния. „Химизация соц. земледелия“, № 2, 1932.
2. Аскинази Д. Л. Фосфатный режим почвы и известкование с кислой реакцией. Изд. АН СССР, 1949.
3. Вильямс В. Р. Вопросы повышения урожайности и реконструкции сельского хозяйства. Изд. „Новый агроном“, 1929.
4. Вильямс В. Р. Основы общего земледелия. Сельхозгиз, 1930.
5. Винокуров М. А. Влияние с.-х. деятельности человека на химико-морфологические черты чернозема лесостепной полосы Западной Сибири. Омск, 1927.
6. Воробьев Ф. К. Динамика соединений азота в подзолистой почве и роль азотобактера. Доклады с.-х. Академии, вып. 5, 1947.
7. Воробьев Ф. К. и Смирнов П. М. Влияние систематического применения удобрений в севообороте на превращение соединений азота в дерново-подзолистой почве. Питание растений и удобрения. Сборник научных работ по агрономической химии. М., 1954.
8. Кирсанов А. Т. Методы определения потребности почв в фосфорнокислых удобрениях. Труды Почвен. ин-та им. Докучаева, т. XII, 1935.
9. Ключков А. М. Углубление пахотного слоя черноземных почв Мордовской АССР. Мордовское гос. издательство, Саранск, 1951.
10. Короблева Л. И. Влияние длительного действия извести на кислотность подзолистых почв. „Почвоведение“, № 9, 1948.
11. Колоскова А. В. Влияние глубокой вспашки на сезонную динамику некоторых элементов плодородия на серой слабоподзолистой почве. Уч. зап. КГУ, т. 113, кн. 1, 1953.
12. Красильников Н. А. Микроорганизмы и плодородие почв. „Агробиология“, № 6, 1952.
13. Кудрявцева А. А. Селитра в почве. М., 1927.
14. Лебедев Б. А. Почвы Свердловской области. Свердловск, 1949.
15. Лысенко Т. Д. О задачах ВАСХНИЛ по выполнению решений XIX съезда партии в области развития сельского хозяйства СССР. „Агробиология“, № 6, 1952.
16. Маслова А. Л. Изменение свойств чернозема под влиянием его многолетнего парования. Научно-агрономический журнал, № 6, 1927.
17. Прянишников Д. Н. Применение фосфатов и их действие. Избр. соч., т. 1, 1952.
18. Прянишников Д. Н. Аммиак, нитраты и нитриты как источник азота для высших растений. Из результатов вегет. опытов и лабор. работ, т. XIII, 1925.
19. Ремезов Н. П. Влияние известкования на динамику почвенных процессов. Почва и удобрение. Труды НИУ, вып. 65, 1930.
20. Славина Т. П. Азот, фосфор и калий в лесостепных оподзоленных почвах Томской области. Тр. Томского гос. ун-та, т. 109, серия почвоведения, 1949.
21. Соколов А. В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений, изд. АН СССР, 1947.
22. Тюрин И. В. и Кононова М. М. О новом методе определения потребности почв в азоте. Труды почвенного ин-та им. Докучаева, т. X, вып. 4, 1934.
23. Тюрин И. В. Повышение плодородия и культурного состояния почв СССР — важнейшая проблема почвоведения и земледелия. „Почвоведение“, № 3, 1954.
24. Тюменцев Н. Ф. К вопросу об азотном режиме серых деградированных суглинков Томской опытной станции и перспективах химизации. Труды конференции по изучению и освоению производительных сил Сибири, том VII, 1946.
25. Шмук А. А. Динамика режима питательных веществ в почве. Т. 1, 1950.
26. Ярусов С. С. Известкование подзолистых почв. Огиз — Сельхозгиз, 1948.

С. М. Самосова

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ И УРОЖАЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ
ГОРДЕИФОРМЕ 496

ГЛАВА I

Проблема минерального питания растений и связанная с ней проблема рационального использования минеральных удобрений с давних пор стоят в центре задач практической агрономии. Благодаря этому агрономическая литература накопила большой материал по вопросу о влиянии минерального питания на урожай сельскохозяйственных культур.

Практика применения минеральных удобрений страдала сначала тем недостатком, что удобрения вносились в почву только перед посевом. Этот прием не мог удовлетворить полностью потребности растений в элементах минерального питания, меняющейся с возрастом.

Много нового внесли в агрономическую практику передовики социалистического сельского хозяйства, используя прием подкормок.

Н. С. Авдонин [1—3], А. В. Соколов [35], В. П. Попов [28] и ряд других авторов дали в своих работах физиологическое обоснование приема подкормок.

Во многих трудах по вопросам минерального питания в качестве критерия его влияния на растения авторы пользовались лишь величиной конечного урожая. При таком подходе, однако, нельзя было получить надлежащего причинного физиологического освещения полученных опытных данных. Как положительное явление следует отметить, что в физиологической литературе имеется уже немало работ, в которых делаются попытки проследить связь различных сторон жизнедеятельности растения с условиями его питания.

Некоторые авторы рассматривают удобрение только как питательный материал для растений. Другие авторы рассматривают минеральное питание как фактор, способствующий лучшему развитию корневой системы растений, вследствие чего улучшается обеспечение растений водой и пищей, что, в свою очередь, определяет величину урожая [37].

Д. А. Сабинин [29], Н. З. Станков [39], Н. С. Петин и Г. А. Зак [26], Б. А. Чижев [43] рассматривают положительное влияние минерального удобрения на урожай как результат его воздействия на элементы структуры урожая. Этим, однако, еще не дается физиологическое объяснение влияния элементов минерального питания на

урожаем. Для последнего требуется более углубленный физиологический анализ. В связи с этим, ряд авторов пытается связать влияние элементов минерального питания на урожай с их влиянием на процессы обмена веществ [16, 18, 30, 22].

Наконец, ряд авторов указывает на влияние элементов минерального питания на водный режим растений, а через него на другие физиологические процессы и в конечном итоге на урожай [7].

Теоретические предпосылки, исходя из которых можно предполагать влияние минерального питания на водный режим растений, сводятся к следующему. Коллоиды тела растения относятся к числу гидрофильных коллоидов. Гидратация молекул и мицелл высокополимерных веществ, каковыми являются коллоиды протоплазмы, происходит по местам активных групп. Такими активными группами могут быть либо ионизированные, либо полярные радикалы. У белков активными точками могут быть ионизированные участки аминокислот: NH_3^+ и COO^- . Гидратация по таким точкам называется ионной гидратацией. Неионизированными активными точками могут быть гетерополярные группы: NH_2 , NH , CO , OH , COOH . Гидратация по ним называется электронейтральной гидратацией; причиной ее является молекулярное взаимодействие между водой и мицеллами растворенного вещества.

Гидратация мицелл высокополимерных коллоидов может быть поверхностной (мицеллярной) и внутренней (пермутоидной или молекулярной). Гидратированные молекулы или мицеллы покрываются сферой воды, связанной с ними и состоящей из нескольких слоев. Мицеллы, благодаря ионизации слагающих их молекул или адсорбции ионов, могут иметь свободный заряд, вследствие чего вокруг мицеллы создается электрическое поле, усиливающее связь и ориентировку вокруг мицелл дипольных молекул воды. В результате этого вокруг мицеллы образуется диффузная сфера связанной воды большой толщины, которая препятствует агрегации мицелл и тем самым повышает стойкость коллоидной системы.

Гидратация, обусловленная силами дополнительной валентности полярных молекул, называется хемогидратацией. Кроме нее коллоидные мицеллы могут связывать воду осмотическим путем за счет растворимой фракции низкого молекулярного веса, находящейся между молекулами в мицеллах гидрофильного коллоида, и путем механической иммобилизации воды при движении и изгибании этих молекул (структурно связанная вода). Вода, составляющая гидратацию коллоидно-дисперсных веществ в клетке, представляет коллоидно-связанную воду, а вода, пошедшая на гидратацию молекулярно-дисперсных веществ клетки, представляет осмотически связанную воду. Эти две категории воды составляют в сумме всю связанную воду в клетке. В зависимости от соотношения количества молекулярно-дисперсных и коллоидно-дисперсных веществ в клетке меняется соотношение между содержанием коллоидно- и осмотически связанной воды.

Согласно многим исследованиям в области коллоидной химии, электролиты в малых концентрациях оказывают положительное влияние на гидратацию коллоидов протоплазмы.

Уменьшение набухания в более крепких растворах электролитов объясняется осмотическим действием таких растворов, отнимающих воду от коллоидных мицелл.

Исходя из вышесказанного, можно прийти к заключению, что электролиты, способствуя в малых концентрациях связыванию воды коллоидными мицеллами и их слагающими молекулами, способствуют повышению водоудерживающей способности растения, что играет немаловажную роль в повышении устойчивости растения против

неблагоприятных внешних условий, вызывающих обезвоживание растения.

Если свободная вода в растении обуславливает физиологическую активность растения, то „связанная вода, обуславливая агрегативную устойчивость гидрофильных коллоидов протоплазмы, определяет устойчивость растения против различных неблагоприятных условий: засухи, мороза и т. п.“ [5, стр. 153].

Содержание электролитов в растениях должно быть связано с условиями их минерального питания. Исходя из этого, нужно ожидать зависимость водного режима растения от его минерального питания.

Вопросу о влиянии минерального питания на водный режим растений посвящены работы многих авторов [41, 15, 21, 31, 45, 18]. Эти исследования проводились главным образом в 1937—1939 годах. В последующие годы он был как бы предан забвению, несмотря на огромную его важность в деле борьбы с засухой в сельском хозяйстве.

Затем вопрос о влиянии минерального питания на водный режим растений был поднят вновь профессором Казанского университета А. М. Алексеевым, который, совместно с сотрудниками кафедры физиологии растений университета и лаборатории физиологии растений Биологического института Казанского филиала Академии наук СССР, начал обстоятельное и всестороннее его изучение. Данные, полученные лабораторией физиологии растений КФАН СССР за это время, говорят о положительном влиянии элементов минерального питания на состояние водного режима растений [8, 9]. В результате проведенных ими полевых опытов выяснилось, что фосфор, внесенный в фазе кущения, и азот, внесенный в фазе колошения, оказывают наиболее благоприятное воздействие на водный режим листьев пшеницы. Под их влиянием в листьях растений значительно повышается количество коллоидно связанной воды, что представляет основной фактор агрегативной устойчивости коллоидов плазмы растения [11].

Вышеуказанные работы были проведены с мягкой пшеницей *Lutescens* 062. Мы в своих исследованиях поставили себе задачей изучение влияния минерального питания на водный режим твердой пшеницы Горденформе с той целью, чтобы, создавая определенные условия минерального питания и регулируя этим состояние водного режима растений, поднять степень засухоустойчивости и добиться повышения урожая этой пшеницы. В своих исследованиях мы исходили из работ А. М. Алексеева и его сотрудников, из тех коллоидно-химических представлений относительно водного режима растений, которые в этих работах приводятся.

ГЛАВА II

ПОСТАНОВКА ОПЫТА, МЕТОДИКА РАБОТЫ

Изучение влияния минерального питания на водный режим и урожай твердой пшеницы *Hordeiforme* 496 проводилось в вегетационном домике Казанского филиала АН СССР в 1949 и 1950 гг. методом почвенных культур.

В опытах 1949 года изучалось влияние азотной и фосфорной, а также комбинированной азотно-фосфорной подкормок, даваемых по всходам и перед колошением, на водный режим и урожай твердой пшеницы в условиях оптимального водоснабжения и почвенной засухи. Оптимальным водоснабжением считалось 70% влажности от полной влагоемкости почвы. Почвенная засуха создавалась прекращением полива растений до достижения удвоенной максимальной гигроскопичности.

Схема опытов предусматривала следующие варианты по типу питания и водоснабжения растений:

1. NPK — контроль
2. NPK + P по всходам
3. NPK + N по всходам
4. NPK + P перед колошением
5. NPK + N перед колошением
6. NPK + P по всходам + N перед колошением

} оптимальное водоснабжение

Растения тех же вариантов подвергались засухе перед колошением. Почва для опытов была взята с поля Казанской государственной селекционной станции. Разность почвы — дерново-подзолистая, среднегумусированная, среднесуглинистая. Полная ее влагоемкость 43%, максимальная гигроскопичность 3,1%.

При набивке сосудов в каждый было внесено в растворенном виде в качестве основного удобрения:

| | |
|-----------------------------|---------|
| суперфосфата | 1,38 г, |
| аммиачной селитры | 0,67 г, |
| хлористого калия | 0,39 г. |

3 июня давалась первая подкормка, 6 июля — вторая. Азот и фосфор в подкормках вносились в таких же дозах, как и в основном удобрении. Пшеница выращивалась весь период вегетации при 70% влажности от полной влагоемкости почвы, за исключением сосудов тех вариантов, где создавалась временная почвенная засуха перед колошением. Почвенная засуха длилась с 10 по 19 июля. Уборка урожая была произведена 25 августа.

Опыты 1950 года распадалась на 3 серии. Задачей опытов 1-й серии было изучение влияния фосфорной и комбинированной фосфорно-азотной подкормки в соотношении $\frac{2P}{N}$, даваемых по всходам, на водный режим и урожай твердой пшеницы

в условиях оптимального водоснабжения и почвенной засухи. В опытах испытывалось влияние засухи в фазе кущения на урожай и засухи в фазе колошения на водный режим и урожай пшеницы. Схема опытов этой серии была следующая:

1. NPK
2. NPK + P по всходам
3. NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам

} оптимальное водоснабжение

Растения тех же вариантов перед кущением и перед колошением подвергались засухе. Ранняя длилась с 3 по 14 июня, поздняя — с 1 по 17 июля.

Задачей опытов 2-й серии было изучение влияния различных соотношений доз азота и фосфора в подкормке на урожай твердой пшеницы в условиях оптимального водоснабжения. Опыт был рассчитан на возможность введения поливного земледелия в условиях ТАССР. Схема опыта этой серии:

1. NPK — контроль.
2. NPK + P по всходам.
3. NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам.
4. NPK + $\frac{P}{N}$ по всходам.
5. NPK + $\frac{P}{2N}$ по всходам.

В 3-й серии опытов изучалось влияние различных дозировок основного удобрения и различного уровня водоснабжения на рост, развитие и урожай пшеницы Горденформе 496. Схема опыта 3-й серии следующая:

1. NPK + 70% вл. от полной влагоемкости почвы.
2. 2 (NPK) + 70% вл. от полной влагоемкости почвы.
3. NPK + 90% вл. от полной влагоемкости почвы.
4. 2 (NPK) + 90% вл. от полной влагоемкости почвы.

Таким образом, целью работы 1950 года было как изучение влияния подкормок на водный режим и урожай пшеницы Горденформе 496, так и выявление амплитуды реакции этой пшеницы на различный уровень минерального питания и водоснабжения.

Почву для опытов 1950 года брали с поля села Малые Кабаны, Столбищенского района, ТАССР, из-под пласта многолетних трав. Почва лесостепная слабоподзоленая суглинистая с содержанием гумуса в верхнем слое до 4,8%. Полная влагоемкость почвы — 44,6%, ее максимальная гигроскопичность — 3,37%. При набивке сосудов в почву каждого вносилось основное удобрение NPK:

| | |
|-----------------------------|---------|
| суперфосфата | 0,83 г, |
| хлористого калия | 0,25 г, |
| аммиачной селитры | 0,33 г. |

23 мая по всходам была внесена подкормка. Часть растений получила только фосфорную подкормку, часть — комбинированную, т. е. азот и фосфор совместно, лишь с разницей между вариантами в соотношении фосфора и азота. Дозы азота и фосфора в подкормках были такие же, как и в основном удобрении, внесенном при посеве.

В оба опытных года изучение состояния водного режима растений проводилось в фазы кущения, колошения (до засухи), цветения (в засуху) и в конце цветения и начале налива зерна (после засухи).

При изучении состояния водного режима в листьях пшеницы определялось: общее содержание воды, содержание свободной, общей связанной, коллоидно связанной и осмотически связанной воды; величины осмотического давления клеточного сока и сосущей силы листьев.

Содержание свободной воды определялось dilatометрическим методом, описанным Е. В. Лебеднищевой [19]. В наших опытах листья замораживались до -6°C . Количество связанной воды находилось по разности между общим количеством воды и количеством свободной воды. Содержание осмотически связанной воды определялось по формуле Окермана. Содержание коллоидно связанной воды находилось по разности между количеством всей связанной и количеством осмотически связанной воды. Величина осмотического давления клеточного сока листьев определялась микрокриоскопическим методом; величина сосущей силы листьев — компенсационным методом.

Одновременно с пробами листьев для исследования водного режима бралась проба для определения в листьях общего содержания азота и фосфора.

На протяжении вегетационного периода велись фенологические наблюдения, а по вызревании пшеницы учитывались структура и величина урожая.

ГЛАВА III

ИЗЛОЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТОВ

1. Данные по водному режиму листьев пшеницы

Рассмотрим влияние азотной, фосфорной и комбинированной подкормок на водный режим листьев пшеницы в условиях оптимального водоснабжения в фазы кущения и колошения.

Таблица 1

Влияние условий минерального питания на показатели водного режима листьев пшеницы в фазе кущения (количество воды в 2 г на 4 г сырой навески листьев)

| Варианты условий минерального питания растений | Общее содержание воды | Содержание свободной воды | Содержание связанной воды | Содержание осмотически связанной воды | Содержание коллоидно связанной воды | | Осмотическое давление клет. сока в атм | Сосущая сила листьев в атм |
|--|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--|----------------------------|
| | | | | | в граммах | в % от веса листьев | | |
| 1949 год | | | | | | | | |
| NPK | 3,33 | 1,00 | 2,33 | 0,19 | 2,14 | 320,0 | 4,21 | 2,60 |
| NPK + P по всходам | 3,28 | 0,80 | 2,48 | 0,33 | 2,15 ¹ | 298,0 | 7,38 | 4,29 |
| NPK + N по всходам | 3,54 ¹ | 0,44 | 2,90 | 0,31 | 2,59 | 390,0 | 6,90 | 3,95 |
| NPK + P перед колошением | 3,07 | 0,56 | 2,51 | 0,46 | 2,05 | 220,4 | 10,84 | 4,63 |
| NPK + N перед колошением | 3,12 ¹ | 0,50 | 2,62 | 0,34 | 2,28 | 260,6 | 8,00 | 4,29 ¹ |
| NPK + P по всходам + N перед колошением | 3,11 ¹ | 0,56 | 2,55 | 0,46 | 2,09 | 234,8 | 10,84 | 4,63 |
| 1950 год | | | | | | | | |
| NPK | 3,38 | 1,00 | 2,38 | 0,05 | 2,33 | 376,0 | 1,20 | 0 |
| NPK + P по всходам | 3,34 | 0,70 | 2,64 | 0,11 | 2,53 ¹ | 383,3 | 2,77 | 0 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 3,38 ¹ | 0,60 | 2,78 | 0,07 | 2,71 | 437,8 | 1,81 | 0 |

¹ Разность с контролем недостоверна.

В фазе кущения в листьях растений, получивших подкормки, содержание свободной воды снизилось, а содержание общей связанной, коллоидно и осмотически связанной воды повысилось. Изменились также величины осмотического давления клеточного сока и сосущей силы листьев в сторону повышения. В опытах обоих лет количество коллоидно связанной воды было больше в листьях растений, получивших азотную и комбинированную подкормку, по сравнению с растениями, получившими только фосфорную подкормку. Повышение содержания в листьях коллоидно связанной воды может происходить за счет или увеличения количества коллоидов, или степени гидратации коллоидов. Исходя из того, что сухой вес листьев в большей степени связан с количеством коллоидов, нами был высчитан коэффициент корреляции между сухим весом листьев и количеством коллоидно связанной воды в них. Отрицательные коэффициенты корреляций ($-0,48$ в 1949 г. и $-0,33$ в 1950 г.) и малая величина их указывают на то, что в фазе кущения содержание коллоидно связанной воды в листьях не зависело от количества коллоидов в них.

Осмотическое давление клеточного сока листьев в опытах обоих лет было выше у растений, получивших одни фосфорные подкормки. Сосущая сила листьев следовала за осмотическим давлением клеточного сока. В опытах 1950 года осмотическое давление клеточного сока листьев было очень невысоким. Это объясняется метеорологическими условиями периода, предшествовавшего определениям (частые осадки, повышенная относительная влажность и невысокая температура воздуха). Метеорологические условия вызвали и отсутствие сосущей силы листьев. Последнее обстоятельство указывает на высокую активность находившейся в листьях воды.

Таблица 2

Влияние условий минерального питания на показатели водного режима листьев пшеницы в фазе колошения (количество воды в 2 г на 4 г сырой навески листьев)

| Варианты условий минерального питания растений | Общее содержание воды | Содержание свободной воды | Содержание связанной воды | Содержание осмотически связанной воды | Содержание коллоидно связанной воды | | Осмотическое давление клет. сока в атм | Сосущая сила листьев в атм |
|--|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--|----------------------------|
| | | | | | в граммах | в % от сухого веса листьев | | |
| 1949 год | | | | | | | | |
| NPK | 3,14 | 1,17 | 1,97 | 0,23 | 1,74 | 200,0 | 5,42 | 3,95 |
| NPK + P по всходам | 3,15 ¹ | 0,72 | 2,43 | 0,45 | 1,98 | 232,5 | 10,48 | 5,30 |
| NPK + N по всходам | 3,15 ¹ | 0,50 | 2,65 | 0,33 | 2,32 | 272,9 | 7,60 | 4,29 |
| NPK + P перед колошением | 3,07 | 0,56 | 2,51 | 0,46 | 2,05 | 220,4 | 10,84 | 4,63 |
| NPK + N перед колошением | 3,12 ¹ | 0,50 | 2,62 | 0,34 | 2,28 | 260,6 | 8,00 | 4,29 ¹ |
| NPK + P по всходам + N перед колошением | 3,11 ¹ | 0,56 | 2,55 | 0,46 | 2,09 | 234,8 | 10,84 | 4,63 |
| 1950 год | | | | | | | | |
| NPK | 3,08 | 1,20 | 1,88 | 0,09 | 1,78 | 193,0 | 2,53 | 1,36 |
| NPK + P по всходам | 3,15 | 1,00 | 2,15 | 0,16 | 1,99 | 234,1 | 4,22 | 2,60 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 3,13 | 0,75 | 2,38 | 0,16 | 2,22 | 255,1 | 4,22 | 2,60 |

¹ Разность с контролем недостоверна.

Исследования водного режима листьев, проведенные в фазе колошения, дали возможность судить о степени устойчивости изменений водного режима листьев, вызванных подкормками, на дальнейших этапах развития растений, а также выяснить изменения состояния водного режима под влиянием подкормок, внесенных перед колошением.

Из таблицы 2 видно, что изменения водного режима листьев, вызванные внесением подкормок по всходам, сохранились и в фазе колошения, что свидетельствует об устойчивости изменений. С возрастом изменились, однако, величины показателей состояния водного режима листьев. В опытах 1949 года в фазе колошения вполне определено выявилось влияние ранней фосфорной подкормки на содержание коллоидно связанной воды в листьях, чего не наблюдалось в фазе кущения. В опытах обоих лет исследований в фазе колошения сохранился по вариантам опыта прежний характер изменений водного режима листьев растений. Подкормки, внесенные в опытах 1949 года перед колошением, также вызвали изменения состояния водного режима растений. В листьях растений указанных вариантов содержание свободной воды было повышено почти вдвое по сравнению с контролем, а содержание общей связанной, коллоидно и осмотически связанной воды — повышено. Содержание коллоидно связанной воды наиболее повышалось у растений, получивших азотную подкормку перед колошением, что объясняется, очевидно, омолаживающим действием на растения азота. У растений, получивших комбинированную подкормку в 1949 году, в листьях было несколько меньшее количество связанной и коллоидно связанной воды по сравнению с растениями, получившими только азотную подкормку перед колошением. Указанное обстоятельство можно объяснить тем, что омолаживающее влияние поздней азотной подкормки на растения, которым в раннем возрасте была дана фосфорная подкормка, сказалось в более слабой степени. В фазе колошения содержание общей связанной и коллоидно связанной воды в опытах обоих лет было наибольшим в листьях растений варианта с азотной или комбинированной азотно-фосфорной подкормкой, по сравнению с растениями, подкормленными только фосфором. Последние больше способствовали повышению осмотического давления клеточного сока и количества осмотически связанной воды, что объясняется старящим действием на растения фосфора. На то, что фосфор вызывает ускорение развития и старение растений, указывает в своих работах Е. Г. Петров и Е. Г. Минина [27], Н. Л. Удольская [41], Д. А. Сабинин [30], Г. С. Сойкина [33] и др.

Положительная корреляция между количеством коллоидно связанной воды и осмотическим давлением клеточного сока в 1950 г. ($r = +0,82$) говорит о повышении осмотического давления в фазе колошения за счет увеличения „нерастворяющего объема“ вследствие повышения в листьях содержания коллоидно связанной воды.

Следствием засухи, перенесенной растениями перед колошением, явилось снижение в листьях общего содержания воды и содержания свободной воды, повышение содержания общей связанной, коллоидно и осмотически связанной воды, повышение величин осмотического давления клеточного сока и сосущей силы листьев. Многие авторы [20, 13, 32, 1, 6, 8, 9] указывают в своих работах на понижение общего запаса воды и повышение осмотического давления клеточного сока листьев при недостаточном водоснабжении.

Повышение осмотического давления клеточного сока при обеднении растения водой происходит, как указывает А. М. Алексеев [4, 6], вследствие концентрирования клеточного сока и, кроме того, из-за возможных изменений химизма клеточного сока, а именно —

новообразования осмотически активных веществ в результате гидролитического распада, вызванного смещением ферментативных реакций при недостатке воды в растении в сторону гидролиза.

На повышение содержания связанной воды при недостаточном водоснабжении растения указывают Е. В. Лебединцева [19], А. М. Алексеев [6], А. М. Алексеев и Н. А. Гусев [8, 9]. П. А. Генкель [14] отмечает повышение гидрофильности коллоидов при закаливании растений против засухи его методом, сопровождающимся обезвоживанием растений. Повышение количества связанной воды в растении под влиянием засухи может происходить за счет увеличения количества осмотически связанной и коллоидно связанной воды. Увеличение количества осмотически связанной воды объясняется повышением осмотического давления клеточного сока в растениях во время засухи. Повышение количества коллоидно связанной воды при засухе не объяснимо с чисто коллоидно-химической точки зрения, так как с этой точки зрения обезвоживание должно вести всегда к снижению гидратации гидрофильных коллоидов и тем самым к уменьшению количества коллоидно связанной воды. „Причину, очевидно, следует искать в биохимических изменениях, имеющих место при подсушивании листьев“, — пишут А. М. Алексеев и Н. А. Гусев [8, стр. 27].

В наших опытах повышение количества коллоидно связанной воды в листьях растений, испытывавших засуху, по сравнению с поливными было незначительным. Заметное повышение его было лишь у растений, получивших фосфорные подкормки перед кущением. У растений вариантов с азотной и комбинированной подкормками (1949 год) оно даже значительно снизилось. Причиной этого явления может быть или снижение степени гидратации, или же степени дисперсности коллоидов листьев. На первое в наших опытах указывает уменьшение количества коллоидно связанной воды, выраженное в процентах от сухого веса листьев.

Показатели водного режима листьев в условиях засухи представлены на таблицах 3 и 4. Из цифр обеих таблиц видно, что в условиях почвенной засухи наиболее благоприятные для растений изменения водного режима, способствующие повышению гидратации коллоидов плазмы, вызвали фосфорные подкормки, и это особенно ярко выражено в опытах 1950 г.

Таблица 3
Влияние условий минерального питания на показатели водного режима листьев пшеницы в условиях почвенной засухи (1949 г.)
(количество воды в г на 4 г сырой навески листьев)

| Варианты условий минерального питания растений | Общее содержание воды | Содержание свободной воды | Содержание связанной воды | Содержание осмотически связанной воды | Содержание коллоидно связанной воды | | Осмотическое давление в атм | Сосущая сила в атм |
|---|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | | | | | в граммах | в % от сухого веса листьев | | |
| З а с у х а | | | | | | | | |
| NPK | 2,88 | 0,52 | 2,36 | 0,29 | 2,07 | 185,9 | 8,40 | 8,10 |
| NPK + P по всходам | 2,92 | 0,23 | 2,69 | 0,35 | 2,34 | 216,6 | 10,48 | 8,10 |
| NPK + N по всходам | 2,77 | 0,20 | 2,57 | 0,40 | 2,17 | 176,3 | 12,52 | 12,70 |
| NPK + P перед колошением | 2,80 | 0,21 | 2,60 | 0,34 | 2,26 | 190,0 ¹ | 11,84 | 11,10 |
| NPK + N перед колошением | 2,69 | 0,12 | 2,57 | 0,43 | 2,13 ¹ | 163,3 ¹ | 14,68 | 14,30 |
| NPK + P по всходам + N перед колошением | 2,74 | 0,26 | 2,48 | 0,35 | 2,13 ¹ | 170,8 | 10,84 | 14,30 |

¹ Разность с контролем недостоверна.

| Варианты условий минерального питания растений | Общее содержание воды | Содержание свободной воды | Содержание связанной воды | Содержание осмотически связанной воды | Содержание коллоидно связанной воды | | Осмотическое давление в атм | Сосущая сила в атм |
|--|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | | | | | в граммах | в % от сухого веса листьев | | |
| Поливный контроль | | | | | | | | |
| НРК | 3,00 | 1,10 | 1,90 | 0,09 | 1,81 | 181,6 | 2,41 | 0 |
| НРК + P по всходам . . . | 3,06 ¹ | 1,82 | 1,24 | 0,10 ¹ | 1,14 | 129,0 | 2,41 ¹ | 0 |
| НРК + N по всходам . . . | 3,03 ¹ | 1,20 | 1,83 | 0,21 | 1,62 | 167,5 ¹ | 6,00 | 4,95 |
| НРК + P перед колошением | 2,86 ¹ | 0,54 | 2,34 | 0,23 | 2,11 | 185,0 ¹ | 6,70 | 5,30 |
| НРК + N перед колошением | 3,01 ¹ | 0,52 | 2,47 | 0,24 | 2,23 | 223,0 | 7,70 | 5,30 |
| НРК + P по всходам + N перед колошением . . . | 3,06 ¹ | 0,52 | 2,55 | 0,18 | 2,38 | 253,2 | 5,00 | 4,85 |

При их внесении в листья растений было более повышенное содержание коллоидно связанной воды по сравнению с контролем и растениями, получившими азотные подкормки. Последние в условиях засухи вызвали отрицательные изменения водного режима растений.

Таблица 4

Влияние условий минерального питания на показатели водного режима листьев пшеницы в условиях почвенной засухи (1950 год) (количество воды в 2 на 4 г сырой навески листьев)

| Варианты условий минерального питания растений | Общее содержание воды | Содержание свободной воды | Содержание связанной воды | Содержание осмотически связанной воды | Содержание коллоидно связанной воды | | Осмотическое давление в атм | Сосущая сила в атм |
|--|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | | | | | в граммах | в % от сухого веса листьев | | |

З а с у х а

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| НРК | 2,60 | 0,30 | 2,30 | 0,23 | 2,07 | 148,0 | 9,51 | 8,10 |
| НРК + P по всходам . . . | 2,74 | 0,20 | 2,54 | 0,33 | 2,21 | 175,4 | 13,12 | 12,70 |
| НРК + $\frac{2P}{N}$ по всходам . . . | 2,74 | 0,23 | 2,51 | 0,31 | 2,20 | 174,6 | 12,52 | 12,70 |

Поливный контроль

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------|------|------|------|------|-------|------|------|
| НРК | 2,97 | 1,40 | 1,57 | 0,07 | 1,50 | 145,0 | 2,53 | 1,32 |
| НРК + P по всходам . . . | 3,02 | 1,12 | 1,90 | 0,12 | 1,78 | 181,0 | 3,74 | 1,98 |
| НРК + $\frac{2P}{N}$ по всходам . . . | 2,96 ¹ | 0,90 | 2,06 | 0,06 | 2,00 | 192,0 | 2,17 | 1,32 |

¹ Разность с контролем не достоверна.

В условиях засухи 1949 года комбинированная фосфорно-азотная подкормка, когда растения получали фосфор по всходам и азот перед колошением, оказала менее благоприятное влияние на водный режим растений по сравнению с комбинированной подкормкой 1950 года, когда азот и фосфор вносились одновременно по всходам в соотношении $\frac{2P}{N}$, т. е. с явным преобладанием фосфора. Вместе

с тем, в условиях засухи не проявляется преимущество комбинированной фосфорно-азотной подкормки перед одной фосфорной подкормкой, наблюдавшееся в условиях оптимального водоснабжения. Эти обстоятельства еще раз подчеркивают значение фосфора для повышения устойчивости коллоидов плазмы против неблагоприятного воздействия на них засухи. Н. Л. Удольская [41], К. С. Семакин [31], И. Н. Кукса [18], А. М. Алексеев и Н. А. Гусев [11] показали, что фосфорное удобрение способно повышать устойчивость растений к засухе и морозу, вызывая изменения водного режима растений, ведущие к повышению устойчивости коллоидной системы клеток.

В своих опытах мы встретились с таким явлением, когда в условиях засухи величина сосущей силы у растений некоторых вариантов оказалась несколько выше величины осмотического давления. Н. А. Максимов еще в 1926 г. высказал предположение, что сосущая сила завядшей клетки не только может, но и должна быть больше сосущей силы одного только клеточного содержимого. Это предположение получило экспериментальное доказательство в работе Алексеева и его сотрудников. Так, Х. Ш. Хайруллина [42] показала, что при значительной потере воды сосущая сила клеток мезофилла листьев примулы может стать больше величины осмотического давления клеточного сока. А. М. Алексеев и Н. А. Гусев [10] в полевых опытах с яровой пшеницей в условиях весенней засухи, когда влажность почвы падала ниже ее мертвого запаса, наблюдали повышение величины сосущей силы листьев над осмотическим давлением. Авторы объясняют это явление тем, что при значительной потере воды клетками стенки их увлекаются внутрь существующими силами сцепления между молекулами воды и оболочками клеток. Оболочка в силу своих упругих свойств стремится распрямиться и оказывает давление изнутри наружу, что ведет к увеличению объема клеток и сосущей силы, которая в этом случае складывается из суммы двух давлений — осмотического давления клеточного сока и радиального давления оболочки.

Как уже указывалось, в наших опытах превышение величины сосущей силы над осмотическим давлением наблюдалось у растений, получивших в 1949 году комбинированную подкормку. У растений других вариантов величина сосущей силы листьев хотя и достигла величины осмотического давления, однако не превысила ее. Лишь у растений, получивших фосфорные подкормки перед кущением в 1949 и в 1950 годах, величина сосущей силы листьев была ниже величины осмотического давления клеточного сока. Последнее обстоятельство имеет особое значение, так как определяет сохранение физиологической активности растения.

Количество коллоидно связанной воды в листьях во время засухи имело некоторую положительную сопряженность с сухим весом листьев, о чем свидетельствует положительная корреляция между количеством коллоидно связанной воды и сухим весом листьев ($r = +0,47$ в 1949 г. и $r = +0,60$ в 1950 г.). Повышение же количества коллоидно связанной воды в листьях под влиянием минеральных подкормок на фоне засухи происходило за счет повышения гидратации коллоидов листьев, на что указывает характер корреля-

ции между количеством коллоидно связанной воды и числом гидратации ($r = +0,77$ в 1949 году и $r = +0,99$ в 1950 году).

Повышение величины осмотического давления в листьях под влиянием засухи было обусловлено потерей свободной воды и повышением количества коллоидно связанной воды. Положительный знак коэффициента корреляции между количеством коллоидно связанной воды и величиной осмотического давления клеточного сока ($r = +0,79$ в 1950 году) указывает на повышение осмотического давления вследствие увеличения „нерастворяющего объема“ воды.

Изменения водного режима листьев, вызванные засухой, сохранились и после ее окончания (см. табл. 5 и 6). Проба листьев на исследование водного режима бралась через неделю после начала полива растений.

Из цифр указанных двух таблиц видно, что у растений, испытывавших засуху, общий запас воды, запас свободной воды и в дальнейшем остался несколько сниженным по сравнению с растениями, находившимися в условиях оптимального водоснабжения. Количество общей связанной воды осталось повышенным в листьях растений всех вариантов, за исключением тех, которые получили в 1949 году комбинированную подкормку. В листьях растений, подкормленных фосфором перед кущением, содержание коллоидно связанной воды осталось после засухи несколько повышенным. Это обстоятельство указывает на то, что фосфор способствует сохранению во время засухи нормальной гидратации коллоидов листьев.

У растений, получивших комбинированные и азотные подкормки, количество коллоидно связанной воды в листьях после засухи было

Таблица 5

Показатели водного режима листьев пшеницы в период оправления от засухи (1949 год)
(количество воды в г на 4 г сырой навески листьев)

| Варианты условий минерального питания растений | Общее содержание воды | Содержание свободной воды | Содержание связанной воды | Содержание осмотически связанной воды | Содержание коллоидно связанной воды | | Осмотическое давление в атм | Сосущая сила в атм |
|---|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | | | | | в граммах | в % от сухого веса листьев | | |
| Растения, перенесшие засуху | | | | | | | | |
| NPK | 2,85 | 1,00 | 1,85 | 0,51 | 1,34 | 116,5 | 13,07 | 6,70 |
| NPK + P по всходам | 2,79 | 0,50 | 2,29 | 0,45 | 1,84 | 152,0 | 12,52 ¹ | 6,70 |
| NPK + N по всходам | 2,77 | 0,50 | 2,27 | 0,34 | 1,93 | 156,8 | 8,00 | 9,62 |
| NPK + P перед колошением | 2,70 | 0,18 | 2,52 | 0,52 | 2,00 | 154,0 | 14,68 | 11,10 |
| NPK + N перед колошением | 2,65 | 0,20 | 2,45 | 0,53 | 1,92 | 142,2 | 16,58 | 16,70 |
| NPK + P по всходам + N перед колошением | 2,84 ¹ | 0,80 | 2,04 | 0,55 | 1,49 ¹ | 128,3 ¹ | 13,72 ¹ | 11,22 |
| Поливной контроль | | | | | | | | |
| NPK | 2,98 | 1,30 | 1,68 | 0,32 | 1,36 | 136,0 | 8,20 | 3,95 |
| NPK + P по всходам | 2,96 ¹ | 1,27 ¹ | 1,69 ¹ | 0,34 | 1,35 ¹ | 130,0 | 8,26 ¹ | 3,95 ¹ |
| NPK + N по всходам | 2,94 ¹ | 0,70 | 2,24 | 0,29 | 1,95 | 184,0 | 7,23 | 6,00 |
| NPK + P перед колошением | 2,84 | 0,48 | 2,36 | 0,32 | 2,04 | 175,8 | 8,26 ¹ | 6,70 |
| NPK + N перед колошением | 2,83 | 0,60 | 2,23 | 0,32 | 1,91 | 163,2 ¹ | 8,43 ¹ | 6,7 ¹ |
| NPK + P по всходам + N перед колошением | 2,92 | 0,60 | 2,32 | 0,53 | 1,79 | 164,8 ¹ | 13,56 | 7,41 |

¹ Разность с контролем недостоверна.

или одинаковым с поливным контролем, или же несколько ниже его. Осмотическое давление клеточного сока также осталось повышенным. Это обстоятельство А. М. Алексеев [4] объясняет частичной

Таблица 6

Показатели водного режима листьев пшеницы в период оправления от засухи (1950 год)
(количество воды в г на 4 г сырой навески листьев)

| Варианты условий минерального питания | Общее содержание воды | Содержание свободной воды | Содержание связанной воды | Содержание осмотически связанной воды | Содержание коллоидно связанной воды | | Осмотическое давление в атм | Сосущая сила в атм |
|---|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | | | | | в граммах | в % от сухого веса листьев | | |
| Растения, перенесшие засуху | | | | | | | | |
| NPK | 2,85 | 1,20 | 1,65 | 0,21 | 1,44 | 125,2 | 7,95 | 5,29 |
| NPK + P по всходам | 2,85 | 0,80 | 2,05 | 0,30 | 1,75 | 153,0 | 11,44 | 8,10 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 2,85 | 0,80 | 2,05 | 0,27 | 1,78 | 154,8 | 10,48 | 8,10 |
| Поливной контроль | | | | | | | | |
| NPK | 2,93 | 1,47 | 1,46 | 0,13 | 1,33 | 124,0 | 4,46 | 3,95 |
| NPK + P по всходам | 2,97 | 1,20 | 1,77 | 0,22 | 1,55 | 150,0 | 7,35 | 5,29 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 2,26 | 1,00 | 1,96 | 0,22 | 1,74 | 167,3 | 7,35 | 5,25 |

потерей воды и новообразованием осмотически активных веществ вследствие гидролитического распада под влиянием засухи.

Сосущая сила листьев после полива несколько снизилась, но все же осталась выше, чем у поливных растений. Особенно высокой она оказалась у растений, получивших позднюю азотную подкормку, у которых был и меньший, по сравнению с растениями других вариантов, общий запас воды, запас свободной воды и повышенное осмотическое давление. Оставшиеся после засухи повышенными величины осмотического давления и сосущей силы указывают на снижение активности, находящейся в листьях воды.

Все указанные изменения в состоянии водного режима листьев пшеницы свидетельствуют о вредном последствии на водный режим растений даже кратковременной почвенной засухи. А. М. Алексеев в своих работах [4, 6] указывает, что засуха вызывает такие коллоидно-химические изменения в растении, которые сохраняются и после ее снятия. В частности, он отмечает падение водоудерживающей способности коллоидов листьев после перенесенной засухи. Д. М. Новогрудский и Ф. Ф. Диковский [24] выявили, что изменения содержания воды в листе и его тургесцентности могут быть необратимыми и обратимыми. Первые обусловлены более быстрой и глубокой потерей воды, вторые — медленной и не столь глубокой. При более глубокой потере воды в результате необратимых изменений клеточных коллоидов первоначальная водоемкость листа и исходная величина тургора не восстанавливаются.

Исследование состояния водного режима листьев пшеницы по определенным срокам ее вегетации дало нам возможность проследить возрастные изменения водного режима растений. На рисунке 1 дано графическое изображение возрастной изменчивости показателей водного режима листьев в условиях оптимального водоснабжения по варианту НРК (1949). Рисунок показывает, что с возрастом растения

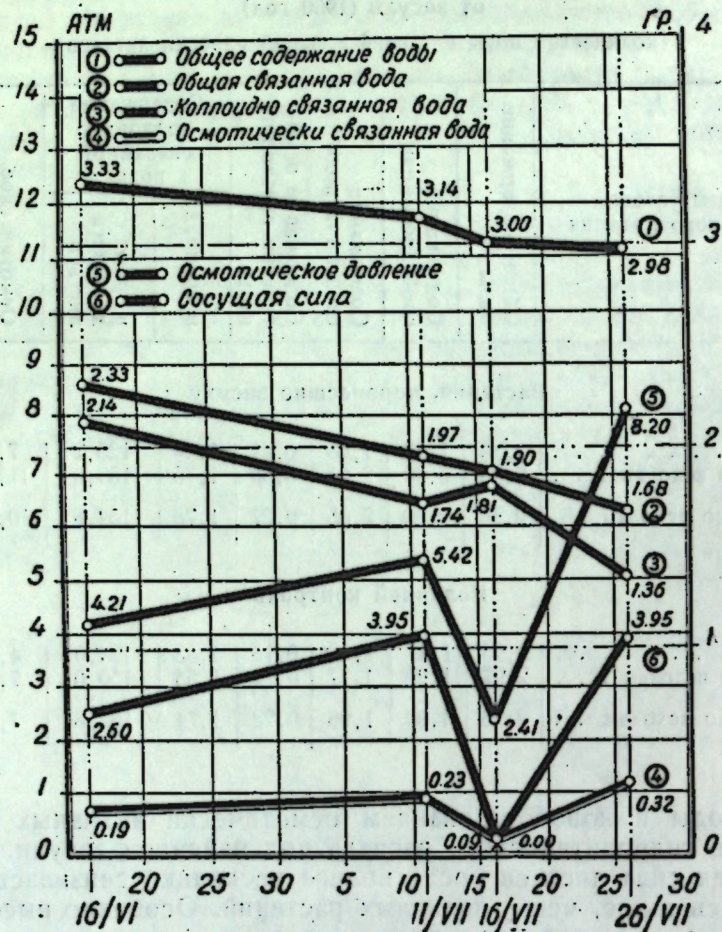


Рис. 1. Возрастная изменчивость показателей водного режима листьев пшеницы в условиях оптимального водоснабжения 1949 г.

в его листьях снижается общее содержание воды, содержание общей связанной и коллоидно связанной воды. Содержание осмотически связанной воды, величины осмотического давления и сосущей силы листьев повышаются. Уменьшение в листьях общего содержания воды, содержания общей связанной и коллоидно связанной воды объясняется снижением водоудерживающей способности коллоидов листьев с возрастом. Повышение осмотического давления клеточного сока может происходить вследствие уменьшения общего запаса воды в растении с возрастом; возможно также образование осмотически активных веществ, связанных с возрастом растения, например, вследствие частичного распада белков. Повышение величины осмотического давления влечет за собой повышение сосущей силы.

Нами было отмечено некоторое нарушение хода кривых возрастных изменений водного режима листьев: В фазе цветения происхо-

дило снижение осмотического давления клеточного сока и сосущей силы листьев по сравнению с величинами их в предыдущий срок вегетации. Однако это снижение было временным: в последующее определение наблюдалось дальнейшее повышение величин осмотического давления и сосущей силы.

Указанные возрастные изменения состояния водного режима листьев пшеницы характерны для опытов как 1949, так и 1950 годов.

Возрастные изменения состояния водного режима листьев пшеницы в условиях почвенной засухи представлены на рис. 2.

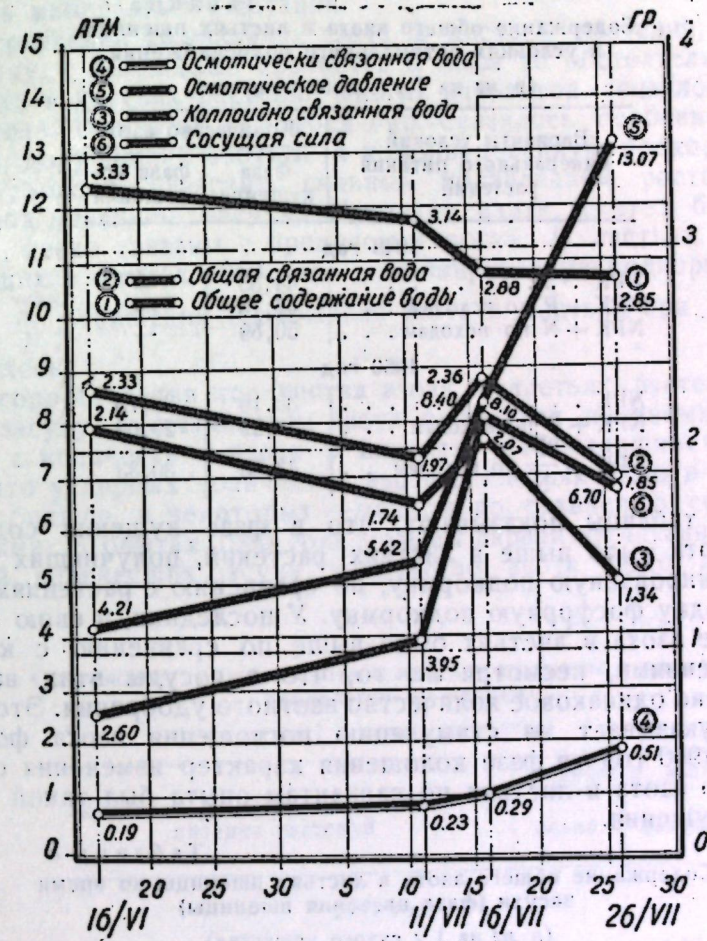


Рис. 2. Возрастная изменчивость показателей водного режима листьев пшеницы на фоне почвенной засухи 1949 г.

Из графика видно, что возрастные изменения водного режима листьев после перенесенной засухи проявляются более резко.

Падение содержания воды в листьях с возрастом А. М. Алексеев [4] объясняет падением абсорбционной способности листьев. Возрастное падение содержания воды в листьях идет медленно. Алексеев отмечает, что у пшеницы падение содержания воды с возрастом происходит быстрее всего в колосе, затем в стебле и медленнее всего в листьях. Наблюдавшееся нами повышение осмотического давления клеточного сока также является возрастным признаком, что и было отмечено рядом авторов [47, 25, 13, 4].

2. Данные химического анализа листьев пшеницы

В опытах обоих лет в листьях пшеницы учитывалось содержание общего азота. В опытах 1949 года определялся фосфор общий, а в опытах 1950 года учитывались также его фракции. При этом определялся растворимый фосфор (органический и неорганический), фосфор нуклеопротеидов, фосфатидов и общий. Данные проведенных химических анализов дали нам возможность убедиться в том, что азот и фосфор основного удобрения и подкормок поступили в растение; причем их поступление было связано с возрастом растений и со степенью увлажнения почвы.

Таблица 7
Содержание общего азота в листьях пшеницы
в условиях оптимального водоснабжения
(в мг на 1 г сухого вещества)

| Варианты условий минерального питания растений | Количество азота | |
|--|------------------|----------------|
| | фаза кущения | фаза колошения |
| 1949 год | | |
| NPK | 44,33 | — |
| NPK + P по всходам | 47,16 | — |
| NPK + N по всходам | 50,59 | — |
| 1950 год | | |
| NPK | 33,10 | 26,75 |
| NPK + P по всходам | 36,29 | 29,09 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 43,83 | 30,33 |

Цифры таблицы показывают, что в фазе кущения содержание общего азота было выше в листьях растений, получивших азотную или комбинированную подкормку, по сравнению с растениями, получившими одну фосфорную подкормку. У последних, в свою очередь, содержание азота в листьях было выше по сравнению с контрольными растениями, несмотря на то, что в сосуды этих вариантов было внесено одинаковое количество азотного удобрения. Это обстоятельство указывает на стимуляцию поглощения азота фосфором. В опытах 1950 года в фазе колошения характер изменения содержания общего азота в листьях по вариантам опыта был такой же, как и в фазе кущения.

Таблица 8
Содержание общего азота в листьях пшеницы во время засухи (фаза цветения пшеницы)
(в мг на 1 г сухого вещества)

| Варианты условий минерального питания растений | Количество азота | |
|--|------------------|--------|
| | полив | засуха |
| 1949 год | | |
| NPK | 37,38 | 38,01 |
| NPK + P по всходам | 40,71 | 39,46 |
| NPK + N по всходам | 44,00 | 39,91 |
| NPK + P перед колошением | 37,63 | 38,92 |
| NPK + N перед колошением | 44,00 | 36,65 |
| NPK + P по всходам + N перед колошеним | 43,59 | 34,59 |
| 1950 год | | |
| NPK | 27,92 | 28,18 |
| NPK + P по всходам | 31,74 | 28,50 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 28,51 | 28,90 |

В опытах 1949 года в фазе цветения у поливных растений, получивших подкормку, содержание общего азота было больше, чем у растений контроля, причем у растений с азотной и комбинированной подкормками оно было наибольшим. Лишь у растений, подкормленных фосфором перед колошением, содержание общего азота было не выше, чем у контроля. В опытах 1950 года содержание общего азота в листьях в фазе цветения было больше всего у растений, получивших фосфорную подкормку. Указанная последовательность вариантов по содержанию азота в листьях не сохранилась для вариантов, подвергшихся засухе. В этом случае содержание общего азота в листьях было почти одинаковым у растений всех вариантов минерального питания.

При сравнении содержания азота в листьях растений, перенесших засуху, с поливными бросается в глаза то обстоятельство, что при засухе в листьях растений многих вариантов снизилось содержание азота. В опытах 1949 года оно снизилось особенно резко у растений, получивших азотные и комбинированную подкормку. Это, вероятно, можно объяснить сильным подавлением ростовых процессов под влиянием засухи. Усвоение азота, синтез белков, как известно, тесно связаны с процессами роста. В листьях растений, получивших в опытах 1950 года комбинированную подкормку в комбинации $\frac{2P}{N}$, снижения содержания азота в листьях при засухе не наблюдалось.

При сопоставлении количества азота в листьях растений, перенесших засуху, с количеством азота в листьях поливных растений, а также с количеством азота в листьях, наблюдавшимся в засуху, видно, что у первых количество азота в листьях было в некоторых случаях больше, в некоторых — меньше по сравнению со вторыми и третьими. В опытах 1950 года по всем вариантам питания в листьях растений, перенесших засуху, количество азота было меньше по

Таблица 9
Содержание общего азота в листьях пшеницы в период оправления от засухи
(в мг на 1 г сухого вещества)

| Варианты условий минерального питания растений | Количество азота | |
|---|------------------|--------|
| | полив | засуха |
| 1949 год | | |
| NPK | 33,57 | 34,08 |
| NPK + P по всходам | 35,94 | 39,08 |
| NPK + N по всходам | 39,21 | 34,29 |
| NPK + P перед колошением | 33,17 | 36,25 |
| NPK + N перед колошением | 40,61 | 34,25 |
| NPK + P по всходам + N перед колошением | 40,61 | 36,76 |
| 1950 год | | |
| NPK | 25,10 | 22,95 |
| NPK + P по всходам | 30,22 | 25,95 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 28,48 | 25,93 |

сравнению с поливными растениями; в опытах 1949 года оно было меньше по сравнению с поливными у растений, получивших азотные и комбинированную подкормку. Указанное обстоятельство мож-

но объяснить отчасти усилением оттока азота из листьев после возобновления полива растений при ослаблении усвоения растениями азота. Обработка полученных данных методом рядов динамики показала наличие отрицательного баланса содержания азота в листьях, указывающего на существование оттока азота из листьев, причем отток шел с различной скоростью у растений разных вариантов в зависимости от условий питания и водоснабжения. Так, для последнего учетного срока нами была отмечена меньшая скорость убыли азота из листьев растений, получивших в 1949 году фосфорные подкормки и испытавших засуху, по сравнению с растениями тех же условий питания, но оптимального водоснабжения. В соответствии с этим растения указанных вариантов содержали в листьях большее, по сравнению с поливными растениями, количество азота, как видно из цифр таблицы 9.

Обработка цифр содержания азота в листьях методом рядов динамики показала также падение содержания азота в листьях пшеницы с возрастом. Скорость падения его к концу вегетации была больше, что связано, по видимому, с усилением оттока азота из листьев в созревающие семена, а также падением интенсивности поступления его в растения.

Фосфорное питание растений изучено меньше, чем азотное питание. Большинство исследований по вопросу фосфорного питания ограничивалось определением лишь общего количества поступившего в растения фосфора. Вопрос о том, какие соединения фосфора образуются и накапливаются в растениях при различных условиях фосфорного питания, долгое время не изучался. Между тем роль всевозможных соединений фосфора в растениях различна.

А. В. Соколов [36] пишет, что выяснение влияния условий питания растений на содержание в них отдельных фосфорных соединений имеет большое значение для изучения фосфорного обмена в растениях, диагностики потребности растения в фосфоре и разработки приемов повышения урожая. Определение содержания в растениях лишь неорганических фосфатов не всегда может дать правильное представление о степени обеспеченности растений фосфором. Увеличение дозы фосфорного удобрения не всегда сопровождается повышением процентного содержания в растениях неорганического фосфора, так как последний является материалом для синтеза органических фосфоросодержащих соединений. В условиях быстрого роста растений малые количества неорганического фосфора в растении не являются показателем недостатка фосфора. Содержание в растении неорганического фосфора зависит не только от содержания фосфора в питательной среде, но и от скорости использования его в растении в различные периоды роста растения.

Ряд авторов указывает на то, что с повышением обеспеченности молодых растений фосфорной кислотой в листьях увеличивается не только фракция неорганического фосфора, но и фракции органических его соединений.

Наличие неорганического фосфора в растении является показателем обеспеченности его фосфором и другими элементами питания; низкое содержание неорганического фосфора во время роста растений еще не говорит о низком содержании общего фосфора в растениях [46, 17].

Для изучения влияния удобрений на накопление различных фосфорных соединений в растении важно было разработать методику раздельного определения различных соединений фосфора. Такая методика была разработана советским ученым А. В. Соколовым [34]. На основании данной методики можно разделить содержащийся в растениях фосфор на следующие основные фракции:

- 1) неорганического фосфора, непосредственно определяемого в кислотной вытяжке;
- 2) органического растворимого фосфора (фракция углеводо-фосфатов: фитина, эфиров фосфорной кислоты);
- 3) фосфатидов, непосредственно определяемых в спиртовой вытяжке;
- 4) нуклеопротеидов, определяемых по разности между общим фосфором и количеством фосфора, переходящего в спиртовую и кислотную вытяжки.

Этой методикой мы и воспользовались в своих исследованиях.

Таблица 10

Содержание общего фосфора в листьях пшеницы в условиях оптимального водоснабжения (1949 год)
(P_2O_5 в мг на 1 г сухого вещества)

| Варианты условий минерального питания растений | Количество фосфора | |
|---|--------------------|----------------|
| | фаза кущения | фаза колошения |
| NPK | 8,25 | 7,33 |
| NPK + P по всходам | 11,35 | 9,26 |
| NPK + N по всходам | 10,73 | 8,17 |
| NPK + P перед колошением | — | 7,69 |
| NPK + N перед колошением | — | 8,49 |
| NPK + P по всходам + N перед колошением | — | 10,50 |

Анализ листьев, взятых в фазе кущения, показал, что содержание фосфора было больше в листьях растений, получивших подкормки, причем наибольшим у растений с фосфорной подкормкой. В фазе колошения содержание фосфора было наибольшим у растений, получивших комбинированную и фосфорную подкормки перед кущением. В листьях растений, подкормленных азотом, содержание фосфора было больше, чем в листьях контрольных растений, в то время как у получивших фосфорную подкормку перед колошением оно было одинаково с содержанием фосфора в листьях контрольных растений. Это обстоятельство указывает на плохую усваиваемость фосфора растениями в немолодом возрасте. Повышенное, по сравнению с контролем, содержание фосфора в растениях, получивших азотные подкормки, указывает на то, что азот способствует лучшему усвоению фосфора, внесенного в почву с полным удобрением.

В условиях почвенной засухи, наряду с общим фосфором, определялось также количество фосфатидов.

Таблица 11

Содержание общего фосфора и фосфатидов в листьях пшеницы в условиях почвенной засухи
(P_2O_5 в мг на 1 г сухого вещества)

| Варианты условий минерального питания растений | Общий фосфор | | Фосфатиды | |
|---|--------------|--------|-----------|--------|
| | полив | засуха | полив | засуха |
| NPK | 6,24 | 5,08 | 1,71 | 1,11 |
| NPK + P по всходам | 7,21 | 7,60 | 1,87 | 1,71 |
| NPK + N по всходам | 6,46 | 6,79 | 2,04 | 1,70 |
| NPK + P перед колошением | 7,54 | 6,96 | 2,14 | 1,72 |
| NPK + N перед колошением | 7,97 | 3,70 | 2,46 | 1,33 |
| NPK + P по всходам + N перед колошением | 8,11 | 7,70 | 2,50 | 1,40 |

Данные таблицы показывают, что количество общего фосфора в листьях во время засухи снизилось незначительно, за исключением тех, которые получили азотную подкормку перед колошением.

В засуху снизилось также содержание фосфатидов в листьях, и особенно резко в листьях растений, получивших позднюю азотную и комбинированную подкормки. У растений упомянутых вариантов количество азота в листьях также было меньше по сравнению с растениями других вариантов. Это обстоятельство указывает на то, что азот способствует образованию фосфатидов в растении. Некоторые данные, уже приведенные нами, не раз свидетельствовали о том, что азот и фосфор взаимно влияют на их усвоение растением. Нельзя не предвидеть подобного взаимного влияния азота и фосфора, если известно, что в органах растения они почти всегда находятся вместе, входя в состав важнейших конституционных соединений протоплазмы и если они участвуют в разнообразных превращениях веществ в клетке. Оба эти элемента оказывают влияние на белковый и углеводный обмены — важнейшие превращения веществ в организме.

Из цифр таблиц 10 и 11 видно, что усвоение растением фосфора идет интенсивно только в молодом возрасте растения. В этом можно убедиться, если сравнить количество фосфора в листьях растений, получивших равную и позднюю фосфорные подкормки. У первых в фазе кущения было в листьях 11,35 мг фосфора на 1 г сухого вещества; у вторых в фазе колошения — всего 7,69 мг фосфора, что превышало содержание его в контрольном варианте лишь на 0,36 мг. У растений, получивших фосфорную подкормку по всходам, количество фосфора в листьях и в фазе колошения было больше по сравнению с теми, которые получили ее перед колошением (9,26 мг у первых и 7,69 мг у вторых), несмотря на одинаковую дозу фосфора в подкормке в оба срока.

У растений, получивших азотную подкормку перед колошением, наблюдалось повышение содержания фосфора в листьях, что указывает на стимуляцию поступления фосфора азотом.

С возрастом растения содержание фосфора в листьях падает, причем при действии засухи возрастное снижение количества фосфора в листьях проявляется более резко.

Таблица 12.

Содержание различных форм фосфора в листьях пшеницы при различном уровне фосфорного питания растений в условиях оптимального водоснабжения (1950 г.)

| Варианты условий минерального питания растений | Общий фосфор | Растворимый общий | Растворимый органический | Неорганический | Фосфатиды | Нуклеопротенды |
|--|--------------|-------------------|--------------------------|----------------|-----------|----------------|
| Фаза кущения | | | | | | |
| NPK | 8,00 | 4,89 | 0,49 | 4,40 | 1,91 | 1,19 |
| NPK + P по всходам | 10,50 | 6,76 | 0,43 | 6,33 | 2,20 | 1,54 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 12,89 | 8,75 | 0,38 | 8,37 | 2,40 | 1,74 |
| Фаза колошения | | | | | | |
| NPK | 7,92 | 5,82 | 0,67 | 5,15 | 1,75 | 0,35 |
| NPK + P по всходам | 8,42 | 5,77 | 0,97 | 4,80 | 1,91 | 0,74 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 9,47 | 7,15 | 1,03 | 6,12 | 1,98 | 0,80 |

Из таблицы видно, что повышение уровня фосфатного питания ведет к повышению содержания всех форм фосфора в растениях, кроме фракции растворимого органического фосфора в фазе кущения. В этой фазе повышение общего содержания фосфора в растениях, получивших подкормки, шло, главным образом, за счет повышения содержания неорганического фосфора. Это указывает на то, что фосфор, внесенный в подкормке по всходам, не усвоился растением. В фазе колошения повысилось в листьях количество растворимого органического и понизилось количество неорганического фосфора по сравнению с фазой кущения, что свидетельствует о расходе фосфора на синтез сложных органических соединений в растении.

Таблица 13

Содержание различных форм фосфора в листьях пшеницы при различном уровне фосфорного питания растений в условиях почвенной засухи (1950 год) (P_2O_5 в мг на 1 г сухого вещества)

| Варианты условий минерального питания растений | Общий фосфор | Растворимый общий | Растворимый органический | Неорганический | Фосфатиды | Нуклеопротенды |
|--|--------------|-------------------|--------------------------|----------------|-----------|----------------|
| Полив | | | | | | |
| NPK | 8,34 | 5,54 | 0,23 | 5,31 | 1,83 | 1,01 |
| NPK + P по всходам | 10,17 | 6,82 | 0,26 | 6,56 | 2,20 | 1,15 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 10,35 | 6,79 | 0,22 | 6,57 | 1,93 | 1,63 |
| Засуха | | | | | | |
| NPK | 9,61 | 7,34 | 0,50 | 6,85 | 1,54 | 0,71 |
| NPK + P по всходам | 10,91 | 7,25 | 0,93 | 6,32 | 2,63 | 1,03 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 10,18 | 7,79 | 1,05 | 6,44 | 1,45 | 1,24 |

Во время засухи снижения количества общего фосфора в листьях не наблюдалось, что объясняется, по видимому, ослаблением оттока его из листьев. При этом количество нуклеопротендов и фосфатидов уменьшилось, а количество растворимого органического фосфора увеличилось. Количество неорганического фосфора оставалось приблизительно таким же, как и в условиях полива.

При сравнении растений, подкормленных фосфором, с растениями, получившими комбинированную подкормку, бросается в глаза, что по содержанию различных форм фосфора в листьях они очень близки друг к другу, за исключением содержания фосфатидов: растения, получившие только фосфорную подкормку, имели в листьях большее количество фосфатидов по сравнению с теми, которые получили комбинированную подкормку. В условиях засухи так же, как и в условиях оптимального водоснабжения, у растений, получивших подкормки, количество многих форм фосфора в листьях было выше по сравнению с контролем.

Обработка цифр, полученных по содержанию отдельных фракций фосфора в листьях в различные фазы развития пшеницы методом рядов динамики, показала изменение с возрастом содержания как общего фосфора, так и отдельных его форм. В пробах, взятых в фазе колошения перед самым цветением, наблюдалось общее снижение содержания почти всех форм фосфора в листьях с последую-

щим небольшим повышением, что наблюдалось и в отношении азота. Это обстоятельство, повидимому, объясняется специфичностью фазы цветения, когда появляется необходимость усиленного притока питательных веществ в колос. Перед цветением увеличивалось в листьях количество растворимого органического фосфора, что указывает на усиление в этой фазе углеводного обмена в листьях пшеницы.

Таблица 14

Изменение содержания фракций фосфора в листьях пшеницы по фазам развития растений (P₂O₅ в мг на 1 г сухого вещества)

| Варианты условий минерального питания растений | Общий фосфор | Общий растворимый | Растворимый органический | Неорганический | Фосфатиды | Нуклеопротеиды |
|--|--------------|-------------------|--------------------------|----------------|-----------|----------------|
| | | | | | | |
| NPK | 8,00 | 4,89 | 0,49 | 4,40 | 1,91 | 1,19 |
| NPK + P по всходам | 10,50 | 6,76 | 0,43 | 6,33 | 2,20 | 1,54 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 12,89 | 8,76 | 0,38 | 8,37 | 2,40 | 1,74 |
| Фаза колошения | | | | | | |
| NPK | 7,92 | 5,82 | 0,67 | 5,15 | 1,75 | 0,35 |
| NPK + P по всходам | 8,42 | 5,77 | 0,97 | 4,80 | 1,91 | 0,74 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 9,74 | 7,15 | 1,03 | 6,12 | 1,98 | 0,80 |
| Фаза цветения (полив) | | | | | | |
| NPK | 8,34 | 5,54 | 0,23 | 5,31 | 1,83 | 1,01 |
| NPK + P по всходам | 10,17 | 6,82 | 0,26 | 6,56 | 2,20 | 1,15 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 10,35 | 6,79 | 0,22 | 6,57 | 1,93 | 1,63 |
| То же (засуха) | | | | | | |
| NPK | 9,61 | 7,34 | 0,50 | 6,85 | 1,54 | 0,71 |
| NPK + P по всходам | 10,91 | 7,25 | 0,93 | 6,32 | 2,63 | 1,03 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 10,18 | 7,49 | 1,05 | 6,44 | 1,45 | 1,24 |

Общее содержание фосфора от фазы кушения к фазе колошения убывает, а в цветение вновь повышается. Во время засухи баланс общего фосфора в листьях был положительным. Содержание фосфатидов от фазы кушения к фазе колошения убывает, а в цветение повышается снова, за исключением растений, получивших комбинированную подкормку, у которых повышения количества фосфатидов в фазе цветения не наблюдалось. Во время засухи количество фосфатидов в листьях уменьшается; этого, однако, у растений, получивших одну фосфорную подкормку, не наблюдалось. Содержание растворимого органического фосфора от фазы кушения к фазе колошения повышается, а от колошения к цветению снижается. Содержание неорганического фосфора сначала убывает, а затем начинает возрастать. Содержание нуклеопротеидов от фазы кушения к фазе коло-

шения падает, а в цветение повышается снова, не достигая, однако, первоначальной величины.

Для выявления роли азота и фосфора — как общего, так и отдельных его фракций — в изменении состояния водного режима листьев пшеницы были вычислены коэффициенты корреляции между количеством общего азота и различных форм фосфора в листьях и количеством различных категорий воды.

Таблица 15

Коэффициенты корреляции, характеризующие степень сопряженности содержания азота и различных форм фосфора в листьях пшеницы с показателями водного режима листьев

| Показатели водного режима растений | Формы фосфора | | | | | | Азот | | |
|------------------------------------|---------------|---------|-----------|---------|----------------|----------------|---------------------|---------|---------|
| | общий | | фосфатиды | | нуклеопротеиды | неорганический | раств. органический | 1949 г. | 1950 г. |
| | 1949 г. | 1950 г. | 1949 г. | 1950 г. | | | | | |
| Фаза кушения | | | | | | | | | |
| Общая связанная вода | +0,55 | +0,99 | +0,91 | +0,94 | +0,99 | -0,99 | +0,92 | +0,99 | |
| Коллоидно связанная вода | +0,34 | +0,95 | +0,90 | +0,91 | +0,96 | -0,78 | +0,90 | +0,99 | |
| Осмотическое давление | +0,99 | +0,39 | +0,48 | +0,53 | +0,37 | -0,43 | +0,76 | -0,20 | |
| Фаза колошения | | | | | | | | | |
| Общая связанная вода | +0,46 | +0,95 | +0,28 | +0,94 | +0,70 | +0,95 | +0,64 | +0,99 | |
| Коллоидно связанная вода | +0,35 | +0,95 | +0,21 | +0,91 | +0,72 | +0,92 | +0,80 | +0,98 | |
| Осмотическое давление | +0,43 | +0,71 | +0,22 | +0,86 | +0,26 | +0,99 | -0,20 | +0,98 | |
| Засуха | | | | | | | | | |
| Общая связанная вода | +0,33 | +0,70 | +0,85 | +0,57 | +0,99 | -0,95 | +0,98 | +0,44 | +0,73 |
| Коллоидно связанная вода | +0,70 | +0,76 | +0,80 | +0,65 | +0,96 | -0,90 | +0,89 | +0,51 | +0,65 |
| Осмотическое давление | -0,28 | +0,67 | +0,49 | +0,98 | -0,95 | +0,94 | +0,009 | +0,75 | |

Из таблицы 15 видно, что в условиях оптимального водоснабжения количество коллоидно связанной воды имеет большую сопряженность с количеством азота, а в условиях засухи — с количеством фосфора. Другими словами, в условиях оптимального водоснабжения более благоприятные изменения водного режима растений, ведущие к повышению устойчивости коллоидной системы клеток, вызывает азот, а в условиях засухи такие изменения вызывает фосфор.

В опытах 1950 года в фазе кушения содержание общей связанной и коллоидно связанной воды в листьях было тесно связано со всеми формами фосфора, за исключением растворимого органического, содержание которого в этой фазе было ничтожным.

Между содержанием органического и неорганического фосфора в листьях наблюдается отрицательная корреляция. Коллоидно связанная вода в разные фазы развития растений имеет различную зависимость от этих фракций фосфора. В фазе кушения она связана отрицательно с растворимой органической формой фосфора и положительно — с его неорганической формой. В фазе же колошения коллоидно связанная вода с органическим фосфором связана положительно, а неорганическая форма фосфора уже в меньшей степени обуслов-

ливаает гидратацию. Кроме растворимого органического фосфора, в фазе кущения и в фазе колошения содержание коллоидно связанной воды тесно связывалось с нуклеопротендами.

Осмотическое давление имело в фазе кущения малую степень сопряженности со всеми формами фосфора. В фазе колошения оно имело большую сопряженность с растворимым органическим фосфором.

Во время почвенной засухи количество общей связанной и коллоидно связанной воды было в большой положительной зависимости от содержания растворимого органического фосфора и нуклеопротендов. С общим фосфором сопряженность была меньшая; еще меньше была сопряженность с фосфатами и отрицательная корреляция с неорганическим фосфором. Таким образом, в условиях почвенной засухи в повышении устойчивости коллоидов листьев играют большую роль нуклеопротенды и растворимые органические формы фосфора.

Из таблицы 15 видно, что между количеством коллоидно связанной воды и количеством фосфатидов существует прямая корреляция в условиях оптимального и недостаточного водоснабжения, если сравнивать эти величины у растений, выращенных в различных условиях минерального питания (табл. 16).

Таблица 16

Сопоставление количества коллоидно связанной воды с количеством фосфатидов в листьях растений, воспитанных в одинаковых условиях минерального питания и различных условиях водоснабжения

| Варианты условий минерального питания растений | Количество фосфатидов в мг на 1 г сухого вещества листьев | | Количество коллоидно связанной воды в листьях в г | |
|--|---|--------|---|--------|
| | полив | засуха | полив | засуха |
| NPK | 1,83 | 1,54 | 1,49 | 2,07 |
| NPK + P по всходам | 2,20 | 2,63 | 1,77 | 2,21 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 1,93 | 1,45 | 1,99 | 2,20 |

Таблица 16 показывает, что в большинстве случаев под влиянием засухи происходит снижение количества фосфатидов и повышение количества коллоидно связанной воды в листьях, т. е. имеется обратная корреляция между этими величинами. Это обстоятельство указывает на то, что при одних и тех же условиях минерального питания, при изменении лишь условий влажности почвы в листьях происходят биохимические изменения, ведущие к изменению водного режима. Фосфатиды мало гидрофильны, убыль их содержания сопровождается повышением гидратации коллоидов листьев. В связи с этим следует отметить, что неправильно судить о гидратации протоплазмы только по гидратации чистых белков, так как в протоплазме белки связаны в виде липопротеидов. Полученные нами данные относительно связи водного режима листьев с соединениями азота и фосфора показывают зависимость водного режима от обмена веществ в растениях.

3. Влияние условий минерального питания и водоснабжения на величину и структуру урожая пшеницы Nordeiforme 496

Фенологические наблюдения показали, что фосфорные подкормки несколько ускорили, а азотные подкормки несколько замедлили наступление отдельных фаз развития пшеницы и, следовательно, полное созревание ее. Почвенная засуха также несколько ускорила темпы развития растений,

Приведенные в таблице 17 данные по структуре урожая показывают, что внесенные подкормки оказали влияние на развитие элементов структуры урожая. Из всех элементов структуры урожая подкормки не оказали влияния лишь на число колосков в колосе — так как последние закладываются очень рано.

Таблица 17

Влияние условий минерального питания на структуру урожая пшеницы в условиях оптимального водоснабжения и почвенной засухи 1949 года

| Варианты условий минерального питания растений | Число колосков в колосе | Число зерновок в колосе | Число развитых зерновок | Число недоразвитых зерновок | Отношение числа развитых зерновок к недоразвитым | Число хороших зерен | Число шуплых зерен | Абсолютный вес 1000 зерен |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|--|---------------------|--------------------|---------------------------|
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|--|---------------------|--------------------|---------------------------|

В условиях оптимального водоснабжения

| | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|-----|------|-----|------|
| NPK | 15,3 | 44,6 | 28,3 | 16,3 | 1,7 | 26,0 | 2,3 | 39,0 |
| NPK + P по всходам | 15,1 | 45,0 | 31,0 | 14,0 | 2,2 | 30,0 | 1,0 | 39,5 |
| NPK + N по всходам | 15,7 | 50,0 | 34,0 | 16,0 | 2,1 | 32,0 | 2,0 | 41,0 |
| NPK + P перед колошением | 15,0 | 49,3 | 31,3 | 18,0 | 1,7 | 30,3 | 1,0 | 38,5 |
| NPK + N перед колошением | 15,0 | 48,0 | 33,0 | 15,0 | 2,2 | 32,0 | 1,0 | 40,9 |
| NPK + P по всходам + N перед колошением | 16,0 | 48,0 | 33,0 | 15,0 | 2,2 | 32,0 | 1,0 | 40,7 |

В условиях почвенной засухи

| | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|-----|------|-----|------|
| NPK | 14,4 | 37,0 | 20,0 | 17,0 | 1,2 | 17,0 | 3,0 | 36,6 |
| NPK + P по всходам | 14,3 | 39,0 | 23,0 | 16,0 | 1,6 | 23,0 | — | 44,5 |
| NPK + N по всходам | 14,6 | 39,0 | 22,0 | 17,0 | 1,3 | 18,0 | 4,0 | 32,8 |
| NPK + P перед колошением | 15,0 | 38,3 | 21,3 | 17,0 | 1,3 | 21,3 | — | 40,4 |
| NPK + N перед колошением | 13,7 | 36,0 | 19,0 | 17,0 | 1,1 | 15,0 | 4,0 | 32,8 |
| NPK + P по всходам + N перед колошением | 15,0 | 39,0 | 21,0 | 18,0 | 1,2 | 16,0 | 5,0 | 36,0 |

В условиях оптимального водоснабжения наиболее благоприятное влияние на все элементы структуры урожая оказали азотные и комбинированная подкормки. На формирование структуры урожая оказала влияние также почвенная засуха. Под ее воздействием уменьшилось число колосков в колосе, общее число зерен, число выполненных зерен, снизился абсолютный вес зерна. Засуха в фазе колошения оказала угнетающее действие на развитие и оплодотворение цветков.

Таблица 17 показывает, что в условиях почвенной засухи наиболее благоприятное воздействие на формирование структуры урожая оказали фосфорные подкормки и, в особенности, подкормка, внесенная по всходам. У растений, получивших раннюю фосфорную подкормку, было повышенное, по сравнению с другими вариантами, количество зерновок в колосе, повышенное отношение числа развитых зерновок к недоразвитым и более высокий абсолютный вес зерна. Азотные подкормки, особенно поздняя, в условиях почвенной засухи вызвали снижение числа всех элементов структуры урожая по сравнению с контролем. В условиях засухи комбинированная подкормка также не оказала благоприятного воздействия на формирование структуры урожая. Повидимому, азот, внесенный перед колошением, уничтожил благоприятное действие внесенного ранее фосфора,

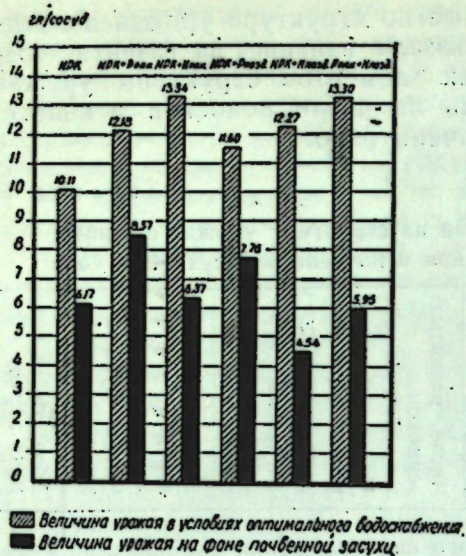


Рис. 3. Влияние минерального питания на величину урожая зерна пшеницы в условиях оптимального водоснабжения и почвенной засухи. 1949 г.

Внесенные подкормки и засуха оказали влияние и на величину конечного урожая пшеницы, на что указывают таблица 18 и рис. 3. Из цифр таблицы и диаграммы, изображенной на рисунке 3, видно, что в условиях оптимального водоснабжения все внесенные подкормки способствовали повышению урожая пшеницы. Максимальное повышение урожая зерна дали растения, получившие раннюю азотную и комбинированную подкормки, а в условиях почвенной засухи — растения, получившие фосфорные подкормки. При этом более благоприятное воздействие оказала ранняя фосфорная подкормка.

Азотная подкормка, данная перед колошением, оказала на растения отрицательное действие, выразившееся в снижении урожая зерна пшеницы против контроля NPK. У растений, получивших раннюю

Таблица 18
Влияние условий минерального питания на величину урожая пшеницы в различных условиях водоснабжения в 1949 году

| Варианты условий минерального питания растений | Общий урожай в г на сосуд | Урожай соломы в г на сосуд | Урожай зерна | |
|--|---------------------------|----------------------------|--------------|------------|
| | | | в г на сосуд | в % от NPK |
| В условиях оптимального водоснабжения | | | | |
| NPK | 28,7 | 14,5 | 10,1 | 100,0 |
| NPK + P по всходам | 33,3 | 17,2 | 12,2 | 120,8 |
| NPK + N по всходам | 36,3 | 17,1 | 13,3 | 131,6 |
| NPK + P перед колошением | 30,3 | 14,8 | 11,6 | 114,8 |
| NPK + N перед колошением | 33,4 | 17,3 | 12,3 | 121,7 |
| NPK + P по всходам + N перед колошением | 31,7 | 14,4 | 13,3 | 131,6 |
| В условиях почвенной засухи | | | | |
| NPK | 20,0 | 10,5 | 6,2 | 100,0 |
| NPK + P по всходам | 23,5 | 13,3 | 8,6 | 138,8 |
| NPK + N по всходам | 20,5 | 11,4 | 6,4 | 103,2 |
| NPK + P перед колошением | 23,7 | 12,3 | 7,8 | 125,8 |
| NPK + N перед колошением | 16,5 | 9,3 | 4,5 | 72,6 |
| NPK + P по всходам + N перед колошением | 22,0 | 13,5 | 5,9 | 95,1 |

азотную подкормку, урожай зерна равнялся таковому контрольных растений. У растений же, получивших комбинированную подкормку, урожай зерна был несколько ниже, чем у контроля. Из таблицы 17 видно, что снижение урожая зерна под влиянием засухи, перенесенной растениями в фазе колошения, произошло за счет уменьшения числа зерен и их абсолютного веса.

Корреляционные коэффициенты, высчитанные между величиной урожая зерна и некоторыми показателями водного режима, а также между урожаем и содержанием в листьях азота и фосфора имеют следующий характер.

Таблица 19

Коэффициенты корреляции, характеризующие степень сопряженности между величиной урожая зерна, показателями водного режима листьев и с содержанием азота и фосфора в листьях

| | Общая связанная вода | Коллоидно связанная вода | Осмотическое давление | Количество фосфора | Количество азота |
|--|----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| В условиях оптимального водоснабжения | | | | | |
| Урожай | +0,90 | +0,89 | +0,50 | +0,48 | +0,85 |
| В условиях почвенной засухи | | | | | |
| Урожай | +0,51 | +0,81 | -0,45 | +0,71 | +0,59 |

Из таблицы видно, что в условиях оптимального водоснабжения величина урожая зерна была в значительной степени связана с содержанием в растении общей связанной и коллоидно связанной воды и количеством содержащихся в растении азота и фосфора, причем с азотом была большая сопряженность, чем с фосфором.

В условиях засухи характер корреляционных связей оказался несколько иным. У растений, перенесших засуху, величина урожая зерна больше, чем с другими показателями водного режима, была связана с содержанием в растении коллоидно связанной воды и больше, чем с азотом, связана с фосфором. Корреляция между величиной осмотического давления и урожаем практически отсутствовала.

Влияние условий минерального питания и водоснабжения на урожай пшеницы 1950 года рассмотрим по отдельным сериям опытов.

Цифры таблицы 20 показывают, что в условиях оптимального водоснабжения подкормки способствуют повышению числа колосков и зерен в колосе, повышению числа развитых зерновок и абсолютного веса зерна. В указанных условиях более благоприятное действие на формирование элементов структуры урожая оказала комбинированная подкормка. Под влиянием ранней почвенной засухи сократилось число колосков в колосе, общее число зерновок и развитых зерновок. Абсолютный вес зерна, по сравнению с поливным контролем, повысился, так как у растений, перенесших раннюю засуху, при наливе зерна условия питания и водоснабжения были нормальные, и приток питательных веществ шел в меньшее число развивающихся зерновок по сравнению с поливными растениями.

Поздняя почвенная засуха почти не отразилась на числе колосков в колосе. Число зерен, однако, снизилось больше, чем при ранней засухе, и резко уменьшился их абсолютный вес. Уменьшение числа зерен под влиянием поздней засухи произошло за счет снижения количества оплодотворенных цветков вследствие повреждения цветочных органов из-за недостаточного водоснабжения колоса. На повреждение половых элементов цветов под воздействием засухи есть указание у Алексева и Кирилловой [12]. Они показали, что у растений, все время развивавшихся при достаточном водоснабжении, осталось неоплодотворенными 18% цветков; у растений, испытавших засуху в стеблевании, неоплодотворенными осталось 22% цветков, а у растений, испытавших засуху в колошении, — 46%. Снижение числа зерен происходит и за счет недоразвития части зерновок,

Таблица 20

Влияние условий минерального питания на структуру урожая пшеницы в условиях оптимального водоснабжения и почвенной засухи (1 серия)

| Варианты условий минерального питания растений | Число колосков в колосе | Число зерновок в колосе | Число развитых зерновок | Число недоразвитых зерновок | Отношение числа развитых зерновок к недоразвитым | Число хороших зерен в колосе | Число щуплых зерен | Абсолютный вес 1000 зерен |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|--|------------------------------|--------------------|---------------------------|
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|--|------------------------------|--------------------|---------------------------|

В условиях 70% влажности

| | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|---|------|
| NPK | 12,7 | 26,8 | 16,0 | 10,8 | 1,48 | 16,0 | — | 33,0 |
| NPK + P по всходам | 13,4 | 30,1 | 18,9 | 11,2 | 1,69 | 18,9 | — | 41,2 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 15,2 | 36,9 | 22,3 | 14,6 | 1,53 | 22,3 | — | 43,5 |

В условиях ранней почвенной засухи

| | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|---|------|
| NPK | 10,3 | 23,4 | 13,5 | 9,9 | 1,36 | 13,5 | — | 44,1 |
| NPK + P по всходам | 10,1 | 23,3 | 13,1 | 10,2 | 1,28 | 13,1 | — | 44,3 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 11,2 | 29,3 | 18,7 | 10,6 | 1,76 | 18,7 | — | 47,0 |

В условиях поздней почвенной засухи

| | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|---|------|
| NPK | 12,1 | 24,4 | 12,7 | 11,7 | 1,08 | 12,7 | — | 33,4 |
| NPK + P по всходам | 12,4 | 27,5 | 15,2 | 12,3 | 1,23 | 15,2 | — | 38,3 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 14,3 | 31,3 | 16,3 | 15,0 | 1,09 | 16,3 | — | 36,1 |

что, вероятно, объясняется недостатком воды, пищи и конкуренцией из-за пищи между отдельными цветками, так как усыхание части листьев во время засухи ухудшает снабжение колосков питательными веществами.

Фосфорная подкормка в условиях ранней засухи не оказала влияния на формирование элементов структуры урожая. В условиях поздней почвенной засухи у растений, получивших фосфорную подкормку, повысилось число зерновок в колосе, отношение числа развитых зерновок к недоразвитым и меньше снизился абсолютный вес зерна по сравнению с поливным контролем. Комбинированная фосфорно-азотная подкормка оказала воздействие на формирование всех элементов структуры урожая в условиях ранней и поздней почвенной засухи. У растений, получивших комбинированную подкормку, и в условиях засухи число элементов структуры урожая было повышено по сравнению с растениями, подкормленными только фосфором. Вместе с тем, в условиях поздней почвенной засухи у этих растений отношение числа развитых зерновок к недоразвитым было меньше, чем у растений, получивших одну фосфорную подкормку, и меньший абсолютный вес зерна. Последнее обстоятельство свидетельствует об ухудшении условий питания и водоснабжения колоса растений этого варианта, которые, вследствие мощного развития вегетатив-

ной массы до наступления засухи, претерпели большее обезвоживание при засухе, внешним проявлением чего явилось массовое отмирание нижних листьев. В связи с этим сократилась выработка пластических веществ, а вода и питательные вещества должны были распределиться в колосьях растений этого варианта между большим количеством зерновок по сравнению с растениями других вариантов. Все указанное выше, повидимому, и вызвало недоразвитие большого количества зерновок и щуплость зерна.

Таблица 21

Влияние условий минерального питания на величину урожая пшеницы в различных условиях водоснабжения

| Варианты условий минерального питания растений | Общий урожай в г на сосуд | Урожай соломы в г на сосуд | Урожай зерна | |
|--|---------------------------|----------------------------|--------------|------------|
| | | | в г на сосуд | в % от NPK |

В условиях 70% влажности

| | | | | |
|---------------------------------|------|------|-----|-------|
| NPK | 13,3 | 5,9 | 5,5 | 100,0 |
| NPK + P по всходам | 16,2 | 6,5 | 7,4 | 136,5 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 23,6 | 10,6 | 9,8 | 178,2 |

В условиях ранней почвенной засухи

| | | | | |
|---------------------------------|------|-----|-----|-------|
| NPK | 12,7 | 4,9 | 5,4 | 100,0 |
| NPK + P по всходам | 13,8 | 5,9 | 6,2 | 114,8 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 19,7 | 7,7 | 8,7 | 161,1 |

В условиях поздней почвенной засухи

| | | | | |
|---------------------------------|------|-----|-----|-------|
| NPK | 11,5 | 5,2 | 4,6 | 100,0 |
| NPK + P по всходам | 14,1 | 6,0 | 6,2 | 134,0 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ по всходам | 16,0 | 7,5 | 6,1 | 132,6 |

Цифры таблицы показывают, что в условиях оптимального водоснабжения внесенные подкормки способствовали повышению урожая общей массы и зерна пшеницы. Особенно благоприятное воздействие на величину урожая оказала комбинированная фосфорно-азотная подкормка, давшая превышение урожая на 79% по сравнению с NPK. В условиях ранней и поздней почвенной засухи подкормки также способствовали повышению урожая общей массы и зерна пшеницы по сравнению с контролем. В условиях ранней почвенной засухи более благоприятное действие на величину урожая оказала комбинированная подкормка, по сравнению с фосфорной. В условиях поздней почвенной засухи преимущества комбинированной подкормки перед фосфорной, выявленные в условиях оптимального водоснабжения и ранней почвенной засухи, не сохранились. По этим двум вариантам величина урожая была почти одинаковой. Повидимому, комбинированная азотно-фосфорная подкормка, способствуя лучшему росту и развитию органов пшеницы до наступления засухи, явилась причиной более сильного угнетения их при засухе. Цифры таблицы 21 изображены диаграммой на рис. 4.

Из таблицы 21 и рис. 4 видно, что засуха, ранняя и поздняя, вызвала снижение урожая зерна пшеницы. Снижение урожая зерна

при действии ранней засухи произошло за счет снижения числа зерен, а при действии поздней почвенной засухи — за счет снижения числа зерен и абсолютного веса зерна (см. табл. 20). Поздняя почвенная засуха, захватившая период колошения — цветения, вызвала более сильное снижение урожая зерна по сравнению с ранней засухой, за исключением варианта с одной фосфорной подкормкой, где ранняя и поздняя почвенные засухи вызвали одинаковое снижение урожая зерна. Положительное влияние подкормок выразилось в том, что растения, получившие подкормки, дали более высокий урожай по сравнению с контрольными, не получившими их; не только в условиях оптимального водоснабжения, но и в условиях почвенной засухи.

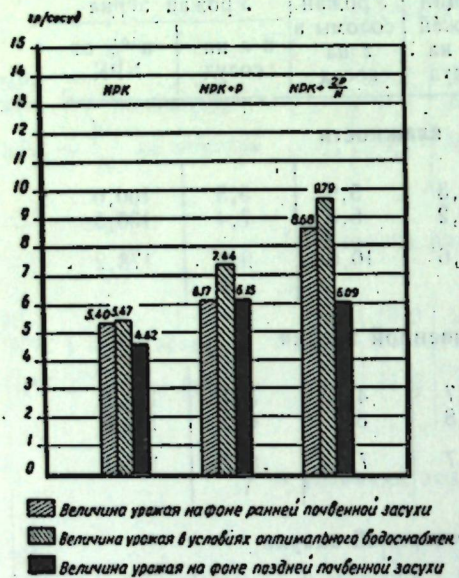


Рис. 4. Влияние минерального питания на величину урожая зерна пшеницы в условиях оптимального водоснабжения и почвенной засухи 1950 г.

повышение величины осмотического давления в этом случае есть результат повышения в листьях содержания коллоидно связанной воды.

Из многих данных наших опытов следует, что фосфорные подкормки способствуют повышению засухоустойчивости растений, а азотные подкормки, наоборот, ее снижают. В литературе имеется ряд указаний на повышение фосфором засухоустойчивости растений и понижение ее азотом [21, 40, 41, 44].

4. Вторая серия опытов

На рис. 5 показано влияние азотных и фосфорных подкормок в различных дозах на рост вегетативных органов пшеницы в фазе трубкования.

Наиболее благоприятное воздействие на рост отдельных органов пшеницы оказала подкормка азотом и фосфором в соотношении $\frac{P}{2N}$,

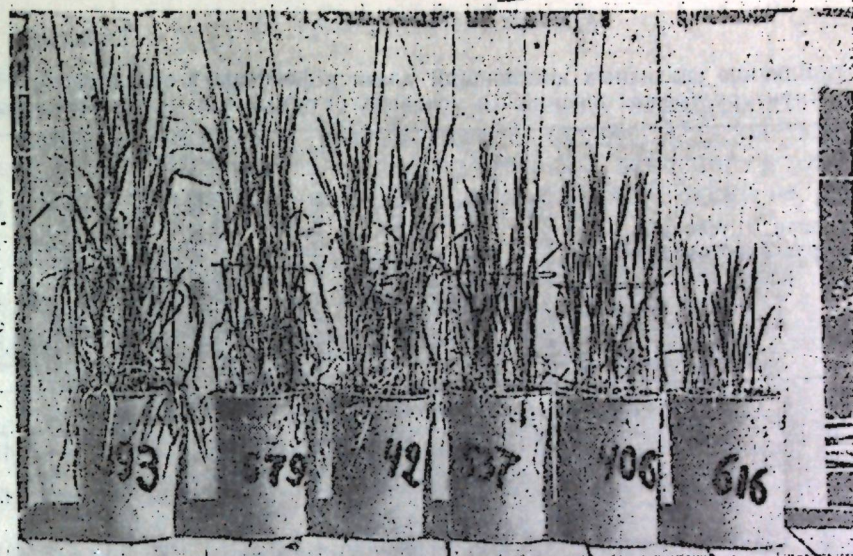


Рис. 5. 393 — $NPK + \frac{P}{2N}$; 579 — $NPK + \frac{2P}{N}$; 421 — $NPK + \frac{P}{N}$; 537 — $NPK + P$; 406 — NPK ; 616 — 0.

Таблица 22

Коэффициенты корреляции, характеризующие степень сопряженности между величиной урожая зерна, показателями водного режима листьев и с содержанием азота и фосфора в листьях

| | Общая связанная вода | Коллоидно связанная вода | Осмотическое давление | Количество фосфора | Количество азота |
|--|----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
|--|----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|

В условиях оптимального водоснабжения

Урожай | +0,99 | +0,99 | +0,84 | +0,98 | +0,99

В условиях почвенной засухи

Урожай | +0,99 | +0,95 | +0,99 | +0,92 | +0,86

затем $\frac{2P}{N}$ и $\frac{P}{N}$, между которыми по их влиянию на ростовые процессы растений разницы почти не было. Удвоение дозы фосфора не способствовало усилению ростовых процессов по сравнению с ее ординарной дозой. Влияние на ростовые процессы одного фосфора было слабым.

Таблица 23

Влияние различных комбинаций азота и фосфора в подкормке на структуру урожая пшеницы в условиях оптимального водоснабжения

| Варианты условий минерального питания растений | Число колосков в колосе | Число зерновок в колосе | Число развитых зерновок | Число недоразвитых зерновок | Отношение числа развитых зерновок к недоразвитым | Число хороших зерен | Число щуплых зерен | Абсолютный вес 1000 зерен |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|--|---------------------|--------------------|---------------------------|
| NPK | 12,7 | 26,8 | 16,0 | 10,8 | 1,50 | 16,0 | — | 33,4 |
| NPK + P | 13,4 | 30,1 | 18,9 | 11,2 | 1,65 | 18,9 | — | 41,1 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ | 15,2 | 36,9 | 22,3 | 14,6 | 1,50 | 22,3 | — | 42,8 |
| NPK + $\frac{P}{N}$ | 14,8 | 37,7 | 23,0 | 14,7 | 1,55 | 23,0 | — | 41,6 |
| NPK + $\frac{P}{2N}$ | 16,0 | 45,5 | 29,6 | 15,9 | 2,00 | 29,6 | — | 42,8 |

Все подкормки (табл. 23, 24) оказали положительное воздействие на формирование элементов структуры и величину урожая. Наилучшее действие оказала подкормка в соотношении $\frac{P}{2N}$. Подкормки в соотношениях $\frac{2P}{N}$ и $\frac{P}{N}$ по действию на структуру урожая между собой отличались мало.

Таблица 24

Влияние различных комбинаций азота и фосфора в подкормке на величину урожая пшеницы в условиях оптимального водоснабжения

| Варианты условий минерального питания растений | Общий урожай в г на сосуд | Урожай соломы в г на сосуд | Урожай зерна | |
|--|---------------------------|----------------------------|--------------|------------|
| | | | в г на сосуд | в % от NPK |
| NPK | 13,3 | 5,9 | 5,5 | 100,0 |
| NPK + P | 16,2 | 6,5 | 7,4 | 134,5 |
| NPK + $\frac{2P}{N}$ | 23,6 | 10,6 | 9,8 | 178,2 |
| NPK + $\frac{P}{N}$ | 20,2 | 8,5 | 9,1 | 165,4 |
| NPK + $\frac{P}{2N}$ | 25,8 | 11,1 | 10,9 | 200,0 |

Подкормка $\frac{2P}{N}$ дала лишь больше соломы по сравнению с $\frac{P}{N}$.

Исходя из изложенного выше относительно различных комбинаций азота и фосфора в подкормке на процессы роста, структуру и величину урожая пшеницы, можно признать комбинацию $\frac{P}{2N}$ наилучшей для подкормки твердой пшеницы в условиях оптимального водоснабжения. Удвоение дозы фосфора при ординарной дозе азота ($\frac{2P}{N}$) не имеет преимущества перед ординарной дозой фосфора ($\frac{P}{N}$).

5. Третья серия опытов

Фенологические наблюдения показали, что при поддержании влажности почвы на уровне 90% от ее полной влагоемкости развитие пшеницы несколько задерживается. Особенно резко это проявляется при сочетании ее с ординарной дозой основного удобрения. При этом угнетаются и ростовые процессы, что видно на рис. 6.

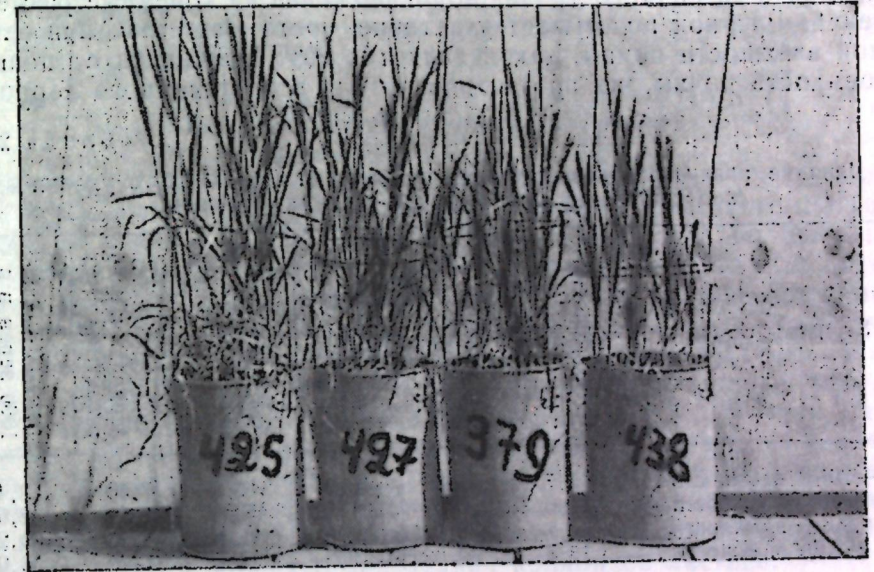


Рис. 6. 425 — 2NPK + 70% влажности от полной влагоемкости почвы
427 — 2NPK + 90%
379 — NPK + 70%
438 — NPK + 90%

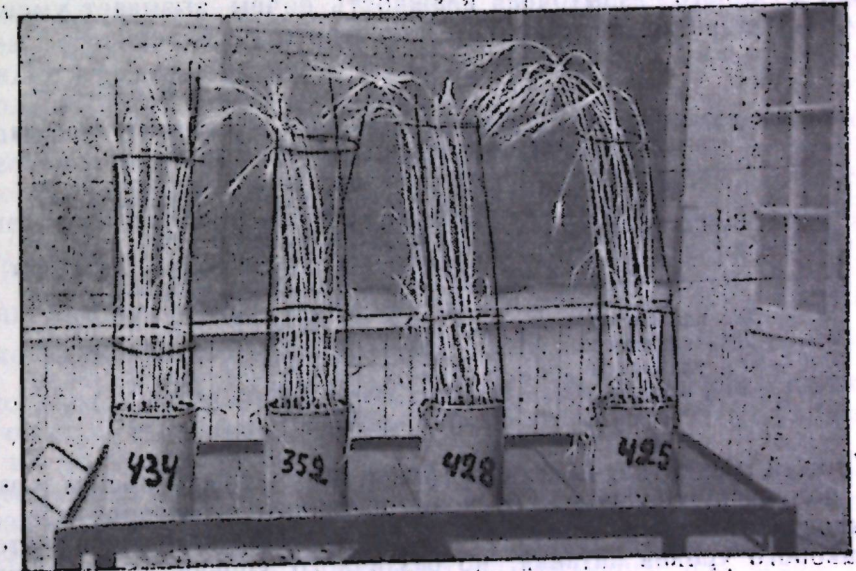


Рис. 7. 434 — NPK + 90% влажности от полной влагоемкости почвы
352 — NPK + 70%
428 — 2NPK + 90%
425 — 2NPK + 70%

Снимок сделан в фазе трубкования. При сочетании 90% влажности почвы с удвоенной дозой основного удобрения растения росли хорошо. Превосходя в росте растения контрольного варианта, они, однако, уступали растениям, получившим удвоенную дозу основного удобрения и произраставшим при 70% влажности почвы от ее полной влагоемкости.

На рисунке 7 показано влияние различных дозировок основного удобрения и различного уровня водоснабжения на конечные размеры растений. Рисунок показывает угнетение роста растений при избыточной влажности почвы, какой является 90% влажности от полной влагоемкости почвы, на протяжении всего вегетационного периода.

Таблица 25

Влияние различных доз основного удобрения и различного уровня водоснабжения на структуру урожая пшеницы

| Варианты опыта | Число колосков в колосе | Число зерновок в колосе | Число развитых зерновок | Число недоразвитых зерновок | Отношение числа развитых зерновок к недоразвитым | Абсолютный вес 1000 зерен в г |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|
| NPK + 70% влажности | 12,7 | 26,8 | 16,0 | 10,8 | 1,50 | 33,4 |
| 2NPK + 70% влажности | 14,0 | 35,0 | 21,2 | 13,8 | 1,52 | 42,6 |
| NPK + 90% влажности | 13,1 | 27,1 | 14,6 | 12,5 | 1,20 | 30,2 |
| 2NPK + 90% влажности | 14,3 | 34,0 | 19,4 | 14,5 | 1,34 | 38,0 |

Повышение дозы основного удобрения (табл. 25) увеличивает число элементов структуры урожая и повышает абсолютный вес зерна как при 70%, так и при 90% влажности почвы. Повышение влажности почвы вызывает увеличение числа элементов структуры урожая лишь при удвоенной дозе основного удобрения, а при обычной дозе его избыточная влажность почвы вызывает уменьшение числа развитых зерновок и абсолютного веса зерна.

Таблица 26

Влияние различных доз основного удобрения и различного уровня водоснабжения на величину урожая пшеницы

| Варианты опыта | Общий урожай в г на сосуд | Урожай соломы в г на сосуд | Урожай зерна | |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|-----------------|
| | | | в г на сосуд | в % от контроля |
| NPK + 70% влажности | 13,3 | 5,9 | 5,5 | 100,0 |
| 2NPK + 70% влажности | 20,0 | 7,5 | 9,0 | 163,6 |
| NPK + 90% влажности | 12,7 | 6,2 | 4,6 | 83,6 |
| 2NPK + 90% влажности | 19,7 | 8,5 | 8,0 | 145,5 |

Урожай общей массы и зерна (табл. 26) был наибольшим у растений, получивших удвоенную дозу основного удобрения при 70% влажности от полной влагоемкости почвы. При сравнении растений одинакового уровня питания, но различного уровня водоснабжения видно, что повышение влажности почвы вызывает увеличение веса соломы и уменьшение веса зерна. Растения, получившие обычную дозу NPK в сочетании с влажностью почвы, составляющей 90% от полной ее влагоемкости, дали наименьший урожай (84% от урожая

контроля). Снижение урожая зерна происходит в данном случае за счет недоразвития части зерновок и уменьшения абсолютного веса зерна. Таким образом, из всех вариантов доз удобрений и уровня водоснабжения самое благоприятное воздействие на рост, величину и структуру урожая пшеницы оказывает удвоенная доза NPK в сочетании с 70% влажности почвы от полной ее влагоемкости. Удвоенные дозы NPK при 90% влажности почвы дали меньший эффект. Этот опыт показал, что при умелой комбинации норм полива твердой пшеницы с удобрением можно достигнуть значительного повышения ее урожайности.

Обсуждение полученных данных

Данные, полученные на основании двухлетних исследований, дают возможность заключить, что элементы минерального питания оказывают влияние на состояние водного режима листьев пшеницы. Под влиянием внесенных подкормок наблюдалось понижение содержания свободной воды, повышение содержания общей связанной, коллоидно и осмотически связанной воды в листьях, величины осмотического давления клеточного сока и сосущей силы листьев. Устойчивость гидрофильных коллоидов в значительной степени определяется количеством коллоидно связанной воды. В условиях оптимального водоснабжения наиболее благоприятные изменения водного режима листьев, ведущие к повышению устойчивости коллоидов плазмы, вызвали азотные и комбинированные подкормки. Повышение количества коллоидно связанной воды в листьях происходило в основном за счет повышения гидратации коллоидов листьев.

Временная почвенная засуха вызывает изменения водного режима листьев пшеницы: в листьях снижается общее содержание воды и повышается содержание связанной, коллоидно и осмотически связанной воды, повышаются также величины осмотического давления клеточного сока и сосущей силы листьев. Изменения водного режима листьев, вызываемые засухой, сохраняются и после засухи. Засуха ускоряет старение растений. В условиях почвенной засухи наиболее благоприятные для растения изменения водного режима листьев, способствующие повышению агрегативной устойчивости коллоидов плазмы, вызывают фосфорные подкормки, особенно ранняя подкормка, даваемая по всходам.

Азотные подкормки в условиях почвенной засухи вызывают отрицательные изменения водного режима растений. В условиях засухи комбинированная подкормка — фосфор по всходам и азот перед колосением — оказала менее благоприятное влияние на водный режим растений по сравнению с комбинированной подкормкой $\frac{2P}{N}$ по всходам. Вместе с тем, в условиях засухи не проявилось преимущество комбинированной подкормки $\frac{2P}{N}$ перед одной фосфорной подкормкой. Все это подчеркивает значение фосфора для создания устойчивости коллоидов плазмы против неблагоприятного воздействия на растения засухи.

Коэффициенты корреляции, высчитанные между количеством коллоидно связанной воды и количеством содержащихся в листьях азота и фосфора, показали высокую степень положительной сопряженности между этими величинами. В условиях оптимального водоснабжения сопряженность больше между коллоидно связанной водой и азотом, а в условиях засухи — между коллоидно связанной водой и фосфором. Под влиянием засухи в листьях происходит снижение содержания фосфатидов и повышение содержания коллоидно связанной воды.

Это говорит о том, что при изменении условий влажности почвы при одних и тех же условиях минерального питания растений в листьях происходят биохимические изменения, ведущие к изменению их водного режима.

Полученные данные относительно связи водного режима листьев с содержанием в них азота и фосфора имеют принципиальное значение, так как показывают зависимость водного режима от обмена веществ в растении.

С возрастом растения происходят изменения его водного режима. После перенесенной засухи возрастные изменения водного режима листьев проявляются более резко.

При оптимальной влажности почвы наиболее благоприятное действие на урожай зерна оказали азотные и комбинированные азотно-фосфорные подкормки. В условиях засухи наиболее эффективными оказались фосфорные подкормки, особенно подкормка фосфором по всходам.

В условиях ранней засухи весьма благоприятное влияние на урожай оказала комбинированная азотно-фосфорная подкормка по всходам ($\frac{2P}{N}$). В условиях поздней засухи действие комбинированной

($\frac{2P}{N}$) и одной фосфорной подкормки (P) было одинаковым. Чисто азотные и комбинированная подкормки 1949 года с одновременной дачей фосфора и азота в условиях засухи не оказали благоприятного влияния на урожай зерна. Все указанные различия во влиянии подкормок на урожай зерна пшеницы полностью увязываются с влиянием этих подкормок на водный режим пшеницы. То обстоятельство, что элементы минерального питания оказывают одновременно благоприятное действие и на водный режим и на величину урожая, дает основание согласиться с представлением, впервые высказанным Алексеевым и Гусевым, что влияние минерального питания на урожай может сказываться через его влияние на водный режим растений.

Практическое значение проведенных нами опытов заключается в том, что они показали возможность добиться значительного повышения урожая в условиях оптимального водоснабжения и повысить устойчивость пшеницы против почвенной засухи, регулируя водный режим пшеницы надлежащей дачей элементов минерального питания.

Опыты, поставленные в 1950 году с целью выявления оптимального уровня минерального питания для твердой пшеницы *Hordeiforme* 496 в условиях оптимального водоснабжения и выявления оптимальной влажности почвы, при которой лучше сказывается влияние основного удобрения, должны были выявить степень пластичности этой пшеницы в отношении влажности почвы и доз минеральных удобрений. Опыты показали, что действие основного удобрения на твердую пшеницу *Hordeiforme* 496 лучше сказывается при 70% влажности от полной влагоемкости почвы. В условиях оптимального водоснабжения повышение уровня азотного питания пшеницы при помощи подкормки ведет к дальнейшему повышению урожая. Дополнительная доза азота в условиях дерново-подзолистых почв способствует лучшему усвоению фосфора растениями. На основании полученных данных мы пришли к выводу, что наилучшей системой удобрения яровой пшеницы на дерново-подзолистых и серых лесных оподзоленных почвах ТАССР является система: основное удобрение $NPK + \frac{2P}{N}$ по всходам. В поливных условиях на этих почвах можно рекомендовать систему $NPK + \frac{P}{2N}$.

Основные выводы

1. Водный режим пшеницы *Hordeiforme* 496 находится в определенной зависимости от условий ее минерального питания. Изменяя условия минерального питания, можно в значительной степени изменить водный режим растений.

2. Влияние минеральных подкормок на водный режим пшеницы складывается различно в зависимости от химического состава подкормок, времени их дачи и условий влажности почвы.

3. Влияние минеральных подкормок на водный режим листьев пшеницы осуществляется через изменение в растениях обмена веществ. В связи с этим вопросы водного режима растений необходимо трактовать с биохимической точки зрения, не ограничиваясь коллоидно-химической трактовкой.

4. Влияние минерального питания на урожай пшеницы происходит в значительной мере через воздействие минеральных удобрений на водный режим растений.

5. Почвенная засуха вызывает существенные нарушения в водном режиме растений. Внесением минеральных подкормок с преобладанием в них доли фосфора можно повысить засухоустойчивость растений.

6. При применении фосфорных подкормок следует учитывать, что усвоение растениями фосфора находится в зависимости от обеспеченности почвы и растений азотом. Отсюда вытекает целесообразность применения комбинированных фосфорно-азотных подкормок с преобладанием в них доли фосфора.

7. Рекомендованная в качестве стандартного для ТАССР сорта пшеница *Hordeiforme* 496 оказалась мало пластичной в отношении условий минерального питания и влажности почвы.

В заключение приношу свою глубокую благодарность проф. Алексееву А. М. за оказанную помощь и руководство при выполнении настоящей работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонин Н. С. О сроках и способах внесения удобрений. „Химизация соц. земледелия“, № 2, 1937.
2. Авдонин Н. С. Подкормка растений. Москва, Сельхозгиз, 1939.
3. Авдонин Н. С. Вопросы системы питания растений, Москва, 1941.
4. Алексеев А. М. Физиологические основы влияния засухи на растения. Уч. записки КГУ, т. 97, кн. 5—6, 1937.
5. Алексеев А. М. Вода в растении. Уч. записки КГУ, т. 101, № 1, 1941.
6. Алексеев А. М. К вопросу о коллоидно-химических изменениях, вызываемых в растении засухой. Уч. записки КГУ, т. 102, 1942.
7. Алексеев А. М. Вопросы водного режима растения. Сб. „Проблемы ботаники“, изд. АН СССР, 1950.
8. Алексеев А. М. и Гусев Н. А. Влияние фосфатов на водный режим листьев пшеницы в условиях недостаточного их водоснабжения. Изв. КФАН СССР, сер. биол. и с/х наук, в. 1, 1949.
9. Алексеев А. М. и Гусев Н. А. О влиянии фосфатов и нитратов на водный режим листьев пшеницы в условиях недостаточного их водоснабжения. Там же.
10. Алексеев А. М. и Гусев Н. А. Динамика величины сосущей силы в листьях пшеницы во время ранней весенней засухи 1949 г. ДАН, т. LXXIV, № 4, 1950.
11. Алексеев А. М. и Гусев Н. А. К вопросу о влиянии минерального питания на водный режим пшеницы в травопольном севообороте. Изв. КФАН СССР, сер. биол. и с/х наук, в. 2, 1950.
12. Алексеев А. М. и Кириллова. Влияние почвенной засухи на ход цветения пшеницы. Уч. зап. КГУ, т. XCVI, вып. 6, 1936.
13. Гальченко И. Н. Содержание воды, осмотическое давление в листьях орошаемой пшеницы. Труды ВИЗХ, т. VII, 1936.
14. Генкель П. А. Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения. Труды ин-та физиол. раст. им. К. А. Тимирязева, т. V, 1946.
15. Демиденко Т. Т. и Барнинова Р. А. Влияние удобрений на устойчивость сахарной свеклы к почвенной засухе. Изв. АН СССР, сер. биол., № 2, 1937.

16. Ермолаева Е. А. Влияние фосфатного режима на количественные изменения углеводов, азота и общей продукции сухого вещества у гречихи. "Экспер. ботаника", вып. III, 1938.
17. Зуев Л. А. Влияние различных уровней фосфатного питания на развитие молодых растений. "Почвоведение", № 3, 1949.
18. Кукса И. Н. Влияние минерального питания на зимостойкость и урожай озимой пшеницы. "Химиз. соц. земледелия", № 1, 1939.
19. Лебединцева Е. В. Опыт изучения водоудерживающей способности у растений в связи с их засухо- и морозостойчивостью. Тр. по прикл. ботанике, генет. и селекции, т. 23, № 2, 1929—1930 гг.
20. Максимов Н. А. Физиологические основы засухоустойчивости растений. Прил. 26-е к трудам по прикл. ботанике, генет. и селек., 1926.
21. Миролубов К. С. Минеральные удобрения как средство повышения устойчивости растений к засухе. "Советская ботаника", № 4—5, 1938.
22. Мосолов И. В. Характер развития различных сортов озимой и яровой пшеницы в зависимости от минерального питания. "Вестник агротехники", № 4, 1940.
23. Новогрудский Д. М. Содержание воды, водоемкость и гидрофильность сухого вещества в листовых сериях. ДАН, № 8, 1946.
24. Новогрудский Д. Н. и Диковский Ф. Ф. Тургор и содержание воды в листьях злаков. ДАН, т. LVIII, № 4, 1947.
25. Петин Н. С. Водный режим листьев и развитие яровых пшениц в условиях различного орошения. Труды ЛАБИФР, т. 1, 1934.
26. Петин Н. С. и Зак Г. А. Влияние минеральных удобрений на формирование зачаточного колоса и урожай яровой пшеницы. Доклады ВАСХНИЛ, в. 8, 1940.
27. Петров Е. Г. и Минина Е. Г. Вопросы физиологии с/х культур при дождевании. "Сов. агрономия", № 4, 1939.
28. Попов В. П. Физиологическое значение периодического питания растений. Научн. труды ин-та физиол. раст. и агрохимии АН Укр. ССР, вып. 1—2, 1948.
29. Сабинин Д. А. Влияние минерального питания на качество урожая яровой пшеницы. Сб. под. ред. Благовещенского. "Современные достижения и задачи физиол. растений", АН СССР, 1937.
30. Сабинин Д. А. Минеральное питание растений. Москва, 1940.
31. Семакин К. С. Влияние зольных элементов и азота на стойкость растений к засухе и морозу. "Экспер. ботан.", вып. 3, 1938.
32. Сказкин Ф. Д. Физиологическая оценка влияния на растение орошения в связи с установлением норм и сроков полива. Уч. зап. Ленингр. гос. пед. ин-та им. А. И. Герцена, т. XII, вып. 5, 1938.
33. Сойкина Г. С. Возрастные изменения проницаемости протоплазмы. Тр. ин-та физиол. раст., т. 6, вып. 1, 1948.
34. Соколов А. В. Методика фракционирования определения фосфоросодержащих соединений в растениях. "Химиз. соц. земледелия", № 10, 1940.
35. Соколов А. В. О почвенных факторах, определяющих эффективность высоких доз азота и подкормок. "Почвоведение", № 8, 1942.
36. Соколов А. В. Влияние условий питания на содержание в растениях различных форм фосфорных соединений. ДАН, 49, 1945.
37. Соколов А. В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений. Сельхозгиз, 1947.
38. Соколов А. В. Агрохимия фосфора. Изд-во АН СССР, 1950.
39. Ставков Н. З. Структура урожая злаков как метод изучения их в поле-вом и вегетационном опытах. "Селекция и семеноводство", № 11, 1938.
40. Турчин Ф. В. О природе действия удобрений. Сельхозгиз, 1936.
41. Удольская Н. Л. К вопросу об изучении элементов минерального питания как факторов, изменяющих засухоустойчивость растений. ДАН СССР, № 1, 1934.
42. Хайруллина Х. Ш. Изменение величины осмотического давления и со-сущей силы при подсыхании листьев. Уч. зап. КГУ, т. 101, кн. 3, 1941.
43. Чижев Б. А. Влияние норм и сроков азотного питания на элементы струк-туры урожая яровой пшеницы. Сб. научн. отчет. Ин-та зерн. хоз-ва юго-востока СССР за 1943—1945 гг., Саратов, 1947.
44. Чижев Б. А. и Фокеев П. М. Удобрения полевых культур в травополь-ных севооборотах. Сельхозгиз, 1949.
45. Щербаков А. П. Влияние калия на водоудерживающую способность расти-тельных тканей и углеводный обмен в листьях. Труды конференции по почвовед. и физиол. культури. растений, т. II, Саратов, 1938.
46. Язвицкий М. Н. Содержание неорганической P_2O_5 в листьях как пока-затель обеспеченности растения фосфором и другими элементами. ДАН, т. XLIX, № 6, 1945.
47. Walter H. Die Hydratur der Pflanze und ihre physiologisch — ökologische Bedeutung. Jena — Fischer, 1931.

М. М. Алейникова, Т. Е. Изотова, Н. М. Утробина

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЕННОЙ ФАУНЫ И ОПЫТ БОРЬБЫ С ПОЧВЕННЫМИ ВРЕДИТЕЛЯМИ НА ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ В ТАТАРСКОЙ АССР

В деле повышения урожайности сельскохозяйственных культур борьба с потерями от вредителей и болезней имеет огромное значение. Однако до сих пор эта борьба организована еще неудовлетворительно, вследствие того, что недостаточно изучено развитие и распространение вредителей, и применяемые мероприятия по борьбе с ними проводятся без учета климатических особенностей местности.

Особо важное значение приобретает изучение вредителей и разработка мер борьбы с ними на сельскохозяйственных культурах, впервые широко вводимых в севообороты, в отношении которых еще не вполне ясны источники возникновения вредной фауны. Такой культурой для Татарии является кукуруза, которая впервые в 1954 году начала высеваться на полях колхозов республики.

Как показывают немногочисленные работы, относящиеся к основ-ным районам возделывания кукурузы [17, 18, 10, 3], специфической фауны насекомых на посевах этой культуры нет, повреждается она многоядными вредителями, в том числе и проволочниками. Послед-ние, судя по ряду популярных брошюр, могут являться существен-ным препятствием для возделывания кукурузы в лесостепной полосе. Учитывая это и принимая во внимание высокую заселенность в Та-тарии почв вредителями [1], Биологический институт Казанского филиала Академии наук СССР поставил своей задачей изучение качественного и количественного состава почвенной фауны на посе-вах кукурузы в Татарской АССР и разработку мер борьбы с поч-венными вредителями применительно к этой культуре. В настоящей статье излагаются результаты первого года работ.

Работа проводилась в 1954 году в колхозе "Путь Ленина", Ла-шевского района, Татарской АССР. Площадь, занятая под кукуру-зой в колхозе, составляла 5 га, из которых 3 га было посеяно рядовым и 2 га квадратно-гнездовым способами. Почва участка темносерая, содержание гумуса 6—7%, среднего механического состава. Предшественник — картофель. Участок расположен на 1-й надпойменной террасе.

Посев кукурузы произведен 26 мая квадратно-гнездовым спосо-бом. Кукуруза высевалась вручную, под лопату, в каждое гнездо закладывалось по 5 зерен (сорт кукурузы — Казанская 7). На участке проведены все основные мероприятия по уходу: боронование, конное

рыхление междурядий, прополка сорняков, подкормка $N_{15}P_{30}K_{30}$ с последующей культивацией.

Изучались: 1) видовой состав и численность почвенной фауны; 2) вертикальное и горизонтальное размещение почвенных беспозвоночных; 3) поврежденность кукурузы почвенными вредителями; 4) действие гексахлорана на почвенную фауну, а также на рост и развитие кукурузы. Последнему вопросу мы уделили особое внимание, так как влияние ГХЦГ на кукурузу почти не изучено, а из последних работ известно [2, 15], что действие этого препарата (например, при опудривании семян пшеницы) зависит от почвенных и климатических особенностей местности, причем наряду с прибавкой урожая он может давать и снижение его.

Для изучения почвенной фауны мы пользовались методом почвенных раскопок и отловом жуков в цилиндры и под притеняющие приманки. Почвенные раскопки проводились на площадках размером 50×50 см, на глубину до 40 см. Почва вынималась послойно лопатой и анализировалась вручную непосредственно на месте работ. Раскопки проводились 3 раза: перед посевом кукурузы, в фазе кущения и после уборки. Для выявления горизонтального размещения почвенных беспозвоночных пробы брались отдельно в гнездах и междурядьях. Металлические цилиндры для отлова жуков вкапывались в почву на одном уровне с ее поверхностью в количестве 5 на участок. Притеняющие приманки делались из дерновины с пыреем, которая сверху прикрывалась ветвями лиственных деревьев. Высота приманочных куч 15 см, площадь покрытия $0,1$ м². Кучки, в количестве 10, раскладывались на расстоянии 10 м друг от друга так, как это рекомендует делать Т. Г. Григорьева [7]. Таким образом, площадь действия одной приманки равнялась 100 м². Отлов под приманки производился в течение 27 дней. Параллельно с кукурузой жуки отлавливались на картофеле и пару. Этот метод применялся нами как в целях выявления видового состава щелкунов, так и для проверки возможности практического использования его для истребления жуков этого семейства в условиях Татарской АССР.

Для борьбы с почвенными вредителями кукурузы мы пользовались гексахлораном, которым опудривали семена и затравливали почву. Опыт был заложен на квадратно-гнездовом посеве кукурузы. Размер делянок $70 \times 4,9$ м, повторность двукратная. Для внесения в почву был взят 25% гексахлоран на фосфоритной муке из расчета 50 кг/га. За 1 сутки до посева гексахлоран рассыпался по поверхности почвы и сразу запахивался конным плугом на глубину 18 см, с последующим боронованием.

Опудривание семян проводилось 12% дустом ГХЦГ из расчета 1 кг на 1 ц зерна непосредственно перед посевом. На опытных делянках проводился учет численности почвенных беспозвоночных и учет поврежденности кукурузы почвенными вредителями. Одновременно с этим учитывалась динамика роста и развития растений и урожай. Высота растений измерялась до последнего верхнего междоузлия, длина листьев — по ярусам. Для определения ассимиляционной поверхности со всех листьев 10 растений вырезались площадки в 20 см²; по сухому весу этих площадок и весу всех листьев составлялась пропорция, на основании которой вычислялась общая площадь ассимиляционной поверхности листьев.

1954 год характеризовался исключительно жаркой и влажной погодой. Среднемесячная температура воздуха вегетационного периода сильно превышала многолетнюю среднюю. Наиболее значительным это превышение было во 2 декаде июня — $5,4^{\circ}C$ и 2 декаде

июля — $6,4^{\circ}$. Осадки в избыточном количестве выпадали в течение всех месяцев, за исключением июня и августа, когда они были только несколько ниже нормы.

Указанная погода обеспечила хорошее развитие кукурузы. В 1 декаде сентября на опытных участках она достигла восковой спелости.

В настоящем сообщении мы касаемся в основном только семейства щелкунов, наиболее важного в практическом отношении, так как численность других почвенных вредителей была незначительна.

Результаты почвенных раскопок, проведенных на участке перед посевом кукурузы, сведены в таблицах 1 и 2. Из таблиц видно, что

Таблица 1

Соотношение основных групп почвенной фауны на участке перед посевом кукурузы

| Количество проб | Всего беспозвоночных | Из них в % | | |
|-----------------|----------------------|-----------------|------------|-----------|
| | | дождевых червей | многоножек | насекомых |
| 56 | 338 | 12,2 | 14,2 | 73,6 |

Таблица 2

Соотношение различных семейств жуков на участке перед посевом кукурузы

| Количество проб | Всего насекомых | Жуков | Из них в % | | | | | |
|-----------------|-----------------|-------|------------|---------|--------------|----------|------------|----------|
| | | | щелкунов | жужелиц | пластинчатых | слоников | чернотелок | хищников |
| 56 | 249 | 237 | 67,1 | 16,7 | 10,5 | 5,3 | 0,4 | 0 |

преобладающее большинство почвенных беспозвоночных составляли насекомые, в частности личинки жуков. Среди последних 67,1% приходится на долю щелкунов (Elateridae); 2-е место по численности занимают жужелицы (Carabidae), 3-е — пластинчатые (Scarabaeidae), в частности навозники (Coprinae); жуки остальных семейств встречаются в очень незначительном количестве. Таким образом, наиболее многочисленными в почве были личинки щелкунов — проволочники, являющиеся опасными вредителями для кукурузы. Плотность заселения почв последними достигала 20 экземпляров на 1 м².

Видовой состав проволочников приведен в таблице 3.

Таблица 3

Видовой состав личинок щелкунов на кукурузе

| Собрано личинок | Из них в % | | | | |
|-----------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
| | Selatosomus latus F. | Selatosomus aeneus L. | Agriotes sputator L. | Agriotes lineatus L. | Lacon murinus L. |
| 278 | 71,9 | 4,5 | 22,0 | 1,0 | 0,6 |

Из таблицы видно, что ведущими видами щелкунов являются два: широкий (Selatosomus latus) и посевной (Agriotes sputator), причем резко доминирует широкий — облигатный фитофаг, а поэтому и наиболее вредоносный.

Отлов щелкунов на притягивающие приманки, под которыми собираются жуки только рода *Agriotes*, также показывает, что этот род представлен почти исключительно посевным щелкуном (см. табл. 4):

Таблица 4

Видовой состав и количество щелкунов рода *Agriotes* по данным отловов на приманки

| Место отлова | Собрано щелкунов | | Число щелкунов в пересчете на 1 га |
|---------------------|------------------|--------|------------------------------------|
| | посевого | прочих | |
| Кукуруза | 1392 | 1 | 13930 |
| Картофель | 2284 | 20 | 23040 |
| Пар | 3084 | 36 | 31100 |

Отлов на приманки проводился в течение 27 дней, причем приманочные кучки выкладывались в одних и тех же местах. Подавляющее большинство жуков отловлено в течение 1 декады июня.

Цифры таблицы 4 показывают, что методом притягивающих приманок на пару и пропашных можно выловить большое число жуков-щелкунов. Особенно много их попадалось на паровом поле, где почва была покрыта плотной гладкой коркой, вследствие чего число естественных укрытий для жуков было здесь очень ограничено. Вылов такого количества щелкунов безусловно должен отрицательно сказаться на яйцекладке и количестве отродившихся личинок. А. И. Давыдов [9] установил, что отлов 12000 щелкунов *Agriotes obscurus* L. с гектара в условиях таежной зовы снижает численность личинок 1-го возраста на обработанных полях на 20%. Т. Г. Григорьева [7] указывает, что под притягивающие приманки можно отловить с парового поля в течение 2 дней до 60% всего запаса жуков темного щелкуна. В. Н. Старк [16], А. Ф. Кипенварлиц [11] считают, что отлов на приманки может являться хорошим средством для уничтожения щелкунов. Как приведенные литературные данные, так и собственные исследования приводят нас к выводу о том, что скептическое отношение многих энтомологов к отлову щелкунов на приманки, как методу борьбы с ними, необосновано. Нам кажется, что это мероприятие в Татарии, в условиях высокой заселенности почв посевным щелкуном [1], может иметь практическое значение и окупится полученными результатами. Поскольку кукуруза в Татарской республике высевается поздно, площади, предназначенные под посев этой культуры, удобны для проведения отлова щелкунов на приманки (комбинированные).

Одной из задач наших исследований являлось проследить влияние квадратно-гнездового способа посева на горизонтальное размещение главнейших почвенных обитателей.

Учет численности почвенной фауны, проведенный в начале вегетации и после уборки на кукурузе и картофеле, показал закономерное распределение почвенных беспозвоночных на квадратно-гнездовых посевах этих культур. Из таблицы 5 видно, что на квадратно-гнездовых посевах кукурузы и картофеля наблюдается стягивание к гнездам некоторых почвенных беспозвоночных как растительноядных, так и хищных. В отношении растительноядных почвенных насекомых, в частности проволочников, известно, что они способны совершать значительные горизонтальные миграции [12]. Миграции эти обуславливаются поисками благоприятных условий среды. В стя-

гивании к гнездам почвенных беспозвоночных на квадратно-гнездовых посевах решающее значение имел кормовой фактор. Из таблицы 5 видно, что у растительноядных форм, в частности проволочников, тяготение к гнездам на кукурузе проявляется очень резко, видимо, во время прорастания семян, о чем говорит и большой процент повреждения ими последних (см. табл. 7).

Таблица 5

Распределение основных видов почвенных беспозвоночных на квадратно-гнездовых посевах в сопоставлении с рядовыми

| Культура | Число проб | Количество на 1 м ² | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------------|--------------------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|------------|---------------|----------------|---------------|--|--|
| | | проволочники | | пластинчатоусые | | жужелицы | | многоножки | | дождевые черви | | | |
| | | в гнездах | в междурядьях | в гнездах | в междурядьях | в гнездах | в междурядьях | в гнездах | в междурядьях | в гнездах | в междурядьях | | |
| Кукуруза | | | | | | | | | | | | | |
| весна | 16 | 27,5 | 12,0 | 5,4 | 2,4 | 1,5 | 8,0 | 5,0 | 2,0 | 5,0 | 3,4 | | |
| осень | 32 | 10,0 | 7,0 | — | — | 9,2 | 4,2 | 5,8 | 1,7 | 3,0 | 6,2 | | |
| Кукуруза (рядовой посев) | | | | | | | | | | | | | |
| весна | 8 | | 20,0 | | 1,5 | | 2,5 | | 8,5 | | — | | |
| осень | 8 | | 10,0 | | — | | 7,5 | | 9,5 | | 3,5 | | |
| Картофель | | | | | | | | | | | | | |
| весна | 8 | | 7,5 | | 0,5 | | 2 | | 3 | | 19 | | |
| осень | 16 | 7,0 | 3,0 | — | 1,0 | 4,5 | 0,5 | 2,0 | 1,5 | 8,5 | 12,5 | | |

Примечание: На картофеле весной раскопки делались еще до появления всходов.

Учет, проведенный в фазе кушения кукурузы, показал, что проволочников в гнездах находится в 2,3 раза больше, чем в междурядьях (на пластинчатоусых мы не останавливаемся потому, что они представлены в основном родом *Aphodius*). Стягивание проволочников в гнезда обусловлено наличием там пищи, что доказывается различным поведением на квадратно-гнездовых посевах личинок 2 ведущих видов щелкунов: широкого и посевого (см. табл. 6).

Таблица 6

Горизонтальное размещение на квадратно-гнездовом посевах кукурузы личинок 2 видов щелкунов

| Фаза развития кукурузы | % нахождения личинок щелкунов | | | |
|-------------------------|-------------------------------|----------|---------------|----------|
| | в гнездах | | в междурядьях | |
| | широкого | посевого | широкого | посевого |
| Кушение | 81,8 | 50,0 | 18,2 | 50,0 |
| Уборка урожая | 60,0 | 55,6 | 40,0 | 44,4 |

Из приведенных цифр видно, что личинки щелкуна широкого, который является облигатным фитофагом, стягиваются в гнезда очень быстро, в то время как личинки посевного щелкуна, которые при достаточной влажности способны к сапрофагии [4—6], в начальный период возделывания кукурузы распределялись по посеву более или менее равномерно.

В осенний период оба вида личинок в большем количестве встречаются в гнездах, однако и у щелкуна широкого разница в заселенности гнезд и междурядий в это время выражена менее резко, чем весной.

Тенденция стягиваться к гнездам (табл. 5) имеет место и у хищных форм: многоножек (*Chilopoda*) и жуужелиц, причем последние скапливаются в гнездах в стадии имаго¹.

На посевах кукурузы найдено 13 видов жуужелиц, из которых доминируют: *Harpalus latus* F., *Ophonus calceatus* Dft., *Pterostichus coerulescens* L., *P. lepidus* Leske, *Bembidion lampron* Hrbst. Большинство из них хищничает за счет личинок щелкунов. Так, А. Н. Масайтис [13] указывает, что *O. calceatus* истребляет проволочников. Гаукис (Hawkins [19]) в числе хищников, питающихся проволочниками, называет жуужелиц рода *Platysma* (*Pterostichus*) и *Broscus cephalotes* L. Активными истребителями проволочников Г. К. Пятницкий [14] считает жуужелиц из родов *Bembidion* и *Dischirius*.

Таким образом, и у названных хищных беспозвоночных тяготение к гнездам обусловлено, видимо, кормовым фактором и происходит вслед за стягиванием туда растительных форм, с которыми они связаны биотическими отношениями. Беспозвоночные гумификаторы распределены по всему посеву более или менее равномерно, что ясно видно на примере дождевых червей.

Стягивание в гнезда проволочников на квадратно-гнездовых посевах кукурузы и обусловило значительный процент повреждения семян в период их прорастания. Вредоносность проволочников особенно рельефно выступает при сопоставлении поврежденности кукурузы на участках, обработанных и не обработанных гексахлораном (табл. 7).

Таблица 7

Гибель семян и всходов кукурузы от повреждений проволочниками

| Варианты опыта | Число проволочников на 1 м ² | | % гибели | |
|---------------------------------|---|---------------|----------|---------|
| | в гнездах | в междурядьях | семян | всходов |
| Контроль | 27,5 | 12,0 | 25,7 | 4,2 |
| Опудривание семян | 5,5 | 6,0 | 9,6 | 1,4 |
| Внесение ГХЦГ в почву | 4,0 | 4,5 | 0 | 0,5 |

Из цифр, приведенных в таблице 7, видно, что стягивание проволочников в гнезда происходит очень рано, видимо, с момента высева семян. Гибель последних может быть очень значительной. Так, при численности проволочников в 20 экз. на 1 м² (27,5 в гнездах и 12,0 в междурядьях) свыше 25% семян было уничтожено этими вредителями. Поврежденность всходов в фазе кущения была невелика — 4,2%.

¹ При весенних раскопках в почве были обнаружены преимущественно личинки жуужелиц.

Обработка гексахлораном как путем сплошного внесения препарата в почву, так и опудривания семян в 3,5—4,5 раза снизила численность проволочников и почти полностью предохранила кукурузу от повреждений.

Концентрация основной массы проволочников в гнездах в ранний период развития кукурузы говорит о возможности местного внесения гексахлорана.

Наряду с резким снижением количества проволочников, внесение гексахлорана в почву отрицательно сказывается и на численности некоторых других беспозвоночных. Так, под влиянием этого препарата снижается количество жуужелиц, многоножек, но в значительно меньшей степени, чем это отмечено для проволочников.

Численность дождевых червей при внесении в почву ГХЦГ, наоборот, несколько возрастает. Об увеличении количества дождевых червей под влиянием гексахлорана сообщает Т. Г. Григорьева [8]. К настоящему времени установлено, что гексахлоран нельзя рассматривать только как инсектицид, этот препарат является и стимулятором роста и развития сельскохозяйственных растений или, в зависимости от применяемых доз [15, 2], действует на растения угнетающе.

Учитывая, что действие гексахлорана на кукурузу почти не изучено, мы проследили динамику роста и развития растений, а также учли размер урожая кукурузы с обработанных ГХЦГ и необработанных участков. Результаты учетов представлены в таблице 8.

Таблица 8

Влияние гексахлорана на рост, развитие и урожай кукурузы

| Варианты опыта | Учет через 37 дней после посева | | | | | | Молочная спелость | |
|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------|------|--|----------------------|------------------------|
| | высота растений в см | среднее число листьев на 1 раст. | средняя длина 1 листа по ярусам в см | | | ассимиляц. поверхность в см ² | высота растений в см | урожай початков в ц/га |
| | | | 1-й | 2-й | 3-й | | | |
| Внесение ГХЦГ в почву | 26,8 | 11,4 | 21,5 | 48,1 | 79,4 | 1192,3 | 126,7 | 58,95 |
| Опудривание семян | 26,9 | 10,7 | 21,4 | 46,0 | 71,0 | 1107,1 | 128,5 | 51,61 |
| Контроль | 25,1 | 10,5 | 16,2 | 33,6 | 59,4 | 1004,8 | 123,3 | 52,15 |

Из таблицы 8 видно, что гексахлоран оказывает на кукурузу большое положительное влияние. Так, при обработке этим препаратом стимулируется рост растений, увеличивается число листьев, общая ассимиляционная их поверхность. Стимуляция отмечена как при внесении ГХЦГ в почву, так и при опудривании семян, однако в обоих случаях имеет место некоторая специфика действия. Опудривание семян сильнее всего стимулировало рост стебля и не оказало положительного влияния на урожай. Как видно из таблицы 8, получено даже некоторое снижение урожая початков по сравнению с контролем, однако оно незначительно и может быть в пределах ошибки опыта. Внесение гексахлорана в почву действовало более разносторонне на развитие кукурузы и в конечном итоге обусловило прибавку урожая початков на 6,8 ц с га по сравнению с контролем.

Выводы

1. Изучение почвенной фауны на посевах кукурузы в одном из колхозов Татарской АССР показало, что наиболее многочисленными из почвенных вредителей являются проволочники — личинки жуков-щелкунов, численность которых в почве составляет 18—20 экз. на 1 м².

2. При таком количестве, стягиваясь в гнезда в ранний период развития кукурузы, проволочники способны уничтожить до 30% зерен и всходов.

3. Применение гексахлорана как при сплошном внесении препарата в почву в количестве 50 кг/га, так и при опудривании семян из расчета 1 кг дуста на 1 ц зерна в 3,5—4,5 раза снизило численность проволочников и почти полностью предохранило кукурузу от повреждений ими.

4. При обоих способах применения гексахлоран оказал стимулирующее действие на рост и развитие кукурузы, а при внесении в почву — и на урожай початков, обусловив прибавку его на 6,8 центнера с гектара.

5. Тенденция проволочников стягиваться в гнезда в самый ранний „критический“ период развития кукурузы должна быть использована для постановки опытов по борьбе с ними путем внесения гексахлорана только в гнезда.

6. Опыты по применению притягивающих приманок для отлова щелкунов показали возможность практического использования этого метода в Татарии в качестве меры борьбы с посевным щелкуном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алейникова М. М. и Утробина Н. М. Почвенная фауна полезащитных лесных насаждений в Татарской АССР. Известия КФАН СССР, серия биологич. наук, № 4, 1953.

2. Богдарина А. А. Стимулирующее действие гексахлорана на растение. Труды ВИЗР, Л., вып. 2, 1949.

3. Бугданов Г. Б. Главнейшие вредители кукурузы и меры борьбы с ними. Дзауджикау, 1947.

4. Гиляров М. С. Почвенные вредители и обработка почвы. Защита растений. Сборник № 14, 1937.

5. Гиляров М. С. Факторы, определяющие вредоносность почвенных вредителей, и их значение для культуры каучуконосов. „Защита растений“, № 13, 1937.

6. Гиляров М. С. Особенности почвы как среды обитания и ее значение в эволюции насекомых. М.—Л., 1949.

7. Григорьева Т. Г. Результаты испытания приманок в борьбе с темным щелкуном. Сборник трудов ВИЗР, Л., 1948.

8. Григорьева Т. Г. Действие гексахлорана, внесенного в почву, на почвенную фауну. Доклад ВАСХНИЛ, № 2, 1952.

9. Давыдов А. И. Краткие итоги работ по борьбе с основными вредителями и болезнями с/х культур в условиях таежной зоны Томской области. Вторая научная конференция. Труды Томск. государственн. университета, т. 117, 1952.

10. Добровольский Б. В. Насекомые, вредящие кукурузе в Ростовской области. Росиздат, 1941.

11. Кипенварлиц А. Ф. Меры борьбы с проволочниками. Известия Академии наук Белорусской ССР, № 5, 1949.

12. Космачевский А. С. Вопросы экологии вредных почвенных насекомых. Третья экологическая конференция. Тезисы докладов, часть I, Киев, 1954.

13. Масайтис А. Н. Материалы по фауне и биологии щелкунов в Сибири. Изв. Сибир. краевой Стазра, 3 (6), 1929.

14. Пятницкий Г. К. Принципы борьбы с почвообитающими насекомыми на примере проволочников. XIX Пленум секции защиты растений Всесоюзной Академии с/х наук им. В. И. Ленина 20—24 сентября 1949 года. Тезисы докладов, IV, г. Сталинабад, 1949.

15. Сазонов П. В. Влияние ГХЦГ на растение в зависимости от сроков применения и дозировки препарата. Доклады ВАСХНИЛ, № 5, 1952.

16. Старк В. Н. Биологические обоснования приманочного метода борьбы. Сбор трудов Всесоюзн. ин-та защиты растений, 1948.

17. Талицкий В. И. и Немляенко Ф. Е. Главнейшие вредители и болезни кукурузы и борьба с ними. Издание Ин-та защиты растений. Л., 1934.

18. Щеголев В. Н., Знаменский А. В., Бей-Биенко Г. Я. Насекомые, вредящие полевым культурам. М.—Л., 1937.

19. Hawkins I. H. The bionomics and control of wireworms in Maine. Main. Agric. Expt. st. Bull. 381, 1936.

Ф. Д. Самулов

ПРИНЦИПЫ ПЛОДОВОДСТВЕННОГО РАЙОНИРОВАНИЯ И ВЫБОР МЕСТОПОЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПЛОДОВЫХ САДОВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

I. Задачи и методика работы

Среди плодородных районов нашей страны с давних пор видное место занимает Среднее Поволжье¹. Неблагоприятные климатические условия в зимы 1939/40 и 1941/42 гг. вызвали сильные повреждения плодовых насаждений в Среднем Поволжье, в результате чего площадь плодоносящих садов сократилась.

В связи со строительством Куйбышевской гидроэлектростанции в Среднем Поволжье создадутся исключительно благоприятные условия для развития сельского хозяйства и в том числе промышленного садоводства. Выполнение грандиозной задачи расширения садоводства в нашей стране связано с решением определенных узловых вопросов, одним из которых является вопрос о выборе местоположений для закладки садов в зависимости от комплекса условий среды: климата, рельефа, почвенного покрова, условий увлажнения, защищенности и т. д. Актуальность этого вопроса объясняется тем, что плодово-ягодные растения являются многолетними культурами и занимают определенную территорию в течение многих лет (например, яблоня и груша — в течение нескольких десятилетий). При неудачном выборе участка для закладки сада трудно исправить допущенную ошибку, так как переноска деревьев на новые места обходится чрезвычайно дорого и не всегда возможна. Поэтому правильный выбор местоположения для сада в значительной мере предопределяет успешное произрастание плодовых растений и долговечность сада в данных условиях. С этим вопросом непосредственно связывается необходимость плодородственного районирования территории Среднего Поволжья, так как вопрос о выборе местоположений для закладки плодовых насаждений должен решаться применительно к плодовым областям (зонам) и районам.

В связи с вышеизложенным, мы в своей работе ставили следующие задачи:

1) на основании данных геоморфологии, климата, почвенного покрова, растительности и обследования плодовых садов наметить плодородственное районирование территории Среднего Поволжья;

¹ Под названием „Среднее Поволжье“ подразумевается Куйбышевская и Ульяновская области, Татарская и Чувашская АССР.

2) в пределах выделенных плодовых областей выявить характер произрастания плодовых растений в зависимости от различных условий среды (рельеф, климат, почва, условия увлажнения и т. д.) и агротехники, что позволит произвести оценку отдельных местоположений садов и подойти к правильному выбору земельных участков для закладки новых плодовых насаждений;

3) выявить перспективы развития плодородства в Среднем Поволжье в связи со строительством Куйбышевской ГЭС.

При решении поставленных вопросов серьезное значение имеет биологический анализ роста и развития плодовых растений в различных условиях среды. Наряду с ним должны учитываться также вопросы экономического и организационно-технического порядка.

Исходя из этого, можно наметить основные предпосылки для методики обследования плодовых насаждений. Характер произрастания плодового растения, его рост и развитие в течение жизни зависят как от комплекса условий среды, так и от видовых и сортовых свойств (особенностей) растения. Поэтому обследование должно быть направлено в одинаковой мере на изучение характера произрастания плодовых растений (нарастание и мощность скелетных ветвей, плодоношение, глубина залегания корневой системы и распределение ее по почвенным горизонтам), на изучение условий среды, в которых развивается растение, а также на изучение свойств данного вида и сорта растения, которые сформировались и закрепились в процессе длительного исторического развития вида или сорта в определенных условиях среды.

Важнейшим в работе является выбор типичных участков обследования. Изучение литературных и ведомственных материалов еще до выезда на место обследования позволяет ознакомиться с природой и экономикой изучаемой области и наметить в ее пределах различные участки — плодовые зоны, границы которых могут быть уточнены в соответствии с данными, полученными при обследовании плодовых насаждений. В каждой такой зоне выделяются более мелкие, относительно однообразные участки территории, характеризующиеся сравнительно одинаковыми условиями произрастания плодовых растений (подзона, плодовой район). В пределах последних выбираются типичные для них хозяйства и плодовые насаждения.

Сведения, собираемые при обследовании садов, заносятся в специально отпечатанные бланки и журналы. Общие сведения о состоянии плодовых насаждений, агротехнике сада собирались на основании записей, имевшихся в хозяйстве, расспросов специалистов и личных наблюдений.

Для выяснения реакции сортов на комплекс внешних условий закладывались пробные площади, включающие в среднем от 150 до 300 деревьев. Пробные площади закладывались с учетом имеющихся различий в условиях произрастания (в зависимости от рельефа, почвенно-грунтовых условий, площади питания, защищенности), в уровне агротехники, в породно-сортовом составе и в возрасте плодовых растений, а также различий в состоянии плодовых насаждений и произрастании плодовых деревьев. О реакции на условия среды можно судить по состоянию насаждения. Об этом свидетельствуют:

- 1) количество пустых мест, т. е. определение выпада деревьев данной породы и сорта, и количество посаженных деревьев;
- 2) период жизни произрастающих деревьев;
- 3) количество больных и здоровых деревьев;
- 4) характер повреждений деревьев морозами;
- 5) общие размеры дерева (высота дерева, кроны, ширина ее, окружность штамба и т. д.);

6) характер кроны и размеры рабочей ее части (толщина листового полога);

7) размещение основных скелетных ветвей, мощность их, характер нарастания, ветвления и т. д.;

8) размещение обрастающих частей в кроне, характер плодоношения, долговечность обрастающих ветвей и т. д.;

9) глубина залегания корневой системы, распределение ее по почвенным горизонтам, протяженность и количество скелетных и обрастающих корней;

10) степень пораженности плодово-ягодных растений вредителями.

По каждой пробной площади в журнал заносились данные, характеризующие географическое положение хозяйства, местоположение пробной площади, морфологическое описание почвенного разреза (в необходимых случаях брались для анализа почвенные образцы) и сведения об агротехнике на данном участке.

Мы обозначали сорт и возраст плодовых деревьев, производили промеры их надземной части (высота дерева и штамба, диаметр кроны, окружность штамба), отмечали силу роста деревьев по трехбалльной системе (сильные, средние, слабые), их физическое состояние, больные деревья, выпад, посадку. Данные по пробной площади сводились в таблицы, в которых приводилось процентное количество деревьев разной силы роста, физического состояния, выпад, посадки, больных деревьев.

Наряду с этим в журнале обозначались: степень облиствления деревьев, величина урожая во время обследования по трехбалльной системе и повреждения деревьев (морозобойные, трещины, ожоги, выпад сучьев, повреждения вредителями). В садах, посаженных до морозных зим 1939/40 и 1941/42 гг., производилась также оценка подмерзания деревьев и степень их отрастания по морфолого-балловой схеме.

Для более подробной характеристики развития плодовых деревьев на каждой пробной площади выбирались типичные для данного насаждения деревья. На них учитывались прирост скелетных ветвей и плодоношение по годам. В возможных случаях определялась урожайность по отдельным сортам в килограммах с дерева и урожайность с единицы площади.

Корневая система плодовых деревьев обследовалась не во всех насаждениях, а только в тех случаях, когда наблюдались значительные различия в условиях почвогрунта и увлажнения. Изучение корневой системы проводилось по методу „скелета“. Однако работа обычным методом „скелета“, заключающаяся в раскопке корней по их ходу с постепенным освобождением от земли, является весьма трудоемкой, часто длительной и трудно применимой в условиях нашей работы. Поэтому мы остановились на методе „скелета“, описанном в США Оскампом (Oskamp [40]), а у нас М. П. Тарасенко [33] и В. А. Колесниковым [11].

При обследовании корневой системы копалась траншея перпендикулярно радиусу кроны дерева на расстоянии 60 см от ствола на глубину распространения основной массы корней (1,5—2 м), а затем на плане в масштабе 1:10 наносились диаметры перерезанных корней, как они видны на стенке траншеи, а также и контуры почвенных горизонтов. Полученные данные дают довольно надежное ориентировочное представление о распределении корней по почвенным горизонтам, что также помогает при сравнительно малой затрате труда и средств раскрывать верные связи между развитием деревьев и условиями почвенного комплекса и агротехники.

Садоводству Среднего Поволжья посвятили свои работы многие авторы [22, 23, 24, 25, 27, 17, 35, 36, 5].

Главное внимание в этих работах уделяется помологическим и агротехническим вопросам. Имеющееся в работах В. В. Пашкевича [22] и Е. П. Финаева [35, 36] районирование плодоводства отдельных областей Среднего Поволжья не основано на анализе природных условий Поволжья. В работах В. В. Пашкевича есть также указания, касающиеся состояния плодовых насаждений в разных условиях местоположения; однако эти указания по отдельным пунктам весьма противоречивы и основаны не на специальных исследованиях, а на общих впечатлениях автора. Поэтому поставленные нами выше вопросы заслуживают специального изучения.

II. Подразделение территории Среднего Поволжья на плодовые зоны

Территория Среднего Поволжья при значительной своей протяженности с севера на юг и с запада на восток обнаруживает в разных частях существенное изменение комплекса природных условий. Большие изменения претерпевают рельеф, климат, почвы и растительность, которые имеют непосредственное отношение к вопросу районирования плодоводства и построения дифференцированной по районной агротехники.

Основные сведения по геоморфологии, почвам и растительному покрову Среднего Поволжья находим в работах многих авторов [19, 30, 34, 26, 28, 21, 32, 13, 14, 18 и др.].

Изменения в рельефе, почвенном и растительном покрове по отдельным районам Среднего Поволжья вполне согласуются с различиями в климатических условиях, которые особенно ясно проявляются при анализе температурного режима и количества осадков отдельно за период вегетации и покоя плодовых растений, рассмотрении данных снегового покрова, влажности воздуха, силы и направления ветров¹.

Изменение природных условий на территории Среднего Поволжья существенным образом сказывается на развитии плодовых растений, так как организм и окружающая его среда находятся в неразрывной взаимозависимости друг от друга. В различных сочетаниях геоморфологических и почвенно-климатических условий не одинаково развиваются одни и те же плодовые растения. В качестве примера приведем хотя бы данные о прохождении плодами растениями фенологических фаз в годичном цикле развития в разных пунктах Среднего Поволжья² (таблица 1).

Если сравнить данные первых двух пунктов, находящихся в северной части Предволжья, то замечается несколько более раннее прохождение некоторых фаз в саду колхоза „Красная Чувашия“, что можно объяснить положением сада на довольно крутом склоне (юго-западно-западный склон с уклоном в 12—15°).

Сад Татарской плодово-ягодной опытной станции расположен на слабопологом склоне, в связи с чем данные, полученные здесь, будут более характерными для района.

Дальше в таблице подобраны пункты, где плодовые насаждения расположены на ровном местоположении и пользуются примерно одинаковым уходом.

¹ За неизменением места мы не приводим здесь анализа отдельных климатических факторов.

² Фенологические наблюдения проводились по нашей просьбе в 1952, 1953 гг. в плодово-ягодных опытных станциях, плодопитомниках, совхозах и колхозах.

Данные фенологических наблюдений над яблоней по отдельным пунктам Среднего Поволжья за 1952 год

| Пункты | Названия сортов | Возраст (лет) | Начало набу- хания цвето- вых почек | Начало рас- пускания ро- стовых почек | Начало набу- хания цвето- вых почек | Начало рас- пускания цве- точных почек | Начало цве- тения | Концы цве- тения | Концы роста почков | Листопад | |
|---|------------------------|---------------|---|---|---|--|----------------------|---------------------|-----------------------|----------|-------|
| | | | | | | | | | | начало | концы |
| Татарская плодово-ягод- ная опытная станция | Анис алый | 10 | 12/V | 16/V | 12/V | 15/V | 30/V | 11/V | 23/VII | 25/X | 28/X |
| | Анис московский | . | 13/V | 16/V | 13/V | 17/V | 30/V | 12/V | 23/VII | 29/X | 31/X |
| | Грушовка московская | . | 13/V | 17/V | 14/V | 16/V | 30/V | 6/V | 31/VII | 17/X | 19/X |
| | Коричное полосатое | . | 12/V | 17/V | 14/V | 17/V | 30/V | 10/V | 4/VII | 22/X | 24/X |
| | Налив белый | . | 13/V | 17/V | 14/V | 17/V | 30/V | 10/V | 23/VII | 17/X | 19/X |
| | Осеннее полосатое | . | 12/V | 17/V | 12/V | 16/V | 30/V | 11/V | 21/VII | 17/X | 20/X |
| | Папировка | . | 12/V | 17/V | 12/V | 16/V | 30/V | 11/V | 23/VII | 28/X | 20/X |
| | Китайка золотая | . | 12/V | 16/V | 12/V | 14/V | 30/V | 7/V | 29/VII | 7/X | 10/X |
| | Бельфлер-китайка | . | 12/V | 17/V | 12/V | 14/V | 30/V | 10/V | 21/VII | . | . |
| | Ренет бергамотный | . | 13/V | 17/V | 12/V | 15/V | 30/V | 7/V | 21/VII | . | . |
| Славянка | . | 14/V | 17/V | 14/V | 16/V | 30/V | 13/V | 23/VII | . | . | |
| Колхоз Красная Чувашия, Янтиковского района, ЧАССР | Антоновка обыкновенная | 11 | 13/V | 19/V | 12/V | 17/V | 30/V | 8/V | 25/VII | 30/X | 10/X |
| | Боровника | . | 14/V | 18/V | 11/V | 16/V | 27/V | 6/V | 20/VII | 29/X | 12/X |
| | Грушовка московская | . | 14/V | 20/V | 12/V | 17/V | 30/V | 10/V | 25/VII | 29/X | 10/X |
| | Коричное полосатое | . | 13/V | 20/V | 10/V | 16/V | 27/V | 8/V | 20/VII | 29/X | 10/X |
| | Осеннее полосатое | . | 10/V | 17/V | 7/V | 14/V | 28/V | 9/V | 21/VII | 19/X | 21/X |
| | Папировка | . | 10/V | 19/V | 7/V | 13/V | 28/V | 9/V | 20/VII | 19/X | 21/X |
| | | | | | | | | | | 30.X | 11/X |
| Ульяновский плодопитом- нический совхоз № 2 | Анис алый | 10 | 28/IV | 3/V | — | 2/V | 16/V | 20/V | 1/VIII | 6/X | — |
| | Анис полосатый | . | 27/IV | 3/V | — | 1/V | 16/V | 20/V | 1/VIII | 6/X | — |
| | Бельфлер-китайка | . | 25/IV | 4/V | — | 2/V | 20/V | 25/V | 22/VII | 6/X | — |
| | Грушовка московская | . | 24/IV | 4/V | — | 2/V | 15/V | 20/V | 25/VII | 4/X | — |
| | Китайка золотая | . | 25/IV | 5/V | — | 2/V | 18/V | 25/V | 18/VII | 4/X | — |
| | Папировка | . | 25/IV | 1/V | — | 2/V | 15/V | 21/V | 25/VII | 4/X | — |
| | Ренет бергамотный | . | 26/IV | 4/V | — | 1/V | 23/V | 28/V | 25/VII | 6/X | — |
| | Славянка | . | 28/IV | 5/V | — | 2/V | 22/V | 25/V | 22/VII | 6/X | — |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Продолжение табл. 1

| Пункты | Названия сортов | Возраст (лет) | Начало набу- хания цвето- вых почек | Начало рас- пускания ро- стовых почек | Начало набу- хания цвето- вых почек | Начало рас- пускания цве- точных почек | Начало цве- тения | Концы цве- тения | Концы роста почков | Листопад | |
|--|------------------------|---------------|---|---|---|--|----------------------|---------------------|-----------------------|----------|-------|
| | | | | | | | | | | начало | концы |
| Арский пло- допитомник, Татарской АССР | Анис алый | 15 | 14/V | 17/V | 14/V | 19/V | 31/V | 15/V | 30/VII | — | — |
| | Анис полосатый | . | 15/V | 18/V | 16/V | 20/V | 31/V | 13/V | 29/VII | 25/X | — |
| | Антоновка обыкновенная | . | 16/V | 18/V | 15/V | 22/V | 31/V | 15/V | 30/VII | 25/X | — |
| | Боровника | . | 16/V | 20/V | 19/V | 22/V | 31/V | 13/V | 30/VII | 4/X | — |
| | Грушовка московская | . | 15/V | 18/V | 15/V | 21/V | 1/V | 12/V | 29/VII | 1/X | — |
| | Китайка золотая | . | 14/V | 17/V | 15/V | 20/V | 7/V | 12/V | 29/VII | 20/X | — |
| | Налив белый | . | 15/V | 17/V | 17/V | 28/V | 7/V | 13/V | 28/VII | 18/X | — |
| | Папировка | . | 15/V | 17/V | 15/V | 19/V | 1/V | 13/V | 29/VII | 20/X | — |
| | | | 13 | 20/V | 23/V | 24/V | 2/V | 14/V | 4/VIII | 20/X | — |
| | | | | | | | | | | | |
| Чистопольский плодопитом- ник, Татарской АССР | Анис алый | 11 | 14/V | 16/V | 15/V | 17/V | 19/V | 29/V | 25/VII | 9/X | 11/X |
| | Анис московский | . | 14/V | 16/V | 14/V | 16/V | 19/V | 30/V | 25/VII | 9/X | 12/X |
| | Антоновка обыкновенная | . | 17/V | 20/V | 19/V | 20/V | 28/V | 28/V | 19/VII | 10/X | 12/X |
| | Бельфлер-китайка | . | 16/V | 18/V | 16/V | 17/V | 21/V | 28/V | 20/VII | 11/X | 17/X |
| | Коричное полосатое | . | 16/V | 18/V | 16/V | 18/V | 21/V | 30/V | 25/VII | 9/X | 12/X |
| Куйбышевская плодово-ягод- ная станция, Куйбышевской области | Анис алый | 11 | 30/IV | 12/V | 29/IV | 5/V | 24/V | 31/V | 22/VII | 15/X | 30/X |
| | Анис полосатый | . | 1/V | 9/V | 29/IV | 5/V | 24/V | 31/V | 22/VII | 15/X | 24/X |
| | Антоновка обыкновенная | . | 3/V | 15/V | 1/V | 13/V | 25/V | 2/V | 4/VIII | 30/X | 10/X |
| | Бельфлер-китайка | . | 3/V | 13/V | 30/IV | 11/V | 24/V | 2/V | 22/VII | 15/X | 10/X |
| | Боровника | . | 3/V | 13/V | 29/IV | 5/V | 24/V | 31/V | 19/VII | 30/X | 10/X |
| | Грушовка московская | . | 1/V | 14/V | 30/IV | 12/V | 25/V | 31/V | 24/X | 30/X | 24/X |
| | Китайка золотая | . | 30/IV | 14/V | 30/IV | 12/V | 25/V | 31/V | 15/X | 12/X | 15/X |
| | Ренет бергамотный | . | 1/V | 9/V | 29/IV | 4/V | 25/V | — | 19/VII | 7/X | — |

В более южном пункте Предволжья — в Ульяновском плодopитом-ническом совхозе № 2 — все отмеченные фенофазы плодовых деревьев наблюдались значительно раньше, что обуславливается изменением климатических условий в направлении с севера на юг.

В Арском плодopитомнике, расположенном в северной части Среднего Поволжья, почти все фенофазы отмечены на 2—3 и более дней позже, чем в Татарской плодово-ягодной станции.

В южной части Заволжья — в Куйбышевской плодово-ягодной опытной станции фенофазы отмечены значительно раньше, чем в Арском питомнике. В то же время из этих данных видно, что в Заволжской части одноименные фазы проходят позже, чем в Предволжье (сравните с данными Ульяновского совхоза № 2).

В Чистопольском плодopитомнике начало и конец цветения отмечены даже несколько раньше, чем в Куйбышевской плодово-ягодной станции, что, вероятно, обусловлено положением сада на возвышенном месте на берегу р. Камы и агротехникой, применяемой в саду.

Таким образом, в Предволжье одноименные фазы у яблонь проходят на несколько дней (3—4 дня) раньше, чем в Заволжье. В южной части Предволжья одноименные фазы (например, распускание ростовых и цветочных почек, начало цветения) проходят примерно на 2 недели раньше, чем в северной части. В Заволжье такой резкой разницы между северной и южной частями не замечается, что, повидимому, связано с более континентальными чертами климата Заволжья.

На различиях в характере произрастания плодовых растений по отдельным районам Среднего Поволжья подробнее мы остановимся в следующей главе. Здесь отметим только, что в связи с изменением природных условий на протяжении Среднего Поволжья значительные изменения претерпевает и породно-сортовой состав плодовых растений. Так, яблоня и вишня, хотя и неравномерно, произрастают на всей описываемой территории. Наоборот, груша и слива преимущественно произрастают в Предволжье и южной части Заволжья (степная зона). В южной части Предволжья и степной зоне Заволжья получила значительное распространение новая для Поволжья культура — виноград. Сортовой состав плодовых растений заметно изменяется как в направлении с севера на юг, так и с запада на восток. Например, в северной части Предволжья яблоня представлена в основном следующими сортами: Анис серый и алый, Антоновка обыкновенная, Боровинка, Грушовка московская, Коричное полосатое, Папировка, Пудовщина, Осеннее полосатое, Налив белый, Хорошавка алая; в молодых садах значительный процент занимают Китайка золотая ранняя, Славянка, Антоновка 600-граммовая, Бельфлер-китайка.

В южной части Предволжья, наряду с перечисленными выше сортами, видное место занимают Мальт крестовый, Мальт багаевский, Скрут белый, Скрут розовый, Ульяновское, Алебастровое, а также увеличивается процент таких мичуринских сортов, как Бельфлер-китайка, Славянка, Пепин шафранный, Ренет бергамотный и др.

Неодинаково размещены на территории Среднего Поволжья плодовые растения и в количественном отношении, что связано с различием в природных условиях, а также отражает исторические условия развития плодоводства. Предволжье с давних пор отличается высоким уровнем развития садоводства. Здесь и в настоящее время находится наибольшее количество плодовых насаждений. По итогам переписи плодово-ягодных насаждений 1945 г. количество плодовых деревьев (яблоня, груша, слива, вишня) в Предволжье составляет 74,94% от общего количества деревьев по всему Среднему Поволжью.

На остальную часть территории Среднего Поволжья приходится всего $\frac{1}{4}$ количества плодовых деревьев по Среднему Поволжью: в Предкамье 5,36%, в Заволжской лесостепной зоне 8,06%, в Заволжской степной зоне 11,64%. Отдельные районы Среднего Поволжья отличаются также по экономическим условиям развития плодоводства.

Вышеизложенное свидетельствует о возможности и необходимости плодоводственного районирования территории Среднего Поволжья. Наиболее крупные единицы районирования — плодовые области (или зоны), отличаясь между собой по комплексу природных условий, будут также заметно отличаться условиями развития плодовых растений и агротехникой ухода за ними.

На территории Среднего Поволжья считаем возможным выделить четыре плодовые зоны: 1) Предкамская (северная), 2) Предволжская (западная), 3) Заволжская лесостепная (восточная), 4) Заволжская степная (южная). Границу между двумя последними зонами проводим по реке Б. Кинель (рис. 1).

В пределах плодовых зон могут быть выделены более мелкие единицы — подзоны, характеризующиеся сравнительно однородными условиями произрастания плодовых растений. Так, Заволжскую лесостепную зону можно подразделить на две подзоны: Западно-Заволжскую и Восточно-Заволжскую.

Плодовые зоны и подзоны в зависимости от различий в климатических условиях, рельефе, почвенном и растительном покрове, с учетом особенностей экономики районов могут подразделяться на более дробные единицы — плодовые районы. В Предволжской зоне на этом основании выделяются три плодовых района: а) Чебоксарский, б) Ульяновский и в) Сызранский; в Заволжской лесостепной зоне — четыре района: а) Чистопольский (Заволжско-Камский), б) Ставропольский (Заволжско-Черемшанский), в) Мензелинский (Камско-Шешминский) и г) Бугурусланский (Кинельско-Сокский).

III. Зависимость характера произрастания плодовых растений от условий местоположения садов

ПРЕДВОЛЖСКАЯ ПЛОДОВАЯ ОБЛАСТЬ

Предволжская область приурочена к Приволжской возвышенности, протягивающейся на правобережье Волги в виде огромного холмистого вала, приподнятого над поверхностью Русской равнины, с абсолютными высотами 220—375 м. Характеризуется наименьшей суммой отрицательных температур за период покоя плодовых растений (не ниже -48°), сравнительно большой продолжительностью безморозного периода (Вурнары — 120, Алатырь — 141, Ульяновск, ст. II разр. — 141, Сосновый Солонец — 155 дней). Сумма средних месячных температур за период вегетации плодовых растений на территории зоны постепенно увеличивается в направлении с севера на юг (Чебоксары — $73,5^{\circ}$, Порецкое — $77,7^{\circ}$, Камское Устье — $78,4^{\circ}$, Ульяновск, ст. II разр. — $79,5^{\circ}$, Сенгилей — $81,9^{\circ}$, Сызрань, город — $86,5^{\circ}$). В таком же направлении уменьшаются средние суммы осадков за период вегетации (Алатырь — 282 мм, Тетюши — 242 мм, Инза — 246 мм, Ульяновск, ст. II разр. — 224 мм, Сызрань, город — 203 мм).

Общей чертой почвенного покрова области является исключительно широкое распространение серых лесостепных почв и оподзоленных черноземов. На равнинах, где подпочвами служат глинистые и суглинистые породы, появляются выщелоченные и типичные черноземы. По характеру растительности большая часть территории области относится к зоне широколиственных лесов, на фоне которых

выделяются три крупных лесостепных массива: Ульяновский, Сергачский и Сызранский.

а) Чебоксарский плодовый район. Занимает северную часть Предволжской зоны. Южная граница района проходит примерно от г. Тетюш, севернее г. Буинска, затем по направлению с. Шемурша — устье р. Барыш.

При описании произрастания плодовых растений в разных условиях местоположения использовался материал, собранный по пробным площадям в результате экспедиционного обследования.

Для выявления развития плодовых деревьев (яблоня) в зависимости от рельефа и экспозиции склонов в садах Чебоксарского винкомбината были заложены 5 пробных площадей. Насаждения винкомбината занимают пологие склоны р. Сугутки, а также ровное место на водоразделе рек Сугутки и Волги (рис. 2). Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми легкосуглинистыми почвами.

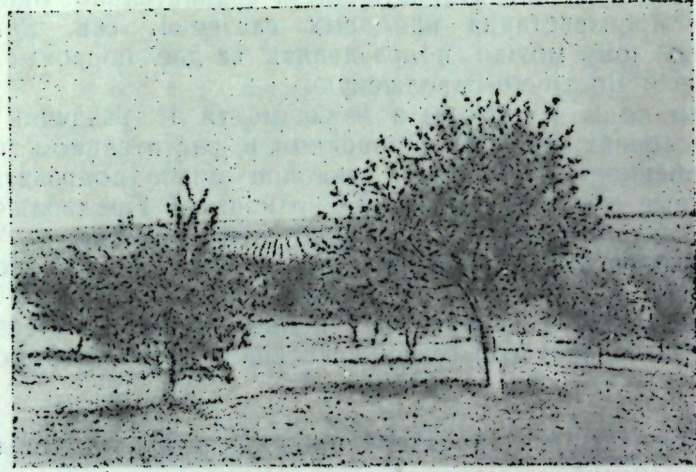


Рис. 2. Общий вид яблоневых насаждений Чебоксарского винкомбината. На переднем плане яблоня сорта Анис, сохранившаяся после морозных зим 1941/42 гг.

Обратимся к данным пробных площадей № 10, 11 и 12 (табл. 2). Пробная площадь № 10 заложена на пологом (7°) северо-северо-западном склоне. Почва — серая дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая. Пробная площадь № 11, в отличие от предыдущей, занимает пологий (4°) юго-юго-восточный склон. Почва — серая дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая. Пробная площадь № 12 занимает ровное место на плато водораздела. Почва — серая дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая.

На всех трех пробных площадях уровень агротехники одинаковый. На пробной площади № 10 деревья моложе, чем на других пробных площадях, на 1 год. Чтобы можно было сравнивать состояние насаждений на отдельных площадях, это различие, как видно из таблицы 2, нами учтено при выделении деревьев по силе развития.

Сортовой состав яблонь также в основном одинаковый, с тем только отличием, что на 11-й пробной площади к Антоновке и Анису присоединяется Осеннее полосатое, а на 12-й — Коричное полосатое. Основное различие в местоположении пробных площадей обуславливается рельефом и экспозицией склонов. Почва на пробных

Таблица 2

Характеристика произрастания яблоневых насаждений в садах Чебоксарского винкомбината

| № пробных площадей | Рельеф | Почва | Возраст (лет) | Площадь питания в м ² | Основные сорта ¹ | Средние размеры деревьев ² | | | | | | | | | | | | Из них (в процентах) | | | | | |
|--------------------|--|--|---------------|----------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | | | сильных | | | | средних | | | | слабых | | | | Всего деревьев на пробной площади | | | | | |
| | | | | | | Высота дерева в м | Диаметр кроны в м | Объем в м ³ | Высота штамба в см | Высота дерева в м | Диаметр кроны в м | Объем в м ³ | Высота штамба в см | Высота дерева в м | Диаметр кроны в м | Объем в м ³ | Высота штамба в см | Высота дерева в м | Диаметр кроны в м | Объем в м ³ | Высота штамба в см | Высота дерева в м | Диаметр кроны в м |
| 10 | Пологий (7°) северо-северо-западный склон к р. Сугутке | Серая дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая | 10 | 50 | Антоновка обыкновенная Анис | 3,27 | 2,56 | 25,0 | 55 | 2,77 | 2,18 | 20,9 | 50 | 2,31 | 1,73 | 17,0 | 42 | 140 | 30,0 | 50,0 | 12,1 | 5,0 | 2,9 |
| 11 | Пологий (4°) юго-юго-восточный склон к р. Сугутке | Серая дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая | 11 | 50 | Антоновка обыкновенная Анис Осеннее полосатое . . . | 3,93 | 3,13 | 30,9 | 50 | 3,16 | 2,73 | 25,2 | 46 | 2,70 | 2,02 | 17,7 | 43 | 140 | 73,6 | 15,7 | 5,0 | 4,3 | 1,4 |
| 12 | Ровное место на водоразделе рек Сугутки и Волги | Серая дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая | 11 | 50 | Антоновка обыкновенная Анис Коричное полосатое . . . | 3,65 | 2,78 | 26,8 | 62 | 3,17 | 2,40 | 22,8 | 63 | 2,50 | 2,12 | 17,5 | 68 | 120 | 40,8 | 34,2 | 7,5 | 10,8 | 5,7 |

¹ Подвой — китайка обыкновенная.

² Величины, характеризующие размеры деревьев, выражены как средние из промеров 10—20 деревьев.

| № пробных площадей | Горизонты и глубина в см ¹ | Гипроксопиперидиновая кислота в % | Гумус по Тюрниу в % к абсолютному содержанию в м/эка. пени в м/эка. | pH | | CaCO ₃ в м/эка | CaCO ₃ в м/эка | Механический анализ по Робинзону | | | | | | |
|--------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---|------------------|-------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------|----------|----------------|-----------|-----------|------------|
| | | | | H ₂ O | KCl в м/эка | | | 0,25-0,05 м.м | 0,05-0,01 м.м | 0,01 м.м | 0,01-0,005 м.м | 0,005 м.м | 0,001 м.м | 0,0005 м.м |
| 10 | А _{max} = 0-18 (0-10) | 1,90 | 2,95-2,98 | 11,05 | 5,98 | 5,30 | 3,56 | 0,19 | 17,9 | 51,92 | 30,80 | 7,44 | 9,08 | 14,28 |
| | А ₂ = 18-28 (18-28) | 1,07 | 1,00 | 7,56 | 5,95 | 5,05 | 2,32 | 0,07 | 19,3 | 55,55 | 25,25 | 8,69 | 6,06 | 10,50 |
| | В ₁ = 28-40 (30-40) | — | 0,99 | — | 5,39 | 3,88 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | В ₂ = 40-78 (50-60) | 5,58 | — | — | 5,31 | 3,83 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | В ₃ = 78-130 (90-100) | — | — | — | 5,39 | 3,95 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 11 | А _{max} = 0-20 (0-10) | 3,50 | 1,87-1,85 | 10,93 | 6,39 | 5,86 | 2,23 | 0,22 | 15,12 | 52,73 | 31,93 | 7,83 | 9,17 | 14,93 |
| | А ₂ = 20-29 (20-29) | 1,72 | 1,15 | 16,34 | 6,18 | 5,23 | 1,78 | 0,03 | 20,45 | 48,40 | 31,11 | 5,30 | 7,50 | 18,31 |
| | В ₁ = 29-42 (30-40) | — | 0,92 | — | 6,43 | 5,07 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | В ₂ = 42-72 (50-60) | — | — | — | 6,33 | 5,00 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | В ₃ = 72-130 (120-130) | — | — | — | 6,07 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 12 | А _{max} = 0-20 (0-10) | 2,20 | 2,41-2,31 | 15,11 | 6,80 | 6,13 | 0,98 | 0,19 | 14,44 | 50,89 | 34,48 | 8,88 | 8,67 | 16,93 |
| | А ₂ = 20-36 (20-30) | 1,20 | 1,87 | 13,38 | 6,90 | 6,28 | 1,07 | 0,01 | 22,89 | 50,10 | 27,00 | 6,70 | 8,60 | 11,70 |
| | В ₁ = 36-66 (40-50) | — | 1,15 | — | 6,76 | 5,37 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | В ₂ = 66-88 (70-80) | — | 0,81 | — | 5,90 | 4,66 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

¹ В скобках указана глубина слоя, из которого взяты образцы для анализа.

площадах, как видно из данных анализа (табл. 3), не имеет больших различий, но претерпевает изменения в соответствии с положением их на разных элементах рельефа. На северном склоне процесс оподзоливания выражен сильнее, чем на двух других пробных площадях (содержание гумуса в А₂ резко понижено, кислотность повышена). На водоразделе, хотя степень оподзоленности выражена слабее, подзолистый горизонт имеет несколько большую мощность, что является показателем сильно выраженного в прошлом подзолообразовательного процесса.

На разных местоположениях наблюдается и различное состояние плодовых насаждений. На северо-северо-западном склоне (проби. площ. 10) процент сильных по развитию деревьев почти в 2,5 раза меньше, чем на юго-юго-восточном склоне (проби. площ. 11). Разница эта вполне достоверна: показатель существенности разницы $t = 2,61$ ¹. Соответственно на пробной площади 10 процент слабых деревьев больше, чем на пробной площади 11.

Таким образом, наилучшее произрастание плодовых деревьев наблюдается на пологом южном склоне. На водоразделе наблюдаются средние показатели развития плодовых деревьев.

В таблице 4 приведены данные, характеризующие физическое состояние яблонь по пробным площадям. Оценка физического состояния деревьев проводилась по пятибалльной системе (5 — отличнос, 1 — сильно угнетенное состояние). Эти данные свидетельствуют о лучшем физическом состоянии деревьев на пологом юго-юго-восточном склоне, чем на северо-северо-западном.

Таблица 4

Характеристика физического состояния деревьев яблони в саду Чебоксарского винкомбината

| № пробных площадей | Рельеф | Всего учтено деревьев основной посадки | Из них в процентах, обозначенных баллом | | | | |
|--------------------|---|--|---|-----|-----|---|-----|
| | | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 10 | Пологий (7°) северо-северо-западный склон | 111 | 89,2 | 9,0 | — | — | 1,8 |
| 11 | Пологий (4°) юго-юго-восточный склон | 132 | 96,2 | 3,0 | 0,8 | — | — |
| 12 | Ровное водораздельное плато | 99 | 90,9 | 5,1 | 4,0 | — | — |

Учет прироста скелетных ветвей деревьев также обнаруживает различие между данными пробными площадями (табл. 5). А именно, по одним и тем же сортам скелетные ветви на северном склоне нарастают слабее, чем на южном склоне и водоразделе. В свою очередь, на южном склоне прирост скелетных ветвей по Анису превышает, а по Антоновке несколько отстает от прироста на водоразделе.

Подобно тому, как учет прироста скелетных ветвей выявляет динамику развития кроны деревьев во времени, учет плодовых веток является динамикой плодоношения дерева. Показателем плодоношения является наличие на плодовых веточках утолщенных плодовых сумок, форма и размеры которых в пределах каждого сорта зависят от величины плода. Это позволяет ориентировочно произвести оценку бывших урожаев за ряд лет.

¹ Вычисление производилось по формуле: $t = (M_1 - M_2) : \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$.

Таблица 5

Средние ежегодные приросты скелетных ветвей яблонь
в саду Чебоксарского винкомбината

| № пробных площадей | Сорта | Промеры деревьев | | | | Средний прирост на 1 пункт в см по годам | | | | | | | | | Средний прирост за учетные годы |
|--------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|--------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------|
| | | высота дерева в м | диаметр кроны в м | окружность штамба в см | высота штамба в см | 1944 | 1945 | 1946 | 1947 | 1948 | 1949 | 1950 | 1951 | 1952 | |
| 10 | Анис | 2,90 | 2,20 | 21,5 | 75 | — | 10 | 18 | 30 | 17 | 36 | 13 | 31 | 21 | 22,0 |
| | Анис | 3,15 | 2,35 | 25,5 | 65 | — | 16 | 11 | 15 | 13 | 24 | 21 | 29 | 20 | 18,6 |
| | Антоновка обыкновенная | 3,10 | 2,35 | 24,5 | 41 | — | 22 | 7 | 20 | 20 | 26 | 24 | 63 | 29 | 26,3 |
| 11 | Анис | 4,10 | 3,40 | 32,0 | 58 | 35 | 31 | 10 | 20 | 36 | 54 | 30 | 38 | 45 | 33,2 |
| | Антоновка обыкновенная | 3,90 | 3,00 | 30,0 | 55 | — | 18 | 37 | 24 | 25 | 44 | 22 | 46 | 50 | 33,3 |
| | Осеннее полосатое | 4,00 | 3,90 | 31,5 | 63 | — | 33 | 37 | 16 | 51 | 42 | 11 | 63 | 62 | 39,4 |
| 12 | Анис | 3,90 | 3,10 | 28,5 | 56 | 22 | 41 | 21 | 28 | 20 | 39 | 13 | 25 | 36 | 27,2 |
| | Антоновка обыкновенная | 3,80 | 2,90 | 27,0 | 53 | — | — | 18 | 31 | 28 | 26 | 36 | 42 | 64 | 35,0 |

Сравнение данных учета плодоношения по указанным трем пробным площадям показывает больший процент завязывания плодов по одним и тем же сортам на южном склоне, по сравнению с северным склоном (табл. 6). На водоразделе (пробн. площ. 12) наблюдается примерно такое же плодоношение, как на южном склоне, а в некоторые годы процент плодоносивших веток здесь даже превышает таковой на южном склоне. Последнее, вероятно, связано с более ранним началом цветения деревьев на южном склоне и в связи с этим большей подверженностью их действию поздних весенних заморозков.

Таблица 6

Данные учета плодоношения в саду Чебоксарского винкомбината

| № пробных площадей | Сорта | Количество плодовых частей по годам (в процентах) | | | | | |
|--------------------|-----------------------------|---|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| | | 1951 | | 1952 | | 1953 | |
| | | плодоносивших | неплодоносивших | плодоносивших | неплодоносивших | плодоносивших | неплодоносивших |
| 10 | Анис | — | — | 3,4 | 96,6 | 12,2 | 87,8 |
| | Анис | 14,3 | 85,7 | — | 100 | 2,0 | 98,0 |
| | Антоновка обыкновенная | — | — | 4,2 | 95,8 | 49,0 | 51,0 |
| 11 | Анис | 94,7 | 5,3 | 3,8 | 96,2 | — | 100 |
| | Антоновка обыкновенная | — | — | — | 100 | 63,6 | 36,4 |
| | Осеннее полосатое | — | 100 | 11,4 | 88,6 | 20,3 | 79,7 |
| 12 | Анис | 35,3 | 64,7 | 32,7 | 67,3 | 1,4 | 98,6 |
| | Антоновка обыкновенная | 75,1 | 24,9 | 5,3 | 94,7 | 75,0 | 25,0 |

О хорошем произрастании плодовых деревьев на пологом южном склоне и на водоразделе свидетельствуют также данные пробной площади 13, заложенной в саду колхоза им. Ленина, и пробной площади 14, выделенной в саду колхоза им. Кирова, Шихазановского района, Чувашской АССР (табл. 7). Лучшее развитие яблонь на пологих южных склонах, по сравнению с северными, можно объяснить различием микроклиматических условий: южные склоны лучше нагреваются и освещаются. Академик В. П. Мосолов [20] пишет, что поле, имеющее склон на север всего на 1°, по количеству получаемого солнечного тепла будет соответствовать ровному полю, расположенному на 100 км севернее, и наоборот.

Ссылаясь на фитометрические измерения интенсивности солнечного освещения, проведенные А. Д. Плетнёвой-Соколовой, В. П. Мосолов указывает, что для северного склона при уклоне 2—5° интенсивность освещения падает на 25%, а при уклоне 6° — приблизительно наполовину. Соответственно с этим меняется и тепловой режим отдельных склонов. Наблюдения, проведенные в Татарской АССР, показали, что разница в температуре между северо-западным и южным склонами при одинаковой крутизне их (3°) составляла: на воздухе до 6—7°, а в почве на глубине 1 см — до 5—7°. Южный склон не только лучше нагревается, но и больше испаряет воды. Однако на пологом склоне заметного недостатка влаги не наблюдается, так как осадков на территории плодового района выпадает достаточно. По средним многолетним данным сумма осадков за период вегетации (май — сентябрь) по отдельным метеостанциям составляет (в мм): Алатырь — 282, Вурнары — 277, Чебоксары — 271, Тюрлема — 272, Чернышевка — 263, Шеланга — 264 и т. д. На водоразделах при наличии защитных насаждений (лесные массивы и сажооградные полосы) плодовые деревья также обнаруживают хороший рост и плодоношение.

Характер произрастания деревьев не одинаков также в разных частях склонов. Отдельные участки склона различны по почвенным условиям, увлажнению, микроклимату и развитию плодовых деревьев. В садах Татарской плодово-ягодной опытной станции, расположенных на пологом северном склоне, на разных частях склона были заложены три пробные площади. Пробная площадь 29 занимает верхнюю часть склона, 30 — среднюю и 31 — нижнюю часть (рис. 3).

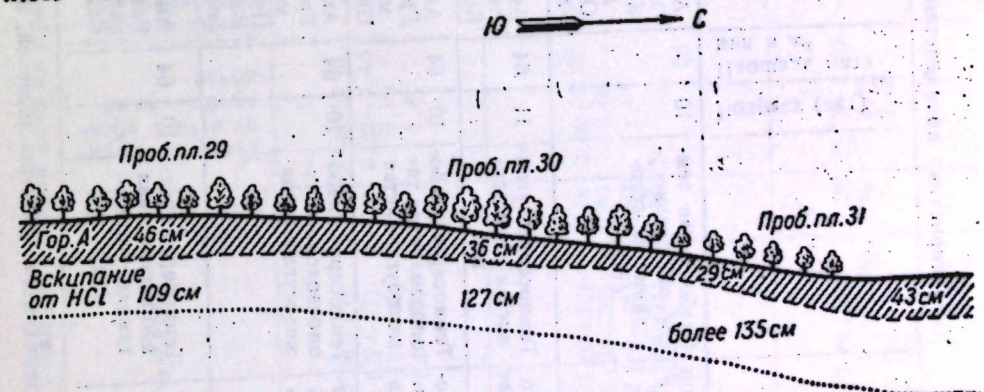


Рис. 3. Схема размещения пробных площадей на склоне в саду Татарской плодово-ягодной опытной станции.

На всех трех площадях находятся насаждения 10-летнего возраста, пользуются одинаковым уходом и имеют равные площади питания деревьев. Почвенные условия на разных участках склона претерпевают некоторое изменение: в верхней и средней частях

Характеристика произрастания яблоневых насаждений в садах Чебоксарского плодового района

| № пробных площадей | Рельеф | Почва | Возраст (лет) | Площадь питания в м ² | Основные сорта | Средние размеры деревьев ¹ | | | | | | | | | | | | Из них (в процентах) | | | | |
|--------------------|--|---|---------------|----------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|----------------------------------|---------|--------|----------|-------|
| | | | | | | сильных | | | | средних | | | | слабых | | | | Всего деревьев на пробн. площади | средние | слабые | подсадка | вышка |
| | | | | | | высота дерева в м | диаметр кроны в м | окружность в м | высота штамба в см | высота дерева в м | диаметр кроны в м | окружность в м | высота штамба в см | высота дерева в м | диаметр кроны в м | окружность в м | высота штамба в см | | | | | |
| 13 | Южный склон с уклоном в 9-10° | Слабосытая темносреднесуглинистая лесостепная | 10 | 50 | Анис алый Анис серый Коричное по-лосатое Осеннее по-лосатое | 3,66 3,59 3,75 3,24 | 3,09 3,08 2,75 3,30 | 31,3 31,0 28,0 30,0 | 62 65 57 54 | 2,97 2,81 3,13 2,25 | 2,54 2,40 2,55 2,25 | 20,7 23,0 22,3 20,5 | 70 54 64 76 | 2,50 2,52 3,13 1,75 | 1,17 1,98 1,95 1,70 | 75 79 | 162 | 63,0 | 22,2 | 2,5 | 3,7 | 8,6 |
| 14 | Ровное место на водоразделе | Темносреднесуглинистая лесостепная | 11 | 64 | Анис серый Антоновка Боровинка | 3,39 3,40 3,29 | 3,24 3,20 3,70 | 32,4 34,2 35,1 | 4 29 36 | 2,68 2,80 2,76 | 2,23 2,75 2,81 | 24,2 22,2 26,1 | 38 45 31 | 2,20 1,90 1,75 | 1,75 1,70 1,95 | 17,0 17,5 17,0 | 300 | 62,0 | 25,7 | 7,0 | 2,3 | 3,0 |
| 29 | Пологий (3°) северный склон. Верхняя часть склона | Темносреднесуглинистая оподзоленная тяжелосуглинистая | 10 | 64 | Анис московский Грушовка Московская Папировка | 2,55 2,74 2,80 | 2,02 1,82 1,85 | 24,3 22,5 25,0 | 49 57 47 | 2,18 2,44 2,25 | 1,82 1,50 1,50 | 20,3 19,3 19,0 | 47 54 34 | 1,60 1,94 2,00 | 1,24 1,32 1,10 | 16,5 13,5 14,1 | 120 | 25,0 | 43,0 | 27,5 | — | 4,2 |
| 30 | Пологий (3°) северный склон. Средняя часть склона | Темносреднесуглинистая оподзоленная тяжелосуглинистая | 10 | 64 | Анис Грушовка Московская Пудовщина Ренет Крюднера | 2,67 2,70 2,77 2,85 | 2,24 1,72 2,50 2,50 | 23,2 43 45 24,0 | 52 43 45 51 | 2,35 2,45 2,53 2,52 | 2,07 1,90 2,08 1,71 | 19,5 21,0 19,0 19,0 | 49 37 50 62 | 1,71 2,04 2,14 2,00 | 1,36 1,27 1,75 1,50 | 13,0 14,0 14,5 15,0 | 150 | 38,0 | 32,7 | 21,3 | — | 8,0 |
| 31 | Пологий (3-3,5°) северный склон. Нижняя часть склона | Темносреднесуглинистая оподзоленная тяжелосуглинистая | 10 | 64 | Анис алый Ренет Крюднера Славянка | 2,50 — 2,35 | 1,85 — 2,10 | 23,0 — 22,0 | 25 — 56 | 2,33 2,35 2,15 | 1,85 1,82 1,70 | 17,9 8 19,0 | 41 54 55 | 1,68 1,98 1,65 | 1,20 1,42 1,40 | 13,0 13,0 14,5 | 120 | 5,0 | 14,2 | 269,2 | — | 11,6 |

¹ Данные, характеризующие размеры деревьев, выражены как средние из промеров 10-20 деревьев.

Данные анализа почв по пробным площадям в саду Татарской плодово-ягодной опытной станции

| № пробных площадей | Горизонты и глубина в см | Гигроскопичность в % | Гумус по Тюрнелю в % к абсолютной сухой почве | Сумма оснований по Каппелю в м/эка | рН | | CaCO ₃ в м/эка | Механический анализ по Робинзону | | | | | | | |
|--------------------|--|------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------|
| | | | | | H ₂ O | KCl | | в м/эка | > 0,25 мм | 0,25-0,05 мм | 0,05-0,01 мм | > 0,01 мм | 0,01-0,005 мм | 0,005-0,0005 мм | 0,0005-0,0001 мм |
| 29 | Апах = 0-22 (0-10) A ₁ = 22-33 (22-32) B ₁ = 33-46 (35-45) B ₂ = 46-76 (55-65) | 3,31 4,70 | 3,90-3,91 3,30-3,46 2,10 1,41 | 20,67 21,04 | 7,24-7,18 7,19 7,43 7,50 | 5,97-6,08 6,03 6,09 6,09 | 24,44 21,58 | 0,41 0,32 | 13,79 11,99 | 40,15 42,43 | 45,65 45,26 | 7,04 7,04 | 8,85 8,85 | 28,45 28,45 | 19,03 19,03 |
| 30 | Апах = 0-24 (0-10) A ₂ B ₁ = 24-36 (25-32) A ₁ = 36-52 (40-48) B ₂ = 52-78 (54-62) C = 110-150 (140-148) | 3,18 3,60 4,50 5,88 | 3,62-3,57 3,03 1,04 | 21,92 20,70 | 6,91-6,91 7,00 7,27 7,32 | 6,29-6,20 6,09 5,88 5,88 | 27,04 25,74 | 0,43 0,41 0,48 0,34 0,05 | 12,12 8,80 11,11 7,23 | 42,35 45,34 42,00 36,64 | 45,10 45,45 45,41 55,76 | 108,55 108,55 16,19 6,68 | 9,65 9,65 7,98 8,91 | 26,90 26,80 32,24 40,17 | 26,64 26,64 |
| 31 | Апах = 0-21 (0-10) A ₂ B ₁ = 21-29 (21-29) B ₁ = 29-48 (40-48) B ₂ = 48-87 (60-70) | 3,28 2,88 | 3,79-3,70 2,93 2,50 | 21,08 21,60 | 7,22-7,20 7,24 7,43 7,56 | 6,23-6,23 6,10 6,02 6,79 | 25,74 23,01 | 0,32 0,24 | 10,28 11,28 | 41,90 41,20 | 47,50 47,28 | 509,65 509,65 | 9,85 9,85 | 28,00 28,73 | 26,73 26,73 |

склона почва темносерая слабоподзоленная тяжелосуглинистая, ниже по склону — темносерая среднеподзоленная тяжелосуглинистая, т. е. на нижнем участке склона почва более оподзолена. Соответственно от верхней части склона к нижней изменяется мощность перегнойного горизонта: в верхней части — 46 см, в средней — 36, ниже — 29 и дальше в нижней части — 43 см. Глубина вскипания от соляной кислоты в этом же направлении понижается следующим образом: 109, 127 и более 135 см. В верхней и нижней частях склона наблюдается большее содержание гумуса (табл. 8).

На разных частях склона отмечается различие и в произрастании плодовых деревьев, как это видно из таблицы 7 (пробн. площади 29, 30 и 31). Данные этой таблицы показывают, что верхняя и средняя части северного склона хотя и различаются по группе сильных деревьев, по сумме сильных и средних деревьев существенных различий между ними нет.

Нижняя часть склона значительно отличается от верхней и средней частей: здесь резко понижается процент сильных и средних деревьев, и, по сравнению с пробной площадью 30, более чем в 3 раза возрастает процент слабых деревьев. Показатель существенности разницы t по группе сильных деревьев между средним и нижним участками склона равен 7,46. Количество выпавших деревьев постепенно возрастает от верхней части склона к нижней. В таком же направлении ухудшается физическое состояние яблонь. В верхней части склона (пробн. площ. 29) процент деревьев, обозначенных баллами 1 и 2, составил вместе 2,5; на среднем участке склона (пробн. площ. 30) — 3,6; на нижнем участке (пробн. площ. 31) процент таких же деревьев был равен 4,8¹. Следовательно, на пологом северном склоне условия произрастания плодовых деревьев ухудшаются сверху вниз, что можно поставить в связь с изменением микроклиматических условий на разных участках склона. Нижняя часть склона слабее нагревается и значительно больше увлажняется. По наблюдениям В. П. Мосолова [20], в колхозе им. Коминтерна, Камско-Устьинского района, Татарской АССР, на вогнутом склоне влажность почвы повышалась в направлении от верхней части склона к нижней. Верх склона был самым сухим; здесь влажность в слое 0—50 см была почти вдвое меньше, чем в низинной части склона. Измерения после дождя показали, что дождь резко увеличил влажность почвы верхних участков склона, но разница во влажности между верхними и нижними участками сохранилась.

Чем лучше увлажнен участок, тем больше при прочих равных условиях испарение воды с поверхности почвы и, следовательно, больше расход тепла на испарение, что приводит к относительному снижению температуры воздуха и почвы. Поэтому эта часть склона сравнительно холоднее. Необходимо иметь в виду также скопление холодного воздуха в нижней части склона, что создает здесь более резкую смену температур. В верхней части склона (в данном случае — при отсутствии садозащитных полос) отрицательно сказывается влияние ветров, которые усиливают процесс испарения, а в зимнее время также выдувают снег из междурядий.

Тем не менее, между верхней и нижней частями склона в развитии деревьев есть существенное различие. В верхней части склона скелетные ветви яблонь нарастают интенсивнее, и яблони плодоносили лучше, чем в нижней части склона (табл. 9 и 10). Таким образом, на пологом северном склоне наиболее слабое развитие деревьев наблюдается в нижней части склона.

¹ Процент деревьев по физическому состоянию вычислялся к общему количеству имеющихся деревьев (без выпада).

Дальше рассмотрим развитие плодовых деревьев в разных частях склонов других экспозиций.

Обратимся сначала к саду колхоза „Мотор“, Канашского района, Чувашской АССР. Сад колхоза общей площадью в 18 гектаров занимает юго-западный склон с уклоном в 5—6 и 12—13°, а также край водораздела с незначительным уклоном (2°). Почва сада — темносерая лесостепная суглинистая, имеющая на водоразделе более мощный гумусовый горизонт (45—49 см), чем на склоне, где гумусовый горизонт значительно смыт (мощность его колеблется от 21 до 32 см).

Таблица 9

Средние ежегодные приросты скелетных ветвей яблонь в саду Татарской плодово-ягодной опытной станции

| № пробных площадей | Сорта | Промеры деревьев | | | | | Средний прирост на 1 пункт в см по годам | | | | | | | | Средний прирост за учетные годы |
|--------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|--------------------|----|--|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------|
| | | высота дерева в м | диаметр кроны в м | окружность штамба в см | высота штамба в см | | 1945 | 1946 | 1947 | 1948 | 1949 | 1950 | 1951 | 1952 | |
| 29 | Анис московский | 2,55 | 1,90 | 23,0 | 41 | — | 12 | 17 | 22 | 22 | 29 | 32 | 30 | 23,4 | |
| | Бельфлер-китайка | 2,60 | 2,45 | 20,5 | 78 | 30 | 30 | 15 | 13 | 31 | 26 | 33 | 29 | 25,9 | |
| | Грушовка московская | 2,70 | 1,90 | 24,5 | 52 | — | 29 | 38 | 30 | 34 | 25 | 35 | 36 | 32,4 | |
| | Хорошавка белая | 2,65 | 1,80 | 20,0 | 73 | 30 | 20 | 28 | 26 | 13 | 23 | 24 | 36 | 25,0 | |
| 31 | Анис алый | 2,00 | 1,55 | 15,5 | 66 | 16 | 18 | 15 | 11 | 10 | 8 | 11 | 24 | 14,1 | |
| | Анис алый | 2,00 | 1,50 | 15,5 | 26 | 16 | 17 | 20 | 26 | 15 | 19 | 7 | 23 | 17,8 | |
| | Ренет Крюднера | 2,25 | 1,65 | 15,5 | 61 | 16 | 20 | 24 | 23 | 16 | 15 | 17 | 17 | 18,5 | |
| | Славянка | 1,75 | 1,40 | 14,5 | 72 | 7 | 7 | 6 | 12 | 14 | 17 | 34 | 23 | 15,0 | |

Таблица 10

Учет плодоношения яблонь в саду Татарской плодово-ягодной станции

| № пробных площадей | Сорта | Количество плодовых частей по годам (в процентах) | | | | | |
|--------------------|-----------------------------------|---|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | | 1950 | | 1951 | | 1952 | |
| | | плодонос. | неплодонос. | плодонос. | неплодонос. | плодонос. | неплодонос. |
| 29 | Антоновка 600-граммовая | 4,8 | 95,2 | 31,0 | 69,0 | 4,5 | 95,5 |
| | Бельфлер-китайка | — | — | — | 100 | 28,3 | 71,7 |
| | Грушовка московская | — | — | 12,0 | 88,0 | 20,3 | 79,7 |
| | Папировка | — | — | 9,0 | 91,0 | 38,0 | 62,0 |
| 31 | Хорошавка белая | 66,7 | 33,3 | — | 100 | 85,9 | 14,1 |
| | Анис алый | 20,0 | 80,0 | 9,7 | 90,3 | 5,1 | 94,9 |
| | Ренет Крюднера | — | — | — | 100 | 17,9 | 82,1 |
| | Славянка | — | — | — | 100 | 19,2 | 80,8 |

Различия, наблюдающиеся в условиях произрастания яблонь, позволили нам выделить на территории сада три пробные площади

(см. рис. 4): № 18 — на почти ровном краю водораздела, 19 — в верхней части склона (уклон 5—6°), 20 — в средней части склона (уклон 12—13°).

В зависимости от положения на склоне замечается также различие в развитии плодовых деревьев. Из приводимой ниже таблицы видно, что процент сильных и средних деревьев в средней части склона заметно превышает процент таких же деревьев в верхней



Рис. 4. Схема местоположения пробных площадей в саду колхоза "Мотор", Канашского района, Чувашской АССР.

части склона. Процент слабых деревьев в средней части склона более чем в 4 раза меньше, чем в верхней. Таким образом, на юго-западном склоне лучшее состояние плодового насаждения обнаруживается в средней части склона.

Примерно такое же, как в средней части склона, состояние насаждения наблюдается на почти ровном крае плато водораздела. Лучшее состояние деревьев, по сравнению с верхней частью склона, здесь обуславливается, по видимому, лучшими почвенными условиями, так как гумусовый горизонт почвы здесь мощнее, чем на склоне.

Нижняя часть склона занята насаждениями малины и смородины, которые успешно развиваются и дают хороший урожай. Среди ягодных кустарников произрастают две взрослые яблони китайки (*Malus prunifolia*), отличающиеся хорошим ростом и развитием. Эти яблони даже успешно перенесли суровые зимы 1939/40 и 1941/42 гг.

В условиях данного сада нижний участок склона обеспечивает прекрасное развитие ягодных кустарников, так как здесь благоприятно сочетаются температурные условия и водный режим в течение вегетационного периода. В отношении плодовых деревьев (яблоня, груша) в нижней части склона необходимо учитывать возможность избыточного увлажнения во вторую половину вегетационного периода и затяжки ростовых процессов, создающих серьезную опасность повреждения деревьев морозами.

Рассмотрим развитие плодовых деревьев на западном склоне в саду колхоза "Красная Чувашия", Янтиковского района, Чувашской АССР.

С юго-востока сад защищается осиновым лесом, с восточной стороны на расстоянии 300 метров начинается дубовый лес. Общая площадь сада 20 гектаров. Крутизна склона сверху вниз изменяется: в верхней части склона она равна 13—14°, в средней — от 15 до 12° и в нижней — 5—6°.

В соответствии с наблюдающимися различиями в условиях произрастания плодовых деревьев нами были выделены в яблоневом саду колхоза "Красная Чувашия" три пробные площади (рис. 5): № 15 — в верхней части склона с уклоном в 13—14°, 16 — в средней части склона, где крутизна его колеблется от 15 до 12°, и 17 — в нижней части склона (уклон в 5—6°).

Почва сада — темносерая слабоподзоленная лесостепная тяжело-суглинистая, причем на первых двух пробных площадях почвенные условия более или менее одинаковы. Наблюдается только различие в мощности перегнойного горизонта: в верхней части склона она равна 30—32 см, в средней — 36 см.

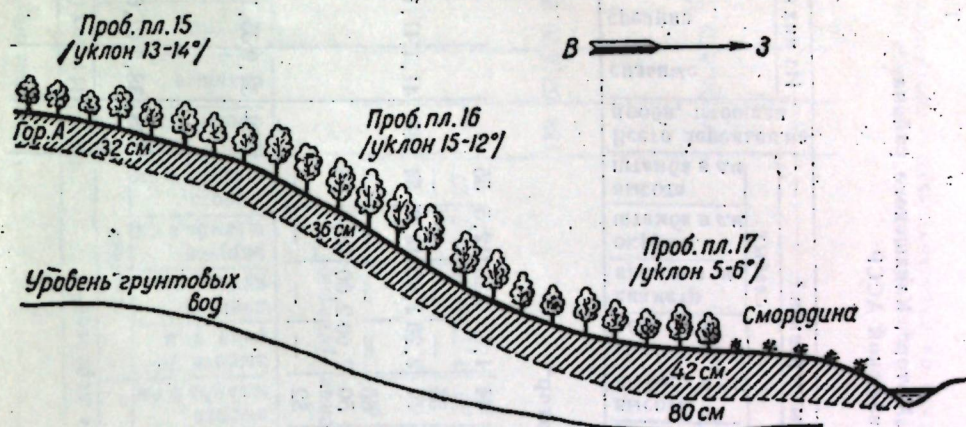


Рис. 5. Схема размещения пробных площадей на склоне в саду колхоза "Красная Чувашия", Янтиковского района, Чувашской АССР.

На нижнем участке склона (пробн. площ. 17) мощность перегнойного горизонта достигает 40—42 см, кроме того здесь близко к поверхности располагаются грунтовые воды (во время раскопки 1 июня была обнаружена вода на глубине 80 см), что угнетающим образом сказывается на развитии яблонь.

В таблице 11 приведены данные учета развития плодовых деревьев по пробным площадям. Из таблицы видно, что наилучшее развитие яблонь наблюдается в средней части западного склона, где процент сильных и средних деревьев составляет вместе 87,6, а количество слабых деревьев совсем незначительно (2,8%). В верхней части склона деревья развиваются хуже, что, по нашему мнению, связано с недостатком влаги в условиях довольно крутого (13—14°) склона. Последнее, вероятно, особенно сказывается при задернении междурядий.

Слабое развитие яблонь в нижней части склона и большой процент выпада (23,4) деревьев можно объяснить близостью грунтовых вод, которые препятствуют дальнейшему развитию корневой системы яблони и обуславливают выпад деревьев.

Между средней и нижней частью склона по сумме сильных и средних деревьев имеется вполне существенная разница: $t = 4,97$.

Наилучший прирост скелетных ветвей яблонь наблюдается в средней части склона, наименьший — в нижней. В нижней части склона, по сравнению с верхней и средней частями, совсем незначительно и количество плодоносящих деревьев.

В саду колхоза "Красная Чувашия" на этом же склоне были заложены две пробные площади в насаждениях вишни: в верхней части склона — пробная площадь 15а, в средней части склона — 16а. На обоих участках вишня посажена в 1938 году и представлена сортом Владимирская. На среднем участке склона деревья вишни развиты значительно мощнее, чем на верхнем. Кроме того, на первом из них вишня лучше перенесла суровые зимы 1939/40 и 1941/42 гг., тогда как на верхнем участке склона вишня сильно подмерзла и возобновилась корневой порослью. В отношении плодоношения заметных различий между пробными площадями не наблюдается. Таким

Характеристика произрастания плодовых деревьев в садах колхоза „Мотор“, Канашского района, и колхоза „Красная Чувашия“, Янгиковского района, Чувашской АССР

| № пробных площадей | Рельеф | Почва | Возраст (лет) | Площадь питания в м ² | Основные сорта ¹ | Средние размеры деревьев ² | | | | | | | | | | | | Из них (в процентах) | | | | |
|--------------------|---|---|---------------|----------------------------------|---|--|--|---------------------|-------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------|----------------------------------|---------|---------|--------|--------|
| | | | | | | сильных | | | | средних | | | | слабых | | | | Всего деревьев на пробн. площади | сильные | средние | слабые | выпада |
| | | | | | | Высота де-рева в м | Диаметр кроны в м | Окружн. штамба в см | Высота в см | Высота де-рева в м | Диаметр кроны в м | Окружн. штамба в см | Высота в см | Высота де-рева в м | Диаметр кроны в м | Окружн. штамба в см | Высота в см | | | | | |
| 18 | Почти ровный край плато водораздела со слабым (2°) уклоном на юго-запад | Серая тя-желосуглини-стая лесостеп-ная | 9 | 100 | Анис полосат. 2,81 Грушовка московская 2,77 Боровника 2,67 Бельфлер-ки-тайка 2,64 Славянка 2,65 Хорошавка 2,63 | 2,29 2,05 2,25 2,21 2,37 2,41 | 22,0 23,2 21,8 21,3 23,2 22,6 | 53 | 2,37 | 1,91 | 18,9 | 44 | 1,85 | 1,25 | 12,5 | 55 | 90 | 41,1 | 41,1 | 6,7 | 8,9 | 2,2 |
| 19 | Верхняя часть юго-западного склона с уклоном в 5—6° | Смытая се-рая тяжелосу-глинистая ле-состепная | 9 | 100 | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | 60 | 34,9 | 35,1 | 15,0 | 13,3 | 1,7 |
| 20 | Средняя часть юго-западного склона с уклоном в 12—13° | Слабосмы-тая серая тя-желосуглини-стая лесостеп-ная | 9 | 100 | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | 143 | 38,5 | 42,6 | 3,5 | 14,0 | 1,4 |

Канашский район, дер. Б. Бикишки, колхоз „Мотор“

Продолжение таблицы 11

| № пробных площадей | Рельеф | Почва | Возраст (лет) | Площадь питания в м ² | Основные сорта ¹ | Средние размеры деревьев ² | | | | | | | | | | | | Из них (в процентах) | | | | |
|--------------------|--|--|---------------|----------------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------|----------------------------------|---------|---------|--------|--------|
| | | | | | | сильных | | | | средних | | | | слабых | | | | Всего деревьев на пробн. площади | сильные | средние | слабые | выпада |
| | | | | | | Высота де-рева в м | Диаметр кроны в м | Окружн. штамба в см | Высота в см | Высота де-рева в м | Диаметр кроны в м | Окружн. штамба в см | Высота в см | Высота де-рева в м | Диаметр кроны в м | Окружн. штамба в см | Высота в см | | | | | |
| 15 | Верхняя часть западного склона с уклоном в 13—14° | Темносерая тяжелосугли-нистая лесо-степная | 10 | 16 | Боровника 3,62 Грушовка московская 3,80 Осеннее по-лосатое 3,30 Папировка 3,67 | 3,10 3,11 3,47 3,00 | 26,5 33,4 32,0 35,0 | 58 | 2,90 | 2,20 | 18,0 | 53 | 2,52 | 1,10 | 16,5 | 32 | 58 | 60,4 | 17,2 | 10,3 | — | 12,1 |
| 16 | Средняя часть западного склона. Уклон от 15 до 12° | Темносерая тяжелосугли-нистая лесо-степная | 10 | 16 | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | 178 | 67,4 | 20,2 | 2,8 | — | 9,6 |
| 17 | Нижняя часть западного склона. Уклон 5—6° | Темносерая тяжелосугли-нистая лесо-степная | 10 | 64 | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | Те же | 60 | 20,0 | 33,3 | 23,3 | — | 23,4 |

Янгиковский район, дер. Янгихово-Норваши, колхоз „Красная Чувашия“

¹ Подвой — дикая лесная яблоня.

² Размеры сильных, средних и слабых деревьев по пробным площадям № 19, 20 и 16, 17 в таблице отдельно не приводятся, так как по первым двум пробным площадям они равны соответствующим размерам на пробной площади 18, а по последним двум — соответствующим размерам пробной площади 15.

образом, наилучшее развитие плодовых деревьев обнаруживается в саду колхоза на среднем участке склона.

Обратимся дальше к данным пробных площадей 24 и 27.

Пробная площадь 24 была заложена в саду колхоза им. Калинина (с. Монастырское), Тетюшского района, Татарской АССР, расположенном примерно в 6 км от села Монастырского на восточном склоне балки (с уклоном в 18–21°), открывающейся к р. Волге.

Почва данного участка сада — серая лесостепная тяжелосуглинистая, значительно смытая в верхней половине склона. Между рядами яблонь, за исключением приствольных кругов, которые ежегодно перекапываются, находятся под задернением.

Весьма характерно при этом различное состояние яблонь в разных частях склона. Для учета были взяты шесть рядов яблонь и промерены от вершины склона до его основания по рядам. Приводимая ниже таблица 12 свидетельствует, что здесь плодовые деревья значительно лучше развиты в средней части склона, чем

Таблица 12

Характеристика произрастания плодовых деревьев на склонах в садах Чебоксарского плодового района¹

| Район, населенный пункт, колхоз | Части склона | Всего деревьев | Из них (в процентах) | | | | |
|---|-----------------|----------------|----------------------|---------|--------|---------|-------|
| | | | сильных | средних | слабых | подсека | выпад |
| Тетюшский район, с. Монастырское, колхоз им. Калинина | Верхняя | 30 | 6,7 | 6,7 | 26,6 | — | 60,0 |
| | Средняя | 48 | 50,0 | 8,3 | 4,2 | 8,3 | 29,2 |
| | Нижняя | 42 | 9,5 | 9,5 | — | 66,7 | 14,3 |
| Теньковский район, с. Теньки, колхоз им. Мичурина | Верхняя | 30 | — | 20,0 | 40,0 | 6,7 | 33,3 |
| | Средняя | 96 | 27,1 | 27,1 | 18,7 | 2,1 | 25,0 |
| | Нижняя | 36 | 5,55 | 16,7 | 5,55 | 27,8 | 44,4 |

в верхней и нижней частях. Эта зависимость в условиях данного склона выражена более рельефно, чем в предыдущих случаях. Большой процент выпада обусловлен старым возрастом насаждения и повреждениями в зимы 1939/40 и 1941/42 гг. Такая же закономерность наблюдается на пробной площади 27 в саду колхоза им. Мичурина (с. Теньки), Теньковского района, Татарской АССР. До морозных зим 1939/40 и 1941/42 гг. здесь был старый яблоневый сад, в котором большая часть деревьев находилась в возрасте около 80 лет и примерно 30% деревьев в возрасте 25–30 лет. Основными сортами были Пудовщина, Грушовка московская, Анисы серый и алый, Хорошавка алая, Боровинка, Китайки и т. д.

В морозные зимы сад сильно пострадал: надземные части деревьев вымерзли. В последующие годы значительная часть деревьев восстановила крону порослью от здоровых штамбов и корней, причем большая часть восстановившихся таким путем деревьев приходится на более молодые экземпляры (в возрасте 25–30 лет). Поэтому учет состояния и развития яблонь в этом саду будет также свидетельствовать и о степени повреждения их морозами.

Пробная площадь была заложена на первом участке сада на покатом восточном склоне большой балки, открывающейся к Тенькам с северной стороны. Склон имеет наклон в 14–20°, почвенный покров представлен слабосмытой серой лесостепной тяжелосуглинистой почвой. Здесь была выбрана пробная площадь шириною в 32 м

¹ Сильные деревья имеют высоту от 3,0 до 4,0 м, средние — от 2,5 до 2,9 м и слабые — от 1,5 до 2,4 м.

и длиною в 140 м по профилю склона. Расстояние между деревьями 5 м, между рядами 4 м.

Произрастание плодовых деревьев на разных участках склона характеризует таблица 12. Из таблицы видно, что в средней части склона процент сильных и средних деревьев намного превышает процент таких же деревьев в верхней и нижней части склона.

Следовательно, данные ряда пробных площадей свидетельствуют о лучшем развитии плодовых деревьев в средней части склонов.

Рост и развитие плодовых деревьев в зависимости от различных почвенно-грунтовых условий

Рост и развитие плодовых растений в сильной степени зависят от почвы, в которой располагается их корневая система. Отношение плодовых растений к почвенным условиям находится в тесной зависимости от комплекса природных условий местности и биологических особенностей плодовых растений.

Для выявления характера развития плодовых деревьев на дерново-подзолистой почве обратимся к данным пробных площадей 10, 11 и 12 (см. табл. 2 и 3).

Данные таблиц свидетельствуют, во-первых, о сравнительно хорошем развитии яблонь в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв. Во-вторых, как это уже указывалось выше, на пологом северо-северо-западном склоне (пробн. площ. 10) деревья растут и плодоносят слабее, чем на двух других пробных площадях.

На 10 пробной площади почва более оподзолена, чем на двух других. Данные механического анализа по пробным площадям отличаются незначительно. Содержание гумуса на пробной площади 10 в верхнем горизонте заметно повышенное, а в А₂, наоборот, пониженное, по сравнению с другими пробными площадями. Важное значение имеет, по видимому, разница в величине рН. На 10 пробной площади рН по профилю имеет значения от 5,31 до 5,98, тогда как на пробных площадях № 11 и 12 рН колеблется от 5,90 до 6,90. В первом случае повышена также и гидролитическая кислотность.

На основании сказанного можно прийти к заключению, что в условиях Чебоксарского плодового района, где выпадает достаточное количество осадков, плодовые растения хорошо растут и плодоносят на легкосуглинистых слабокислых дерново-подзолистых почвах. Лучшее развитие деревьев наблюдается на дерново-слабоподзолистых почвах при рН, равном от 6 до 7. В связи с этим уместно будет привести здесь указание Н. Д. Спиваковского относительно влияния реакции среды на питание растений: «Повышенная кислотность оказывает вредное влияние на микробиологическую деятельность почвы и рост культурных растений. Почвенные бактерии требуют для нормального развития реакции почвы, близкой к нейтральной (в пределах рН = 6,5–7,0). При значительном подкислении почвы происходят большие изменения в составе микрофлоры почвы: ослабляется жизнедеятельность бактерий, усиливается развитие и жизнедеятельность грибной флоры. При этих условиях питание растений ухудшается» [31, стр. 99].

Переувлажненные участки, приуроченные к микропонижениям и ложбинам стока, обнаруживают в условиях данного плодового района плохое развитие деревьев. Примером такого участка является хотя бы ложбина стока в 7 квартале (участок № 2) в саду Чебоксарского винкомбината.

Отрицательно сказывается также на развитии деревьев, как указывалось выше, близость грунтовых вод (сад колхоза «Красная Чувашия», Янтиковского района, Чувашской АССР).

Развитие деревьев яблони на темносерой тяжелосуглинистой лесостепной почве в саду Татарской плодово-ягодной станции (см. табл. 7 и 8), где содержится значительно больше гумуса (в верхних горизонтах 3,60—3,90%), чем в вышеуказанном саду, и рН колеблется в основном от 7,0 до 7,5, не лучше, а даже несколько хуже, чем на дерново-подзолистой почве в саду Чебоксарского винкомбината (сравните данные 10 и 30 пробных площадей). В то время как в саду Чебоксарского винкомбината (проби. площ. 10) процент сильных и средних деревьев вместе равен 80, в саду Татарской плодово-ягодной станции (проби. площ. 30) он составляет 70,7. В этом же саду на нижнем участке склона (проби. площ. 31) развитие деревьев еще слабее, что, вероятно, связано с избыточным его увлажнением. К сказанному следует добавить, что в саду Татарской плодово-ягодной станции средние размеры деревьев имеют меньшие величины, чем в саду Чебоксарского винкомбината.

Сравнительно слабое развитие деревьев яблони в саду Татарской опытной станции, по нашему мнению, можно объяснить влиянием тяжелого механического состава лесостепной почвы. Почвы тяжелого механического состава являются более влагоемкими по сравнению с легко- и среднесуглинистыми разностями, содержат больше воды и расходуют на испарение больше тепла, вследствие чего они слабее нагреваются. Поэтому весной, а также летом почвы тяжелого механического состава бывают несколько холоднее почв легкого механического состава. Кроме того, почвы тяжелого механического состава характеризуются меньшей воздухопроницаемостью, что отрицательно сказывается на развитии корневой системы и произрастании яблонь.

Корневая система плодовых растений и ее реакция на почвенные условия

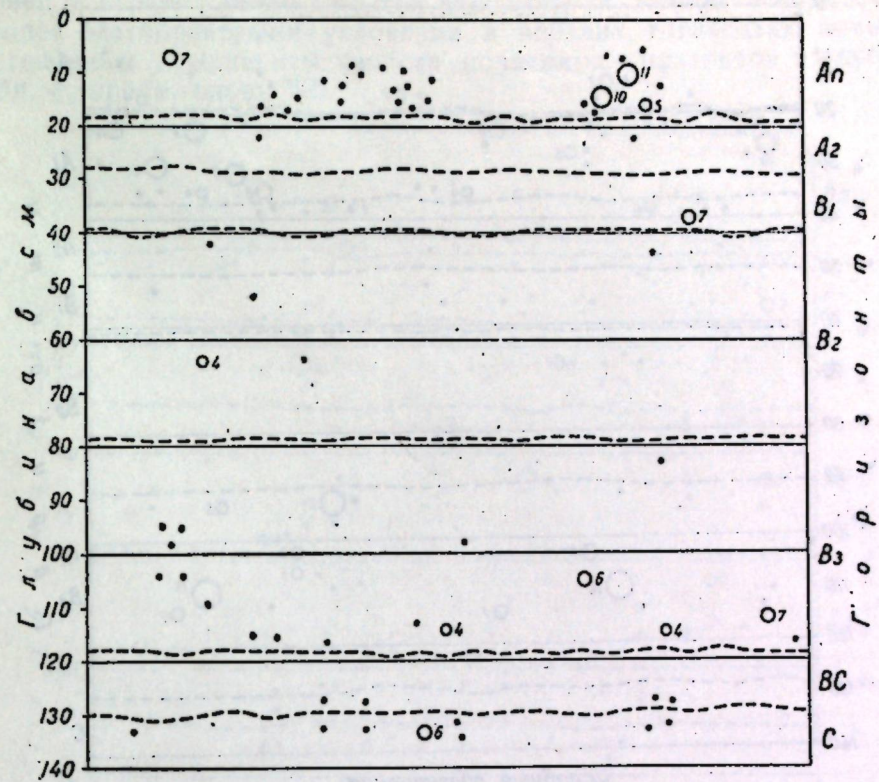
Изучение корневой системы проводилось в основном на деревьях Аниса, чтобы можно было сравнить полученные данные.

Исследования показали, что корневая система плодовых деревьев резко реагирует на изменение почвенных условий. Ниже приводятся диаграмма (рис. 6) и таблица 13, характеризующие размещение корней яблони Аниса серого (подвой — Китайка обыкновенная) на серой дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой тяжелым суглинком.

Таблица 13

Размещение корней яблони (Анис серый, 10 лет) на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве в саду Чебоксарского винкомбината (проби. площ. 10)

| Глубина вертикальных слоев (в см) | Почвенные горизонты и их мощность (в см) | Скелетные корни | | Обрастающие корни | |
|-----------------------------------|--|-----------------|------|-------------------|------|
| | | к-во | % | к-во | % |
| 0—20 | A _{пх} = 0—18 | 4 | 33,4 | 23 | 44,3 |
| 21—40 | A ₂ = 18—28 | 1 | 8,3 | 2 | 3,8 |
| 41—60 | B ₁ = 28—40 | — | — | 3 | 5,8 |
| 61—80 | B ₂ = 40—78 | 1 | 8,3 | 1 | 1,9 |
| 81—100 | B ₃ = 78—118 | — | — | 5 | 9,6 |
| 101—120 | BC = 118—130 | 4 | 33,3 | 7 | 13,5 |
| 121—140 | C = 130—140 | 2 | 16,7 | 11 | 21,1 |

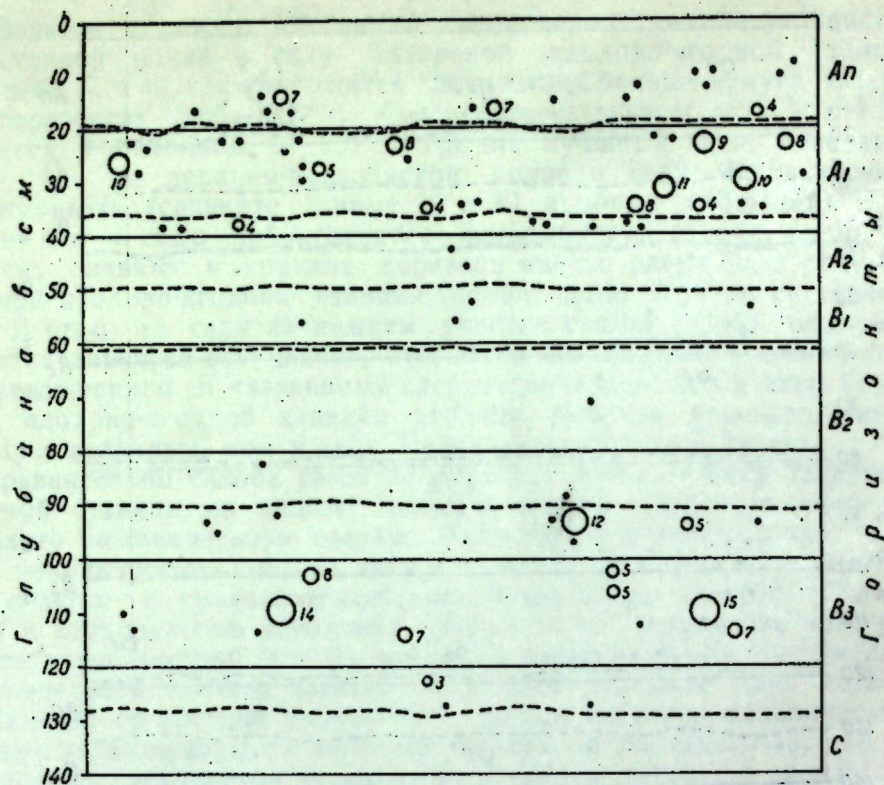


Условные обозначения:
 --- Границы генетических горизонтов.
 ○ Скелетные корни, цифры обозначают диаметр в мм.
 • Обрастающие корни.

Рис. 6. Диаграмма размещения корней яблони Анис серый на вертикальной стенке траншеи на расстоянии 60 см от ствола дерева.

Из таблицы видно, что в условиях дерново-подзолистой почвы, которая дифференцирована на резко отличные друг от друга генетические горизонты, и где условия в отдельных горизонтах весьма различны для роста корней (малое содержание гумуса в A₂ и B, повышенная кислотность в B₁ и B₂, большая уплотненность указанных горизонтов), корневая система яблони в вертикальном направлении распределяется неравномерно. Подзолистый горизонт (A₂) и верхняя часть иллювиального горизонта содержат незначительное количество корней и как бы подразделяют корневую систему на два яруса: верхний, располагающийся в перегнойном горизонте, и нижний, залегающий в нижней части иллювиального горизонта (B₃, BC). При сопоставлении данных таблиц 13 и 3 замечается, что резкое уменьшение количества скелетных и обрастающих корней в горизонте B до глубины 100 см совпадает с уплотненностью и повышенной кислотностью (рН водной = 5,39; 5,31; 5,39) этих горизонтов.

Отмеченная закономерность размещения корневой системы яблони на дерново-подзолистой почве подтверждается также и данными раскопки корней у яблони сорта Осеннее полосатое (рис. 7, табл. 14). Возраст яблони 20 лет, подвой — Китайка обыкновенная. Яблоня произрастает на той же пробной площади 10, но ниже дерева Аниса по склону на 35 метров.



Условные обозначения:
 - - - - - Границы генетических горизонтов.
 ○₁₀ Скелетные корни, цифры обозначают диаметр в мм.
 • Обрастающие корни.

Рис. 7. Диаграмма размещения корней яблони Осеннее полосатое на вертикальной стенке траншеи на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве.

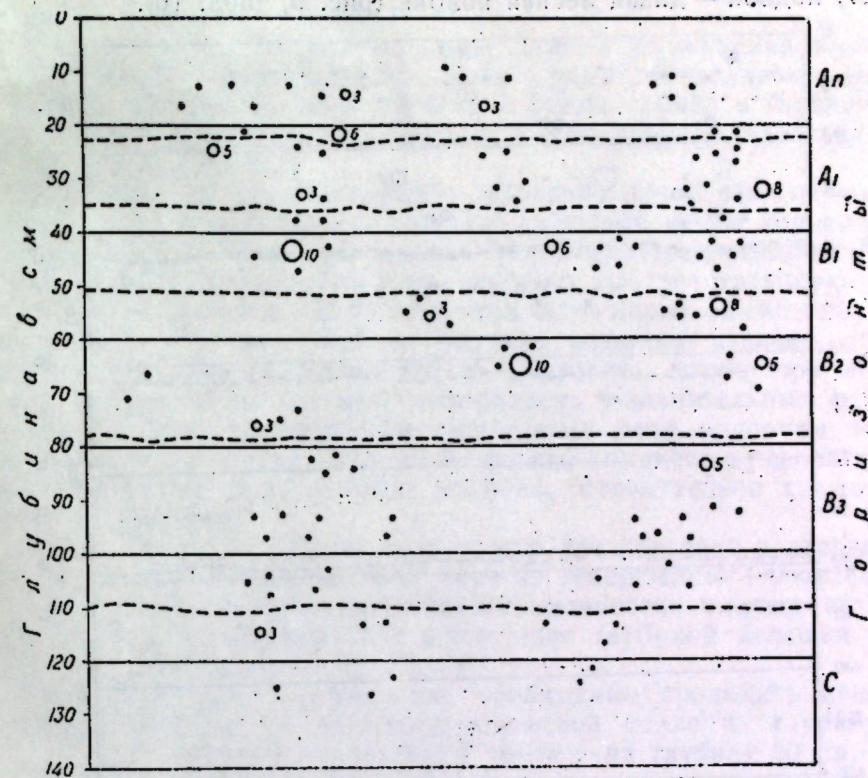
Таблица 14

Размещение корней яблони (Осеннее полосатое, 20 лет) на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве в саду Чебоксарского винкомбината

| Глубина вертикальных слоев (в см) | Почвенные горизонты и их мощность (в см) | Скелетные корни | | Обрастающие корни | |
|-----------------------------------|--|-----------------|------|-------------------|------|
| | | к-во | % | к-во | % |
| 0-20 | A _{пах} = 0-20 | 3 | 12,5 | 14 | 23,3 |
| 21-40 | A ₁ = 20-37 | 11 | 45,8 | 24 | 40,0 |
| 41-60 | A ₂ = 37-50 | — | — | 7 | 11,7 |
| 61-80 | B ₁ = 50-61 | — | — | 1 | 1,7 |
| 81-100 | B ₂ = 61-91 | 2 | 8,3 | 8 | 13,3 |
| 101-120 | B ₃ = 90-128 | 7 | 29,2 | 4 | 6,7 |
| 121-140 | C = 128-140 | 1 | 4,2 | 2 | 3,3 |

Для сравнения была произведена раскопка корней яблони Анис алый на темносерой тяжелосуглинистой лесостепной почве, подстилаемой лессовидным тяжелым суглинком, в саду Татарской плодово-ягодной опытной станции. Возраст яблони 10 лет, подвой — Китайка обыкновенная. Корни яблони имеют здесь совершенно иной характер распространения (рис. 8, табл. 15): они залегают более или менее равномерно по почвенному профилю, с преобладанием скелетных

корней в верхних 0—80 см. Это находится в полном соответствии с более благоприятными условиями в верхних горизонтах почвы и постепенным ухудшением свойств почвенных горизонтов в глубину (табл. 8, пробн. площ. 30).



Условные обозначения:
 - - - - - Границы генетических горизонтов.
 ○₁₀ Скелетные корни, цифры обозначают диаметр в мм.
 • Обрастающие корни

Рис. 8. Диаграмма размещения корней яблони Анис алый на вертикальной стенке траншеи на темносерой тяжелосуглинистой лесостепной почве.

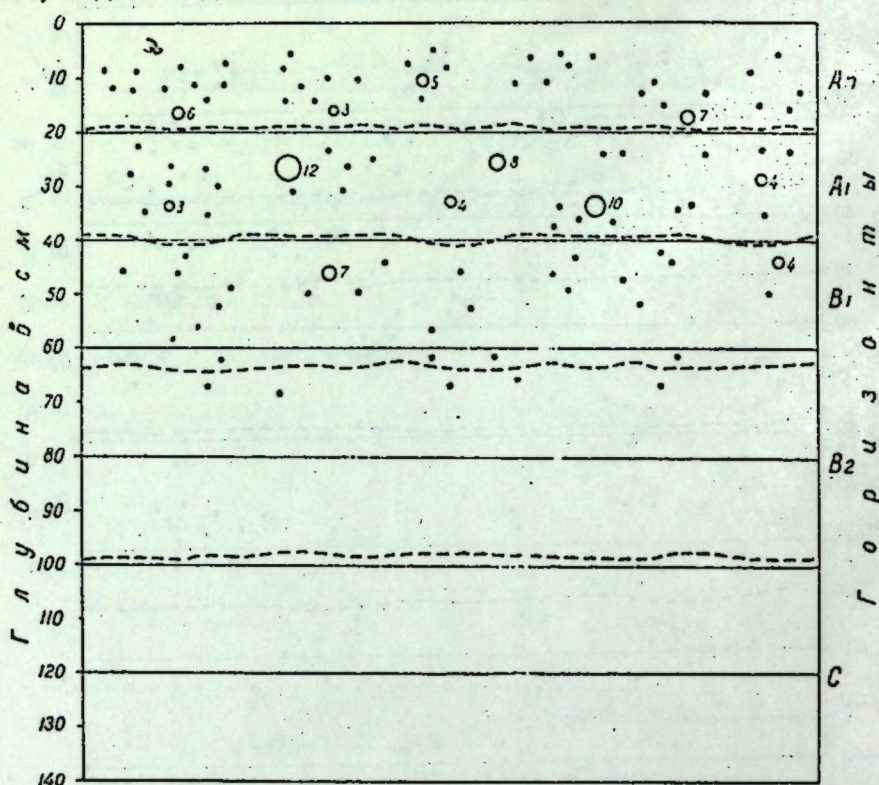
Основная масса скелетных корней (93,4%) располагается здесь лишь до глубины 90 см, что, повидимому, обусловливается тяжелым механическим составом почвы. При этом в нижних горизонтах механический состав становится тяжелее, а почва — более плотной, что вполне согласуется с данными таблицы 15.

Таблица 15

Размещение корней яблони Анис алый (10 лет) на темносерой тяжелосуглинистой лесостепной почве в саду Татарской плодово-ягодной опытной станции (пробн. площ. 30)

| Глубина вертикальных слоев (в см) | Почвенные горизонты и их мощность (в см) | Скелетные корни | | Обрастающие корни | |
|-----------------------------------|--|-----------------|------|-------------------|------|
| | | к-во | % | к-во | % |
| 0-20 | A _{пах} = 0-24 | 2 | 13,3 | 13 | 12,9 |
| 21-40 | A ₁ = 24-36 | 4 | 26,7 | 22 | 21,8 |
| 41-60 | B ₁ = 36-52 | 4 | 26,7 | 20 | 19,8 |
| 61-80 | B ₂ = 52-78 | 3 | 20,0 | 10 | 9,9 |
| 81-100 | B ₃ = 73-110 | 1 | 6,7 | 17 | 16,8 |
| 101-120 | C = 110-150 | 1 | 6,6 | 14 | 13,8 |
| 121-140 | | — | — | 5 | 5,0 |

Мы изучали также размещение корней яблони в условиях близкого залегания грунтовых вод на темносерой слабоподзоленной тяжелосуглинистой почве в саду колхоза „Красная Чувашия“, Янтиковского района, Чувашской АССР. Яблоня сорта Анис в возрасте 10 лет, подвой — дикая лесная яблоня (рис. 9, табл. 16).



Условные обозначения:

- Границы генетических горизонтов.
- ₁₀ Скелетные корни, цифры обозначают диаметр в мм.
- Обрастающие корни.

Рис. 9. Диаграмма размещения корней яблони Анис на темносерой лесостепной почве при близком залегании грунтовых вод.

Таблица 16

Размещение корневой системы яблони (Анис) на темносерой тяжелосуглинистой лесостепной почве при близком залегании грунтовых вод в саду колхоза „Красная Чувашия“

(проби. площ. 17).

| Глубина вертикальных слоев (в см) | Почвенные горизонты и их мощность (в см) | Скелетные корни | | Обрастающие корни | |
|-----------------------------------|--|-----------------|------|-------------------|------|
| | | к-во | % | к-во | % |
| 0—20 | A 0—20 | 4 | 33,3 | 36 | 40,5 |
| 21—40 | A ₁ 20—40 | 6 | 50,0 | 25 | 28,1 |
| 41—60 | B ₁ 40—64 | 2 | 16,7 | 19 | 21,3 |
| 61—80 | B ₂ 64—98 | — | — | 9 | 10,1 |
| 81—100 | C 98 и более | — | — | — | — |

Скелетные корни и основная масса обрастающих корней размещаются здесь до глубины 60 см. Глубже резко сказывается неблагоприятное влияние грунтовых вод, которые были обнаружены на глубине 78—80 см.

Близкое залегание грунтовых вод, обуславливающее поверхностное размещение корневой системы, угнетающим образом сказывается на росте и развитии яблони.

На основании приведенных выше данных размещения корней по вертикальному профилю можно сделать ряд агротехнических выводов о глубине предпосадочной обработки почвы, сроках и глубине обработки почвы в приствольных кругах и междурядьях, внесения удобрений под яблоню и т. д.

Известно, что предпосадочная обработка почвы зависит от типа почвы и от глубины распространения основной массы корней плодовых деревьев в данных почвенных условиях. Предпосадочная обработка должна производиться на глубину, соответствующую равномерному размещению наиболее густой части корневой системы, чтобы обеспечить ей благоприятные условия развития. Однако, проводя глубокую обработку почвы, нельзя допустить, чтобы при вспашке были вывернуты на дневную поверхность в значительных размерах нижние, бедные питательными веществами слои подпочвы, так как это повлечет за собой ухудшение физико-химических свойств верхних горизонтов, что, в свою очередь, отрицательно скажется на развитии деревьев.

М. П. Тарасенко [33] указывает, что для создания в дальнейшем пахотного слоя в значительной мере из теперешнего иллювиального горизонта, содержащего значительное количество смытых питательных веществ, необходимо при проведении глубокой вспашки захватить его хотя бы около 15—18 см.

Исходя из этих предпосылок, необходимо проводить предпосадочную обработку на дерново-подзолистой почве на глубину 45—50 см, на темносерой лесостепной почве — на глубину 60 см.

Наряду с глубокой обработкой, в почву необходимо внести сравнительно большие дозы (50—60 тонн на га) органических удобрений, способствующих улучшению ее структуры и физико-химических свойств. После глубокой вспашки необходимо, по крайней мере, на 2—3 года засеять участок многолетними бобовыми травами в смеси с рыхлокустовыми злаками, а затем уже производить посадку плодовых деревьев.

В порядке предпосадочной обработки почвы под плодовые сады в условиях дерново-подзолистых и лесостепных почв может быть весьма перспективным глубокое безотвальное рыхление почвы по методу Т. С. Мальцева.

Учитывая развитие большого количества всасывающих корней в пахотном слое почвы, первую весеннюю обработку приствольных кругов и междурядий необходимо проводить до массового развития активных (всасывающих) корней, так как запоздание в проведении этого мероприятия может привести к значительному повреждению корневой системы. По этой же причине рыхление почвы в приствольных кругах в летнее время должно проводиться, во избежание повреждения развившихся всасывающих корней, на глубину, не превышающую 10—12 см. Наоборот, в конце лета и в начале осени применение глубокой обработки и нанесение повреждений корневой системе может оказаться целесообразным в связи с необходимостью ускорения вызревания древесины растений и ослабления вегетации, так как в противном случае они будут более подвержены действию низких температур. Значение последнего мероприятия особенно возрастает при большом количестве осадков во вторую половину лета и в начале осени, а также при условиях избыточного увлажнения в нижних частях склонов.

11*

В связи с выявлением глубины размещения корневых систем яблонь в разных почвенных условиях весьма важное значение приобретает разработка мероприятий по внесению удобрений. Общепринятый способ внесения удобрений под плуг, лопату или культиватор не может удовлетворять плодовые растения, так как их корневая система распространяется на значительную глубину. Поэтому необходимо обратить особое внимание на глубокое внесение удобрений в зону распространения основной массы обрастающих (в частности, активных) корней.

И. В. Мичурин придавал исключительно большое значение глубокому внесению удобрений. В саду основного питомника, где работал И. В. Мичурин, до сих пор сохранились под деревьями в толще почвы специальные трубки для глубокого внесения удобрительных растворов.

Н. Д. Спиваковский [31] пишет, что при внесении полного минерального удобрения в жидком виде на глубину до 40—50 см (в канавки вокруг дерева, в буровые скважины, в лунки и специальным шприцем) эффективность его в 1,5—2 раза и более выше, чем при обычном внесении на глубину в 12—18 см, что автор объясняет не только большей доступностью их для корней, но и влиянием удобрений на рост корней, расположенных в почвенных горизонтах, более обеспеченных влагой.

Влияние местоположения сада на повреждение плодовых деревьев морозами

Попутно нами был собран некоторый материал о повреждениях плодовых насаждений морозами в зимы 1939/40 и 1941/42 гг. Мы ставили перед собой задачу — выявить, в каких условиях лучше сохранились плодовые насаждения после этих морозных зим.

Наблюдения в садах колхозов им. Сталина и им. Молотова, Октябрьского района, колхоза „Мотор“, Канашского района, Чувашской АССР, показали, что при хорошей защищенности насаждений, создающей более благоприятный микроклиматический режим (большее снегонакопление, защита от ветров и т. д.), перезимовка плодовых растений была более благополучной. Благоприятное влияние на перезимовку яблонь оказали и такие мероприятия, как обвязка яблонь камышом, окучивание снегом.

Повреждение плодовых деревьев морозами находится также в зависимости от рельефа. В садах колхозов им. Ворошилова, Верхне-Услонского района, им. Калинина, Тетюшского района, им. Мичурина, Теньковского района, Татарской АССР, яблони меньше пострадали от морозов в средних частях склонов.

Более сильное повреждение плодовых деревьев морозами в нижней части склона можно объяснить большим увлажнением этой части склона, вызывающим затяжной рост побегов и невызревание древесины до наступления морозов, а также перемещением холодного воздуха в нижние части склона.

В верхней части склона, вероятно, неблагоприятно сказываются условия увлажнения, а также недостаточное снегонакопление, что вызывает большее повреждение деревьев, чем в средней части склона.

Наконец, степень повреждения плодовых насаждений морозами в значительной мере зависит от сортовых особенностей. На основании сравнительно лучшей сохранности после морозных зим наиболее морозоустойчивыми сортами в условиях Чебоксарского плодового района можно считать следующие: Анисы алый и серый, Грушовка московская, Антоновка обыкновенная, Антоновка каменичка, Боро-

винка, Осеннее полосатое, Пудовщина, Коричное полосатое, Китайка золотая ранняя, Китайка санинская.

Во время обследования садов района в ряде пунктов мы наблюдали явление, замечательно подтверждающее учение И. В. Мичурина о взаимовлиянии подвоя и привоя, а именно: в старых садах, где надземные части деревьев вымерзли и впоследствии восстановились пней и корневой порослью, можно наблюдать настоящие вегетативные гибриды, образовавшиеся в результате взаимовлияния подвоя и привоя. Например, порослевые яблони, произрастающие на Риковском участке Шеланговского плодово-ягодного совхоза (проби-



Рис. 10. Яблоня Анис серый в саду колхоза им. Ворошилова, Верхне-Услонского района, восстановившая свою крону пней порослью.

площ. 33), в ряде случаев трудно отнести к какому-либо из сортов. Отклонения от известных сортов наблюдаются как в форме кроны, листьев, так и в форме, окраске и вкусовых качествах плодов. По свидетельству работников совхоза, прежний сад во время вымерзания находился в возрасте около 50 лет. Можно полагать, что за такой период времени привой мог заметно повлиять на подвой, в результате чего поросли, выросшие даже из основания пней и корней, обладают признаками, приближающими их к культурным сортам (Анису, Пудовщине, Хорошавке, Мальту).

Нарастание и формирование новой кроны у таких порослевых деревьев происходит более интенсивно, чем у деревьев, посаженных вновь, что обуславливается наличием здоровой прежней корневой системы. Кроме того, они раньше вступают в плодоношение, что позволяет в более короткий срок восстановить пострадавшие от морозов сады.

Выводы

1. На основе различий в природных условиях и характере произрастания плодовых растений в Среднем Поволжье можно выделить четыре плодовые области (или зоны): 1) Предкамская (северная), 2) Предволжская (западная), 3) Заволжская лесостепная (восточная), 4) Заволжская степная (южная). В пределах Заволжской лесостепной области выделяются две плодовые подобласти (или подзоны): Западно-Заволжская и Восточно-Заволжская.

2. Плодовые зоны и подзоны с учетом различий в климатических условиях, рельефе, почвенном и растительном покрове, экономических условиях подразделяются на более дробные единицы — плодовые районы. В Предволжской зоне выделяются три плодовых района: а) Чебоксарский, б) Ульяновский и в) Сызранский; в Заволжской лесостепной зоне — четыре плодовых района: а) Чистопольский, б) Ставропольский, в) Мензелинский и г) Бугуруславский.

3. На произрастание плодовых растений большое влияние оказывает рельеф. Однако значение различных элементов рельефа для плодовых растений изменяется как в зависимости от культивируемых плодовых форм, так и природных условий района. В условиях Чебоксарского плодового района хорошее произрастание плодовых деревьев наблюдается на водораздельных плато при условии защиты плодовых деревьев садооградительными полосами и на пологих склонах. На пологих склонах (5—10°), обращенных на юг (южных, юго-восточных, юго-западных), наблюдается лучшее развитие деревьев, чем на склонах, обращенных на север (северных, северо-восточных, северо-западных). Однако на южных склонах деревья могут больше повреждаться солнечными ожогами, для предотвращения которых должны проводиться поздние осенние побелки и обвязка штамбов и основных ветвей.

4. В разных частях склонов условия развития плодовых деревьев складываются также не равномерно: на пологом северном склоне при одинаковой защищенности условия произрастания плодовых деревьев ухудшаются в направлении сверху вниз; на склонах других направлений наиболее благоприятно они складываются в средней части склона. В нижних частях склонов возрастает опасность морозных повреждений вследствие затяжного роста деревьев при избыточной влажности и стекания холодного воздуха в пониженные элементы рельефа. Особенно неблагоприятны условия в нижних частях склонов в годы с большим количеством осадков во второй половине лета и начале осени.

5. Исследования показали, что в условиях Чебоксарского плодового района яблони хорошо растут и плодоносят как на дерново-подзолистых, так и лесостепных почвах. На легко- и среднесуглинистых разностях почв наблюдается лучшее развитие деревьев, чем на тяжелосуглинистых. Повышенная кислотность на дерново-подзолистых почвах отрицательно влияет на развитие деревьев яблони. Лучшее произрастание деревьев наблюдается при реакции почвы, близкой к нейтральной (рН водной = 6—7). На переувлажненных участках, приуроченных к микропонижениям и ложбинам стока,

а также в местах с близким уровнем грунтовых вод плодовые деревья обнаруживают угнетенное состояние.

6. Корневая система плодовых деревьев резко реагирует на изменение почвенных условий. На легкосуглинистой дерново-подзолистой почве подзолистый горизонт подразделяет корневую систему на два яруса: большая часть корней располагается в верхнем горизонте; в А₂ и верхней части горизонта В, где кислотность заметно повышена, содержание корней резко уменьшается; в нижней части горизонта В количество корней снова увеличивается, достигая до глубины 140 см. На темносерой тяжелосуглинистой лесостепной почве корневая система яблони имеет иной характер распространения: она залегает более равномерно по почвенному профилю, но в связи с более благоприятными условиями верхних горизонтов и тяжелым механическим составом нижних основная масса скелетных корней (93,4%) размещается здесь в верхних 0—90 см, тогда как на легкосуглинистой дерново-подзолистой почве 1/3 скелетных корней размещается на глубине 100—140 см. При близком уровне грунтовых вод наблюдается поверхностное залегание (до 50—60 см глубины) корневой системы.

7. Изучение глубины размещения корневой системы плодовых деревьев приводит к выводу, что первая весенняя обработка приствольных кругов и междурядий должна производиться до массового развития активных (всасывающих) корней, так как запоздание в проведении этого мероприятия может привести к значительному повреждению корневой системы в период наиболее интенсивного нарастания надземной части дерева. Рыхлая междурядий в летнее время должно проводиться на глубину, не превышающую 10—12 см. Наоборот, в начале осени применение более глубокой обработки и нанесение поврежденной корневой системе может оказаться целесообразным в связи с необходимостью ослабления вегетации и ускорения вызревания древесины растений.

8. Наиболее устойчивыми против неблагоприятных условий в Чебоксарском плодовом районе являются сорта: Анисы алый и серый, Грушовка московская, Антоновка обыкновенная, Антоновка каменичка, Боровинка, Осеннее полосатое, Хорошавка алая, Коричное полосатое, Пудовщина, Китайка золотая ранняя, Китайка санинская.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов В. И. и Лупиневич И. С. К проблеме возобновления плодовых садов Поволжья и Прикамья. „Сов. ботаника“, № 6, 1943.
2. Белохонов И. В., Курындия И. И., Карпов П. К. и др. Плодоводство. Сельхозгиз, М., 1939.
3. Берг Л. С. Географические зоны Советского Союза, ч. I. Географиздат, М., 1947.
4. Берг Л. С. Географические зоны Советского Союза, ч. II. Географиздат, М., 1952.
5. Валиуллин А. В., Вакуленко Н. И., Талатин Н. Я. и др. Агротехника плодово-ягодных культур в Татарской АССР. Татгосиздат, 1950.
6. Глухенький Д. И. Развитие корневой системы у молодых плодовых деревьев (яблони) в связи с почвенными условиями и агротехникой. Сб. работ по агротехнике плод.-ягод. растений. Тр. Укр. и/и ни-та плодводства. Киев—Харьков, 1941.
7. Гужева А. Ф., Доскач А. Г. и др. Равнины Европейской части Союза ССР. В кн. „Геоморфологическое районирование СССР“, М.—Л., 1947.
8. Искольдская Р. Б. К методике биологического обследования плодовых насаждений. В кн. „Московская с/х академия им. К. А. Тимирязева“. Доклады, вып. 12, М., 1950.
9. Итоги всесоюзной переписи плодово-ягодных насаждений 1945 года. Тома I, II, III. Госпланиздат, М., 1948.
10. Карта растительности Европейской части СССР. Пояснительный текст под ред. Е. М. Лавренко и В. Б. Сочавы, Изд. АН СССР, М.—Л., 1950.

11. Колесников В. А. Методика изучения архитектоники и периодов роста корневой системы плодовых растений. Тр. Крымского с/х ин-та им. М. И. Калинина, т. III, Крымиздат, Симферополь, 1952.
12. Красичков А. Зависимость роста и плодоношения яблони от погоды. „Научное плодоводство“, вып. 2 и 3. С.-Петербург, 1914.
13. Лавренко Е. М. Степи СССР. Сб. „Растительность СССР“, т. II. Изд. АН СССР, М.—Л., 1940.
14. Лавренко Е. М. и др. Геоботаническое районирование СССР. Под ред. Е. М. Лавренко. Тр. Комиссии по ест.-истор. районированию СССР, т. II, вып. 2, М.—Л., 1947.
15. Лешин В. К. Яблоня и почва в садах Поволжья. Труды Саратов. с/х ин-та, т. 9 (16), Саратов, 1947.
16. Лысенко Т. Д. Агробиология. Сельхозгиз, Москва, 1948.
17. Манцевич М. И. Молодой яблоневый сад. Закладка и уход. Татгосиздат, 1936.
18. Марков М. В. Растительность Татарии. Татгосиздат, 1948.
19. Мильков Ф. Н. Лесостепь Русской равнины. Изд. АН СССР, М., 1950.
20. Мосолов В. П. Рельеф местности и вопросы земледелия. Сельхозгиз, М., 1949.
21. Носин В. А., Агафодоров И. П. и др. Почвы Куйбышевской области. ОГИЗ, 1949.
22. Пашкевич В. В. Плодоводство в Казанской губернии. В кн. „Плодоводство в России“, вып. II, С.-Петербург, 1899.
23. Пашкевич В. В. Плодоводство в Симбирской губернии. В кн. „Плодоводство в России“, вып. VII, С.-Петербург, 1904.
24. Пашкевич В. В. Плодоводство в Самарской губернии. В кн. „Плодоводство в России“, вып. IX, С.-Петербург, 1906.
25. Пашкевич В. В. Плодоводство Среднего и Нижнего Поволжья. С.-Петербург, 1910.
26. Прасолов Л. И. Генетические типы почв и почвенные области Европейской части СССР. Сб. „Почвы СССР“, т. I, изд. АН СССР, М.—Л., 1939.
27. Рогозин С. Поволжская помология. Изд. 3. Сенгилей, 1924.
28. Розов Н. Н. Почвы Волжско-Камской лесостепной области. Сб. „Почвы СССР“, т. III, изд. АН СССР, М.—Л., 1939.
29. Сапегин А. А. Вариационная статистика. Сельхозгиз, М., 1937.
30. Семеновский В. Н., Батыр В. В., Ступишин А. В. Рельеф Татарии. Татгосиздат, 1951.
31. Спиваковский Н. Д. Удобрение плодовых и ягодных культур. Сельхозгиз, Москва, 1951.
32. Спрыгин И. И. Растительный покров Средневожского края. Госиздат, Самара—Москва, 1931.
33. Тарасенко М. П. Предпосадочная обработка почвы и способы удобрения плодовых деревьев в связи с развитием их корневых систем. Сб. работ по агротехнике пл.-ягодных растений. Тр. Укр. н/и ин-та плодоводства. Киев—Харьков, 1941.
34. Тюрин И. В. Почвы лесостепи. Сб. „Почвы СССР“, т. I, М.—Л., изд. АН СССР, 1939.
35. Финаев Е. П. и др. Плодово-ягодные культуры Куйбышевского края и Оренбургской области. Куйбыш. краев. изд., 1935.
36. Финаев Е. П. Плодово-ягодный сад. Куйбыш. гос. обл. изд., 1951.
37. Шитт П. Г. Метод и программа биологического обследования плодовых насаждений. М. Садвинтрест, 1930 (на правах рукописи).
38. Шитт П. Г. и Метлицкий З. А. Плодоводство. Сельхозгиз, М., 1940.
39. Шитт П. Г. Биологические основы сортоизучения плодово-ягодных культур. Доклады ТСХА, в. I, Москва, 1945.
40. Oskamp J. Soil in relation to fruit growing in New-York. Part. II. Site, production, and rooting habit of apple trees on different Soil types in the Hilton and Morton areas. Monroe County Cornell Univ Agr. Exp. Sta. Bull. 1932.

Ф. Ф. Муртази

ВЛИЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ИНКУБАЦИОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАЗВИТИЕ ЗАРОДЫШЕЙ И МОЛОДНЯКА КУР

1. Постановка вопроса

Известно, что одним из главных внешних условий зародышевого развития птиц является определенный уровень температуры. Эмбрионы птиц в начале инкубации нуждаются в усиленном обогревании, а в поздние сроки развития — в снижении температуры [26, 21—23, 4—6, 11; 27, 28, 40, 41, 32—35, 19, 2]. Имея это в виду, мы задались целью выяснить влияние на эмбриональное развитие, а также на некоторые экстерьерные признаки и яйценоскость кур значительных кратковременных повышений температуры в начальном и резких снижений температуры (охлаждений) в среднем и позднем периодах инкубации. Такое исследование имеет двойное значение. Во-первых, оно связано с изучением характера физиологического реагирования зародыша на резкие изменения оптимальных условий его развития и, во-вторых, представляет интерес для решения проблемы переменных температур в искусственной инкубации яиц сельскохозяйственных птиц.

Проблема переменных (колебательных) температур в искусственной инкубации была поднята в 30-х годах текущего столетия рядом авторов [45, 46, 16, 20, 10, 3, 38, 31]. В последнее время она вновь выдвигается Н. П. Третьяковым [41], указывающим на необходимость глубокого и всестороннего изучения „колебательных“ (переменных) температур в искусственной инкубации. Кстати, кратковременные колебания температуры (осуществляемые путем одно- и трехкратных охлаждений в течение суток в зависимости от возраста зародыша) уже применяются как инкубационный прием в работе ряда инкубаторно-птицеводческих станций и птицевосхозов.

Говоря о проблеме „колебательных“ температур в инкубации, следует указать, что Э. Э. Пенионжквич [27] возражает против термина „колебательные температуры“, но признает необходимость изучения таких температурных отклонений, которые соответствуют характеру процессов развития, происходящих в определенные сроки инкубации. Такая постановка вопроса допускает отклонения инкубационной температуры не только в сторону ее понижения, что составляет основное и главное содержание выполненных работ по проблеме „колебательных“ температур, но и в сторону ее повышения в зависимости от физиологических особенностей отдельных периодов эмбрионального развития. Однако следует иметь в виду, что резкие изменения инкубационной температуры, независимо от того —

направлены ли они в сторону повышения или понижения, — могут иметь характер резких, неспецифических раздражителей, которые, в зависимости от своей интенсивности и физиологического состояния эмбриона, могут или стимулировать, или тормозить процессы развития.

Литературные данные, относящиеся к характеру действия резких изменений инкубационной температуры на развитие эмбрионов сельскохозяйственных птиц, далеко не полны и противоречивы.

Так, И. Я. Придкер [29] показал, что кратковременное воздействие повышенной температуры (44—48°C в течение 30 минут в секционном инкубаторе) на куриные яйца перед инкубацией сопровождается повышением вывода цыплят (77—91% против 66% в контроле). Однако этот очень интересный факт был получен в предварительном опыте на небольшом материале. Приходится сожалеть, что опыт не был затем продолжен автором. И это тем более, что известны факты в известной мере положительного влияния на эмбриональное [14] и постэмбриональное [37] развитие цыплят значительных охлаждений яиц перед инкубацией, т. е. таких термических воздействий, которые по своему характеру являются противоположными обогреванию. Значительное охлаждение яиц перед закладкой в инкубатор в опытах И. Е. Лысенко [14] сопровождалось в ряде случаев некоторым повышением процента вывода, а в опытах П. М. Сопикова [37] — выводом цыплят, более стойких к холоду и не нуждающихся в повышенной температуре при выращивании.

Далее, Г. А. Машталер [17—19] предложил подвергать инкубируемые яйца значительному кратковременному охлаждению (7—10°C в течение 40—45 минут) на средних и поздних сроках инкубации (для кур — на 5 или 6, 13 или 14 и 18 дни). Такое охлаждение, испытанное на ряде инкубаторных станций Украины, по свидетельству автора, обуславливает более дружный и в процентном отношении повышенный вывод цыплят. Особенно хорошие результаты были получены при инкубации утиных и гусиных яиц. Указанная стимуляция, по мнению Г. А. Машталера, вызывается усилением газообмена и вообще обмена веществ зародыша под влиянием значительного охлаждения. Однако М. Г. Салганник [33] в отношении куриных яиц, инкубирующихся в инкубаторах типа „Рекорд-39“, „КЭМ“ и „Коммунар“ при соблюдении известного режима, считает излишним какое-либо охлаждение. Этим самым М. Г. Салганник высказывается против колеблющихся температур применительно к отдельным случаям инкубации.

Мы привели лишь основные факты, относящиеся к резкому изменению температуры при инкубации яиц сельскохозяйственных птиц. На наш взгляд, этого вполне достаточно, чтобы показать состояние вопроса и обоснованность данного исследования.

Опыты проводились в производственных условиях в птицеводстве „Сараст“ (Мордовская АССР) и отчасти на Юдинской инкубаторно-птицеводческой станции (Татарская АССР) в 1952 году. В проведении опытов и обработке экспериментальных данных принял участие ст. лаборант Р. Г. Мужипов. В наблюдениях за постэмбриональным развитием подопытной птицы участвовали зоотехники птицеводства „Сараст“ Н. П. Деркачев и Е. В. Гагарова.

Мы считаем своим приятным долгом выразить глубокую признательность члену-корреспонденту АМН СССР профессору П. Г. Светлову за его ценные советы и внимание при выполнении данной работы.

II. Материал и методы работы

В качестве подопытного материала служили яйца (эмбрионы) акклиматизированных кур породы белый леггорн от маточных стад птицеводств „Сараст“, „Красный ключ“ и Бугульминский (ТАССР). Кормление маточных стад указанных совхозов осуществлялось по нормам НИИП с некоторыми отступлениями в отдельные периоды, когда происходили перебои в снабжении кормами. Однако эти периоды преимущественно падали на летние месяцы, когда инкубационные опыты уже заканчивались. Поскольку наибольшая часть опытов проведена на яйцах кур птицеводства „Сараст“, мы считаем необходимым дать краткую характеристику кормления и содержания кур маточного стада в этом совхозе. Численность маточного стада во время проведения работ составляла 8000 голов. Средний вес несушек на 1 апреля 1952 года был равен 1,7—1,8 кг. Суточный кормовой рацион по сезонам года был следующим (в граммах на одну голову).

| Виды кормов | Осень | Зима | Весна | Лето |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Зерно и зерноотходы | 95 | 95 | 95 | 90 |
| Отруби пшеничные | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Сухие животные корма | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Зелень свежая | 10 | — | — | 35 |
| Хвоя или рябина | 5 | 5 | 5 | — |
| Веники | 5 | 5 | 5 | — |
| Сено (теневого сушки) | 10 | 10 | 10 | — |
| Ракушки | 5 | 4,5 | 5 | 5 |
| Соль поваренная | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Всего кормов в рационе | 165,5 | 155,0 | 155,5 | 165,5 |

Витамины (в микрограммах):

| | | | | |
|----------------|-----|-----|-----|---|
| А | 400 | 540 | 540 | — |
| Д | 5 | 10 | 10 | — |
| В ₂ | 100 | 170 | 170 | — |

Зерновая часть рациона состояла из пшеницы, овса, ячменя, кукурузы и их отходов. Зимой и ранней весной давался проращенный овес (25—30 г на одну голову в сутки). В качестве животных кормов служили рыбная мука, обрат, кровь, тюленья мясо. В отдельные периоды времени к кормам добавлялись пекарские дрожжи (2 г) и рыбий жир (0,5—1,0 г). Корм давался в виде цельного или дробленого зерна, сухой и влажной мешанок. Кормление проводилось в определенные часы летом 4 раза в день, а зимой — 3. Веники и сено в виде пучков развешивались на стенах. В отдельных кормушках постоянно находились ракушки, мел, а в поилках — вода.

Маточное стадо содержалось в птичниках, в которых температура (после наступления холодов) колебалась около 0°C. В некоторых птичниках осенью и весной было сыро и грязно. Птичники достаточно светлые, окна обращены на юг, однако после зимних бурянов и снегопадов их сильно заносит снегом и степень освещенности резко снижается. Вследствие этих заносов выгулы зимой не используются. Плотность заселения птичников — 3—4 курицы на квадратный метр. В птичниках имеется электрическое освещение, используемое для удлинения дня в осенне-зимний период. Воздух

в птичниках вентилируется посредством специальных застекленных верхних надоконных проемов. Пользование выгулами начинается весной, как только растает снег. Они огорожены металлической сеткой и снаружи окружены кустарниковой растительностью выше роста человека. Травянистая растительность в них отсутствует.

Во всех вышеуказанных совхозах разведение птиц чистое при свободном (стадном) спаривании. Количественное соотношение петухов и кур в маточных стадах 1:10. Сравнительно высокий процент оплодотворенности (90—98%) и выводимости (79—95%) свидетельствует о достаточной жизнеспособности маточных стад и удовлетворительных инкубационных свойствах яиц.

Для опытов брались 2—3-дневные яйца двухлетних (переейрых) кур со средним весом 58—59 г. Иногда использовались и 5-дневные яйца (при доставке яиц из „Красного ключа“ и Бугульмы на Юдинскую ИПС). Яйца отбирались по общепринятым признакам в отношении формы и веса яйца, строения скорлупы, пуги (воздушной камеры), целостности градинок, положения и цвета желтка. Во время работы на Юдинской ИПС яйца доставлялись из совхоза „Красный ключ“ водным путем, а из Бугульминского совхоза — по железной дороге.

Как указано выше, мы осуществляли кратковременные значительные повышения температуры в начальном периоде инкубации и кратковременные снижения температуры на средних и поздних стадиях инкубации. В одной части проведенных нами опытов применялось и повышение и понижение температуры, а в другой — только повышение или только понижение.

Резкое кратковременное повышение температуры проводилось перед инкубацией и после 12, 15, 24 и 28 часов инкубации. Температура доводилась до 41—45,6°С при относительной влажности 68—70%. Воздействие такой температуры длилось 30—45 минут и было одно-, дву- и трехкратным (через различные интервалы времени).

Воздействие повышенной температуры осуществлялось в специальном электронкубаторе, сконструированном и построенном электромехаником Н. А. Хисамовым по принципу инкубатора „Рекорд-39“ (рис. 1, 2 и 3).

Яйца, отобранные для опыта, помещались в инкубатор по достижении в последнем заданной опытной температуры и влажности; и так как температура в инкубаторе после помещения в него яиц в первое время снижалась, то длительность воздействия повышенной температуры исчислялась с момента установления нужной опытной температуры в инкубаторе после помещения в него яиц. В наших условиях эта температура устанавливалась обычно через 15—20 минут. После воздействия повышенной температуры подопытные яйца переносились в производственный инкубатор „Рекорд-39“, где они инкубировались совместно с контрольными яйцами и производственными партиями при прочих равных условиях.

Кратковременное значительное понижение температуры (охлаждение эмбрионов) производилось на 6, 13 или 14 и 18 дни инкубации по методу Г. А. Машталера [17—19] путем помещения лотков с подопытными яйцами в погреб с температурой от 4 до 10°С на 30—45 минут.

За начало инкубации в опытах, где повышение температуры осуществлялось в начале инкубации, мы принимали время, когда в опытном инкубаторе достигалась заданная температура после помещения в него подопытных яиц. В контроле и других опытах, где повышения температуры производились спустя некоторое время после закладки яиц, за начало инкубации принималось время, насту-

пающее через один час после помещения яиц в инкубатор. Этим самым мы пытались несколько сгладить возможность более раннего начала развития подопытных эмбрионов под влиянием обогривания в начале инкубации.

Контроль за ходом инкубации осуществлялся посредством ми-

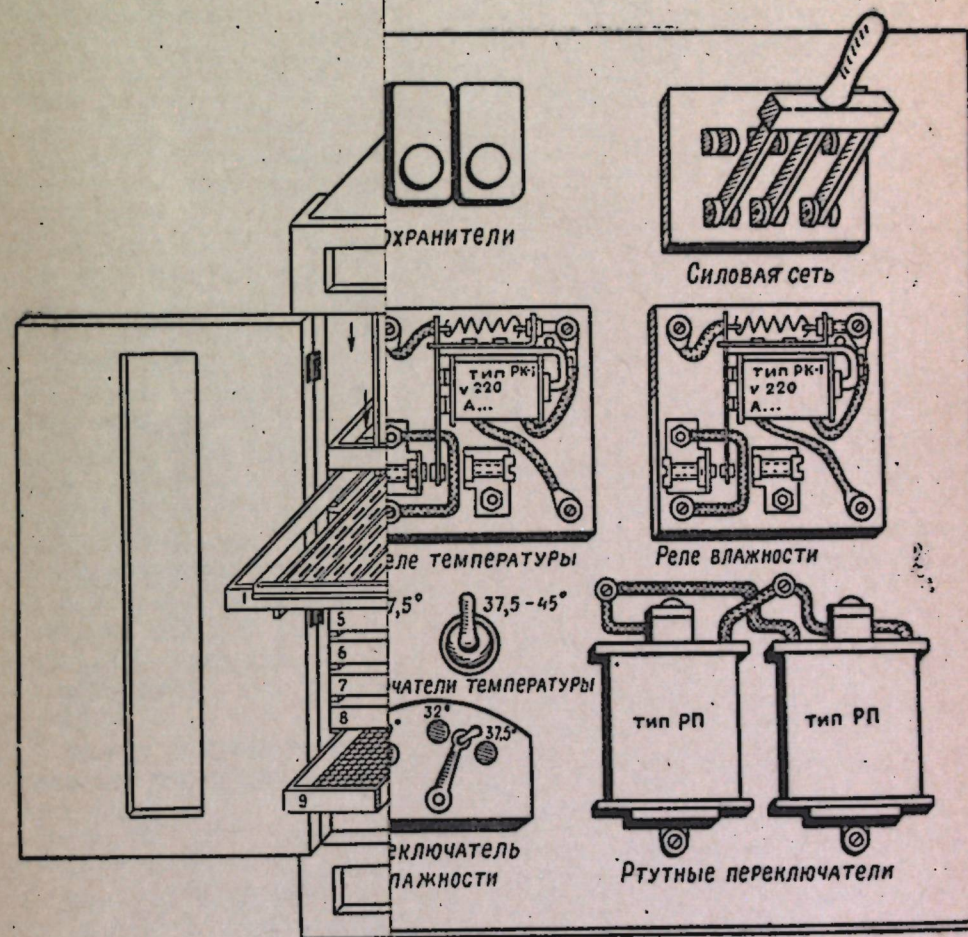


Рис. 1. Технический рисунок

А — бак для воды. Б — электровентилятор 600 ватт. Г — контактный психрометр. Д — контактные термометры. 1—7 — инкубаторы. Ж — соленоид увлажнения. З — форсунка на 600 ватт. К —

Стрелками показано направление воздушного потока с заслонками и лампы освещения плиток отопления и увлажнения, (разреза и на рис.

Рис. 3. Щит управления.

жени им соответствующей стадии развития.

Остальные методические моменты указаны ниже по ходу изложения соответствующих разделов работы.

в птичниках вентилируется посредством специальных застекленных верхних надоконных проемов. Пользование выгулами начинается весной, как только растает снег. Они огорожены металлической сеткой и снаружи окружены кустарниковой растительностью выше

...ществлялось в начале инкубации, мы принимали время, в опытном инкубаторе достигалась заданная температура после помещения в него подопытных яиц. В контроле и других опытах, где повышения температуры производились спустя некоторое время после закладки яиц, за начало инкубации принималось время, насту-

пающее через один час после помещения яиц в инкубатор. Этим самым мы пытались несколько сгладить возможность более раннего начала развития подопытных эмбрионов под влиянием обогривания в начале инкубации.

Контроль за ходом инкубации осуществлялся посредством миражей на 6-й, 11-й и 20-й дни инкубации с применением миражных критериев, предложенных М. В. Орловым и Е. Н. Кучковской [24]; степень развития сосудов и погруженности эмбриона на 6-й день, степень замыкания аллантоиса на 11-й день и характер контура пуги и степень выступления шеи эмбриона в пугу на 20-й день инкубации (последний признак был предложен впервые Н. П. Третьяковым). Наряду с этим, в процессе инкубации производились вскрытия отдельных яиц для оценки общего хода инкубации. Кроме того, о характере эмбрионального развития мы судили на основании выводимости, веса суточных цыплят и длительности эмбрионального (инкубационного) периода. Выводимость исчислялась в процентах от числа оплодотворенных яиц согласно формуле альтернативного варьирования. Вес суточных цыплят выражался в процентах от первоначального веса яйца при закладке в инкубатор. В каждом опыте и соответствующем контроле в целом (для всей совокупности цыплят и яиц) это отношение представлялось в виде статистически среднего процентного показателя. Длительность эмбрионального периода представляет собой время, протекшее от начала инкубации до выхода цыпленка из скорлупы [21, 24]. В наших опытах средняя длительность эмбрионального периода исчислялась по способу, использованному П. Г. Светловым [36]. Она выражается в часах с момента начала инкубации и представляет собой среднюю величину вариационного ряда, состоящего из данных о количестве цыплят, вылуплявшихся через каждые два часа от начала и до конца выводного периода.

Вышеуказанные сроки инкубации, в течение которых производились повышения температуры, соответствуют определенным морфологическим стадиям развития куриного эмбриона. Эти стадии устанавливались перед каждым термическим воздействием путем вскрытия 2—3 подопытных яиц. Они характеризуются нижеследующими признаками.

В начале инкубации эмбрион находится на стадии гастролы с выраженными наружным и внутренним зародышевыми листками. Стадия ранней гастролы.

После 12 часов инкубации зародыш характеризуется наличием первичной полоски и развитием среднего зародышевого листка. Головной (гензеновский) узелок на этой стадии далеко не всегда четко выражен. Стадия первичной полоски.

После 15 часов инкубации светлое поле имеет грушевидную форму. Выражена первичная бороздка. Появляется начальная часть головного отростка. Стадия головного отростка.

24 часу инкубации соответствует стадия 1—2 сомитов с выраженной головной складкой и узкой нервной пластинкой, окаймленной с боков нервными валиками. Стадия 1—2 сомитов.

И, наконец, после 28 часов инкубации зародыш имеет 6—7 сомитов. Края нервных валиков соприкасаются. Проангион хорошо выражен. Видны кровяные островки и зачатки сосудов. Стадия 6—7 сомитов.

Тепловое воздействие на эмбрион проводилось лишь по достижении им соответствующей стадии развития.

Остальные методические моменты указаны ниже по ходу изложения соответствующих разделов работы.

III. Влияние кратковременных значительных изменений инкубационной температуры на эмбриональное развитие курицы

Условия и результаты проведенных опытов приведены в таблице 1.

Данные этой таблицы показывают, что кратковременные значительные повышения температуры (одно-, дву- и трехкратные) в начальном периоде инкубации и такого же характера понижения температуры (дву- и трехкратные) в среднем и позднем периодах инкубации не вызывают статистически достоверных изменений в выводимости цыплят. Только в одном опыте (серия II, опыт № 1) произошло достоверное снижение выводимости. Последняя не изменяется и в тех случаях, когда воздействие повышенной температуры в начальном периоде инкубации производится в комбинации, сочетании с воздействием пониженной температуры в среднем и позднем периодах инкубации.

Для выяснения влияния значительных кратковременных повышений и понижений инкубационной температуры на рост куриных эмбрионов мы провели в выборочном порядке изучение веса подопытных и соответствующих им контрольных зародышей из серии опытов С-1 в определенные сроки развития. Был изучен влажный и сухой вес эмбрионов.

В таблице 2 приведены влажные веса эмбрионов. Характер и сроки термических воздействий указаны в таблице 1.

Данные таблицы 2 показывают, что на 5 сутки инкубации вес подопытных эмбрионов, по сравнению с контрольными, не изменяется. Имеющиеся различия статистически не достоверны.

На 7 сутки инкубации эмбрионы, подвергшиеся в начальном периоде инкубации воздействию повышенной температуры (опыт № 2), оказываются с большим весом, чем контрольные. Эмбрионы из остальных двух опытов по своему влажному весу не отличаются от контрольных.

На 9 сутки инкубации статистически достоверная прибавка в весе, кроме эмбрионов из опыта № 2, происходит еще у зародышей из третьего опыта, где эмбрионы на 6 сутки инкубации были подвергнуты действию пониженной температуры.

На 11 сутки инкубации статистически вполне достоверная прибавка в весе происходит уже у всех подопытных зародышей, т. е. во всех трех опытах, включая и первый, где было проведено трехкратное повышение температуры в период первых суток инкубации.

Таким образом, мы видим, что ускорение роста к 11 дню инкубации хотя и происходит у всех подопытных эмбрионов, однако оно проявляется раньше у зародышей, испытавших двукратное повышение температуры, затем у эмбрионов, подвергшихся охлаждению (прибавка в весе у них происходит после охлаждения), и, наконец, позже всех у зародышей, перенесших в первые сутки инкубации трехкратное повышение, а в среднем и позднем периодах инкубации понижение температуры.

Однако после 13 суток инкубации начинается статистически достоверное падение веса подопытных эмбрионов. Сначала это происходит в опытах № 2 и № 3, а после 15 суток инкубации и в опыте № 1. Такое падение веса обусловлено, вероятнее всего, общей для всех опытов причиной, поскольку оно происходит во всех опытах независимо от охлаждения, имевшего место только в опытах № 1 и № 3 на 13 день инкубации.

Таблица 1

Влияние кратковременных изменений температуры на инкубацию куриных яиц

| № опыта | Срок инкубации в момент воздействия | Характер воздействия | | Кол-во выведенных цыплят | Выводимость (в % от числа оплодотворенных яиц) | Средний вес суточного цыпленка (в % от первоначального веса яйца) | Длительность выведного периода (в часах) | Средняя длительность эмбрионального (инкубационного) периода (в часах) | Разность между средними сроками эмбрионального (инкубационного) периода контрольных и подопытных цыплят |
|---------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|---|--|--|---|
| | | температура (по Цельсию) | относит. влажность (в %) | | | | | | |
| 1 | 0 час. | 45,0 | 70 | 88 | 85,43 ± 3,58 | 69,19 ± 0,31 | 25 | 487,64 ± 0,38 | 0,68 ± 0,62 |
| | 12 час. | 43,0 | 70 | 45 | | | | | |
| | 24 час. | 41,3 | 68 | 40 | | | | | |
| | 13 дней | 8,0 | | 30 | 84,34 ± 3,39 | 67,80 ± 0,35 ¹ | 24 | 486,34 ± 0,54 | 1,98 ± 0,72 ¹ |
| | 18 дней | 9,0 | | 40 | | | | | |
| | 0 час. | 44,4 | 70 | 45 | | | | | |
| 2 | 12 час. | 43,0 | 70 | 96 | 84,96 ± 3,39 | 66,60 ± 0,33 ¹ | 30 | 489,52 ± 0,32 | -1,20 ± 0,58 ¹ |
| | 6 дней | 8,0 | | 30 | | | | | |
| | 13 дней | 7,5 | | 45 | | | | | |
| 3 | 18 дней | 9,0 | 54 | 82 | 88,21 ± 3,34 | 68,90 ± 0,32 | 27 | 488,32 ± 0,49 | — |
| | Контроль | 37,5 | | | | | | | |
| 1 | 0 час. | 44,6 | 68 | 123 | 79,35 ± 3,25 ¹ | 67,07 ± 0,32 | 22 | 482,69 ± 0,46 | 1,07 ± 0,72 |
| | 28 час. | 41,5 | 68 | 30 | | | | | |
| | 14 дней | 4,0 | | 40 | | | | | |
| | 18 дней | 3,0 | | 30 | 84,21 ± 3,30 | 66,46 ± 0,37 | 24 | 480,25 ± 0,52 | 3,51 ± 0,76 ¹ |
| | 0 час. | 45,6 | 68 | 85 | 93,40 ± 2,60 | 66,94 ± 0,33 | 22 | 480,99 ± 0,53 | 2,77 ± 0,77 ¹ |
| | 28 час. | 41,8 | 68 | 140 | 89,74 ± 2,43 | 68,72 ± 0,30 ¹ | 20 | 489,60 ± 0,43 | -5,84 ± 0,70 ¹ |
| 2 | 0 час. | 45,7 | | 85 | | | | | |
| | 14 дней | 4,0 | | 40 | | | | | |
| 3 | 18 дней | 3,0 | | 30 | | | | | |
| | Контроль | 37,5 | 54 | 103 | 89,65 ± 2,82 | 66,62 ± 0,37 | 24 | 483,76 ± 0,56 | — |

¹ Разность между контролем и опытом достоверна; величина $P > 0,95000$.

Продолжение табл. 1

| № опыта | Срок инкубации в момент воздействия | Характер воздействия (по Цельсию) | | Характер воздействия (по влажности) | | Характер воздействия (по температуре) | | С-III | Средняя длительность эмбрионального периода (в часах) | Разность между средними сроками эмбрионального периода контрольных и подопытных цыплят |
|---------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------|---|--|
| | | температура | относит. влажность (%) | длительность (в минутах) | количество яиц | температура | относит. влажность (%) | | | |
| 1 | 0 час. | 43,5 | 68 | 35 | 162 | 81,82 ± 2,74 | 69,40 ± 0,27 | 484,32 ± 0,39 | 3,34 ± 0,55 ¹ | |
| | 24 час. | 41,3 | 68 | 30 | 178 | 86,82 ± 2,36 | 68,44 ± 0,24 | 485,86 ± 0,46 | 1,80 ± 0,60 ¹ | |
| | 6 дней | 5,0 | — | 40 | | | | | | |
| | 14 дней | 7,0 | — | 40 | | | | | | |
| 18 дней | 4,0 | — | 40 | | | | | | | |
| 2 | 0 час. | 43,5 | 68 | 35 | 166 | 82,17 ± 2,71 | 69,03 ± 0,25 | 489,80 ± 0,35 | -2,14 ± 0,52 ¹ | |
| | 15 час. | 41,5 | 68 | 30 | | | | | | |
| | 24 час. | 41,5 | 68 | 30 | | | | | | |
| | 6 дней | 5,0 | — | 40 | | | | | | |
| 3 | 0 час. | 43,5 | 68 | 30 | 165 | 81,68 ± 2,72 | 68,87 ± 0,25 | 487,66 ± 0,39 | — | |
| | 6 дней | 4,0 | — | 40 | | | | | | |
| | 14 дней | 6,0 | — | 40 | | | | | | |
| | 18 дней | 3,0 | — | 40 | | | | | | |
| 4 | 6 дней | 4,0 | — | 40 | 4065 | 79,89 ± 0,52 | — | — | — | |
| | 14 дней | 6,0 | — | 40 | | | | | | |
| | Производственный контроль | 37,5 | 54 | — | | | | | | |

¹ Разность между контролем и опытом достоверна; величина P > 0,95000.

Таблица 2

| Серия опытов | № опытов | На инкубации | | | | На 18-е сутки инкубации | | | | Суточный цыпленок | | |
|--------------|----------|----------------|--|-----------------------------|------------------|-------------------------|------------------|--|----------------|-------------------|----------------------|---|
| | | количество яиц | ср. отношение веса эмбриона к весу яйца × 1000 | количество яиц | средний вес яйца | количество яиц | средний вес яйца | ср. отношение веса эмбриона к весу яйца × 1000 | количество яиц | средний вес яйца | средний вес цыпленка | ср. отношение веса цыпленка к весу яйца × 100 |
| С-1 | 1 | 10 | 659 | 315,30 ± 6,200 ¹ | 7 | 59,28 | 24,831 | 421,40 ± 7,800 ¹ | — | 55,15 | 38,158 | 69,19 ± 0,31 |
| | 2 | 10 | 587 | 305,70 ± 7,470 ¹ | 9 | 59,27 | 27,530 | 464,00 ± 5,600 ¹ | — | 55,93 | 37,930 | 67,80 ± 0,35 ¹ |
| | 3 | 9 | 582 | 289,30 ± 7,900 ¹ | 10 | 59,60 | 25,330 | 424,40 ± 6,800 ¹ | — | 55,92 | 37,246 | 66,60 ± 0,33 ¹ |
| Контроль | 9 | 657 | 327,70 ± 3,800 | 8 | 59,15 | 26,850 | 452,60 ± 2,900 | — | 55,42 | 38,184 | 68,90 ± 0,32 | |

¹ Разность между

Таблица 3

| Серия опытов | № опытов | На 5-е | | На 16-е сутки инкубации | | | На 18-е сутки инкубации | | | | |
|--------------|----------|--------------------|--------------------|-------------------------|------------------|--|--------------------------------|------------------|--|-------------------|--------------------------------|
| | | количество яиц | средний вес яйца | количество яиц | средний вес яйца | ср. отношение веса эмбриона к весу яйца × 1000 | количество яиц | средний вес яйца | ср. отношение веса эмбриона к весу яйца × 1000 | | |
| С-1 | 1 | 10 | 60,6 ⁰ | 9 | 58,54 | 2,62894 | 44,7100 ± 1,13000 ¹ | 7 | 59,28 | 4,17921 | 68,8800 ± 1,09000 ¹ |
| | 2 | 10 | 51,3 ⁰¹ | 8 | 58,41 | 2,67180 | 46,2400 ± 0,31100 ¹ | 9 | 59,27 | 4,62094 | 77,9700 ± 0,72200 ¹ |
| | 3 | 9 | 51,6 ⁰¹ | 8 | 58,25 | 2,32516 | 40,0200 ± 1,96000 ¹ | 10 | 59,60 | 4,21062 | 70,7600 ± 0,81400 ¹ |
| Контроль | 9 | 60,7 ⁰⁰ | 10 | 58,38 | 2,78108 | 47,7000 ± 0,80800 | 8 | 59,15 | 4,47118 | 75,5800 ± 0,51000 | |

¹ Разность между

На 18 день инкубации падение веса продолжается у эмбрионов из опытов № 1 и № 3 (весовые пробы взяты до понижения температуры, которое было произведено на 18 день инкубации), тогда как у зародышей из опыта № 2 отмечается прибавка в весе.

У подопытных и контрольных цыплят в суточном возрасте статистически достоверных весовых различий не обнаруживается.

Изучение сухого веса подопытных эмбрионов подтвердило вышеописанные данные относительно изменений влажного веса подопытных зародышей по ходу развития. Показатели сухого веса подопытных эмбрионов сведены в таблице 3. Данные этой таблицы, как мы видим, не привносят чего-либо нового в то, что уже было выявлено нами при рассмотрении влажного веса зародышей.

Таким образом, изложенные данные позволяют думать о возможности волнообразной смены усиления и ослабления процессов роста в ходе куриного эмбриогенеза, реактивно связанной, повидимому, с изменением инкубационной температуры как в сторону повышения, так и понижения.

Достаточно четким и определенным оказалось влияние кратковременных значительных изменений инкубационной температуры на длительность эмбрионального (инкубационного) периода развития цыпленка.

Вывод цыпленка из яйца (скорлупы) является заключительным актом эмбрионального развития и определяется, как известно, не только теми условиями, которые складываются во время самого вывода, но и характером предшествующего эмбрионального развития. Длительность эмбрионального периода развития в совокупности с характером выводного периода является весьма чувствительным показателем различных отклонений в эмбриональном развитии [21, 39, 12, 30, 51 и др.].

Продолжительность эмбриогенеза отражает и половые различия зародышей [21, 24]. Далее, в зависимости от длительности эмбрионального периода находится и постэмбриональное развитие кур [24, 12, 48, 49, 50].

Имея в виду вышеприведенное, мы достаточно полно и систематически (через каждые два часа от начала и до конца выводного периода) проследили динамику вывода подопытных и соответствующих им контрольных цыплят для вычисления средней длительности эмбрионального периода подопытных и контрольных цыплят по вышеуказанному способу. Полученные данные приведены в таблице 1.

Оказалось, что кратковременные значительные повышения температуры в начальном периоде инкубации (в первые сутки) вызывают укорочение эмбрионального периода развития цыпленка (опыты № 2 серии С-I; № 2, № 3 серии С-II). Напротив, кратковременные резкие понижения температуры в средние и поздний сроки инкубации удлиняют эмбриональный период (опыты № 3 серии С-I; № 4 серии С-II). Такого рода кратковременные значительные снижения температуры, производимые в средние и поздний сроки инкубации, уничтожают эффект укорочения эмбрионального периода, вызываемого кратковременными повышениями температуры в начальном периоде инкубации. Наблюдающееся при этом незначительное укорочение эмбрионального периода развития статистически не достоверно (опыты № 1 серии С-I; № 1 серии С-II). Достоверное укорочение эмбрионального периода в опытах с кратковременным воздействием повышенной (в начальном периоде) и пониженной (в средние и поздний сроки инкубации) температуры выявляется лишь при сопоставлении с цыплятами, подвергшимися только охлаждению в те же сроки развития (серия С-III, опыты № 1, № 2 в сравнении с опытом № 4; результат опыта № 3 для нас трудно объяснить). Не исключено,

что при некоторых условиях второе повышение температуры в начальном периоде инкубации может оказывать усиливающее влияние на эффект первого термического воздействия (опыты № 2 и № 3 серии С-II, № 3 и № 1 серии С-III). Однако трехкратное повышение температуры, повидимому, ведет к уменьшению степени укорочения эмбрионального периода (серия С-III, опыты № 1 и № 2). Описанные изменения в длительности эмбрионального периода не сопровождаются, как это видно из таблицы 1, какими-либо закономерными изменениями в длительности выводного периода всей совокупности подопытных цыплят по сравнению с контрольными. Имеющиеся колебания длительности выводного периода подопытных цыплят не удается поставить в какую-либо связь с характером изменения длительности их эмбрионального периода развития. Особенность выводного периода у подопытных цыплят заключается в том, что при укорочении эмбрионального периода развития вывод, по сравнению с контрольными цыплятами, начинается раньше, а при удлинении названного периода — позже.

Укорочение эмбрионального периода развития цыпленка, вызванное кратковременным значительным повышением температуры в начальном периоде инкубации, свидетельствует об ускорении развития зародыша. В связи с этим мы решили выяснить возможность морфологического выражения такого ускорения развития.

Морфологическое изучение развития подопытных и контрольных эмбрионов было проведено на протяжении первых 5 суток инкубации. При этом, однако, выяснилось, что морфологическое выражение процессов развития при вышеуказанной термической стимуляции подвержено довольно значительным колебаниям, что объясняется индивидуальными вариациями в реактивности куриных эмбрионов. Это обстоятельство вынудило нас поступить следующим образом.

По определенным срокам развития в каждом опыте и соответствующем ему контроле определялись средние размеры зародыша и некоторых легко измеримых его частей. Затем отбирались те подопытные и контрольные зародыши, которые наиболее соответствовали установленным средним размерам (величинам) и подвергались морфологическому изучению. Гистологическое изучение серий препаратов, изготовленных из контрольных и подопытных эмбрионов, по определенным срокам развития показало нижеследующее.

В течение 12—15 часов инкубации бластодиск у подопытных эмбрионов растет более интенсивно и в своем диаметре достигает в среднем 8,5 мм против 4,9 мм у контрольных. Зародышевые листки развиты достаточно хорошо. Головной (гензеновский) узелок появляется несколько раньше. В двух случаях удалось подметить несколько более интенсивное развитие мезодермальной массы, в большей мере заполняющей пространство между экто- и энтодермой.

После 24 часов инкубации диаметр подопытных бластодисков в среднем достигает 14,2 мм по сравнению с 12,6 мм у контрольных эмбрионов. Разница в размерах подопытных и контрольных бластодисков здесь не столь значительна, как на предыдущей стадии развития. У подопытных же эмбрионов более выражен весь зачаток нервной системы, состоящий на этой стадии из нервной пластинки, ограниченной приподнятыми и сближающимися нервными валиками. Позади медуллярного зачатка хорошо видна первая пара сомитов, которые у контрольных зародышей в это время выражены в меньшей мере.

После 36 часов инкубации у подопытных эмбрионов диаметр сосудистого поля оказывается несколько большим (в среднем 6,6 мм), чем у контрольных (6,2 мм). Эта разница вряд ли имеет существен-

ное значение. Длина подопытного зародыша равна в среднем 5,3 мм, а контрольного — 4,9 мм. Однако в числе сомитов разница между эмбрионами отсутствует. Оба зародыша имеют по 9—10 пар сомитов. Нервная трубка у подопытных эмбрионов несколько длиннее. У этих же эмбрионов, повидимому, быстрее происходит закладка мозговых и глазных пузырей. В это время мезодерма расщепляется на сомато- и спланхноплевру. Имеется пульсирующее трубчатое сердце. На границе темного и стекловидного (светлого) полей видны зачатки сосудов и кровяных клеток — кровяные островки. У подопытных эмбрионов этих кровяных островков несколько больше.

После 48 часов инкубации диаметр сосудистого поля у термически стимулированных эмбрионов равен в среднем 11,6 мм при 10,1 мм у контрольных. Но в отношении длины тела и числа сомитов разница между подопытными и контрольными зародышами отсутствует (у тех и других эмбрионов длина 7,3—7,4 мм, а сомитов — 22 пары).

После 72 часов инкубации нам не удалось при сопоставлении соответствующих гистологических препаратов подопытных и контрольных эмбрионов обнаружить достаточно четкой разницы в составных структурных элементах указанных зародышей. Однако этим не исключается возможность наличия таких различий, которые могут быть установлены путем многократных измерений соответствующих составных частей зародышей. В этот срок развития у подопытных и контрольных эмбрионов размеры сосудистого поля равны в среднем 20,2—20,4 мм, длина тела (в изогнутом положении) составляет 9,8—9,9 мм, а число сомитов равно 32—33 парам.

Таблица 4.

Влияние кратковременных значительных повышений температуры в начальном периоде инкубации на развитие некоторых эмбриональных зачатков и органов (на 5-й день инкубации)

| Наименование опытов | Количество измеренных эмбрионов | Объемные (приближенные) размеры зачатков органов термически стимулированных эмбрионов в % от размеров (в условных делениях окуляр-микрометра) соответствующих образований контрольных зародышей | | | |
|--|---------------------------------|---|--------|---------------------|-------------------|
| | | хрусталик | сердце | передняя конечность | задняя конечность |
| Повышение температуры в начале инкубации (43,5° С, влаж. 68% 35 мин.) и после 24 часов инкубации (41,3° С, влаж. 68% 30 мин.) | 15 | 108,2 | 86,2 | 102,3 | 114,4 |
| Повышение температуры в начале инкубации (43,5° С, влаж. 68% 35 мин.), после 15 час. инкубации (41,5° С, влаж. 68% 30 мин.) и после 24 час. инкубации (41,5° С, влаж. 68% 30 мин.) | 13 | 108,2 | 88,0 | 104,9 | 123,4 |
| Повышение температуры в начале инкубации (43,5° С, влаж. 68% 30 мин.) | 14 | 105,4 | 77,8 | 94,9 | 112,5 |
| Контроль | 15 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Контроль { в % в делениях окуляр-микрометра | | 0,73 | 1,67 | 2,53 | 2,64 |

На 5 день инкубации у подобных эмбрионов средний вес оказался равным 0,176—0,197 г при 0,159 г у контрольных. В этот срок инкубации мы, кроме того, провели измерения линейных размеров некоторых зачатков и органов у подопытных и контрольных эмбрионов. Эти измерения проведены с помощью бинокулярной лупы на фиксированных и просветленных в ксилоле эмбрионах. В связи с трудностями определения точных объемов эмбриональных зачатков и органов мы ограничились приближенными объемными размерами, выводя их путем умножения длины и ширины этих образований и выражая числовые значения этих размеров в условных делениях окуляр-микрометра при одном и том же увеличении бинокулярной лупы. Полученные данные приведены в таблице 4 и свидетельствуют о том, что на 5 день инкубации после термического воздействия у куриного эмбриона происходит некоторое увеличение размеров хрусталика и конечностей; напротив, размеры сердца уменьшаются.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что после кратковременного значительного повышения температуры в начальном периоде инкубации различные составные части куриного зародыша развиваются по-разному: развитие одних частей ускоряется, а развитие других, напротив, замедляется. Так, некоторую стимуляцию развития испытывают зачаток нервной системы, хрусталик, зачатки конечностей, сосудистое поле с его сосудами, тогда как развитие сердца зародыша несколько замедляется. При этом обращает на себя внимание, что разница между подопытными и контрольными зародышами, будучи более заметной в первое время после термического воздействия, затем постепенно сглаживается.

IV. Влияние значительных кратковременных повышений температуры в начальном периоде инкубации на живой вес, некоторые экстерьерные показатели и яйценоскость молодняка кур

Наряду с изучением влияния значительных кратковременных изменений инкубационной температуры на эмбриональное развитие, мы провели предварительные наблюдения относительно влияния указанных термических воздействий на живой вес, некоторые экстерьерные показатели и яйценоскость молодняка кур, выращенного в условиях птицевосхоза „Сараст“. Наблюдения были проведены над молодняком из двух серий опытов. В первой серии, состоящей из одного опыта (табл. 5, серия С-XVII), было проведено кратковременное значительное повышение температуры в начале инкубации. Такое термическое воздействие вызвало сокращение эмбрионального периода развития на $3,13 \pm 0,59$ часа.

В другой серии опытов (таблица 5, серия С-XXI) были произведены двукратные повышения температуры до 45°C в течение 35 (первое повышение) и 30 (второе повышение) минут. Первое повышение температуры во всех опытах этой серии было осуществлено в начале инкубации, а второе — через один (опыт № 1), два (опыт № 2), четыре (опыт № 3) и через 10 (опыт № 4) часов после первого термического воздействия. Во всех этих опытах, за исключением опыта № 2, где второе повышение температуры было произведено через 2 часа после первого, — произошло достоверное укорочение длительности эмбрионального периода от $2,36 \pm 0,88$ до $3,54 \pm 0,89$ часов.

Цыплята серии С-XVII были выведены 28/IV, а серии С-XXI — 18/V 1952 г. В течение 20 дней после вывода цыплята содержались

в металлических не обогреваемых батареях. Обогревание достигалось путем отопления всего помещения батарейного цеха. В течение первых десяти дней жизни в каждой клетке батареи содержалось 30 цыплят, а с 11 по 20-й день — 23 цыпленка. Температурный режим был следующим:

| Возраст цыплят в днях | Температура в градусах Цельсия |
|-----------------------|--|
| | а) в батарейной клетке |
| 1—3 | 29—28 |
| 3—6 | 28—27 |
| 7—10 | 26—25 |
| 11—13 | 25—24 |
| 14—20 | 24—23 |
| | б) в брудере (центральное водяное отопление) |
| 21—30 | 22—21 |
| 31—40 | 21—18 |

По достижении 30—40-дневного возраста дополнительное обогревание прекращалось, но температура в брудере поддерживалась около 16°C . В брудере цыплята первой серии содержались до 60, а цыплята второй серии до 45-дневного возраста. Затем все цыплята были переведены в колониальные домики. В батарейном цехе и брудере световой день равнялся 12—14 часам. Воздух постоянно вентилировался. Противни в батареях ежедневно очищались от помета, а в брудере соломенную подстилку сменяли через каждые 3—4 дня. Не реже одного раза в неделю мыли пол. Кормушки и поилки мыли ежедневно. В каждой секции брудера содержали по 250 цыплят. В брудере цыплята пользовались выгулом. Однако в связи с затяжной холодной и сырой весной цыплята довольно длительное время выходили на выгул неохотно и быстро возвращались в брудер. В колониальных домиках молодняк большую часть суток проводил на выгулах. Суточный рацион на одну голову в среднем по возрастам был следующим:

| Корм | Возраст в днях | | | | | | | | | |
|---------------------|----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| | 1—5 | 6—10 | 11—20 | 21—30 | 31—40 | 41—50 | 51—60 | 61—90 | 91—120 | 121—150 |
| Зерно и зерноотходы | 4 | 4 | 8 | 22 | 30 | 40 | 42 | 60 | 75 | 80 |
| Отруби пшеничные | — | — | — | 1,5 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 10 |
| Жмых соевый | — | — | — | — | — | — | 10 | 10 | 10 | — |
| Рыбная мука | — | — | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Яйца вареные | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Обрат | 2 | 2 | — | — | — | 20 | 20 | 15 | — | — |
| Творог | — | — | — | — | — | — | 5 | 5 | — | — |
| Пшено | 2 | 2 | 2 | — | — | — | — | — | — | — |
| Зелень | 1 | 2 | 5 | 5 | 10 | 10 | 20 | 20 | 20 | 25 |
| Ракушки | — | — | 0,3 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | — | — | — | — |
| Мел | — | 0,05 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 3,0 |

Как видно из приведенного рациона, кормление было не достаточным, главным образом, в отношении зерновых и животных кормов. Более усиленная дача обрат и творога в 2—3-месячном возрасте была вызвана массовым заболеванием всего молодняка совхоза кокцидиозом, сопровождавшимся массовой гибелью молодняка. Режим кормления в батарейном цехе, брудере и в колониальных домиках был общепринятым.

Когда молодняк из опытов серии С-XXI достиг 4,5-месячного возраста, а из опытов серии С-XVII — 5-месячного возраста, были про-

ведены взвешивания и некоторые экстерьерные промеры подопытных и соответствующих им контрольных курочек и петушков. Полученные результаты, выраженные в средних величинах, представлены в таблицах 5 (курочки) и 6 (петушки).

Данные этих таблиц, прежде всего, еще раз подтверждают вышеописанный факт укорочения эмбрионального периода развития цыпленка под влиянием одно- или двукратного значительного кратковременного (30—35 мин.) повышения температуры в начальном периоде инкубации. Только в одном опыте с двукратным повышением температуры до 45° С в течение 30—35 минут в самом начальном отрезке инкубации (серия С-XXI, опыт № 2) не произошло заметного изменения длительности эмбрионального периода, что, по-видимому, обусловлено не известными нам тормозными явлениями.

Далее, из этих таблиц видно, что в опыте № 1 серии С-XXI не произошло ни достаточного увеличения живого веса, ни четко выраженного преобладания проведенных промеров у подопытных курочек и петушков. В опытах серии С-XXI положительное влияние термических воздействий, осуществленных в начале инкубации, сказалось на постэмбриональном развитии курочек в большей мере. Так, у подопытных курочек мы видим увеличение живого веса от $30,0 \pm 71,8$ до $80,0 \pm 71,2$ грамма, длины туловища от $0,63 \pm 0,33$ до $1,17 \pm 0,36$ см, длины кля от $0,11 \pm 0,29$ до $0,35 \pm 0,30$ см и ширины таза — от $0,12 \pm 0,31$ до $0,31 \pm 0,17$ см. У петушков аналогичные изменения имеют место лишь в опытах № 3 и № 4 (таблица 6, серия С-XXI), тогда как в остальных опытах происходит снижение живого веса и экстерьерных показателей. Эти данные не являются статистически достоверными, но они свидетельствуют о тенденции к увеличению живого веса и некоторых экстерьерных показателей у подопытных курочек. Вероятно, можно считать, что под влиянием кратковременных значительных повышений температуры в начальном периоде инкубации в постэмбриональном развитии у курочек появляется тенденция к увеличению живого веса и возрастанию некоторых экстерьерных показателей.

Весьма возможно, что полученные данные были бы более показательными, если бы на развитие подопытного и контрольного молодняка не оказало влияния массовое заболевание кокцидиозом в июне и июле месяцах, а также недостаточное кормление, которое видно хотя бы из того, что как подопытные, так и контрольные курочки и петушки в 4,5 и 5-месячном возрасте значительно отстают от среднего веса, характерного для указанных возрастов при хороших условиях кормления. Контрольные и подопытные курочки в возрасте около 5 месяцев имели живой вес от 950 до 1030 граммов (серия С-XXI) и от 1116 до 1156 граммов (серия С-XXVII) против 1500 граммов при хороших условиях, а петушки соответственно от 1250 до 1400 (серия С-XXI) и от 1392 до 1473 граммов (серия С-XXVII) против 1850 граммов.

Наблюдения за яйценоскостью подопытных и контрольных молодых проводились в течение 2—3 месяцев с момента снесения первого яйца. Яйценоскость курочек определялась индивидуально посредством контрольных гнезд. Полученные результаты приведены в таблице 7.

Как видно из таблицы 7, в опытах серии С-XXVII подопытные молодки занесли на 5—6 дней позже контрольных. Укорочение эмбрионального периода развития этих молодых, вызванное значительным кратковременным повышением температуры в начале инкубации, не повело к увеличению их яйценоскости. У этих подопытных курочек, таким образом, не удается выявить вышеотмеченную связь

Таблица 7

| Всего снесено Всего снесено на 28/IV | Среднее количество яиц на одну курицу | | Среднее количество яиц на одну курицу | | Среднее количество яиц на одну курицу | | Среднее количество яиц на одну курицу | |
|--|---|-----|---|------|---|------|---|------|
| | 475 | 361 | 26,3 | 30,0 | 25,5 | 26,3 | 27,7 | 28,0 |
| 307 | 237 | 222 | 308 | 126 | | | | |

Таблица 5

бации на живой вес

| Наименование серий опытов | Наименование опытов | Разность с контролем | Средняя длина кля | Разность с контролем | Средняя ширина таза | Разность с контролем |
|---|------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | | | | | | |
| С-XXVII (Дата вывода 28/IV 1952 г.) | № 1 | $-0,38 \pm 0,29$ | $8,97 \pm 0,09$ | $0,1 \pm 0,11$ | $6,91 \pm 0,15$ | $0,04 \pm 0,23$ |
| | Контр | — | $9,11 \pm 10,08$ | — | $6,87 \pm 0,15$ | — |
| С-XXI (Дата вывода 18/V 1952 г.) | № 1 | $0,88 \pm 0,33$ | $8,85 \pm 0,12$ | $0,35 \pm 0,30$ | $6,89 \pm 0,08$ | $0,31 \pm 0,17$ |
| | № 2 | $0,70 \pm 0,33$ | $8,50 \pm 0,19$ | $0,00 \pm 0,0$ | $6,70 \pm 0,27$ | $0,12 \pm 0,31$ |
| | № 3 | $1,17 \pm 0,36$ | $8,80 \pm 0,11$ | $0,30 \pm 0,30$ | $6,77 \pm 0,26$ | $0,19 \pm 0,30$ |
| | № 4 | $0,63 \pm 0,33$ | $8,61 \pm 0,10$ | $0,11 \pm 0,29$ | $6,66 \pm 0,10$ | $0,08 \pm 0,18$ |
| | Контр | — | $8,50 \pm 0,28$ | — | $6,58 \pm 0,16$ | — |

1 Разность

| Наименование серий опытов | Наименование опытов | Температура (°C) | Разность между | | | |
|---|------------------------|---------------------|----------------|-----|-----|-----|
| | | | № 1 | № 2 | № 3 | № 4 |
| С-XXVII (Дата вы- вода 28/IV 1952 г.) | № 1 | 44 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | Контр | 37 | | | | |
| С-XXI (Дата вы- вода 18/V 1952 г.) | № 1 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | № 2 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | № 3 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | № 4 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | Контр | 37 | | | | |

ведены взвешивания и некоторые эсктерьерные промеры подопытных и соответствующих им контрольных курочек и петушков. Полученные результаты, выраженные в средних величинах, представлены в таблицах 5 (курочки) и 6 (петушки).

Данные этих таблиц, прежде всего, еще раз подтверждают вышеописанный факт укорочения эмбрионального периода развития цыплят. Этот факт имеет большое значение, так как он указывает на значительное краткое

вого яйца. Яйценоскость курочек определялась индивидуально по средству контрольных гнезд. Полученные результаты приведены в таблице 7.

Как видно из таблицы 7, в опытах серии С-ХVII подопытные молодки занесли на 5—6 дней позже контрольных. Укорочение эмбрионального периода развития этих молодых, вызванное значительным кратковременным повышением температуры в начале инкубации, не повело к увеличению их яйценоскости. У этих подопытных курочек, таким образом, не удастся выявить вышеотмеченную связь

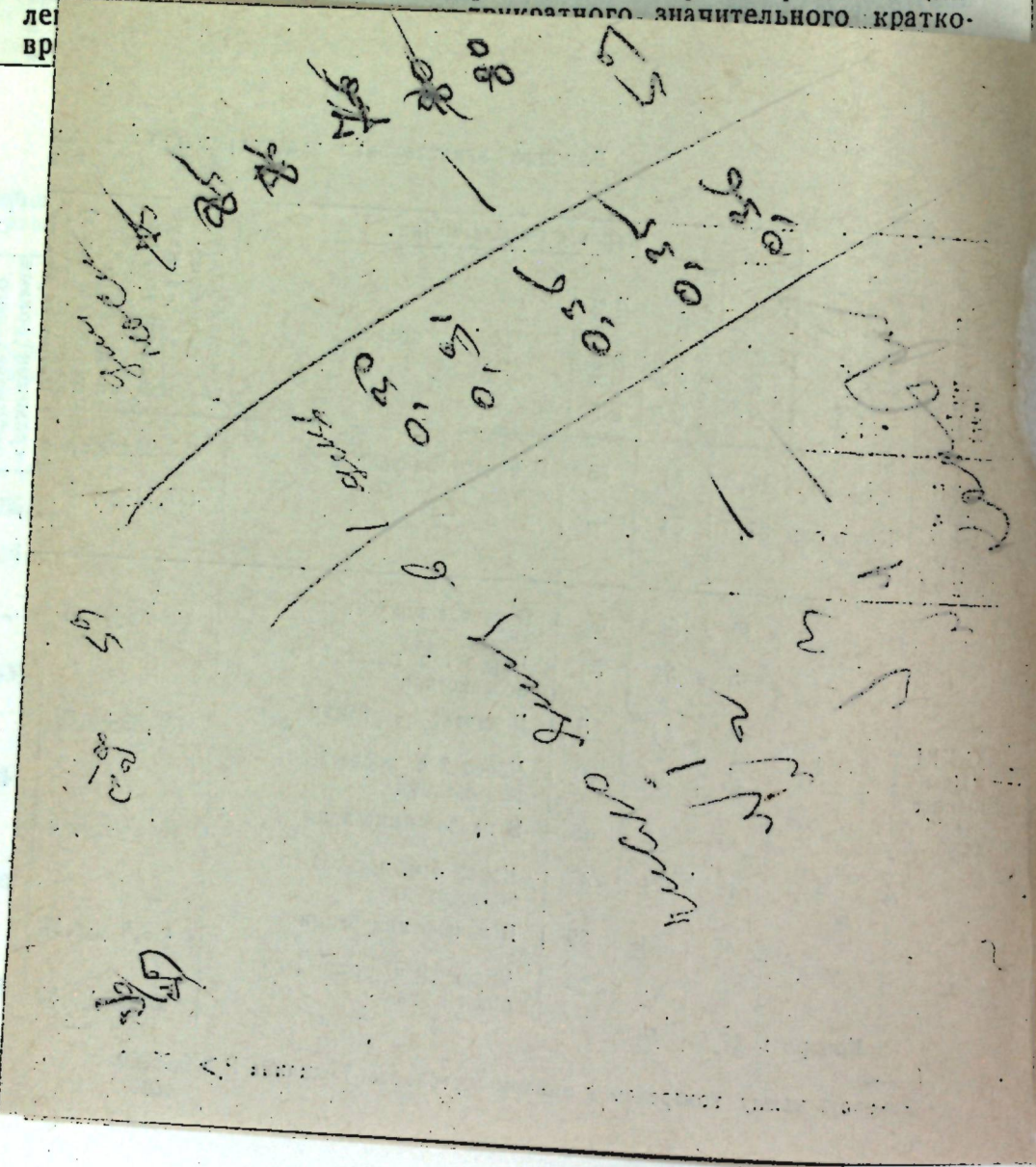


Таблица 7

Влияние значительных кратковременных повышений температуры (стимулирующего характера) в начальной период инкубации на яйценоскость молодняка

| Наименование серии опытов | Наименование опыта | Характер воздействия | | | Средняя длительность эмбрионального периода курочек и петушков (в часах) | Разность между средними сроками эмбрионального периода кон-трольных и подопытных цыплят (в часах) | Число кур | Время снесения первого яйца | Всего снесено яиц на 28/IV 1953 г. | Среднее количество яиц на одну курицу |
|--|--------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------|--|---|-----------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| | | температура (в градусах Цельсия) | относительная влажность (в %) | экспозиция (в минутах) | | | | | | |
| С-ХVII (Дата вы-вода 28/IV 1952 г.) | № 1 Контроль | 44,8 | 54 | 35 | 483,98 ± 0,39 | 3,13 ± 0,59 ¹ | 18 | 25/XI 1952 г. | 475 | 26,3 |
| | | 37,5 | 54 | — | 487,11 ± 0,45 | — | 12 | 20/XI 1952 г. | 361 | 30,0 |
| С-ХХI (Дата вы-вода 18/IV 1952 г.) | № 1 | 45 | 54 | 35 | 484,32 ± 0,67 | 3,54 ± 0,89 ¹ | 12 | 6/XII 1952 г. | 307 | 25,5 |
| | | 45 | 54 | 30 | — | — | 9 | 5/XII 1952 г. | 237 | 26,3 |
| | № 2 | 45 | 54 | 35 | 486,38 ± 0,60 | 1,48 ± 0,84 | 8 | 15/XII 1952 г. | 222 | 27,7 |
| | | 45 | 54 | 30 | 485,50 ± 0,66 | 2,36 ± 0,88 ¹ | 11 | 11/XII 1952 г. | 308 | 28,0 |
| | № 3 | 45 | 54 | 35 | 484,84 ± 0,77 | 3,02 ± 0,97 ¹ | 6 | 1/1 1953 г. | 126 | 21,0 |
| 45 | | 54 | 30 | — | — | — | — | — | — | |
| Контроль | Контроль | 37,5 | 54 | — | 487,86 ± 0,59 | — | — | — | — | — |
| | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

¹ Разность между контролем и опытом достоверна. Величина P > 0,95000.

между длительностью эмбрионального периода развития и яйценоскостью кур.

Напротив, в серии С-XXI такая связь обнаружилась довольно ясно. Правда, и здесь нет прямой зависимости между длительностью инкубационного периода и яйцепродукцией. Однако все подопытные курочки характеризуются более коротким эмбриональным периодом развития и большей яйцепродукцией. Последняя обусловлена тем, что подопытные молодки начали нестись на 15—25 дней раньше контрольных. Этот факт служит доказательством более раннего полового созревания, а следовательно, и большей хозяйственной скороспелости подопытных курочек.

Итак, наши наблюдения за постэмбриональным развитием позволяют полагать, что кратковременные значительные повышения температуры в начальном периоде инкубации, вызывая ускорение эмбрионального развития, ведут к повышению скороспелости кур. При этом, вероятно, может происходить и увеличение живого веса кур.

V. Обсуждение полученных результатов

Вышеизложенные опыты показывают, что примененные нами значительные кратковременные изменения температуры в начальном, среднем и позднем периодах инкубации оказывают заметное влияние на развитие куриного эмбриона. Проведенные опыты дают основание также полагать, что описанные термические воздействия сопровождаются некоторыми изменениями и постэмбрионального развития. Эти изменения имеют характер последствий.

Влияние указанных термических воздействий в основном сказывается на скорости эмбрионального развития и полового созревания молодняка, не отражаясь заметно на выводимости и весе суточных цыплят. Статистически достоверное изменение выводимости цыплят только в одном опыте, разумеется, не может считаться закономерным. В этом отношении результаты наших опытов, как и наблюдения М. Г. Салганника [33], не подтверждают данных Г. А. Машталера [17—19] о повышении выводимости цыплят после „глубоких“ охлаждений куриных эмбрионов в средний и поздний сроки инкубации. Не получили подтверждения в наших опытах и данные И. Я. Прицкера [29] относительно увеличения процента выводимости цыплят при воздействии повышенной температуры в начале инкубации. Заметим, что Г. А. Машталер и И. Я. Прицкер пользуются данными, статистическая достоверность которых не показана.

Достаточно ясным, как отмечено выше, оказывается влияние кратковременных значительных изменений инкубационной температуры на скорость эмбриогенеза и отчасти полового созревания. Об этом свидетельствуют описанные выше факты укорочения и удлинения эмбрионального периода развития и более раннего начала яйцекладки.

Кратковременное значительное повышение температуры (до 45° С в течение 30—45 минут) в начальном периоде инкубации (первые сутки) вызывает ускорение эмбрионального развития. Повторные воздействия повышенной температуры той же или несколько меньшей силы и длительности, повидимому, могут в одних случаях усиливать, а в других, — когда имеют место многократные воздействия, — ослаблять эффект первичного воздействия.

Напротив, кратковременные резкие понижения температуры (до 3—9° С в течение 30—45 минут) в средний и поздний сроки инкубации удлиняют эмбриональный период развития цыпленка, т. е. замедляют его развитие. Если такого рода снижения температуры

в средний и поздний сроки инкубации производятся в комбинации с кратковременным повышением температуры в начальном периоде инкубации, то ускорения эмбрионального развития не происходит. Указанные снижения температуры как бы уничтожают, подавляют эффект действия повышенной температуры.

На основании этих опытов, однако, нельзя еще заключить, что повышенная температура ускоряет, а пониженная замедляет развитие куриного эмбриона. Такой вывод был бы возможен в том случае, если бы воздействия повышенной и пониженной температуры производились в наших опытах в одни и те же сроки развития. В связи с этим нами был поставлен опыт по значительному кратковременному охлаждению куриных эмбрионов в начальном периоде инкубации. Были взяты две равноценные группы яиц (по 25 штук) породы белый леггорн и заложены одновременно в инкубатор „Рекорд-39“. Спустя час одна группа яиц (подопытная) была вынута из инкубатора и помещена для значительного кратковременного охлаждения в погреб. Охлаждение длилось 40 минут при температуре в погребе 10° С, на яйце 16,5° С, на дне лотка 4° С. После охлаждения яйца были возвращены на прежнее место в инкубатор „Рекорд-39“ и инкубировались вместе и при всех прочих равных условиях с первой, не охлажденной (контрольной) группой яиц. Такое охлаждение вызвало укорочение эмбрионального периода подопытных цыплят на $2,6 \pm 0,99$ часа (контроль $478,6 \pm 0,84$ часа; опыт $476,0 \pm 0,53$ часа; $t = 2,62$; $P = 0,99068$). Этот опыт, в совокупности с вышеописанными, убедительно показывает, что укорочение эмбрионального периода, т. е. ускорение развития зародыша, в наших опытах вызвано не повышением температуры, как таковым, а резким значительным отклонением температуры в ту или другую сторону от инкубационного оптимума в раннем периоде развития куриного зародыша. Иначе говоря, указанного характера отклонения температуры от определенного оптимального уровня действуют на зародыш подобно резким раздражителям.

Сходное действие в наших опытах, вероятно, имеют и значительные кратковременные охлаждения эмбрионов в средний и поздний периоды инкубации.

Изложенные данные, таким образом, дают основание рассматривать и анализировать реакции куриного зародыша на указанного рода термические воздействия как явления раздражимости, реактивности.

В свете общего учения о реактивности, раздражимости характер ответной реакции куриного зародыша на соответствующие изменения инкубационной температуры в наших опытах должен определяться функциональным состоянием этого эмбриона к моменту воздействия, с одной стороны, и силой и длительностью этого воздействия, с другой. Функциональное состояние зародыша к моменту внешнего воздействия может характеризоваться различной степенью активности физиологической деятельности, с которой неразрывно связан самый процесс развития зародыша. Эта активность может быть высокой и низкой. И при воздействии внешнего фактора одной и той же природы и интенсивности ответная реакция эмбриона в разные периоды развития или нескольких зародышей в один и тот же срок развития должна определяться, очевидно, различиями в функциональном состоянии эмбрионов к моменту воздействия. Такая точка зрения нам представляется единственно правильной. Она позволяет понять различный характер реакции развивающегося зародыша на внешние воздействия в одни и те же или различные отрезки эмбрионального развития.

Как известно, в качестве критерия функционального состояния Н. Е. Введенский [7] предложил понятие физиологической лабиль-

ности, которая представляет собой большую или меньшую скорость элементарных реакций, сопровождающих функциональную деятельность. За меру лабильности, по предложению Н. Е. Введенского, принимается "самое высокое число электрических осцилляций, которое данный физиологический аппарат может воспроизвести в 1 секунду в полном количественном соответствии с ритмом максимальных раздражений" [7, стр. 55].

Школа Н. Е. Введенского — А. А. Ухтомского считает, что элементарные реакции связаны с физико-химическими и метаболическими превращениями в тканях. И. А. Аршавский [1] рассматривает лабильность "...как обобщенное физиологическое выражение скорости метаболических процессов, лежащих в основе осуществления специфических форм активности в соответствующем органе" (стр. 390). В связи с последним представлением и в соответствии с принципом меры лабильности, предложенной Н. Е. Введенским, в качестве обобщенной меры лабильности, по нашему мнению, можно принять предельно-максимальное усиление функциональной активности (деятельности) физиологического субстрата при наибольшем его раздражении в течение определенного времени, поскольку это усиление обуславливается предельно-максимальным ускорением лежащих в основе функциональной активности элементарных (метаболических) процессов. Такое предельное усиление функциональной активности соответствует оптимуму раздражения. Внешние воздействия, по своей интенсивности и длительности превышающие степень раздражения, при которой происходит предельно-максимальное ускорение элементарных процессов, вызывают торможение функциональной активности реагирующего субстрата и соответствуют пессимуму раздражения.

Исходя из вышесказанного, мы полагаем, что кратковременные значительные повышения температуры в начальном периоде инкубации вызвали ускорение эмбрионального развития потому, что сила и длительность их воздействия оказались в пределах той интенсивности раздражения, при которой происходит ускорение элементарных процессов, лежащих в основе функциональной активности эмбриона (стимуляционное раздражение, выраженное в эффекте последствия). Напротив, кратковременные значительные охлаждения куриных эмбрионов в среднем и позднем периодах инкубации по своей интенсивности (силе), очевидно, оказались выше того предела раздражения, который вызывает максимальное усиление функциональной активности эмбрионов, и вследствие этого обусловили тормозной эффект — замедление эмбрионального развития (запредельное торможение, проявленное в эффекте последствия). И если бы мы уменьшили силу воздействия пониженной температуры при той же длительности и в те же сроки развития до такого уровня (степени), при котором возможно максимальное или меньшее усиление функциональной активности эмбриона, то такое воздействие, несомненно, вызвало бы ускорение развития. Точно так же и на том же основании дальнейшее увеличение длительности воздействия повышенной температуры (за пределы раздражения, вызывающего максимальное ускорение элементарных процессов) в начальном периоде инкубации должно было бы привести к замедлению эмбрионального развития.

Иначе говоря, мы допускаем возможность и стимуляционного и тормозного эффекта воздействия как повышенной, так и пониженной температуры в разные периоды эмбрионального развития. Следуя принципу лабильности Н. Е. Введенского, мы полагаем, что эффект реакции в каждом случае определяется соотношением силы и длительности термического воздействия и функционального состоя-

ния реагирующего зародыша. Это заключение справедливо и для повторных термических воздействий в наших опытах.

Соотношение указанных двух основных факторов реактивности результируется в эффекте внешнего воздействия. Именно с точки зрения соотношения этих двух факторов и следует, как нам представляется, подходить к анализу и оценке разноречивых литературных данных относительно кратковременного воздействия внешних агентов на эмбриональное развитие вообще и курицы в частности. Указанная однотипность финального эффекта не исключает специфических особенностей физиологических механизмов взаимодействия куриного зародыша с кратковременными, но значительными воздействиями повышенной и пониженной температуры. Очевидно, что этим явлениям специфичность свойственна в той же мере, что и явлениям раздражимости вообще.

Мы не имеем возможности входить в обсуждение физиологических механизмов ускорения и торможения темпа развития куриного зародыша при термических воздействиях, так как не располагаем соответствующими собственными данными. Однако отметим, что предположение П. А. Мантейфеля (1934) и др. относительно того, что температурные скачки повышают интенсивность обмена веществ и что, в частности, при охлаждении эмбрионов образуются продукты белкового распада, которые стимулируют развитие, в свете наших данных и вышеприведенных теоретических соображений является односторонним и недостаточным. Вопрос этот значительно сложнее. Конечно, в настоящее время уже никто не сомневается в том, что изменения процессов развития вызываются изменениями в обмене веществ под влиянием внешних факторов. Однако, нужно иметь в виду, что один и тот же фактор в зависимости от своей интенсивности и физиологического состояния реагирующего субстрата может обуславливать различные изменения в обмене веществ и вследствие этого вызывать различные эффекты физиологической деятельности. И поэтому думать, что температурные скачки только повышают интенсивность обмена веществ, а охлаждения эмбрионов вызывают только стимуляцию развития, значит обращать внимание лишь на одну сторону явления.

Имеющие место в наших опытах ускорение и замедление развития куриного зародыша проявляются соответственно в более раннем или позднем начале выводного периода и в более ускоренном или замедленном темпе вывода подавляющего большинства цыплят данной группы, по сравнению с контролем. При этом длительность самого выводного периода (времени, в течение которого происходит вывод всех цыплят данной группы) хотя и меняется несколько, однако эти изменения не удается закономерным образом связать с характером изменения скорости эмбрионального развития. Более раннее начало вывода цыплят при ускорении эмбриогенеза является вполне физиологичным, поскольку здесь, в противоположность преждевременному наклеву при "перегревах", наклев происходит после соответствующей редукции аллантаиса и не сопровождается патологическими кровоизлияниями. Своевременно происходит и втягивание желтка.

Реактивная природа изменений темпа куриного эмбриогенеза позволяет полагать, что обнаруженные в наших опытах изменения роста куриных зародышей так же относятся к явлениям раздражимости. Мало вероятно, чтобы один и тот же фактор общего характера действовал на одни процессы развития как раздражитель, а на другие — как-то иначе, хотя эффект действия этого фактора на различные элементы процесса развития может быть и разным. Вместе с этим, однако, в отношении установленных в наших опытах изме-

нений роста куриных зародышей возможны два толкования. Можно полагать, что эти изменения являются незакономерными, приводящими, поскольку не удается поставить их в какую-либо связь с характером изменений в темпе развития. Но возможна и другая точка зрения. Так, вполне допустимо, что обнаруженная в наших опытах волнообразная взаимная смена явлений усиления и ослабления роста куриного эмбриона по ходу развития представляет собой эффект последствия термических раздражений, поскольку она имеет место при воздействиях и повышенной и пониженной температуры, что эта смена в реактивной форме отражает обычные изменения, свойственные нормальному росту куриного зародыша. При этом морфологически установленное постепенно ослабевающее усиление роста эмбриона в течение 1—5 суток инкубации, вызванное термическим воздействием в начальном периоде инкубации, повидимому, представляет собой первую, начальную волну указанного изменения роста куриного зародыша.

Хорошо известно, что рост куриного эмбриона в целом протекает неравномерно и испытывает в отдельные дни инкубации депрессию [47]. Эти периоды депрессии связаны с усилением формообразовательных процессов, процессов дифференциации. Подобные факты преимущественного усиления процессов роста или дифференциации в отдельные периоды эмбриогенеза, как известно, имеют место в развитии и других животных, в частности у рыб [42—44, 8,9 и др.]. Эмбриогенез является единым, целостным, но в то же время гетерогенным процессом, составные элементы которого, будучи взаимосвязанными и взаимообусловленными, вступают, очевидно, — поскольку об этом свидетельствуют факты, — друг с другом в различные взаимоотношения, в результате чего и становится возможным усиление или ослабление тех или иных сторон эмбрионального развития. В сущности об этом же свидетельствует указание Т. Д. Лысенко [15] на то, что у растений процессы развития и роста представляют собой различные стороны онтогенеза: растение может быстро развиваться и медленно расти или, наоборот, быстро расти и медленно развиваться и даже недоразвиваться.

Сроки ослабления роста куриного эмбриона в наших опытах не совпадают со сроками вышеотмеченных периодов депрессии [47]. Однако Е. Ф. Лисицкий и К. М. Языкова (1938) указывают, что в зависимости от изменений внешних условий инкубации эти сроки могут сдвигаться и изменяться. Вероятно, и в наших опытах изменения в сроках ослабления процессов роста вызваны примененными термическими воздействиями. Наши опыты отличаются еще тем, что в них происходит длительное ослабление процессов роста (с 14 по 18 день инкубации); только в одном опыте на 18-й день инкубации происходит усиление эмбрионального роста.

Полученные фактические данные недостаточны для того, чтобы настаивать на второй, только что изложенной, точке зрения относительно изменений роста куриного зародыша в наших опытах. Если мы привели как возможное, не лишнее некоторых оснований, понимание изменений роста у подопытных эмбрионов. Увеличение веса подопытных суточных цыплят в трех случаях, разумеется, не может считаться типичным.

У нас нет данных, непосредственно свидетельствующих о ходе процессов дифференциации при указанном рода термических воздействиях. Обнаруженные нашими морфологическими наблюдениями ускорение дифференциации куриного эмбриогенеза после стимуляционного термического воздействия в начале инкубации является временным и по этой причине недостаточно для определенного заключения. Однако, исходя из раздражительной природы ответной

реакции куриного зародыша на кратковременные значительные изменения инкубационной температуры и характера изменения роста зародыша, можно полагать, что и процессы дифференциации при этом испытывают волнообразные изменения. В зависимости от степени, глубины этих изменений и происходят, вероятно, соответствующие изменения в длительности куриного эмбриогенеза.

Ускорение эмбрионального развития, вызываемое кратковременным значительным повышением температуры в начальном периоде инкубации, сказывается и на постэмбриональном развитии курицы. Наши данные показывают, что ускоренное термическим воздействием эмбриональное развитие ведет к повышению скороспелости кур (на 15—25 дней) и, вследствие этого, к возрастанию их яйцепродукции (на 19—33%). При этом происходит выраженное, хотя и статически не достоверное, увеличение живого веса молодых в 4,5—5-месячном возрасте (от 30 до 80 граммов по сравнению с контрольными). Полученные нами результаты, несмотря на малочисленность подопытной птицы, полностью согласуются с литературными данными и вследствие этого приобретают достаточную убедительность. Так, М. В. Орлов и Е. Н. Кучковская [24] обнаружили, что курочки, вылупившиеся ранее 20,75 суток, быстрее растут и созревают, чем курочки, выведенные после 20,75 суток. Первые в 6-месячном возрасте оказываются на 50—200 граммов тяжелее вторых и на 10—15 дней начинают раньше нести яйца. Асмундсен и Лернер [48] показали, что ранее вылупившиеся цыплята растут быстрее, чем вылупившиеся позже. Наконец, Хайс [49,50] также установил, что ранее выведенные курочки более жизнестойки и обладают большей годовой продуктивностью, чем позже выведенные курочки.

Укорочение эмбрионального периода развития сельскохозяйственных птиц является важной проблемой, имеющей определенный теоретический и хозяйственный интерес. Теоретическое значение ее заключается в том, что при этом вскрываются условия и изменчивость эмбрионального развития, а практическое значение, — как свидетельствуют вышеприведенные литературные и наши данные, — связано с хозяйственной скороспелостью птицы. Задача повышения хозяйственной скороспелости птицы является весьма актуальной для нашего птицеводства. В биологическом аспекте она представляет собой проблему ускорения полового созревания. И поскольку наряду с другими свойствами организма птицы скорость полового созревания так же определяется длительностью эмбрионального развития, то, следовательно, путем ускорения последнего и соответствующей селекционной, зоотехнической работой можно повысить хозяйственную скороспелость кур. В связи с этим вышеописанное термическое ускорение эмбрионального развития курицы приобретает известное значение как один из возможных составных элементов комплексного метода (системы) повышения хозяйственной скороспелости кур.

Выводы

1. Кратковременные значительные повышения и понижения инкубационной температуры действуют на развивающийся куриный эмбрион как резкие раздражители. Ответная реакция куриного зародыша на эти воздействия, имеющая в наших опытах характер последствия, определяется соотношением силы и длительности термического воздействия и функционального состояния эмбриона к моменту воздействия. Есть основания полагать, что характер ответной реакции куриного зародыша на кратковременные значительные из-

менения инкубационной температуры следует закономерности оптимума и пессимума раздражения, установленной Н. Е. Введенским.

2. Примененные в опытах кратковременные изменения инкубационной температуры не оказывают постоянного и закономерного влияния на выводимость и вес суточных цыплят.

3. Повышение температуры (одно- и двукратное) в начальном периоде инкубации до 45°C в течение 30—45 минут и понижение температуры в том же периоде до 10°C (в погребе) в течение 40 минут вызывают укорочение эмбрионального (инкубационного) периода развития курицы от 2 до 6 часов, что свидетельствует об ускорении эмбрионального развития. Такое ускорение эмбриогенеза сопровождается нормальным выводом цыплят.

4. Понижение температуры (одно-, дву- и трехкратное) в среднем и позднем периодах инкубации до 3—9°C в течение 30—45 минут вызывает удлинение эмбрионального периода развития курицы, что указывает на замедление развития зародыша.

5. Вышеуказанного характера повышения температуры в начальном и понижения ее в среднем и позднем периодах инкубации сопровождаются волнообразной сменой усиления и ослабления процессов роста куриного зародыша. Природа этих изменений и их связь с характером изменений темпа развития куриного эмбриона нами не установлены.

6. Ускорение эмбрионального развития, вызванное значительным кратковременным повышением температуры в начале инкубации, характеризуется сначала стимуляцией роста и дифференциации куриного зародыша, а затем (со 2 до 5 дня инкубации) ускорением роста одних эмбриональных зачатков (нервная система, хрусталик, конечности, сосуды сосудистого поля) и замедлением роста других (сердце).

7. Есть основания полагать, что ускорение развития куриного зародыша посредством значительного кратковременного повышения температуры в начальном периоде инкубации оказывает влияние на постэмбриональное развитие в направлении повышения хозяйственной скороспелости и, вероятно, увеличения живого веса курочек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршавский И. А. Проблема специфичности в связи с анализом механизмов преобразования функций в процессе онтогенеза. „Усп. совр. биол.“, 34, в. 3 (6), 1952.
2. Бражникова Л. А. Влияние опрыскивания и охлаждения на выводимость яиц гусей. Труды НИИП, 21, Сельхозгиз, 1950.
3. Быховец А. У. Результаты инкубации гусиных яиц. „Сов. птицеводство“, 5, 1935.
4. Быховец А. У. Инкубация утиных яиц в инкубаторах шкафового типа „Коммунар“. Сб. научн. трудов УНИСП „Проблемы инкубации“, 2, 1936.
5. Быховец А. У. Материалы экспериментов по дифференцированной технике инкубации. Птицеводство. Сб. научн. работ Укр. н/и станции птицевод., 1938.
6. Быховец А. У. Улучшить инкубацию яиц сельскохозяйственной птицы. Цит. по Третьякову Н. П. Инкубация, изд. II, 1953.
7. Введенский Н. Е. (Wedensky N. E.). Des relations entre les processus rythmiques et l'activité fonctionnelle de l'appareil neuro-musculaire excité. Arch. de Physiol. normale et pathol., t. 4, № 1, Paris, 1892.
8. Веридуб М. Ф. Критические периоды в эмбриональном развитии палин. ДАН СССР, 32, 4, 1941.
9. Веридуб М. Ф. Критические периоды в развитии яиц и личинок рыб и их практическое значение. Вестник ЛГУ, 4, 1949.
10. Вильнер А. И. Температурные колебания как термический раздражитель при инкубации. „Сов. птицеводство“, 3, 1935.
11. Котляров Г. С. Влияние отклонения температуры в первые и последние дни инкубации на выводимость куриных яиц. Сб. реферат. НИИП, М-Загорск, 1936.

12. Кучковская Е. Н. Влияние температуры первых дней инкубации на постэмбриональное развитие. Тр. н/и ин-та птицевод., 21, 17—24, 1950.

13. Лисицкий Е. Ф., Языкова К. М. Патологические отклонения в эмбриональном развитии цыплят под влиянием разных комбинаций температуры и влажности. Научн. труды Укр. ин-та экспер. ветеринарии, 8, 1, 1938.

14. Лысенко И. Е. Влияние низких температур на выводимость яиц. Тр. Воронеж. оп. станции птицевод., 3, 1939.

15. Лысенко Т. Д. Агробиология. М., 1946.

16. Мантейфель П. А. Цитируется по Третьякову Н. П. Инкубация. М., 1953.

17. Машталер Г. А. Влияние низких температур на инкубацию цыплят. Бюлл. эксп. биол. и мед., 16, 9, 3, 1943.

18. Машталер Г. А. Об инкубации гусиных яиц. „Мясная индустрия СССР“, 6, 74—76, 1948.

19. Машталер Г. А. Биология птиц и вопросы птицеводства. „Природа“, 12, 33—41, 1948.

20. Огородний Ю. М. Значение колебаний температуры при инкубации. „Сов. птицевод.“, 2, 42—45, 1935.

21. Орлов М. В., Третьякова Е. И., Отрыганьев Г. К., Крылов Г. И. Влияние на процесс эмбрионального развития кур изменения режима инкубирования путем повышения и понижения температуры в различные периоды искусственной инкубации. Проблемы инкубац. Сб. тр. н/и ин-та птицевод., 68—121, 1936.

22. Орлов М. В. Дифференцирование режима инкубирования яиц кур. Изд. НИИП, 1938.

23. Орлов М. В. Методы дифференцирования режима инкубирования яиц кур и результаты его применения на производстве. Сб. ВАСХНИЛ. Кормление, содержание и разведение домашних птиц. Сельхозгиз, 1939.

24. Орлов М. В., Кучковская Е. Н. Вариации в эмбриональном развитии кур и их влияние на рост и развитие в постэмбриональный период. Тр. н/и ин-та птицевод., 21, 3—16, 1950.

25. Отрыганьев Г. К. Биологический контроль в инкубации. Сельхозгиз, М., 1—78, 1951.

26. Пеннонжкевич Э. Э., Ретанов А. Н. Внутрийцевая температура во время инкубации. „Сов. птицеводство“, 5, 1935.

27. Пеннонжкевич Э. Э. Достижения в области инкубации яиц кур и уток. Сб. ВАСХНИЛ. Кормление, содержание и разведение домашних птиц. Сельхозгиз, 72—87, 1939.

28. Пеннонжкевич Э. Э. Проблема снижения смертности эмбрионов домашних птиц. Сельхозгиз, М., 1945.

29. Прицкер И. Я. Влияние предварительного прогревания яиц перед закладкой их в инкубатор на результаты инкубации. Пробл. инкубации. Сб. тр. н/и ин-та птицевод., 121—123, 1936.

30. Прицкер И. Я. Влияние высоких и низких температур инкубации на продолжительность инкубирования яиц и выхода цыплят из скорлупы. „Птицеводство“, 8, 23—24, 1951.

31. Рюмин А. В. Изменение чувствительности организма птиц к температуре. Вопросы экологии и биоценологии, VII, 1939.

32. Салганник М. Г. Усовершенствование инкубирования утиных яиц. „Мясная индустрия СССР“, 3, 1948.

33. Салганник М. Г. Опыт инкубации на Томлинской птицефабрике. Мясн. с/х СССР, М., 1—20, 1950.

34. Салганник М. Г. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы (в инкубаторах „Рекорд-39“). Журн. „Соц. товарищество“, 3, 1950.

35. Салганник М. Г. Об инкубировании гусиных яиц. „Птицеводство“, 1, 1952.

36. Светлов П. Г. О различной выносливости к голоду и иным вредным факторам самцов и самок *Drosophila melanogaster*. ДАН СССР, т. 41, вып. 8, 354—357, 1943.

37. Сопиков П. М. К вопросу о температурном режиме при выращивании молодняка сельскохозяйственных птиц. Сб. научн. тр. Ленингр. ин-та усов. врачей, 61—67, 1948.

38. Страшилов Е. К. Влияние колебания температуры на развитие эмбриона при искусственной инкубации. Тр. Воронеж. зоовет. ин-та, 5, 77—87, 1939.

39. Третьяков Н. П. и Отрыганьев Г. К. К вопросу о биологическом контроле за процессом инкубации. Всесоюзн. н/и ин-т птицепромышл. М., 1—24, 1947.

40. Третьяков Н. П. Изменяющийся режим температуры, влажности и воздухообмена в инкубаторах комнатного и шкафового типов. „Птицеводство“, 4, 1953.

41. Третьяков Н. П. Инкубация. II изд. Сельхозгиз, М., 1953.

42. Трифонова А. Н. К физиологии дифференцировки и роста. I. Влияние асфиксии на развитие и кариокинетическое деление у эмбрионов рыб. Арх. биол. наук, 37, 3, 1935.

43. Трифонова А. Н. К физиологии дифференцировки и роста. II. Пастер-мейергофское равновесие при разведении рыб. „Биол. журн.“, 6, 2, 1937.

44. Трифонова А. Н. Критические периоды эмбрионального развития. Усп. совр. биол., 28, 1 (4), 1949.
45. Фердинандов В. В. Основы индустрии. Книгоспилка АССР, 1928.
46. Фердинандов В. В. Рабочая книга по птицеводству и птицевой промышленности. Сельхозгиз, 1931.
47. Шмальгаузен И. И. (Schmalhausen I. I.) Studien über Wachstum und Differenzierung. III. Die embryonale Wachstumskurve des Hühnchens. Roux' Arch. f. Entw.—Mech., 108, 1926.
48. Asmundson V. S. and Lerner J. M. Inheritance of rate of growth in domestic fowl. 2. Genetic variation on growth of Leghorus. Poultry Science, 12, 250—255, 1933.
49. Hays F. A. Length of incubation period in relation to sex, viability and characters affecting fecundity in chickens. Poultry Science, 5, 1941.
50. Hays F. A. The importance of length of incubation period in Rhed Island Reds. Experiment Station Record U.S.D.A. 86, 2, 1942.

Ю. К. Попова

МАТЕРИАЛЫ ПО ЭКОЛОГИИ ЕНОТОВИДНОЙ СОБАКИ
(*NYCTEREUTES PROCYONOIDES GRAY.*) В ТАТАРСКОЙ АССР

Введение

В целях обогащения охотничье-промысловой фауны в Советском Союзе проводится в широких масштабах акклиматизация ценных пушных зверей. Успешное выполнение таких работ невозможно без знания экологии акклиматизируемых животных в новых для них условиях обитания. Одним из видов, широко расселяемых в нашей стране, является енотовидная собака, уже выпущенная в 56 областях и республиках СССР. Первый ее выпуск в Татарии был произведен на территории Алексеевского района еще в 1934 году. В настоящее время она прочно вошла в фауну ТАССР и широко расселилась. Тем не менее экология ее здесь еще недостаточно изучена. Краткие данные по экологии этого зверя в первые три года акклиматизации в Татарии приводятся в работе В. И. Тихвинского [26]; отдельные черты экологии енотовидной собаки освещены в работах В. А. Попова и А. В. Лукина [19] и Ю. К. Попова [20, 21].

В настоящей работе использованы материалы, собранные в основном в 1949—1951 гг. в районе стационарных исследований автора — на территории Лаишевского района ТАССР на площади около 250 кв. км, ограниченной с юго-запада р. Волгой, с юго-востока — р. Камой и с востока — р. Мешей.

Природные условия здесь весьма разнообразны. На левом берегу Волги расположен Саралинский лесной массив (около 5000 га), представленный, в основном, дубово-липовыми насаждениями, перемежающимися с участками смешанного и чисто соснового леса различного возраста; встречаются небольшие участки осинников. На северной опушке леса — чистый молодой березняк. Многочисленные вырубki зарастают осиной, березой, липой, кленом, орешником и дубом. Много захламленных оврагов, удобных для устройства нор. К юго-западной опушке леса примыкает пойма Волги, занимающая около 6000 га и имеющая хорошо выраженный прирусловый вал, высокий, местами не заливаемый весенними водами, поросший осо-корником, тальником и зарослями шиповника. В центральной и при-террасной частях поймы много высоких незаливаемых дубово-вязо-болота, поросшие по краям зарослями ив и осок. К северо-восточной опушке леса примыкает мелководное болото (около 1000 га), густо поросшее тростником, камышом, рогозами и осоками, с несколькими небольшими островками. В северо-восточной, северной и

северо-западных частях района расположены поля, занимающие большую часть территории участка.

Некоторые материалы по питанию и убежищам енотовидной собаки были собраны нами в других участках Лаишевского района — на Мансуровском острове у левого берега Камы и в Теньковском, Алексеевском и Высокогорском районах ТАССР. Стациональное размещение енотовидной собаки в Татарии было освещено автором в предыдущей статье [21], поэтому в настоящей работе мы этого вопроса не касаемся.

I. Убежища енотовидной собаки

Наблюдения показывают, что убежища енотовидной собаки по степени сложности устройства и по характеру использования можно разделить на три типа: лежки, логовища и норы.



Рис. 1. Енотовидная собака на лежке — куче старой скошенной осоки в низине. Фото Ю. К. Попова.

Лежки — это наиболее просто устроенные убежища, используемые енотовидной собакой временно. Летом они представляют собой мелкую ямку без всякой подстилки, обычно на сухом месте, чаще у основания косорастущих кустов в зарослях ивняка по низинам, берегам болот и озер. Иногда они устраиваются в высоких густых зарослях осоки на ровном сухом краю болот и имеют вид небольшой ровной площадки 70×100 см с примятой травой; а чаще — на старых, оставшихся с прошлого года небольших кучах скошенной осоки

или другой травы среди высоких зарослей болотной растительности (рис. 1). Такие лежки легко отыскиваются в ранние утренние часы, когда звери, проходя по траве, покрытой росой, отряхивают ее, оставляя хорошо заметные темные полосы травы. Свежесть лежки определяется по внешнему виду и наличию в ее непосредственной близости свежих экскрементов.

Несколько сложнее по устройству лежки, используемые как в летнее, так и в зимнее время. Они устраиваются в пойме под большими кучами наносного хвороста — плавника, оставшегося в зарослях тальников после весеннего половодья.

Лежки зимнего времени устраиваются на замерзшем мелководье кочковатого болота с густыми зарослями осок, тростника и рогозов. На лед или замерзшую грязь между кочек звери натаскивают небольшой слой сухой осоки, служащей подстилкой. Под тяжестью снега окружающая растительность (обычно осока) пригибается, образуя над лежкой своеобразный свод. Под таким сводом енотовидная собака устраивает целый лабиринт скрытых ходов, заканчивающихся выходами на поверхность снежного покрова иногда в 15—20 метрах от лежки.

Другой вид зимних лежек — дупла поваленных старых толстых осокорей, осин и лип. Подстилкой в них служит труха древесины. Иногда зимние лежки встречаются и под стогами сена. В таблице 1 приводятся данные встречаемости лежек различного типа за время с 1949 по 1953 гг.

Таблица 1

| Места лежек | Число встреч. | % |
|--|---------------|------|
| Заросли осоки по берегам болот | 31 | 18,2 |
| Заросли тальников | 28 | 16,6 |
| Кучи старой скошенной осоки на болотах | 20 | 11,8 |
| Под кучами наносного хвороста | 9 | 5,3 |
| В дуплах поваленных деревьев | 10 | 5,9 |
| Под стогами сена | 8 | 4,8 |
| Между кочек в зарослях осоки, тростника, рогозов, покрытых слоем снега | 64 | 37,4 |
| Всего | 170 | 100 |

Логовища — убежища, служащие енотовидной собаке как для отдыха, так и для зимовки, а иногда и для щенения. Они устраиваются немного сложнее лежек, обычно в лесу или на высоких, поросших лесом пойменных гривах, не заливаемых водой, чаще всего под вывороченными с корнями деревьями. В яме от вывороченных корней делается небольшой (до 1 м) ход, ведущий в небольшое углубление под теми же корнями в виде пещерки размером 50×60 см и высотой 40—45 см; на дно пещерки натаскивается небольшой слой подстилки из сухой травы и листьев. От логовищ, в которых выводились щенки, отходят короткие, слабо заметные тропинки, протоптанные зверями в весеннее время и не заметные летом.

Норы — наиболее сложные по устройству убежища, используются енотовидной собакой для зимовки, выведения щенят и дневного отдыха в осеннее, а иногда и в летнее время. Они бывают временные и постоянные. Временные норы просты по устройству, мелкие и короткие, всегда с одним выходом, роются в мягком грунте в не особенно рыхлых местах. Постоянные норы встречаются обычно в довольно укромных местах, на склонах лесных оврагов, в густой

поросли молодого леса и в старых лесных разрушенных землянках. По устройству немного сложнее норы от 2,5 до 4 м; на глубине 70—80 см ход заканчивается камерой (см. рис. 2), в которой в зимнее время и в период вывода щенят находится небольшой слой подстилки из сухих листьев и травы. Обычно в 10—15, а иногда и в 50—60 метрах от таких нор имеются „уборные“ (кучи экскрементов). Обитаемость нор устанавливается по наличию в таких „уборных“ свежих экскрементов и по свежим следам зверей; от таких нор обычно идут довольно хорошо заметные тропы.

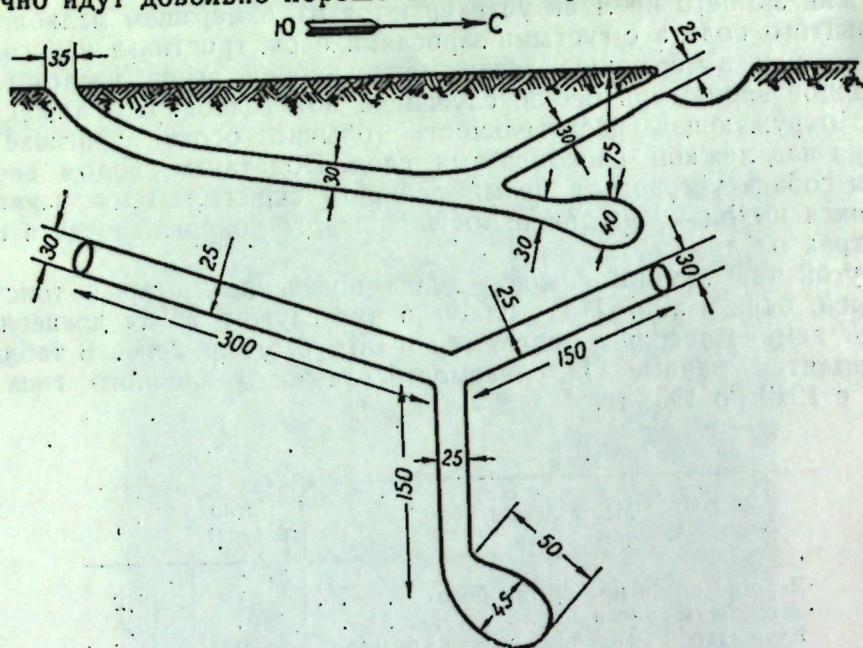


Рис. 2. Постоянная нора, вырытая енотовидной собакой в смешанном лесу. Почва песчаная, в камере подстилка из сухих листьев и сухой травы.

Необходимо подчеркнуть, что енотовидная собака сама роет норы редко — только при отсутствии свободных нор барсуков и лисиц; при наличии последних она поселяется в них, причем в первую очередь выбирает более сложные и глубокие, с большим количеством выходов. В таблице 2 приводятся данные о встречах обитаемых нор енотовидных собак за 1949—1953 гг.

Таблица 2

| Типы нор | В районе стационарных наблюдений | | Всего по ТАССР | |
|---|----------------------------------|-------|----------------|-------|
| | к-во | % | к-во | % |
| Норы, вырытые самой енотовидной собакой. | 21 | 35,6 | 46 | 22,2 |
| Из них: временные | 13 | 22,0 | 26 | 12,6 |
| постоянные | 8 | 13,6 | 20 | 9,6 |
| Старые норы, занятые енотовидной собакой. | 38 | 64,4 | 161 | 77,8 |
| Из них: норы барсуков | 20 | 33,9 | 80 | 38,6 |
| норы лисиц | 18 | 30,5 | 81 | 39,2 |
| Всего | 59 | 100,0 | 207 | 100,0 |

В районе Саралинского лесничества в 1949—1951 гг. при довольно большой численности енотовидной собаки почти все старые норы

лисиц и барсуков были заняты ею. Только недостатком таких нор можно объяснить довольно значительное количество вырытых ею самой (рис. 3).

Норы лисиц и барсуков, занимаемые енотовидной собакой, находятся обычно на склонах оврагов, поросших смешанным и листвен-

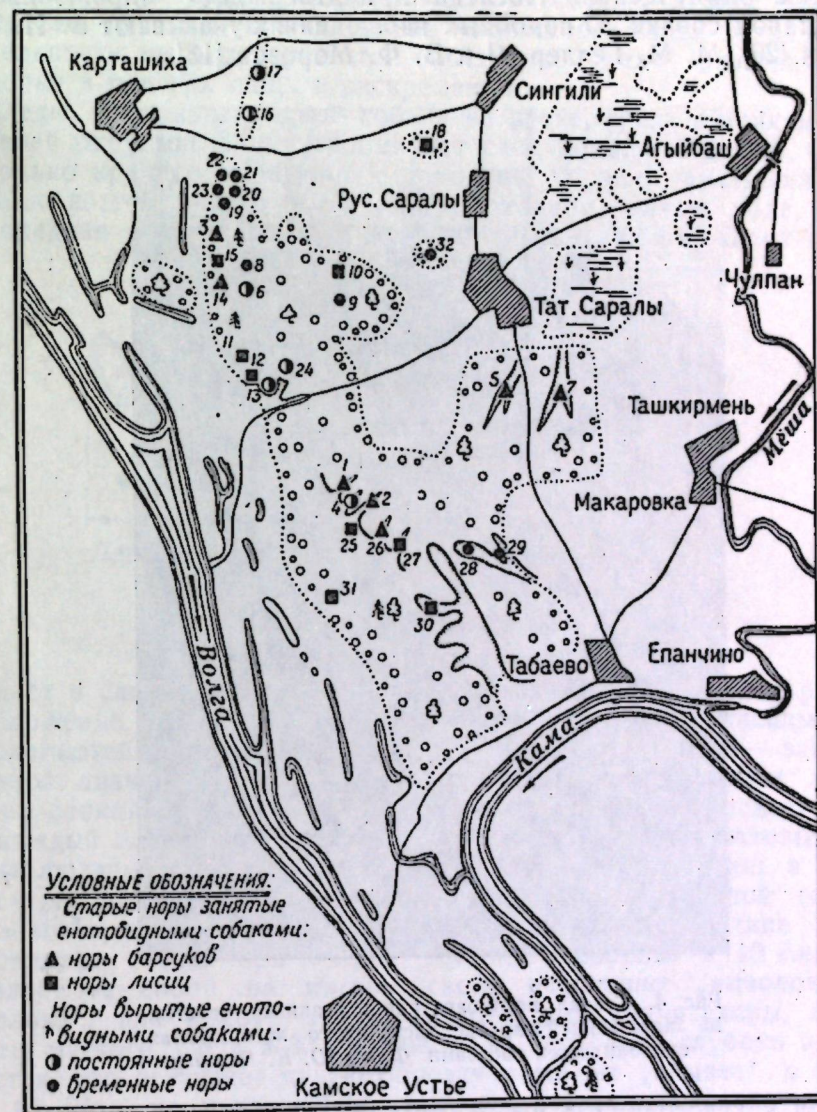


Рис. 3. План расположения нор на территории стационарных наблюдений (Саралинское лесничество).

ным лесом, в густых зарослях молодого леса (рис. 4) и в пойме на высоких не заливаемых водой гривах, густо поросших древесной растительностью. Летом, с выходом щенят из нор, енотовидные собаки обычно откочевывают в более кормные станции (пойма, отдельные болота), но изредка посещают свои норы.

В больших сложных старых норах лисиц и барсуков, имеющих до 13—16 выходов и занимающих большую площадь, иногда поселяются две пары енотовидных собак. В двух таких „колониях“ в Саралинском лесу жили и щенились по две пары енотовидных собак, причем каждая пара занимала одну часть колонии и имела свои тропы и свои „уборные“ на расстоянии 10—15 м от выходов.

Подобное совместное обитание двух пар енотовидных собак доказывает возможность густого заселения территории этим зверем при условии наличия достаточного количества кормов.

Интересно отметить совместное обитание в одной сложной барсучьей норе пары енотовидных собак и пары барсуков, причем у тех и других были щенки. Последнее подтверждает миролюбивость енотовидной собаки. О подобных наблюдениях указывают В. И. Тихвинский [26], М. М. Геллер [4] и В. Ф. Морозов [13].

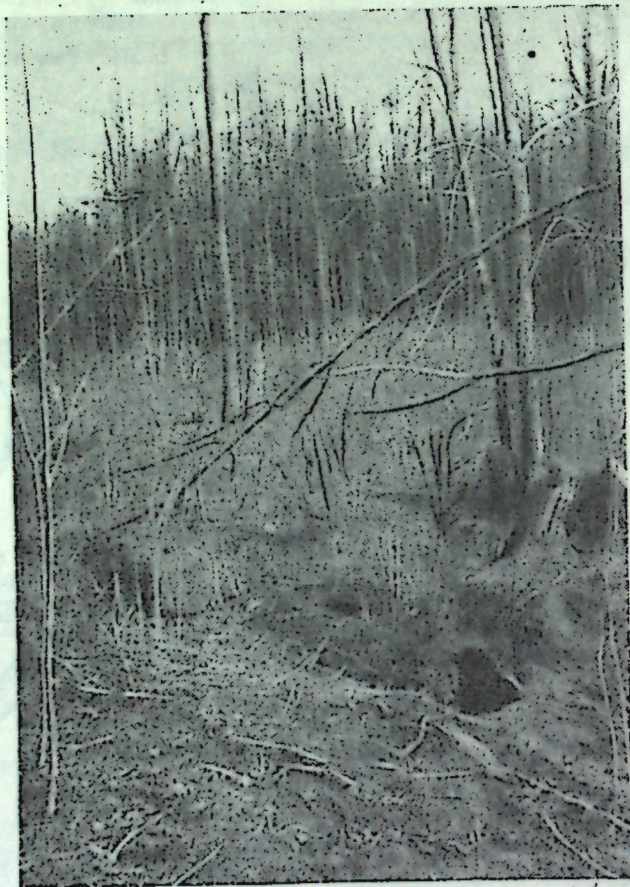


Рис. 4. Старая нора барсуков в развилке оврагов на зарастающей вырубке лиственного леса, занятая енотовидными собаками. Фото Ю. К. Попова.

Наши круглогодичные наблюдения в районе стационарных работ (Сараливское лесничество, Лаишевского р-на, ТАССР) показали сезонность в использовании енотовидными собаками убежищ. Зимуют они в норах, логовищах и зимних лежках; с первой декады марта, с усилением активности, обитание в зимних убежищах временами прерывается, и звери все чаще начинают пользоваться временными лежками. В конце апреля, за несколько дней до щенения енотовидные собаки вновь занимают норы и логовища, выбрасывают из них старую подстилку и натаскивают новую. Ко второй декаде июня, когда щенки достигают месячного возраста, звери оставляют свои выводковые убежища и пользуются летними лежками, лишь изредка посещая норы и логовища. К осени эти посещения учащаются, а в середине октября производится их вторичная расчистка и смена подстилки; в конце октября звери окончательно поселяются в своих зимних убежищах.

II. Следы деятельности

Детальное изучение следов деятельности акклиматизируемых зверей помогает установить стадии обитания животных, их поведение в новой обстановке, повадки, пути расселения и дает основные материалы по выявлению динамики численности стада. Под следами деятельности мы подразумеваем: собственно следы, остатки пищи, прикопки в поисках пищи и экскременты.

Следы. След енотовидной собаки на песке, грязи и мелком снегу по своей округлой форме напоминает след домашней кошки, только несколько крупнее и обычно с довольно хорошо заметными отпечатками когтей (рис. 5 и 6). При спокойном, тихом ходе, когда енотовидная собака бродит в поисках пищи, след от задних лап не

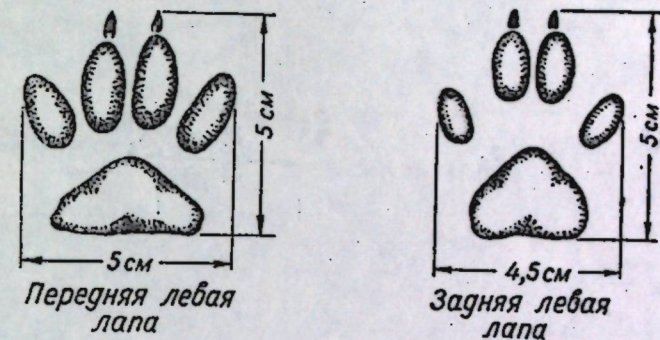


Рис. 5. Следы енотовидной собаки.

попадает в след передних. При переходах зверя и на бегу рысью расположение следов напоминает лисьи следы, но у лисицы они располагаются ровной цепочкой, а у енотовидной собаки — зигзагообразной линией. Нужно сказать, что енотовидная собака ходит обычно спокойно, шагом, не торопясь, заглядывая в поисках пищи под каждый пенек, в каждую ямку и лужицу. Быстрый маховый бег мы наблюдаем только тогда, когда зверя преследовали: в этом случае расположение следов похоже на следы небольшой собаки при подобном беге (рис. 7). Имея сравнительно короткие лапы, енотовидная собака при высоте снегового покрова в 10 см уже оставляет за собой на мягком снегу небольшие «выволоки» и «поволоки», при высоте 15—20 см они уже значительны, а при высоте мягкого снега в 30 см животное настолько глубоко проваливается, что оставляет целую борозду и как бы «плывет» в снегу (рис. 8). Это не удивительно, так как, сравнивая весовую нагрузку на площадь опоры у енотовидной собаки с некоторыми другими видами местных зверей, мы видим, что у нее эта нагрузка будет больше (см. табл. 3).

Таблица 3

| Вид зверя | Чьи данные используются | Площадь передней лапы в см ² | Площадь задней лапы в см ² | Вес зверя в г | Нагрузка на 1 см ² в г |
|--------------------|-------------------------|---|---------------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| Заяц-беляк | А. Н. Формозов (1946) | 41—48 | 104—118 | 2780—3515 | 8,4—11,8 |
| Заяц-русак | · | — | — | — | 22—24 |
| Волк | · | — | — | — | 89—103 |
| Лисица | · | — | — | — | 40—42,5 |
| Енотовидная собака | Данные автора | 20—25 | 20—25 | 6000—8000 | 75—80 |
| (в декабре м-це) | · | — | — | 3000—3500 | 35—37 |
| Она же (в марте) | · | — | — | — | — |

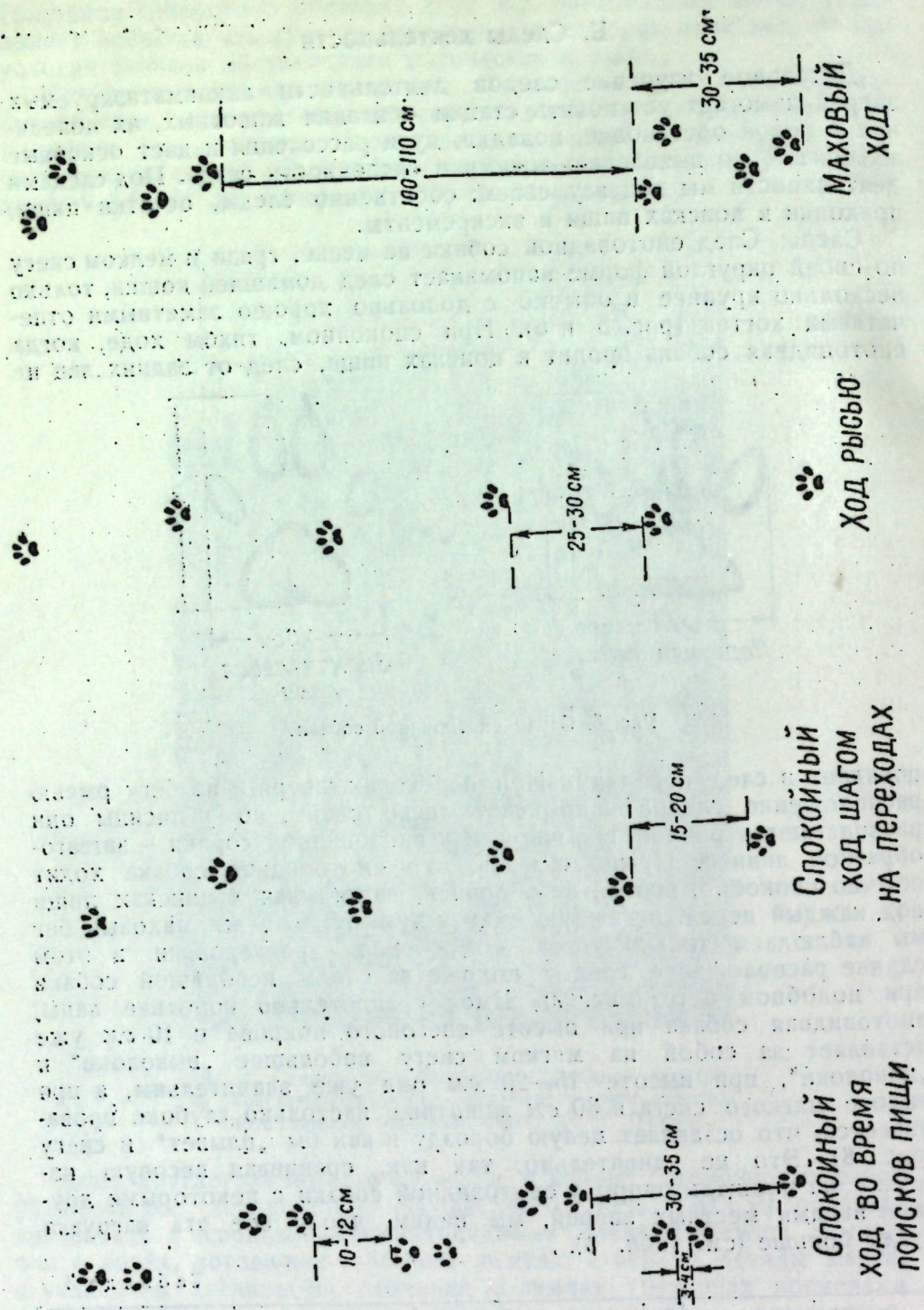


Рис. 6. Следы енотовидной собаки на гри-зи в зарослях ивняка.
Фото Ю. К. Попова.



Рис. 7. Следы енотовидной собаки при различном темпе хода.

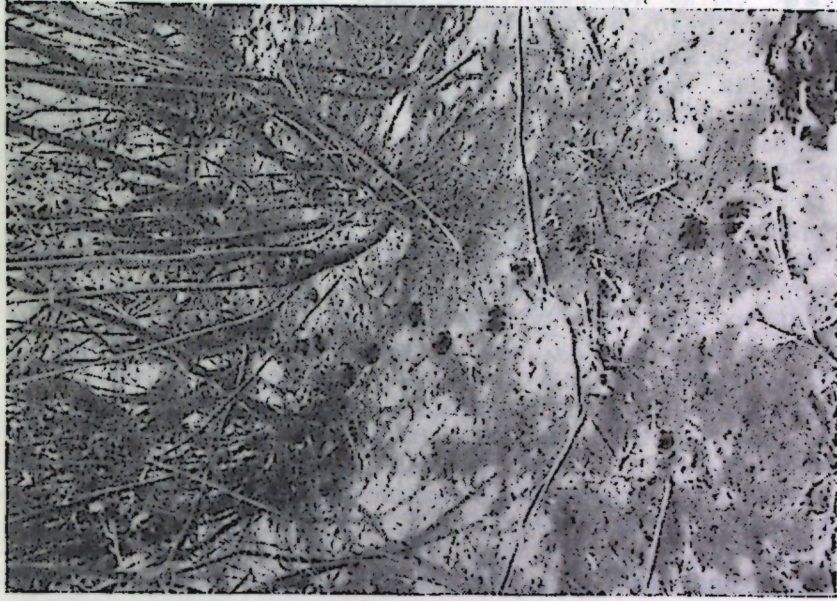


Рис. 8. Следы енотовидной собаки в мягком глубоком снегу (глубина слега 50 см).
Фото Ю. К. Попова.

В декабре весовая нагрузка на 1 см² у енотовидной собаки равна 75—80 г и показывает непригодность к передвижению по глубокому мягкому снегу; поэтому зимой она обычно передвигается по тропинкам, лыжницам и дорогам.

Прикопки. Значительную часть пищи енотовидной собаки составляют насекомые (хрущи, их личинки, личинки щелкунов), зачастую выкапываемые ею из поверхностных слоев почвы. Подобные прикопки бывают от 5 до 15 см глубиной и очень похожи на прикопки барсука, только немного шире последних.

Остатки пищи. При достаточном количестве корма енотовидная собака нередко оставляет недоеденные остатки: объедки крупной рыбы, подобранной на берегу „заморных озер“, вырытых из земли сотов шмелей и ос, раздробленные раковины моллюсков, шелуху желудей. Остатки крупных животных мы обычно находили в густых зарослях тальников или в высокой осоке, остатки мелких, как правило, — в местах, где они добывались. В противоположность лисице у нор енотовидной собаки остатков пищи мы почти не встречали.

Экскременты. Наши наблюдения позволяют с полным правом считать енотовидную собаку зверем чистоплотным. В отличие от лисицы, оставляющей фекалии около норы и даже в норе, енотовидная собака, как правило, испражняется в определенном месте, где и образуется своеобразная „уборная“ (кучи экскрементов доходят иногда до 150—200 шт.). Такие „уборные“ находятся на расстоянии 1—1,5 м от входного отверстия норы или логовища зимой, а в бесснежный период — на расстоянии 10—20 м, а иногда и 50—70 м, на тропе, ведущей к убежищу. Летом, с выходом щенят из нор, эти уборные не посещаются и образуются новые вблизи постоянных летних лежек в зарослях тальников и осок. Осенью можно встретить отдельные экскременты енотовидной собаки на тропинках, дорогах, лесных просеках в районе охоты зверей. В отличие от барсука, енотовидная собака не закапывает и не прикапывает свои экскременты.

Для распознавания экскрементов енотовидной собаки и первичного по внешнему виду определения состава пищи зверя нами, помимо многочисленных наблюдений при сборах экскрементов у нор, были проведены опыты по скормливанию пойманым зверям различного рода пищи с последующим сбором экскрементов и подробным их описанием. В результате нами была составлена таблица зависимости внешнего вида, формы и размеров экскрементов от съеденной зверем пищи (табл. 4). Нужно заметить, что у этого зверя очень часто встречаются экскременты комбинированного состава (в одном данном обнаруживаются различные виды пищи); в таких случаях судить о составе пищи по внешнему виду их нельзя, необходимо более детальный анализ. При случайных сборах очень важно бывает установить, хотя бы ориентировочно, к какому времени относятся экскременты. С этой целью мы поставили следующие полевые опыты: 20 и 25/XI 1949 г. около „уборных“ мы выложили по 20 свежих экскрементов этого зверя, содержащих остатки различной пищи, и периодически отмечали их внешний вид и наличное количество. Нам установлено, что свежие экскременты сроком до 2 дней после дефекации имеют всегда глянцевитый вид и не бывают затвердевшими. Экскременты, состоящие из хитиновых частиц насекомых, разрушаются после 7—10 дней; после первого дождя обращаются в кучу хитиновых остатков насекомых; определить срок, к которому они относятся, уже не удастся. Экскременты другого состава через 2 дня после акта дефекации тускнеют и со временем, при наличии влажности, покрываются зеленовато-бурой плесенью. Экскременты, состоящие из шерсти мышевидных грызунов, в сухое время делаются

Таблица 4

| Внешний вид экскрементов | Примерные размеры каждой отдельности | Анализ содержимого экскрементов |
|---|--------------------------------------|---|
| Тугие черно-серого цвета; свежие — глянцевитые, старые — матовые. Состоят обычно из 2—3 отдельностей. Концы чуть заострены, без завитков. | Длина около 60 мм, Ø 25 мм | Шерсть и кости мышевидных грызунов. |
| Рыхлые, с большим количеством хитиновых остатков насекомых; состоят из 1—2, реже 3 отдельностей. | Длина около 40 мм, Ø 20 мм | Хитиновые частицы насекомых, чаще хрущей и павозников. |
| Не оформленные, лепешкообразной формы; черно-смоляного цвета. | Ø около 90 мм | Переваренное мясо рыбы, лягушек и непереваренные остатки их костей. |
| Большие по объему, из 3—4 отдельностей, буро-коричневого цвета. Свежие — глянцевитые, мягкие; старые — очень плотные. | Длина около 60 мм, Ø 30 мм | Переваренная масса желудей с непереваренными остатками кожуры. |
| Большие по объему, рыхлые, серовато-соломенного цвета, состоят из 3—4 отдельностей. | Длина около 60 мм, Ø 30 мм | Непереваренные остатки овса и пшеницы. |
| Большие по объему, желто-коричневого цвета, из 2—3 отдельностей. | Длина около 60 мм, Ø 30 мм | Фекалии с/х животных и человека. |

серыми, а состоящие из овсяной шелухи постепенно меняют цвет и перед разрушением становятся из соломенных грязносерыми. Наши наблюдения за изменением и сроками сохранности экскрементов показали, что дольше всех сохраняются оформленные экскременты, состоящие из шерсти и костей мышевидных грызунов: более половины из них сохранилось, не разрушаясь, более года; состоящие же из шелухи овса, остатков желудей и фекалий — менее крепки и разрушаются через 10—11 месяцев. Необходимо отметить, что при случайных сборах экскрементов нужно с большой осторожностью относить их к тому или иному сроку, так как продолжительность сохранности показывает, что тут может быть допущена ошибка во времени в пределах целого года, не говоря уже о 3—4 месяцах.

III. Суточная и сезонная активность

Наши полевые наблюдения, данные опроса охотников, лесников и пастухов показывают, что енотовидную собаку следует считать ночным и сумеречным хищником, хотя летом, когда суточная темнота непродолжительна, а потребность зверя в кормах велика, она деятельна как в поздние утренние, так и в ранние вечерние часы. Днем ее деятельность почти прекращается. Встречи в утренние и вечерние часы были отмечены в конце февраля. С марта месяца по май — в период гона, беременности и начала выкармливания щенят — енотовидные собаки становятся очень осторожными и деятельны в основном в темное время суток. Они встречаются в утренние и вечерние часы в марте и начале апреля, когда кормовая база бедна, и зверям приходится затрачивать много времени на розыски и добычу пищи. Летом, в период воспитания щенят, когда последние начинают самостоятельную деятельность и усиленную жировку, енотовидные собаки в светлое время суток встречаются чаще. Это отно-

сится, в основном, к молодым, начинающим отбиваться от выводка. Осенью, в сентябре, енотовидные собаки встречаются реже, обычно в раннеутренние и поздневечерние часы, что, вероятно, связано с усиленным кормлением зверей в это время.

Наши наблюдения за сезонной деятельностью енотовидной собаки дают основание считать ее активной почти круглый год, но интенсивность деятельности в различные периоды значительно изменяется.

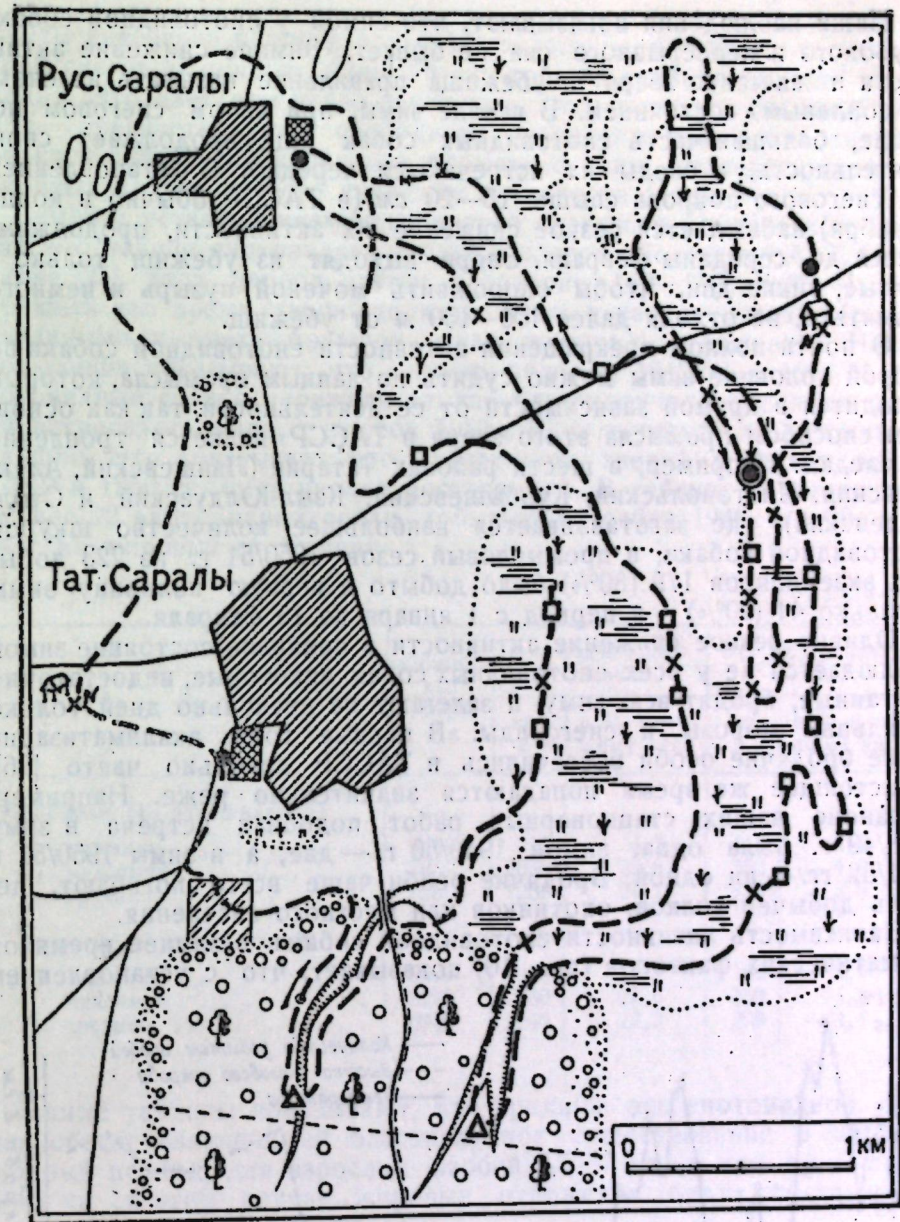
К концу зимы, в связи с истощением накопленного запаса жира, усиленными поисками пищи и приближающимся периодом гона, енотовидные собаки начинают регулярно выходить из своих зимних убежищ. Календарные сроки возобновления активной деятельности этого зверя в значительной степени зависят от погодных условий: при мягкой погоде енотовидная собака начинает выходить с середины февраля, а при устойчивых морозах — с конца февраля или начала марта; например, в 1949 г. — 25/II—1/III, при средней декадной температуре $-7,8^{\circ}\text{C}$, в 1950 г. — 1—10/III при средней температуре $-11,7^{\circ}\text{C}$, в 1951 г. — 1—10/III при средней температуре $-12,5^{\circ}\text{C}$. Следует отметить, что прибылые и имеющие меньший запас жира взрослые экземпляры возобновляют активную деятельность несколько раньше хорошо упитанных взрослых особей. Нередко при сильном похолодании или больших снегопадах енотовидная собака прекращает на время свою активную деятельность: так было, например, в 1951 г. во время сильных снегопадов с 9 по 12 марта.

В первое время после выхода из зимних убежищ, когда в наиболее кормных угодьях Татарии (лес, пойма) лежит еще глубокий и обычно мягкий снег, препятствующий передвижению зверя и сильно затрудняющий розыски корма, енотовидные собаки чаще передвигаются по дорогам, тропинкам и лыжницам. Бедность кормовой базы в этот период обуславливает удлинение суточного кормового маршрута зверей, достигающего порою 10—14 километров. На рис. 9 мы приводим суточные кормовые маршруты двух пар енотовидных собак, прослеженные путем тропления по следам 4 и 13 марта 1951 г. В обоих случаях тропился след одного зверя, а след второго шел параллельно, часто приближаясь и пересекая след первого. Оба зверя каждой пары сходились у прорубей для ловли рыбы на болоте, на свалке у скотного двора и у крытого тока с ометами ржаной соломы, где обнаруживались следы ловли мышевидных грызунов. Длина полного кормового маршрута, прослеженного 4/III, равнялась 14 км, длина второго (13/III) — около 10 км.

С началом бурного таяния снега и появлением первых проталин на южных склонах, пригорках, в пойме и на вырубках (конец марта и начало апреля) енотовидная собака становится осторожной: уже не посещает населенные пункты, и встречи с ней становятся редкими.

Наиболее активна енотовидная собака летом (47,1% общего количества встреч). Это связано с воспитанием щенят, началом их самостоятельной жизни и усиленной жировкой зверей. В это время они держатся в пойме у отдельных мелководных болот. Благодаря обилию пищи, летний суточный кормовой маршрут енотовидных собак невелик: так, например, радиус района деятельности одной семьи, обитавшей в пойме, равнялся 600—800 метрам.

В начале осени, в период распада выводка, расселения, соединения в пары и усиленной жировки енотовидные собаки встречаются еще часто. К ноябрю звери становятся очень осторожными и в светлое время суток уже не встречаются. Пищи в это время достаточно, и в силу этого осенние суточные кормовые маршруты их невелики — в ноябре не превышают 8 км, обычно 4—6 км. Два таких маршрута, прослеженные нами путем тропления по следам 12 и 13/XI 1950 г., были длиной 4 и 6 км (рис. 9).



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- Маршрут енотовидных собак
- × Попытка охоты на мышевидных грызунов
- Осмотр прорубей, где появилась рыба
- Места поедания фекалий с/х животных
- △ Норы енотовидной собаки
- ☐ Ометы с/х культур
- ◎ Лежка зверей
- ▣ Скотный двор
- N Места поедания семян с/х культур

Рис. 9. Схемы суточных кормовых маршрутов енотовидных собак (13/XI 1950 г., 4 и 13/III 1951 г.).

Наши наблюдения показывают, что зимой у енотовидной собаки глубокого и непрерывного сна не бывает. Зимнее снижение активности и залегание зверя в убежища правильнее называть не сном, а сонливым состоянием. В начале зимы, при малом снеговом покрове, большая часть енотовидных собак еще продолжает свою деятельность, и следы их встречаются нередко. С установлением же снегового покрова свыше 15—20 см (в ТАССР обычно в конце декабря) наблюдается резкое снижение их активности, продолжающееся до середины февраля. Звери выходят из убежищ только в теплые, тихие дни, чтобы опорожнить мочевой пузырь и немного размяться, не отходя далее 100—150 м от убежищ.

О почти полном прекращении активности енотовидной собаки во второй половине зимы можно судить по данным промысла, который находится в прямой зависимости от ее деятельности, так как основным способом промысла этого зверя в ТАССР является тропление по следам. Например, в шести районах Татарии (Ланшевский, Алексеевский, Чистопольский, Куйбышевский, Кзыл-Юлдузский и Столбищенский), где заготавливается наибольшее количество шкурок енотовидной собаки, в промысловый сезон 1950/51 г. из 223 добытых экземпляров 179 (80%) было добыто в первую половину зимы и только 44 (20%) — в период с 1 января по 15 февраля.

Однако резкое снижение активности и сонливое состояние зимой наблюдается не у всех енотовидных собак: некоторые, недостаточно упитанные, бродят всю зиму и залегают на несколько дней только в сильные морозы и снегопады. В первые годы акклиматизации такие бродячие особи встречались в ТАССР довольно часто [26]; в настоящее же время попадаются значительно реже. Например, в районе наших стационарных работ подобная встреча в зиму 1948/49 г. была одна, зимой 1949/50 г. — две, а в зимы 1950/51 и 1951/52 гг. — ни одной. Бродячие особи чаще всего погибают, делаясь добычей волков, охотников или местного населения.

Зависимость активности енотовидной собаки в зимнее время от климатических факторов (рис. 10) показывает, что с установлением

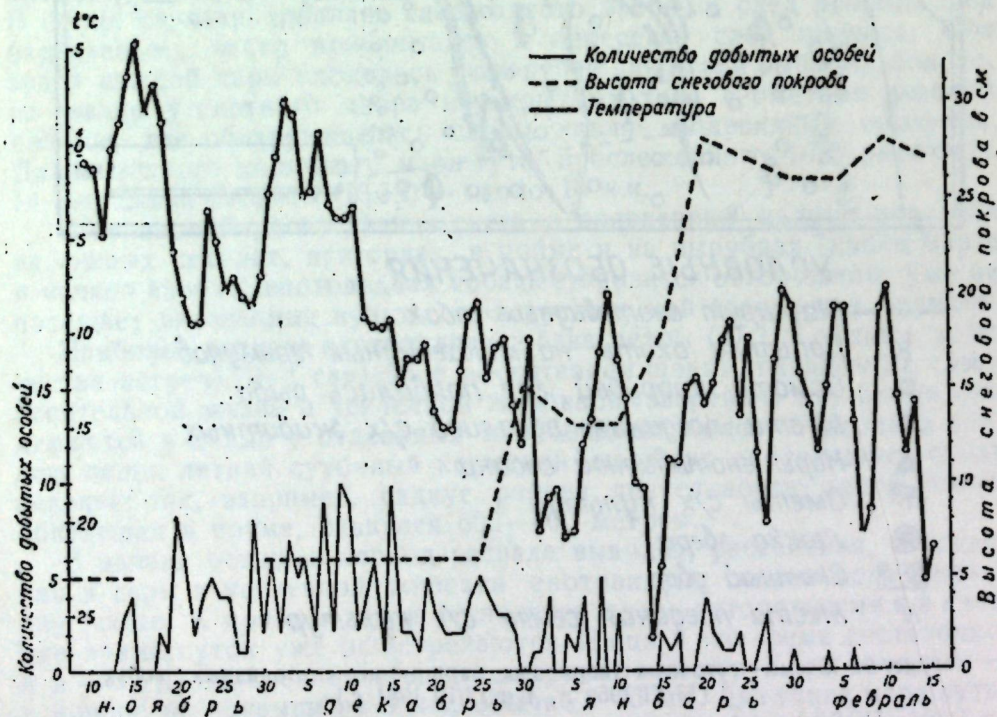


Рис. 10. Зависимость промысла енотовидной собаки от климатических факторов.

высоты снегового покрова более 10 см промысел начинает затухать, а при снеговом покрове выше 20 см добыча становится уже случайной. Это дает нам право заключить, что высокий снеговой покров, препятствующий свободному передвижению енотовидной собаки и сильно затрудняющий добывание пищи, является одной из основных причин резкого снижения активности зверя.

Зимой с установлением устойчивого снегового покрова и до бурного его таяния енотовидная собака голодает. По данным А. Т. Смолякова [25], этот период длится в Татарии 120—130 дней. Чтобы пережить это время, звери должны быть к началу зимы хорошо упитанными и иметь большой запас жировых отложений. Наши наблюдения показывают, что зимние периоды 1949/50 и 1950/51 гг. енотовидные собаки пережили вполне благополучно: бродячих особей встречалось мало, и весной 1950 и 1951 гг. размножение прошло успешно. Это доказывает, что упитанность зверей к началу зимы в 1949 и 1950 гг. была вполне достаточной. В таблице 5 мы приводим вес 22 енотовидных собак, добытых в ноябре 1949 и 1950 гг., и вес их жировых отложений.

Таблица 5

| | Общий вес зверя в г | Вес подкожного жира | | Вес внутреннего жира | |
|----------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | | вес в г | в % к общему весу | вес в г | в % к общему весу |
| Прибылые (13 взвешиваний): | | | | | |
| минимум | 4400 | 210 | 4,7 | 115 | 3,4 |
| максимум | 7050 | 2050 | 29,8 | 350 | 4,9 |
| средний | 5950 | 1263 | 21,1 | 233 | 3,9 |
| Взрослые (9 взвешиваний): | | | | | |
| минимум | 5570 | 900 | 16,1 | 190 | 3,4 |
| максимум | 8240 | 2230 | 27,6 | 350 | 4,2 |
| средний | 6940 | 1545 | 22,3 | 290 | 4,1 |

Данные таблицы показывают, что средний вес енотовидной собаки, обеспечивающий ей благополучное существование в зимний голодный период, для взрослых особей 6,5—7 кг, а для прибылых 5,5—6 кг, в этом случае жировые отложения будут составлять около 25% веса зверя (табл. 5).

IV. Питание енотовидной собаки

Успех акклиматизации животных в значительной степени определяется освоением ими местной кормовой базы. От питания животных в значительной степени зависят их распространение, стабильное распределение, размножение и движение численности. Изучение питания выпускаемых животных дает возможность выяснить их роль в биоценозах и оценить новые виды с точки зрения пользы или вреда, приносимых ими сельскому, лесному и охотничьему хозяйствам.

Некоторые данные о питании енотовидной собаки в ее естественном ареале находим в работах Н. М. Пржевальского [22], В. К. Арсеньева [1], С. И. Огнева [14]; материалы по ее питанию в различных местах акклиматизации в СССР приводятся В. Ф. Морозовым [11—13] и М. М. Геллером [4] — по Ленинградской и Новгородской областям, Н. Н. Руковским [23] — по Астраханской области,

А. П. Бородиным [2] — по Рязанской области и др. По питанию этого зверя в Татарии есть краткие данные в работах В. И. Тихвинского [26], В. А. Попова [18] и Ю. К. Попова [20, 21].

Наши материалы по этому вопросу состоят из экскрементов (2545 шт.), остатков пищи (50 данных) и содержимого пищеварительного тракта 100 особей. Экскременты собирались нами ежемесячно в одних и тех же точках: из „уборных“, у нор, лежек и в местах кормежки зверей. Для изучения сезонности кормов и избирательной способности зверя проводилось исследование кормовой базы в участках более или менее постоянного обитания. Кормовая база изучалась путем установления сроков появления и исчезновения отдельных кормов и путем учетов численности животных, служащих пищей енотовидной собаке. В дополнение к полевым исследованиям были проведены некоторые экспериментальные работы с животными, содержащимися в вольере.

Исследование экскрементов проводилось следующим методом. Каждое данное размачивалось и разбиралось в мокром виде; непереваренные остатки пищи — шерсть, зубы, семена, хитиновые остатки насекомых и пр. — выкладывались на бумагу, просушивались и определялись вторично, более детально; результаты исследований заносились на отдельные карточки.

Общее представление о питании енотовидной собаки в ТАССР дает таблица 6, в которой объединены все наши материалы по питанию этого животного.

Таблица 6

| Группы пищи | % встреч к общему числу данных (2694) |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| Млекопитающие | 76,1 |
| Насекомоядные | 1,1 |
| Грызуны | 74,4 |
| Птицы | 7,9 |
| Пресмыкающиеся | 2,9 |
| Земноводные | 12,8 |
| Рыба | 1,9 |
| Моллюски | 1,4 |
| Насекомые | 52,0 |
| Растительная пища | 24,4 |
| Падаль | 4,8 |
| Фекалии | 21,5 |
| Примеси | 14,1 |

По характеру питания енотовидную собаку можно считать всеядной.

Переходим к характеристике отдельных групп пищи. **Насекомоядные.** Из этого отряда нами встречены: еж (*Erioprasus eurgoraicus* L.) 17 раз (0,6% от общего числа данных), один раз (0,04%) крот (*Talpa eurgoraica* L.) и 12 раз (0,45%) землеройки из рода *Sorex*. Мы видим, что насекомоядные в питании енотовидной собаки не имеют сколько-нибудь существенного значения.

Грызуны обнаружены в 1891 случае (74,4%) и, несомненно, являются одной из основных групп пищи. Наиболее часто встречены мышевидные грызуны — 1782 встречи (69,5%); из них преобладают полевки — 1245 встреч (46,2%), а из последних водяная полевка (*Arvicola terrestris* L.) — 266 встреч (10,0%), обыкновенная полевка

(*Microtus arvalis* Pall.) — 488 встреч (18,9%), рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus* Schreb.) — 384 встречи (14,3%). Мыши встречаются значительно реже — 120 встреч (4,8%), что можно объяснить их меньшей доступностью для такого малоподвижного зверя, как енотовидная собака. В частности, нами встречены: лесная мышь (*Apodemus silvaticus* L.) — 10 раз (0,3%) и рыжегорлая мышь (*Apodemus flavicollis* Melchior) — 6 раз (0,2%). Другие виды грызунов встречаются значительно реже; остатки зайцев (*Leporidae*) найдены в 34 экскрементах, зайчат — только 3 раза; из сусликов встречен рыжеватый (*Citellus major* Pall.) 10 раз (0,4%) и один раз (0,04%) — мышовка (*Sicista betulina* Pall.).

Птицы попадают в пищу енотовидной собаке сравнительно редко (196 встреч — 7,9%). Крупные птицы встречены 15 раз (0,56%), из них 3 встречи (0,13%) падают на уток, две (0,08%) на грача, пять (0,2%) на сороку, три (0,12%) на сойку, одна на ворону (0,04%) и одна (0,04%) на чайку обыкновенную. Несколько чаще встречаются остатки мелких воробьиных птиц (128 встреч — 5,34%). Из них найдены: овсянка обыкновенная — 3 раза (0,12%), поползень — 2 раза (0,08%), 10 раз (0,4%) встречены остатки яиц. К сожалению, определить вид птицы в большинстве случаев не представлялось возможным, поскольку в экскрементах хорошо сохраняется лишь очин пера и лучи первого порядка. Наши полевые наблюдения за енотовидными собаками, небольшое количество птиц, встреченных в их питании, и, в особенности, видовой состав птиц, найденных в экскрементах, позволяют утверждать, что этот вид пищи является второстепенным и поедается чаще как падаль или остатки от стола других хищников.

Пресмыкающиеся в питании енотовидной собаки встретились нам всего 73 раза (2,9%). Чаще всего эти были змеи (63 встречи — 2,6%), что, видимо, связано с некоторой легкостью их добычания. К сожалению, по небольшому числу брюшных щитков определить вид было невозможно, однако в основном можно предположить ужей, часто встречающихся в пойме. Ящерица (*Lacerta agilis* L.) встречена всего 9 раз (0,36%).

Земноводные. Все встречи земноводных состояли из лягушек, добычание которых не составляет для енотовидной собаки большого труда. Нужно отметить, что указанное в таблице 6 число встреч земноводных ниже фактической цифры их поедания, так как молодые лягушата перевариваются в пищеварительном тракте енотовидных собак весьма быстро и без определимого остатка.

Рыба. При разборе экскрементов нами отмечено лишь 49 встреч остатков рыбы (1,9%); в основном это была, видимо, рыба, задохшаяся в период зимних заморозов в озерах и выброшенная на берег после стаивания льда, а также мелкая рыбешка, которую енотовидная собака вылавливает летом в пересыхающих мелких водоемах. Встречены: окунь (*Perca fluviatilis* L.) — 1 раз (0,04%), щука (*Esox lucius* L.) — 4 раза (0,16%), малек (Sp.) — 31 раз (1,37%).

Моллюски встречаются в питании редко (33 встречи — 1,4%), несмотря на их доступность и наличие в довольно больших количествах в летних стадах обитания енотовидной собаки. В видовом отношении это были двустворчатые (*Anadonta*) — 4 (0,16%), прудовики (*Limnaea*) — 5 (0,20%), катушки (*Planorbis*) — 1 (0,04%), лужанки (*Viviparus*) — 1 (0,04%).

Насекомые. Наиболее часто поедаются навозники (31,1% от числа исследованных данных), хрущи (13,5%), их личинки (5,3%) и жуки (7,0%). В некоторые периоды эти насекомые составляют основу питания енотовидной собаки, остальные встречаются еди-

нично. Звери добывают хрущей на поверхности, а также раскапывая подстилку и верхний слой почвы, а навозников — из фекалий с/х животных.

При исследовании питания енотовидных собак мы не встречали в пищеварительных трактах и экскрементах остатков беспозвоночных животных, не имеющих непереваримых частей (раковин, хитиновых оболочек и т. п.). Но наши наблюдения в Казанском зоопарке и в Бирюлинском зверосовхозе (1932—1933 гг.) показали, что енотовидные собаки охотно поедают слизней (*Agion*), дождевых червей (*Lumbricus terrestris* L.) и др. Надо полагать, что в питании последних они играют определенную роль, но не были обнаружены нами, так как очень быстро перевариваются, не оставляя никаких следов в экскрементах, являвшихся основным нашим материалом для характеристики питания.

Растительная пища. Характерной особенностью питания енотовидной собаки является поедание значительного количества растительной пищи, которая осенью и в начале зимы становится одной из основных групп пищи.

Падаль поедается: поздней осенью, зимой и ранней весной. В основном встречены остатки домашних животных (117 встреч — 4,3%), из которых 78 (3,5%) падает на копытных и 4 (0,14%) — на домашних птиц (курицу). Падаль собирается енотовидной собакой на скотомогильниках и свалках около населенных пунктов. В 10 экскрементах встречена шерсть лося (0,35%).

Фекалии. В экскрементах енотовидных собак, кроме остатков полноценных кормов, довольно часто встречались остатки каловых масс с/х животных и человека — обычно в „голодное время“ зимой. 482 раза (18,2%) обнаружены фекалии лошадей и коров и 44 раза (1,6%) — фекалии человека.

Примеси. Как в экскрементах, так и при вскрытии пищеварительных трактов енотовидной собаки мы очень часто находили разные примеси: обрывки вегетативных частей растений, хвою, солому, тряпочки и пр., которые захватываются животными попутно при поедании тех или других кормов. Весной, в период линьки, в экскрементах встречаются волоски собственной шерсти. Летом и осенью довольно часто и в значительном количестве (189 встреч — 7,0%) обнаруживаются вегетативные части диких злаков и осок, имеющие вид травянистых пробок; есть основание полагать, что они поедаются животными специально как механическое глистогонное средство.

В зависимости от сезона года состав пищи енотовидных собак существенно изменяется. На основании учетных работ и наблюдений за наличием и доступностью различных кормов в разные времена года, мы попытались графически изобразить изменение наличия и возможности добычи основных кормов по месяцам (рис. 11). Анализируя данные по питанию по месяцам в течение года (рис. 12) и данные по сезонам года (табл. 7), мы видим, что они полностью согласуются с материалами по доступности корма. Так, зимой мышевидные грызуны встречаются в питании в это время реже, чем весной и осенью, хотя и являются в этот период почти единственным полноценным кормом. Весной мышевидные грызуны, выгоняемые талыми водами из нор, становятся наиболее доступными и встречаются в питании особенно часто. Летом охота за мышевидными затрудняется развитой растительностью, а в природе имеется много других полноценных кормов, поэтому грызуны встречаются в питании реже. Осенью уменьшается видовое разнообразие пищи, но увеличивается численность мышевидных грызунов, концентрирую-

щихся в кучах соломы, ометах и т. п. местах, что облегчает их добывание.

| Группы кормов | Зима | | | | Весна | | Лето | | | Осень | | |
|--------------------|---------------------------------------|---|----|-----|-------|---|------|-----|------|-------|---|----|
| | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI |
| Насекомоядные | [Графическое изображение доступности] | | | | | | | | | | | |
| Мышевидные грызуны | [Графическое изображение доступности] | | | | | | | | | | | |
| Птицы | [Графическое изображение доступности] | | | | | | | | | | | |
| Пресмыкающиеся | [Графическое изображение доступности] | | | | | | | | | | | |
| Земноводные | [Графическое изображение доступности] | | | | | | | | | | | |
| Рыбы | [Графическое изображение доступности] | | | | | | | | | | | |
| Моллюски | [Графическое изображение доступности] | | | | | | | | | | | |
| Насекомые | [Графическое изображение доступности] | | | | | | | | | | | |
| Растительная пища | [Графическое изображение доступности] | | | | | | | | | | | |

Рис. 11. Схема доступности различных групп кормов для енотовидных собак по сезонам года.

Зима. Специфической особенностью питания енотовидных собак в зимний период является частое (78,9%) и в значительных количествах поедание фекалий с/х животных и человека, а также почти полное отсутствие в рационе пресмыкающихся, земноводных, моллюсков и лишь случайное поедание насекомых.

Весна. Основой весеннего питания енотовидных собак являются мышевидные грызуны, особенно в период бурного таяния снега. К концу апреля появляются земноводные и становятся одним из основных кормов. В мае, в период массового размножения навозников и лета майских хрущей енотовидные собаки питаются ими. В это время экскременты почти исключительно состоят из хитиновых остатков этих насекомых: мы находили до 45 остатков майских хрущей в одном экскремента; число навозников в одном данном не превышало 25 штук.

Лето. Летом кормовая база наиболее обильна. В этот период особенно много животных кормов, которые и становятся основой питания енотовидных собак. На лето они оставляют свои выводковые убежища и особенно охотно живут с молодняком в пойме или по берегам болот, расположенных на материковой террасе, поэтому и в питании у них начинают чаще встречаться моллюски и рыба. Значение мышевидных грызунов в рационе в это время падает; учащаются встречи растительной пищи — ягод (ежевика, спаржи, ландыша).

Осень. Начало осени является для енотовидной собаки самым благоприятным временем: к обилию животных кормов добавляются растительные — желуди, семена культурных злаков; увеличивается численность мышевидных грызунов, и этот излюбленный вид корма начинает встречаться в питании чаще, чем летом. С наступлением похолодания постепенно исчезают насекомые, земноводные, пресмыкающиеся, моллюски, и питание енотовидной собаки несколько изменяется — чаще поедаются растительные корма. В период сильных

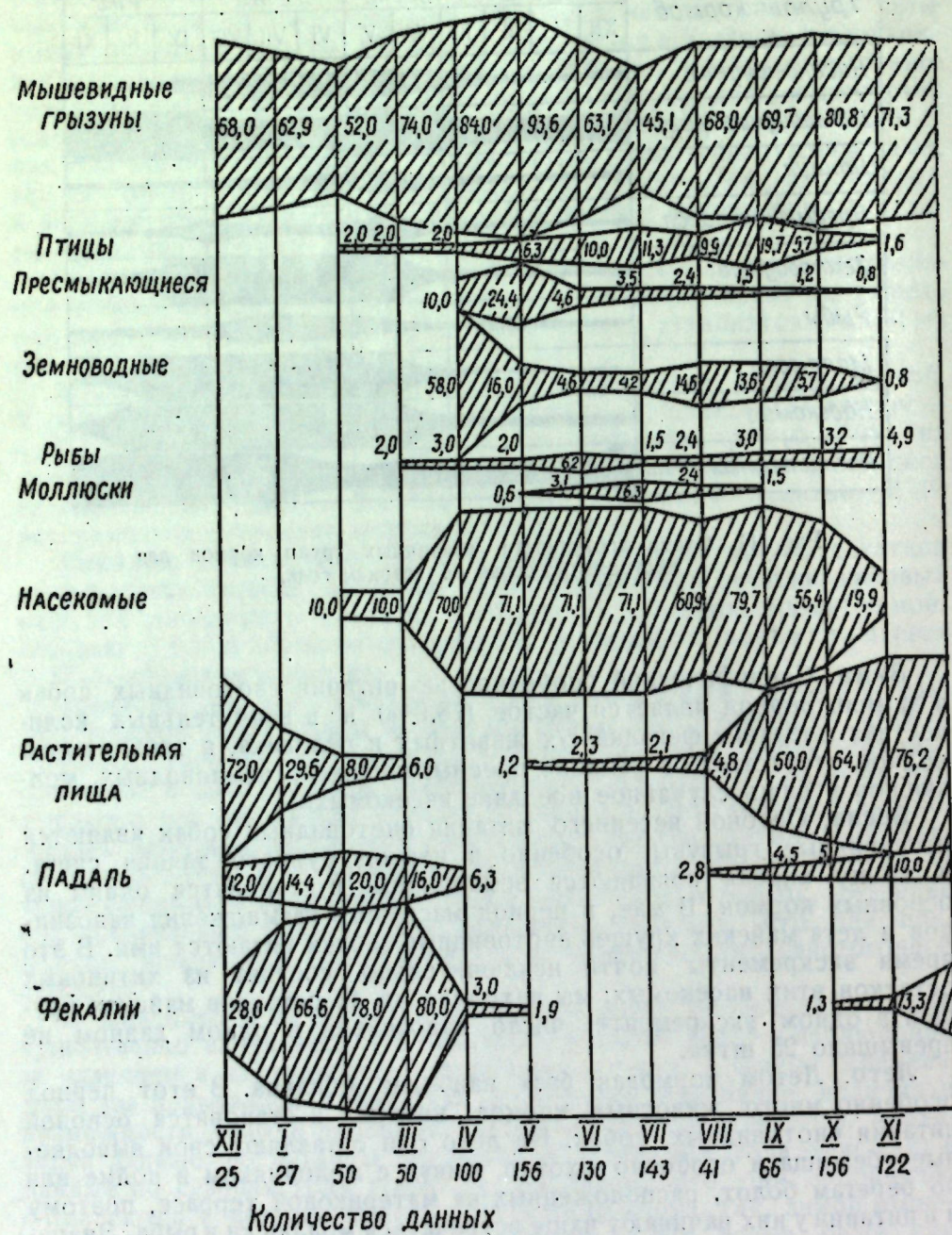


Рис. 12. Питание енотовидных собак по месяцам в течение года (с декабря 1949 г. по ноябрь 1950 г.) в Саралинском лесничестве.

| Группы кормов | Данные в % от общего кол-ва встреч | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| | зима XII, I, II, III — 512 данных | весна IV, V — 742 данных | лето VI, VII, VIII — 456 данных | осень IX, X, XI — 700 данных |
| Насекомоядные | 2,7 | 1,4 | 0,7 | — |
| Грызуны | 65,1 | 81,7 | 54,1 | 69,2 |
| Мышевидные | 65,1 | 81,4 | 52,4 | 69,1 |
| Птицы | 3,2 | 5,3 | 14,2 | 5,0 |
| Яйца | — | 0,2 | 1,0 | — |
| Пресмыкающиеся | — | 7,2 | 3,2 | 0,3 |
| Земноводные | — | 24,2 | 14,7 | 4,6 |
| Рыба | 1,1 | 0,6 | 6,2 | 1,5 |
| Моллюски | — | 0,7 | 5,2 | 0,6 |
| Насекомые | — | 68,5 | 73,5 | 43,6 |
| Жуелицы | — | 11,4 | 19,7 | 1,4 |
| Хрущи | — | 27,3 | 13,7 | — |
| Личинки хрущей | — | 2,2 | 1,0 | 12,2 |
| Навозники | 1,1 | 45,8 | 27,7 | 26,9 |
| Растительная пища | 24,9 | 1,4 | 5,5 | 73,4 |
| Желуди | 14,8 | 0,7 | — | 14,2 |
| Семена культурных злаков | 10,6 | 0,4 | — | 56,1 |
| Ягоды | 0,5 | — | 2,5 | 10,2 |
| Падаль | 7,7 | 1,6 | 1,5 | 7,5 |
| Фекалии | 78,9 | 3,1 | 0,2 | 5,3 |
| Вегетативные части злаков и осоки | 5,3 | 5,5 | 16,2 | 6,4 |

дождей (как это было в октябре и второй декаде ноября 1950 г.) в питании енотовидной собаки мы часто обнаруживали личинки хрущей 2-го и 3-го возраста, в то время как в довольно засушливую осень 1949 г. остатков их в экскрементах мы не находили. То, что основу осеннего питания составляют растительные корма, является, по нашему мнению, очень характерным для енотовидной собаки.

Таблица 8

| Сезоны года | Лето | | Осень | | Суммарно за год | |
|---|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | 1949 г. 77 данных | 1950 г. 296 данных | 1949 г. 175 данных | 1950 г. 331 данных | 1949 г. 452 данных | 1950 г. 1024 данных |
| Группы пищи | | | | | | |
| Мышевидные грызуны | 33,8 | 62,2 | 64,7 | 77,0 | 59,3 | 76,0 |
| Земноводные | 32,5 | 10,1 | 4,6 | 4,3 | 14,1 | 6,5 |
| Насекомые | 85,7 | 76,0 | 48,8 | 43,8 | 56,0 | 53,4 |
| Растительная пища | 20,9 | 2,0 | 85,1 | 67,4 | 40,3 | 28,6 |
| Фекалии | 1,3 | — | 17,7 | 0,9 | 28,9 | 13,7 |
| Кол-во пойманных мышевидных грызунов на 100 сутко-ловушек | 8,3 | 20,4 | 13,7 | 27,8 | 10,0 | 20,1 |

¹ Март месяц включен в зимний период потому, что условия питания в это время не отличаются от зимних и резко отличны от весенних.

Наши наблюдения за кормовой базой этих животных (табл. 8) показали, что в 1949 г. при малой численности мышевидных грызунов в питании енотовидных собак чаще, чем в 1950 г., встречались земноводные, насекомые, растительная пища и фекалии.

В целях выяснения особенностей питания зверей, обитающих в различных стациональных условиях, мы обработали отдельно материалы по питанию, собранные у нор в двух различных участках района стационарных наблюдений, а именно: у нор № 1, 2, 3, 4, 9, 10 и 11, расположенных в лесных оврагах по южному склону горы, обращенному к пойме р. Волги (рис. 3), и у нор № 5 и 7 в разветвлениях мелких лесных оврагов на северном краю леса (рис. 3). Звери с первого участка кормились в лесу и в пойме, звери со второго — в лиственном лесу с примыкающим к нему болотом и в полях. В таблице 9 приводим данные по питанию зверей на этих двух участках по сезонам за 1949 и 1950 гг. в процентах к общему числу данных.

Таблица 9

| Группы и виды пищи | Зима | | Весна | | Лето | | Осень | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | XII, I, II, III | | IV, V | | VI, VII, VIII | | IX, X, XI | |
| | участки | | участки | | участки | | участки | |
| | 1-й 35 дан- ных | 2-й 120 дан- ных | 1-й 33 дан- ных | 2-й 192 дан- ных | 1-й 200 дан- ных | 2-й 93 дан- ных | 1-й 116 дан- ных | 2-й 203 дан- ных |
| Мышевидные | 51,4 | 78,3 | 78,8 | 98,3 | 41,5 | 86,0 | 73,3 | 79,3 |
| Птицы | — | 2,5 | — | 10,4 | 10,5 | 8,6 | 5,2 | 6,4 |
| Пресмыкающиеся | — | — | 9,1 | 18,7 | 5,0 | 1,1 | — | 1,0 |
| Земноводные | — | 0,83 | 3,03 | 10,4 | 14,5 | 1,1 | 0,86 | 6,4 |
| Рыба | — | — | — | — | 4,5 | — | 4,3 | 1,0 |
| Моллюски | — | — | — | 1,6 | 3,5 | 7,5 | — | 0,5 |
| Насекомые | 8,6 | 10,0 | 42,4 | 75,5 | 75,5 | 78,5 | 28,4 | 52,7 |
| Растительная пища | 42,8 | 34,2 | 3 | 2,1 | 2,5 | — | 80,2 | 60,1 |
| Желуди | 34,3 | 17,5 | — | 1,6 | — | — | 16,4 | 5,4 |
| Семена культурных злаков | — | 19,2 | 3 | 0,5 | — | — | 63,8 | 51,7 |
| Ягоды | — | — | — | — | 2,5 | — | 14,6 | 4,4 |
| Падаль | — | 10,0 | — | 0,5 | — | 1,07 | 3,5 | 6,4 |
| Фекалии | 94,3 | 76,7 | — | 2,1 | — | — | — | 1,5 |

Данные таблицы показывают, что в одной и той же географической точке, но в разных стациональных условиях питание енотовидных собак различно: в питании зверей, обитающих на втором участке, во все сезоны года мышевидные грызуны встречаются значительно чаще, чем в питании зверей первого участка. Это можно объяснить наличием на втором участке почти постоянной высокой численности мышевидных, тогда как на первом высокие паводки сильно снижают их численность. Растительная пища — желуди и ягоды у зверей, обитающих в первом участке, встречаются в рационе чаще, чем у обитающих во втором.

Считаем необходимым привести также имеющиеся у нас материалы по питанию енотовидных собак, обитающих в различных стациональных условиях в разных точках Татарии. Материалы по питанию в Высокогорском районе собраны у норы в овраге, поросшем молодым липово-дубовым лесом. Район деятельности зверей, обитающих в этой норе, охватывает овраги, поросшие кустарником, поля, засеянные с/х культурами, и молодой липово-дубовый лес.

В Теньковском районе материал собран у норы на склоне оврага, поросшего дубово-липовым лесом и окруженного полями, на правом

берегу Волги; по дну оврага протекает ручеек. В Лаишевском районе материал собирался в трех точках: 1) в Саралинском лесу; 2) на Мансуровском острове, в значительной степени заросшем дубово-липово-осокоревым лесом и окруженным поймой, от которой отделяется небольшим протоком — Старой Камой, летом местами пересыхающим; 3) в Лаишевском лесу на правом берегу Камы; лес перестойный липово-дубовый с примесью осины и клена; окруженный полями колхозов; среди леса много болот и небольших овражков. Полученные в указанных пяти точках данные по питанию приводим в таблице 10 (в процентном отношении к общему числу).

Таблица 10

| Группы и виды пищи | Весна 1950 г. | | | | Осень 1950 г. | | |
|----------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| | Лаишевск. р-н | | Высокогорск. район, 26 данных | Теньковский район, 71 данных | Лаишевск. р-н | | Высокогорский район, 74 данных |
| | Саралинск. лес, 225 данных | Мансуровск. остров, 102 данных | | | Саралинск. лес, 319 дан- ных | Лаишевский лес, 51 данных | |
| Мышевидные | 95,5 | 66,1 | 80,8 | 100,0 | 77,1 | 38,0 | 39,2 |
| Птицы | 8,9 | 2,3 | — | 4,2 | 5,9 | 2,0 | — |
| Пресмыкающиеся | 17,3 | 10,7 | — | — | 0,6 | — | — |
| Земноводные | 9,3 | 62,5 | 30,8 | 1,4 | 4,4 | — | — |
| Рыба | — | 0,9 | — | — | 2,2 | — | — |
| Моллюски | 1,3 | — | — | — | 0,3 | — | — |
| Насекомые | 70,6 | 71,8 | 80,8 | 11,3 | 43,9 | 38,0 | 68,9 |
| Растительная пища | 2,2 | 2,7 | — | — | 67,7 | 88,0 | 72,9 |
| Желуди | 1,3 | 2,7 | — | — | 12,5 | 54,0 | 6,7 |
| Семена культ. злаков | 0,9 | — | — | — | 56,1 | 52,0 | 71,6 |
| Ягоды | — | — | — | — | 8,2 | 2,0 | — |
| Падаль | 0,4 | — | 11,5 | — | 5,3 | 28,0 | 18,9 |
| Фекалии | 1,8 | — | — | — | 0,9 | — | — |

В Высокогорском и Теньковском р-нах и в Лаишевском лесу, где нет пойменных участков, набор кормов весной значительно беднее, чем в Саралинском лесу: редко встречаются в питании пресмыкающиеся, земноводные и моллюски; на Мансуровском острове, наоборот, они обнаружены часто. Однако везде основной группой пищи являются мышевидные грызуны. Осенью, при обилии и разнообразии кормов, питание енотовидных собак в разных местах более сходно, чем в другие времена года; однако и в осеннем кормовом рационе есть свои особенности. Так, например, в Лаишевском спелом дубово-липовом лесу осенью 1950 г. был большой урожай желудей, которые часто обнаруживались в питании зверей; а в Саралинском лесу отмечалась большая численность мышевидных, естественно, доминировавших в питании. Изложенное выше показывает, что питание енотовидной собаки в основном зависит от стадий обитания, обуславливающих наличие того или иного вида пищи, и говорит о большой экологической пластичности зверя и его неприхотливости в выборе корма.

При обилии разнообразных кормов енотовидная собака поедает в первую очередь излюбленные, хотя, может быть, и менее доступные ей; при сокращении кормовой базы и недостатке пищи доступность кормов играет основную роль. В таблице 11 мы приводим сравнение питания зверя в наиболее богатый кормами период — август месяц и в наиболее голодный — зимнее время.

Таблица 11

| Группы и виды пищи | Август 1950 г. 41 данное | | Зима 1949/50 г. 172 данных | |
|--------------------|-----------------------------|------|-------------------------------|------|
| | кол-во | % | кол-во | % |
| Мышевидные | 28 | 68,0 | 121 | 70,3 |
| Птицы | 4 | 9,9 | 4 | 2,6 |
| Земноводные | 6 | 14,6 | 1 | 0,6 |
| Рыба | 1 | 2,4 | — | — |
| Моллюски | 1 | 2,4 | — | — |
| Насекомые | 25 | 60,9 | 19 | 11,1 |
| Растительная пища | 2 | 4,8 | 58 | 33,7 |
| Падаль | 3 | 7,3 | 2 | 1,1 |
| Фекалии | — | — | 140 | 81,4 |

В августе в больших количествах встречаются земноводные, насекомые, моллюски, растительная пища и пр., однако в питании енотовидной собаки мышевидные грызуны встречаются чаще, чем другие виды пищи, хотя добывать их такому не особенно ловкому хищнику труднее; отсюда можно сделать вывод, что мышевидные грызуны являются его излюбленной пищей. Зимой в питании чаще встречаются фекалии — малопитательный и очень неохотно поедаемый, но зато легкодоступный корм. Для выяснения предпочтительности мы провели опыты по скормливанню различных кормов паре енотовидных собак, добытых в конце октября 1950 г. и содержавшихся в вольере. Перед постановкой опыта они кормились досыта. 23/X 1950 г. в 15 час. зверям было дано: 10 рыжих полевых, 10 лесных мышей, 10 желтогорлых мышей, 1 сорока, 1 галка, 10 озерных лягушек, 30 шт. двустворчатых моллюсков — из них 15 анадонт с целой раковиной и 15 перловиц с разбитой раковиной; из растительной пищи: 200 г желудей, по 500 г гороха и пшеницы, 300 г овса и 150 г шиповника; кроме того, даны фекалии коровы и лошади с остатками овса и без его остатков. Наблюдения за поеданием велись до 11/XI 1950 г. Осмотр вольеры и взвешивание оставшегося корма проводились до 26/X три раза в сутки — в 8, 16 и 22 час.; с 26/X — два раза: в 8 и 16, а с 28/X — один раз в сутки в 8 час. Оказалось, что в первую очередь поедались мышевидные грызуны (из них раньше полевки), затем лягушки, моллюски с разбитой раковиной (*Unio*), птицы, желуды и моллюски с целой раковиной (*Anadonta*). Когда животные корма в основном были съедены, стал поедаться в малых дозах шиповник. С 27/XI по 30/XI звери, за исключением 10—20 г шиповника в сутки, ничего не ели. Только после четырех дней голодовки они начали поедать семена культурных растений — в первую очередь горох, затем пшеницу и овес. Фекалии до конца опыта оставались нетронутыми. Второй опыт, проведенный для проверки результатов, также показал, что в первую очередь поедаются мышевидные грызуны, затем рыба и лягушки, после них птицы и в последнюю очередь растительная пища — желуды и семена культурных злаков.

Одним из показателей процесса натурализации акклиматизируемых зверей может служить изменение их питания в связи с освоением местной кормовой базы. В результате сравнения материалов по питанию енотовидной собаки, собранных В. И. Тихвинским в первые годы после ее выпуска в Татарии, с нашими оказалось, что за 14—18 лет в питании этих зверей произошло сильное изменение за счет более полного освоения ими местной кормовой базы: почти в 2,5 раза возросло значение в питании мышевидных грызунов, чаще стала встречаться растительная пища, пресмыкающиеся, земноводные, насекомые и рыба.

V. Размножение и рост

Материалами для выяснения размножения енотовидной собаки в Татарии нам служили: результаты вскрытий и просмотра половых органов 30 взрослых самок; полевые наблюдения на стационаре; анкетные данные и результаты опроса охотников; работа на пушной базе по определению полового состава зверей на основании просмотра шкурок. О темпах роста молодых и размерах взрослых мы имеем данные взвешиваний и измерений 16) особей различного пола и возраста. Материал о половом составе популяции в ТАССР приводим в таблице 12, которая показывает, что половое соотношение у енотовидных собак близко 1:1, и ни нами, ни другими авторами не отмечено преимущественной гибели самцов или самок от тех или других причин.

Таблица 12

| | Всего осмотрено | | Из них | | | |
|----------------------------------|-----------------|-----|--------|------|-------|------|
| | к-во | % | самцов | | самок | |
| | | | к-во | % | к-во | % |
| По осмотру шкурок: | | | | | | |
| за сезон 1948/49 г. | 40 | 100 | 18 | 45,0 | 22 | 55,0 |
| " " 1949/50 г. | 139 | 100 | 74 | 53,2 | 65 | 46,8 |
| " " 1950/51 г. | 251 | 100 | 125 | 49,8 | 126 | 50,2 |
| По осмотру и вскрытию зверей: | | | | | | |
| 1949/50 г. | 61 | 100 | 31 | 50,8 | 30 | 49,2 |
| 1950/51 г. | 61 | 100 | 28 | 45,9 | 33 | 54,1 |
| 1951/52 г. | 17 | 100 | 8 | 47,0 | 9 | 53,0 |
| 1953/54 г. | 21 | 100 | 9 | 43,0 | 12 | 57,0 |
| По лицензиям за сезон 1950/51 г. | 233 | 100 | 126 | 56,5 | 107 | 43,5 |
| Всего | 823 | 100 | 419 | 50,9 | 404 | 49,1 |

Наши данные показывают, что соединение в пары у енотовидных собак начинается после распада выводка. В начале октября они уже встречаются парами; так, например, 5/X 1950 г. на лежке в болоте была поймана пара молодых — самец и самка; 15/X 1950 г. во временной норе также была добыта пара зверей — взрослая самка и прибылой самец. Одиночные особи в это время наблюдаются очень редко. Зимой звери тоже чаще встречаются парами. Из 89 зверей, добытых в Лаишевском районе в зиму 1950/51 г., 68 шт. добыто парами и 21 шт. одиночками. Пары были следующего состава: оба зверя взрослые — 12 пар, оба молодые — 17; самка взрослая, а самец молодой — 2, самка молодая, а самец взрослый — 3. Довольно большое количество добытых одиночных особей объясняется, в основном, результатом промысла, когда пары разбиваются охотниками, не сумевшими взять обеих зверей сразу, что наблюдается довольно часто при охоте без собаки, особенно по чернотропу.

Случаи зимовки енотовидных собак семьями в 4—5 штук очень редки — нам известен лишь один случай: охотник д. Р. Саралы, Лаишевского р-на, Я. И. Казанцев в промысловый сезон 1947/48 г. добыл из одной норы 5 зверей, из которых два были взрослыми (самец и самка) и три прибылыми.

Спаривание у енотовидных собак проходит спокойно в пределах сформировавшейся осенью пары. О начале периода размножения можно судить по довольно частым мочеиспусканиям, причем в это

время моча имеет оранжевый цвет. Спаривание начинается примерно через неделю после возобновления весенней активности. На сроки спаривания оказывают значительное влияние погодные условия: при устойчивых морозах и метелях в конце зимы гон начинается несколько позднее, а при тихой и теплой погоде раньше. В 1949 г. при теплом и мягком конце зимы возобновление активности началось в конце февраля, а спаривание происходило в начале марта. В 1950 и 1951 гг., когда февраль был холодный, с метелями, звери стали деятельными в начале марта, а гон наблюдался в середине месяца.

Наши данные показывают, что в Татарии число самок енотовидной собаки, не участвовавших в размножении, очень мало: из 6 взрослых самок, добытых летом, и 19 взрослых самок, добытых зимой 1950/51 г., только три не имели следов размножения (12%). В период беременности самки очень осторожны и редко попадают на глаза. В это время они держатся в районе убежища, где будут щениться, но готовят и занимают его только за несколько дней до щенения; подготовка заключается в расчистке убежищ и смене подстилки.

На высокую плодовитость енотовидной собаки указывает Н. М. Пржевальский [22] и др. Он пишет, что число щенят в 1 помете доходит до 16 штук. В ТАССР таких больших пометов не наблюдалось: чаще всего встречаются выводки из 5—10 молодых, но однажды было зарегистрировано в выводке 13 щенят. В таблице 13 приводим данные о числе щенков в пометах на основании подсчета плацентных пятен в рогах матки и по встречам выводков в мае до выхода щенков из убежищ, когда гибель их еще очень незначительна.

Таблица 13

| | К-во данных | Число щенков в одном выводке | | | | | | | | | | | | | Среднее | |
|---------------------------------|-------------|------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|---------|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | | 14 |
| По плацентным пятнам | 30 | — | — | — | 4 | 1 | 5 | 4 | 8 | 2 | 6 | — | — | — | — | 7,4 |
| По встречам выводков в мае м-це | 16 | — | — | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | — | 1 | — | 3 | 1 | — | 7,3 | |
| Все вместе | 46 | — | — | 2 | 5 | 4 | 8 | 5 | 8 | 3 | 7 | — | 3 | 1 | — | 7,3 |

Почти одинаковое количество щенков в выводке по плацентным пятнам и встречам выводков в мае указывает на малую смертность в эмбриональный и в первые дни постэмбрионального периода. В воспитании молодых принимают участие оба родителя. Из 24 встреч выводков в возрасте до 1,5 месяцев в 16 случаях с выводком были оба родителя и только в 8 — один, по всей вероятности, самка. До оставления щенками убежища — примерно до 1,5-месячного возраста — молодых охраняют оба родителя. Нам известны два случая, когда пара зверей вступала в ожесточенную драку с собакой, не подпуская ее к логовищу, где были маленькие щенки. В Бирюлинском зверосовхозе мы неоднократно наблюдали самок, не допускавших работников, ухаживавших за зверями, к домикам, в которых находились их маленькие щенки. Эти примеры указывают на довольно сильно развитый у енотовидной собаки материнский инстинкт. Но неоднократные встречи одиночных щенков в возрасте 2 месяцев и старше, а также неоднократные поимки подростков щенят, начинающих с июля м-ца временно отделяться от выводка, показывают, что к этому времени инстинкт защиты потомства у самки угасает, хотя щенки еще беспомощны и часто гибнут.

Имеющиеся в литературе сведения о темпе роста щенков енотовидной собаки в природной обстановке очень скудны, поэтому в таблице 14 приводим имеющиеся у нас данные о весе и размерах щенков, добытых в ТАССР, возраст которых был нам известен с точностью до 1 недели.

Таблица 14

| Дата взвешивания | Примерный возраст | Пол | Вес в г | | Дата взвешивания | Примерный возраст | Пол | Вес в г | | |
|------------------|------------------------------|-------|---------|---------------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|---------------------|------|
| | | | В | Длина туловища в мм | | | | В | Длина туловища в мм | |
| 21/V 1949 | 3—4 дня | самка | 110 | 150 | 25/VI 1949 | 7 недель | самка | 950 | — | |
| | • | • | 77 | 145 | | • | • | 980 | — | |
| | • | самец | 92 | 155 | | • | • | 1080 | — | |
| | • | • | 98 | 150 | | • | • | 890 | — | |
| | • | • | 110 | 150 | | • | самец | 1000 | — | |
| 22/V 1949 | 3—4 дня; из помета в 12 штук | самка | 140 | — | 26/VI 1949 | 7 недель | самка | 1020 | 370 | |
| | | • | 125 | — | | | • | • | 970 | — |
| | | самец | 140 | — | | | • | • | 1100 | — |
| | | • | 125 | — | | | • | • | 950 | — |
| | | • | 80 | 148 | | | • | • | 1050 | — |
| 16/VI 1950 | 6 недель | самец | 900 | 330 | 9/VII 1950 | 8 недель | самка | 1290 | 380 | |
| | | • | 900 | 320 | | | 26/VIII 1950 | 13—14 недель | самец | 3000 |
| | | • | 920 | 330 | | | | | | |
| | | • | 760 | 310 | | | | | | |

При сравнении данных таблицы 14 с данными А. Н. Скородумова [24] можно убедиться, что щенки енотовидной собаки развиваются в природных условиях Татарии не хуже, чем при нормальном вольерном содержании. В первое время жизни они быстро прибывают в весе и размерах; с 3-месячного возраста рост несколько замедляется, а вес продолжает интенсивно нарастать, и в возрасте 5,5 месяцев щенки почти достигают размеров взрослых.

Наши данные о встречах выводков в различные месяцы 1949 и 1950 гг. (табл. 15) показывают зависимость величины среднего выводка от времени встреч.

Таблица 15

| Месяцы встреч | Общее число встреч | Число щенков в помете | | | | | | | | | | | | | | Среднее |
|---------------|--------------------|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
| Май | 16 | — | — | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | — | 1 | — | — | 3 | 1 | — | 7,3 |
| Июнь | 8 | — | — | — | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | — | — | — | — | — | — | 5,9 |
| Июль | 8 | — | 2 | 1 | 4 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3,5 |
| Всего | 32 | — | 2 | 3 | 7 | 5 | 5 | 3 | 1 | 1 | 1 | — | 3 | 1 | — | 6,03 |

Таблица показывает, что в мае средний выводок равен 7,3 шт.; в это время щенки не покидают убежищ и охраняются родителями. В июне они начинают выходить из убежищ, вместе с родителями ведут кочевой образ жизни, подвергаются большей опасности и гибнут чаще; поэтому среднее число молодых в выводке уменьшается

до 5,9. В июле подростки щенки временами отделяются от выводки и, будучи беспомощными, гибнут довольно часто. В августе значительно подростки щенки обычно встречаются поодиночке. В сентябре выводки распадаются, а к октябрю прибылые достигают уже размеров взрослых зверей и соединяются в пары.

Накопление жировых отложений у прибылых начинается несколько позднее, чем у взрослых, что связано с интенсивно идущим процессом роста организма. На рис. 13 графически изображено изменение среднего веса зверей по месяцам. Мы видим, что взрослые особи

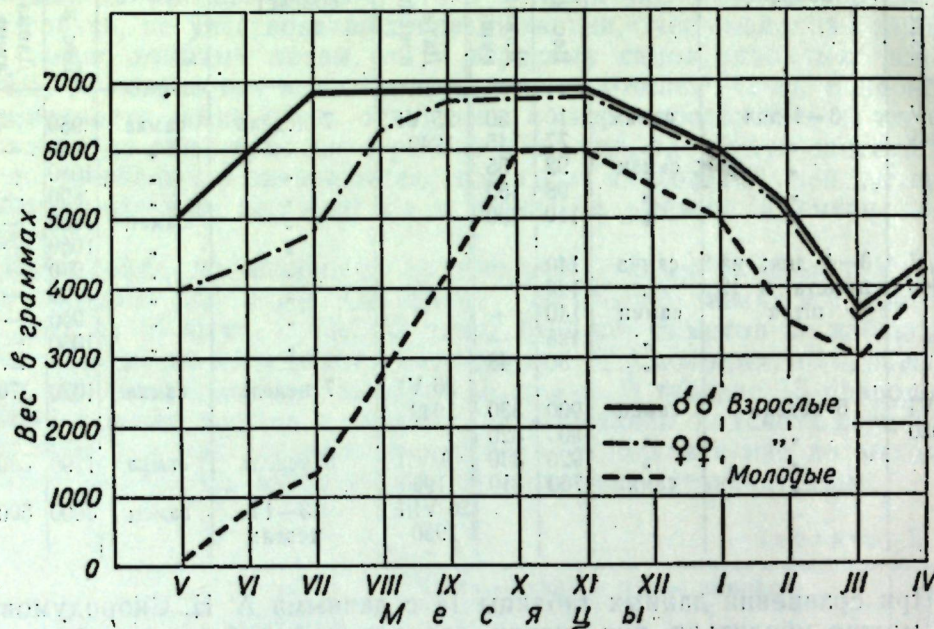


Рис. 13. Изменение веса енотовидных собак в течение года.

за 4 зимних месяца (декабрь, январь, февраль и март) теряют в весе около 4 кг, а прибылые — около 3 кг, что составляет примерно 50—60% их осеннего веса. В марте месяце животные истощены и имеют наименьший вес.

VI. Методика определения возраста и анализ возрастного состава популяции

В настоящее время имеется ряд работ, посвященных определению возраста охотничье-промысловых зверей. Методику определения возраста собак освещают: Н. Н. Бугримов [3], Р. Корневен и А. Лесбер [9] — домашних собак; Н. Д. Григорьев и В. А. Попов [6] — для лисицы; Н. Д. Григорьев и В. А. Попов [7] — для песца; М. М. Геллер [4] — для енотовидной собаки. Все авторы излагают методику, основанную на стирании зубов в связи с возрастом зверя. Таблица, составленная М. М. Геллером [4], нам кажется несколько сложной и не исключающей возможности субъективных ошибок. Мы попытались разработать свою таблицу, положив в основу так же степень стертости зубных поверхностей. С этой целью было обработано 105 черепов зверей, добытых в ТАССР; просмотрены, для сравнения, 8 черепов с точно известным возрастом, полученные из Казанского зоопарка, и коллекционные материалы Зоологического музея МГУ. Зубная система каждого черепа просматривалась с помощью лупы

Таблица 16

| | Резцы (I) | | | | | | Клыки (C) | | Ложнокоренные (PM) | | | | | | | | Коренные (M) | | | | | |
|-----------------|-----------|----|------|----|------|----|-----------|----|--------------------|----|-----|----|-----|----|------|----|--------------|----|------|----|-----|----|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | 2 | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 1 | | 2 | | 3 | |
| | I | II | I | II | I | II | | | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| Верхняя челюсть | 45,2 | 6 | 35,5 | 8 | 12,9 | 12 | 8,1 | 14 | 1,6 | 16 | 1,6 | 16 | 6,4 | 15 | 19,3 | 10 | 46,0 | 5 | 23,6 | 9 | — | — |
| Нижняя челюсть | 93,4 | 1 | 96,8 | 2 | 58,1 | 4 | 14,5 | 11 | 1,6 | 16 | 1,6 | 16 | 1,6 | 16 | 14,5 | 11 | 87,1 | 3 | 38,7 | 7 | 9,7 | 13 |

Примечание: I — количество зубов, затронутых стиранием, в процентах к общему количеству зубов данного типа.

II — цифра, характеризующая очередность стирания зубов: так, первыми стираются зацепы нижней челюсти, вторыми — серединные, далее — первый коренной нижней челюсти и т. д.

и для каждого зуба проводилась оценка стертости по 4-балльной системе. Все данные заносились на отдельные карточки. Приняв за основу методику, разработанную для определения возраста лисиц, мы сосредоточили внимание на выяснении последовательности стирания зубов. В результате нами была составлена таблица 16, показывающая последовательность стирания зубов у енотовидной собаки. Затем подсчитывалась сумма произведений от перемножения оценки степени стертости каждого зуба в баллах на очередность его стирания; эта сумма является показателем стертости зубов всего черепа в целом. По этим показателям построен график (рис. 14). Каждая из вершин на графике соответствует определенному возрасту: первая включает 60 черепов (57,2% всего количества исследованных) и состоит из черепов I возраста или прибылых особей 7—10 месяцев; вторая вершина включает 20 черепов взрослых особей в возрасте 1 года 7—10 месяцев; третья включает 12 черепов III возраста, что соответствует 2 годам 7—10 месяцев; четвертая — 7 черепов животных в возрасте 3 лет 7—10 месяцев; пятая — 4 черепа зверей в возрасте 4 лет 7—10 месяцев; кроме этого имелось еще два черепа с сильно стертymi зубами, принадлежавших, как мы считаем, животным старше 5 лет. Проанализировав черепа каждой возрастной группы, мы составили таблицу для определения возраста енотовидной собаки.

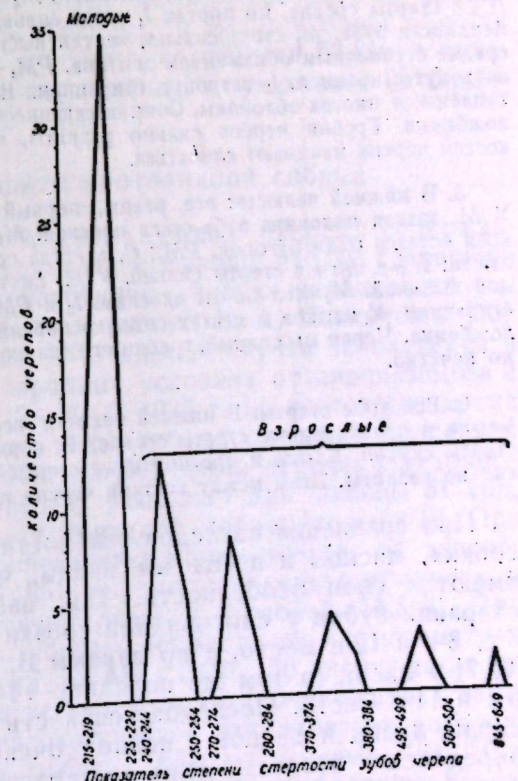


Рис. 14. Структура возрастного состава популяции енотовидных собак за 4 промысловых сезона (с 1948 по 1952 гг.) по показателю стертости зубов (105 данных).

ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ЕНОТОВИДНЫХ СОБАК
ПО СТЕПЕНИ СТЕРТОСТИ ЗУБОВ

I возраст — 7—10 месяцев.

1. В нижней челюсти: зацепы, срединные, первый коренной и окрайки затронуты стиранием. В верхней челюсти затронут стиранием первый коренной зуб (M_1). Зубы молочного цвета, блестящие. Трилистники резцов верхней челюсти и черепные швы хорошо видны.

II возраст — 1 год 7—10 месяцев.

2. В нижней челюсти: зацепы и срединные ($I_{1 \text{ и } 2}$) стерты средне, часто до обнажения дентина. Окрайки (I_3), первый и второй коренные ($M_1 \text{ и } 2$) затронуты стиранием. Бугры $M_1 \text{ и } 2$ притуплены; при проведении по ним боковой стороной графита карандаша остается широкая полоска. В верхней челюсти: $I_{1 \text{ и } 2}$ и M_1 затронуты стиранием. Трилистники у $I_{1 \text{ и } 2}$ немного подтерты. Зубы белые. Сагиттальный гребень черепа хорошо развит.

III возраст — 2 года 7—10 месяцев.

3. В нижней челюсти: $I_{1 \text{ и } 2}$ стерты средне до дентина. M_1 стерт средне, эмаль стерта в отдельных местах, и дентин выступает в виде отдельных точек. I_3 и M_2 затронуты стиранием и изредка стерты средне. В верхней челюсти: $I_{1 \text{ и } 2}$ затронуты стиранием, иногда I_1 стерт средне, и тогда дентин виден с внутренней стороны резца. Трилистники стерты, M_1 стерт средне, до точечного обнажения дентина; PM_4 и M_2 затронуты стиранием. На соприкасающихся поверхностях клыков (C) заметна подтертость в виде небольшой ложбинки. Гребни черепа сильно развиты, часто с небольшими наростами. Швы костей черепа хорошо срослись, но еще хорошо заметны.

IV возраст — 3 года 7—10 месяцев.

4. В нижней челюсти: $I_{1 \text{ и } 2}$ стерты сильно. Дентин хорошо виден, зубы укорочены. M_1 стерт сильно, дентин выступает в виде полосок и пятен. I_3 и M_2 стерты средне с точечным обнажением дентина. PM_4 затронут стиранием. В верхней челюсти: $I_{1 \text{ и } 2}$ стерты средне, но иногда I_1 стерт сильно. Дентин обнажен с внутренней поверхности зуба. M_1 стерт сильно, дентин выступает в виде полосок и пятен. M_2 стерт средне с точечным обнажением дентина. PM_4 стерт средне в 50% и в 50% только затронут стиранием. I_3 затронут стиранием. Вершины клыков обеих челюстей притуплены, а иногда обломаны. Соприкасающиеся их стороны имеют подтертость в виде ложбинки. Гребни черепа сильно развиты, часто с небольшими наростами. Швы костей черепа начинают сливаться.

V возраст — 4 года 7—10 месяцев.

5. В нижней челюсти: все резцы, первый и второй коренные стерты сильно. У M_1 задняя половина зуба стала плоской. M_2 стал плоским, только у внутреннего края остался один бугорок. PM_4 , C , а когда есть M_3 стерты средне. В верхней челюсти: $I_{1 \text{ и } 2}$, M_1 и 2 стерты сильно. У M_1 внутренний угол зуба стал с ложкообразной выемкой. M_2 стал почти плоским. I_3 и PM_4 стерты средне. C и PM_3 затронуты стиранием. У клыков в местах соприкосновения друг с другом имеется неглубокая ложбинка. Череп массивный, гребни его сильно развиты. Швы костей черепа заметны, но нечетко.

VI возраст — старше 5 лет.

6. Все зубы стерты. В нижней челюсти все резцы и коренные стерты сильно. Клыки и предкоренные стерты средне. В верхней челюсти все резцы и коренные стерты сильно. Клыки и предкоренные стерты средне. Череп массивный. Гребни его сильно развиты. Швы между костями черепа плохо заметны.

При сравнении последовательности стирания зубов у енотовидной собаки, лисицы и песца мы видим, что у каждого из этих видов имеются свои особенности. Так, например, в шкале очередности стирания зубов у енотовидной собаки в верхней челюсти занимают 6-е, 8-е и 12-е место, а по данным В. А. Попова и Н. Д. Григорьева [6, 7] у лисиц (в том же порядке) — 4-е, 8-е и 16-е, а у песцов — 1-е, 5-е и 11-е место. Последовательность стирания зубов у енотовидных собак, лисиц и песцов с полной очевидностью показывает, что для определения возраста даже систематически близких видов не может быть разработана единая схема — для каждого вида должна разрабатываться специальная, основанная на показателях стираемости зубов. Интересно отметить, что у некоторых енотовидных собак одной из аномалий в зубной системе является отсутствие третьего коренного зуба нижней челюсти: у 15,4% просмотренных нами черепов этот зуб отсутствовал.

Наши наблюдения показывают, что промыслом охватываются в равной степени как прибылые, так и взрослые особи енотовидных

собак. Поэтому мы считаем возможным проводить анализ возрастного состава популяции на основании исследования черепов животных, добытых за промысловый период. Пользуясь таблицей для определения возраста, мы попытались проанализировать возрастной состав популяции зверя; полученные результаты приводим в таблице 17.

Таблица 17

| Промысловый период | Исследовано черепов | | Из них | | | | | | Из числа взрослых по возрастам | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|-----|----------|------|----------|------|------------|------|--------------------------------|------|------------|------|-----------|------|------------|-----|
| | | | прибылых | | взрослых | | II возраст | | III возраст | | IV возраст | | V возраст | | VI возраст | |
| | к-во | % | к-во | % | к-во | % | к-во | % | к-во | % | к-во | % | к-во | % | к-во | % |
| 1948/49 г. | 6 | 100 | 3 | 50,0 | 3 | 50,0 | 2 | 33,3 | — | — | — | — | 1 | 16,7 | — | — |
| 1949/50 г. | 19 | 100 | 10 | 52,6 | 9 | 47,4 | 5 | 26,4 | 2 | 10,5 | — | — | 2 | 10,5 | — | — |
| 1950/51 г. | 40 | 100 | 24 | 60,0 | 16 | 40,0 | 6 | 15,0 | 5 | 12,5 | 4 | 10,0 | — | — | 1 | 2,5 |
| 1951/52 г. | 40 | 100 | 23 | 57,5 | 17 | 42,5 | 7 | 17,5 | 5 | 12,5 | 3 | 7,5 | 1 | 2,5 | 1 | 2,5 |
| Всего | 105 | 100 | 60 | 57,2 | 45 | 42,8 | 20 | 19,0 | 12 | 11,3 | 7 | 6,7 | 4 | 3,9 | 2 | 1,9 |

Объединенные данные за 4 промысловых сезона показывают, что популяция енотовидных собак в ТАССР на 57% состоит из прибылых зверей. По данным М. М. Геллера, в Новгородской области в промысловый сезон 1947/48 г. прибылые составляли 53,8% популяции. Такой процент считается нормальным и указывает на благополучие популяции енотовидных собак.

VII. Болезни и паразиты енотовидной собаки

Исследователи, изучавшие болезни пушных зверей, содержащихся в клеточных условиях, приходят к выводу, что, по сравнению с другими пушными зверями, енотовидные собаки наиболее стойки к различным заболеваниям. Об этом пишут Л. А. Павлинский [15], П. А. Петряев и И. О. Старков [17]. Однако случаи заболевания и гибели енотовидных собак в природных условиях от пироплазмоза и бешенства имеют место [26, 10, 8]. С 1936 г. по настоящее время в Татарской АССР не отмечалось каких-либо заболеваний и массовой гибели этих животных. А. М. Петров [16], давая перечень видового состава гельминтов пушных зверей, указывает для лисицы 61 вид, для песцов 28 видов, а для енотовидной собаки только 19. При исследовании содержимого пищеварительного тракта 54 зверей, добытых в Татарии за 1949—1951 гг., мы при макроскопическом просмотре обнаружили гельминтов лишь у 8 особей (14,8%). При подобном же исследовании в лаборатории экологии и систематики наземных позвоночных животных КФАН СССР 150 лисиц, добытых в ТАССР в эти же годы, была установлена их 100-процентная зараженность гельминтами. Гельминтологическое исследование внутренних органов 42 енотовидных собак, добытых в зиму 1949/50 и 1950/51 гг., проведенное сотрудницей кафедры общей биологии Казанского медицинского института Ф. Т. Туйст под руководством проф. В. В. Изосимова, показало, что инвазированными оказались 32 особи (76,2%). Все виды паразитических червей, встреченные у енотовидной собаки, были обнаружены в малых количествах (1—10 штук), за исключением *Alaria alata* (Goeze), который встречался иногда в количестве до 1000 шт. у одной особи. Однако и такая степень инвазированности не вызвала истощения организма хозяина. Все эти

данные указывают на стойкость этого зверя к глистным заболеваниям по сравнению с другими собаковыми.

Для сравнения видового состава паразитических червей енотовидных собак из различных мест обитания приводим данные А. М. Петрова [16] по Дальневосточному краю, М. М. Геллера [4] по северо-западным областям Европейской части СССР и наши данные по ТАССР (см. табл. 18). Таблица показывает, что из 27 видов

Таблица 18

| Виды паразитов | Локализация паразитов | По Петрову, 1941 г. | По Геллеру, 1950 г. (45 данных) | | Наши материалы (42 данных) | | |
|---|-----------------------|---------------------|---------------------------------|---------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| | | | число зараж. особей | % заражен-ных | число заражен. особ. | % заражен-ности | кол-во парази-тов |
| Trematoda | | | | | | | |
| <i>Opisthorchis felineus</i> (Rivolta) | печень | — | — | — | 1 | 2,3 | единично |
| <i>Clonorchis sinensis</i> (Cobbold) | " | + | — | — | — | — | — |
| <i>Pseudamphistomum truncatum</i> (Rud.) | " | + | — | — | — | — | — |
| <i>Eurytyphium melis</i> (Schrank) | тонкие кишки | + | 1 | 2,2 | — | — | — |
| <i>Metagonimus yokogawai</i> (Katsurada) | " | + | — | — | — | — | — |
| <i>Plagiorchis massino</i> (Petrow et Tichonow) | " | — | — | — | 1 | 2,3 | единично |
| <i>Alaria alata</i> (Goeze) | " | + | 43 | 95,5 | 19 | 45,2 | иногда до 100 шт. у 1 особи |
| <i>Paragonimus westermani</i> (Kerbert) | легкие | + | — | — | — | — | — |
| Cestoda | | | | | | | |
| <i>Diphyllobothrium mansonii</i> (Cobbold) | тонкие кишки | + | — | — | — | — | — |
| <i>Tenia hydatigena</i> (Pall.) | " | — | — | — | 4 | 9,6 | единично |
| <i>Tenia polyacantha</i> (Linstow) | " | — | 1 | 2,2 | — | — | — |
| <i>Multiceps multiceps</i> (Leske) | " | — | — | — | 2 | 4,7 | единично |
| <i>Multiceps serialis</i> (Gervais) | " | — | — | — | 2 | 4,7 | " |
| <i>Diphylidium caninum</i> (L.) | " | + | — | — | — | — | — |
| <i>Mesosestoides lineatus</i> (Goeze) | " | + | 1 | 2,2 | — | — | — |
| Nematoda | | | | | | | |
| <i>Toxascaris leonina</i> (Linstow) | " | + | — | — | 3 | 7,1 | единично |
| <i>Toxocara canis</i> (Werner) | " | + | 2 | 4,5 | 1 | 2,3 | " |
| <i>Capillaria</i> sp. (Vamaguti) | моч. пузырь | + | — | — | — | — | — |
| <i>Capillaria</i> sp. | желудок | — | 1 | 2,2 | — | — | — |
| <i>Tominx aerophilus</i> (Greplin) | трахея и бронхи | + | — | — | — | — | — |
| <i>Ancylostoma caninum</i> (Ercolani) | тонкие кишки | — | — | — | 3 | 7,1 | единично |
| <i>Uncinaria stenocephala</i> (Railliet) | " | + | 17 | 37,8 | 7 | 16,6 | " |
| <i>Crenosoma vulpis</i> (Rud) | бронхи и трахея | + | — | — | — | — | — |
| <i>Diocotophyme renale</i> (Goeze) | почки | + | — | — | — | — | — |
| <i>Physaloptera sibirica</i> (Petrow et Gorhunow) | желудок | + | — | — | — | — | — |
| <i>Thelaria callipaeda</i> (Raill et Henry) | тон. кишки | + | — | — | — | — | — |
| <i>Strongyloides erschowi</i> (Popowa) | под конъюкт. глаза | + | — | — | — | — | — |
| | тонкие кишки | + | — | — | — | — | — |

паразитических червей, встречающихся у енотовидных собак, у собак, обитающих на Дальнем Востоке, обнаружено 17 видов, в северо-западных областях Европейской части СССР — 7, а в Татарской АССР — 10. Однако зараженность гельминтами достигает в северо-западных областях более 95,5%, а в ТАССР только 76,2% популяции.

В условиях ТАССР енотовидная собака имеет: 4 вида паразитических червей, общих с особями, обитающими на Дальнем Востоке; 3 вида, общих со зверями из северо-западных областей СССР, и 6 видов, отмеченных у этого хищника только в Татарии: 1) *Opisthorchis felineus* (Rivolta), 2) *Plagiorchis massino* (Petrow et Tichonow), 3) *Taenia hydatigena* (Pall.), 4) *Multiceps multiceps* (Leske), 5) *Multiceps serialis* (Gervais), 6) *Ancylostoma caninum* (Ercolani). Приходится предположить, что енотовидная собака приобрела их в процессе акклиматизации в ТАССР, так как, по данным С. Ф. Фуниковой [29], у аборигенных видов пушных зверей они встречаются. Какой-либо закономерности в зараженности гельминтами в зависимости от пола и возраста, судя по нашим материалам, не наблюдается.

Для выяснения зараженности эктопаразитами было просмотрено 20 шт. зверей. При внимательном осмотре только у 2 (10%) были обнаружены блохи, причем у одной енотовидной собаки найдена 1, а у другой 10 блох. Блохи принадлежали к видам: 1) *Chaetopsylla trichosa* (Koh.), 2) *Chaetopsylla globiceps* (Tasch.), 3) *Paraceras mellis* (Curt.). Сведения, полученные от охотников-промысловиков, также говорят о малой зараженности енотовидной собаки эктопаразитами.

VIII. Биоценотические взаимоотношения

Биоценотические взаимоотношения являются одним из самых интересных и сложных вопросов современной экологии. Выяснение биоценотических связей интересно и с теоретической, и с практической точек зрения. Выяснение этого вопроса в отношении акклиматизируемого вида позволит предугадать, какое место займет новый вид в биоценозе. При включении в биоценоз нового вида как бы нарушается связь между отдельными группами биоценоза, что может оказаться невыгодным как для биоценоза в целом, так и для хозяйственной деятельности человека. В силу этого и возникает необходимость изучения взаимоотношений между акклиматизируемым видом и аборигенной фауной.

В основе биоценотических взаимоотношений у енотовидных собак, как и у других видов хищников, лежат пищевые связи. Существенное значение имеет и конкуренция из-за гнездопригодной площади. По питанию енотовидной собаки и некоторых других хищных зверей мы имеем большой материал, собранный в районе их совместного обитания, а наши полевые наблюдения дают возможность осветить и некоторые другие вопросы взаимоотношений енотовидной собаки с аборигенной фауной. На основе этих материалов всех животных биоценоза по отношению к енотовидной собаке можно разделить на 4 группы: 1) врагов, 2) конкурентов за корм и места обитания, 3) животных, косвенно способствующих акклиматизации енотовидной собаки, и 4) животных, служащих ей пищей.

Враги. Врагов у енотовидной собаки в нашей фауне немного, однако они значительно тормозят рост ее численности. Первое место среди них занимает волк. Опасными врагами являются и бродячие собаки, которые — особенно для подрастающих щенков, часто отделяющихся от выводка, — опасны не менее волка. Большинство отмеченных нами случаев гибели енотовидной собаки от бродячих собак относится именно к упомянутой возрастной группе. В таблице 19 сведены все известные нам случаи гибели енотовидных собак от хищников.

Таблица 19

| Вид хищника | Число случаев | % к общему числу случаев |
|---------------------------|---------------|--------------------------|
| Волк | 30 | 55,6 |
| Бродячие собаки | 15 | 27,8 |
| Лиса | 6 | 11,1 |
| Барсук | 2 | 3,7 |
| Филин | 1 | 1,8 |
| Всего | 54 | 100 |

Как показывает таблица, случаи гибели зверей от хищных птиц редки и, в основном, относятся к подрастающим 2—3-месячным щенкам.

Лисицу мы не считаем хищником, активно уничтожающим енотовидную собаку. Она является ее конкурентом за гнездовые норы. Это и служит причиной схваток между хищниками, в которых более сильная, злобная и ловкая лисица, как правило, одерживает верх над противником. Два таких случая имели место весной 1950 г. в Ланшевском лесу. Ни наблюдений, ни сведений о прямом нападении лисицы на енотовидную собаку вне периода размножения мы не имеем и считаем это маловероятным; однако вполне возможно, что лисица уничтожает подрастающих щенков.

Конкуренты. В таблице 20 приводим материалы по питанию хищных млекопитающих в ТАССР в процентах к общему количеству данных для каждого вида отдельно.

Таблица 20

| Вид | По чьим материалам | Группы пищи | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|--------------|---------------|------------|-------|----------------|-------------|------|----------|-----------|-------------------|--------|---------|--|
| | | К-во дан-ных | млекопитающие | мышеловные | птицы | пресмыкающиеся | земноводные | рыба | моллюски | насекомые | растительная пища | падаль | фекалии | |
| Енотовидная собака | Данные автора . . . | 2695 | 76,1 | 69,5 | 7,9 | 2,9 | 12,8 | 1,9 | 1,4 | 52,0 | 24,4 | 4,8 | 21,5 | |
| Лисица | " | 126 | 100 | 97,6 | 19,8 | 0,7 | — | — | 1,5 | 1,5 | 9,5 | 0,7 | — | |
| Барсук | " | 55 | 56,4 | 54,5 | — | — | 5,4 | 0,5 | — | 81,8 | 20,0 | — | — | |
| Куница | Н. Д. Григорьев и В. П. Теплов, 1939 | 91 | 84,6 | 52,6 | 36,4 | — | 4,4 | — | — | 7,7 | — | — | — | |
| Хорь темный | " | 563 | 78,1 | 25,0 | 8,0 | 0,56 | 12,07 | 6,9 | — | 0,88 | 5,35 | — | — | |
| Горностай | " | 1055 | 89,8 | 80,6 | 3,6 | — | 0,66 | 5,02 | — | 0,56 | 1,3 | — | — | |
| Норка американская | В. А. Попов, 1949 | 1634 | — | 45,5 | 10,2 | 0,7 | 15,3 | 34,9 | 0,2 | 30,6 | 3,9 | — | — | |

Таблица показывает, что все хищники, поедая одни и те же корма, как бы конкурируют между собой. Однако специализация в питании отдельных видов значительно сглаживает пищевую конкуренцию. В таблице видно также, что, по сравнению с другими хищниками, енотовидная собака использует имеющуюся кормовую базу более полно. Некоторое сходство в образе жизни и в местах обитания енотовидной собаки, лисицы и барсука заставляет предполагать наличие наибольшей конкуренции в питании именно между этими хищниками. Для более полного анализа конкурентных взаимоотношений этих видов мы приводим в таблице 21 материалы по их питанию, собранные в районе стационарных наблюдений в 1950 году по сезонам года, в процентах к общему количеству данных.

В таблице видно, что зимой основной пищей лисицы и енотовидной собаки являются мышевидные, и здесь должна была бы суще-

Таблица 21

| Группы пищи | Зима XII, I, II, III | | Лето VI, VII, VIII | | | Осень IX, X, XI | |
|------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|------------------|-------------------------|----------------|
| | енот. собака (162 дан.) | лиса (26 дан.) | енот. собака (296 дан.) | лиса (50 дан.) | барсук (25 дан.) | енот. собака (331 дан.) | лиса (50 дан.) |
| Мышевидные | 71,6 | 96,2 | 62,2 | 100 | 52,0 | 77,0 | 96,0 |
| Птицы | 2,4 | 7,6 | 10,1 | 36,0 | — | 5,7 | 10,0 |
| Пресмыкающиеся | — | 3,8 | 3,7 | — | — | 0,9 | — |
| Земноводные | 0,6 | — | 10,1 | — | 12,0 | 4,5 | — |
| Рыба | — | — | 3,4 | — | 1,0 | 2,1 | — |
| Моллюски | — | — | 4,7 | 4,0 | — | 0,3 | — |
| Насекомые | 27,8 | 3,8 | 76,0 | 2,0 | 80,0 | 43,8 | — |
| Растительная пища | 34,5 | 3,8 | 2,0 | 16,0 | — | 67,4 | 6,0 |
| Желуди | 20,4 | — | — | — | — | 13,9 | — |
| Семена культурных злаков | 14,9 | 3,8 | — | — | — | 55,9 | — |
| Ягоды | — | — | 0,3 | 16,0 | — | 7,8 | 6,0 |
| Падаль | 1,2 | 3,8 | 0,3 | — | — | 6,0 | — |
| Фекалии | 80,2 | — | — | — | — | 0,9 | — |

ствовать конкуренция. Но, если разобраться глубже, этого не происходит: январь и почти весь февраль енотовидная собака проводит в полусонном состоянии в своем убежище, из которого выходит только в оттепели, в силу чего не может быть в это время конкурентом лисицы в питании. В остальные зимние месяцы енотовидная собака, будучи деятельной, все же не может конкурировать с лисицей в добыче мышевидных грызунов: она не мышкует подобно лисице, а добывает грызунов в небольшом количестве у ометов или ловит случайно при их перебегании через дороги и тропы, или же подбирает мертвых. Исследование желудков енотовидных собак, добытых в декабре и марте, показало, что мышевидные встречаются в ее питании довольно часто, но в небольшом количестве (1—3 экз. у одной особи), тогда как, по данным Н. Д. Григорьева и В. П. Теплова [5] и А. Ф. Чирковой [27], в желудке лисицы находили до 11—15 экземпляров их. Таким образом, мы видим, что острой конкуренции из-за пищи между енотовидной собакой и лисицей в зимнее время нет; барсук же зимой почти совсем не деятелен и является конкурентом в питании не может. Весной, летом и осенью, благодаря обилию кормовой базы, с избытком обеспечивающей наших немногочисленных хищников, пищевая конкуренция очень слаба и практически почти отсутствует.

Конкуренцию из-за нор между енотовидной собакой и барсуком мы исключаем и даже считаем барсука животным, косвенно способствующим увеличению численности енотовидной собаки. Наши наблюдения показывают, что они могут уживаться вместе в одной сложной норе барсука. В Саралинском лесу мы наблюдали в двух старых больших норах барсука (норы № 2 и 18—см. рис. 3) такое совместное обитание, причем барсук пользовался выходами одной части норы, а енотовидная собака — другой. О подобных фактах упоминают В. И. Тихвинский [26], В. Ф. Морозов [12] и М. М. Геллер [4]. Нам известны случаи, когда при таком совместном обитании в сложной норе хозяин ее барсук постепенно вытеснялся и перебирался в другое место; так были заняты енотовидной собакой норы № 5 и 7 (рис. 3). Таким образом, барсук, устраивая большие, глубо-

кие и сложные норы, предоставляет енотовидной собаке наиболее безопасные и удобные убежища.

О животных, служащих пищей енотовидной собаке, см. выше главу „Питание енотовидной собаки“.

Выводы

1. В жизни енотовидной собаки большое значение имеет ремизность занимаемых ею угодий. Все ее убежища по степени сложности устройства и использованию можно подразделить на три типа: лежки, логовища и норы. Последние енотовидная собака роет редко, предпочитая занимать старые норы барсуков и лисиц — в них она зимует и выводит щенят.

2. Енотовидная собака обычно деятельна в темное время суток, но летом, в связи с усиленной кормежкой, часто бродит и в светлое время, прекращая деятельность только в наиболее жаркие полуденные часы.

3. В условиях ТАССР у енотовидной собаки не бывает непрерывной глубокой спячки, но с установлением высокого снегового покрова наблюдается почти полное прекращение активной деятельности.

4. Основа питания енотовидных собак — животные корма, но при их недостатке поедается и растительная пища. Основными видами пищи следует считать: из животных кормов — мышевидных грызунов, насекомых, земноводных, а из растительной пищи — семена культурных злаков и желуди. Дополнительными кормами являются птицы, рыба, пресмыкающиеся, моллюски, падаль. Фекалии с/х животных и человека поедаются только в бескормицу в конце зимы.

5. У енотовидных собак, обитающих в различных стациональных условиях, отмечается существенное различие в питании, обусловленное наличием и доступностью того или иного вида пищи.

6. Хорошо освоив местные условия, енотовидная собака в ТАССР успешно размножается: холостых самок встречается мало (12%); в одном помете насчитывается в среднем 7,3 щенка. Спаривание между сформировавшейся с осени парой происходит в начале марта, а щенение — в первой половине мая. 4—5-недельных щенков родители выводят из убежищ и ведут с ними кочевой образ жизни в наиболее кормных биотопах. Молодые растут быстро и к 6 месяцам почти достигают размеров взрослых. Самостоятельную жизнь они начинают вести рано — с 2,5—3 месяцев, вследствие чего наблюдается их большая гибель.

7. Анализ возрастного состава популяции енотовидной собаки в ТАССР за три промысловых сезона (с 1948 по 1951 гг.) дал возможность установить структуру возрастного состава стада в промысловые периоды: на долю прибылых в нем приходится 57%, а на долю взрослых 43%.

8. Зараженность зверей паразитическими червями составляет 76,2% популяции. Интенсивность зараженности очень небольшая: от 1 до 10 экз. у одной особи, за исключением *Alaria alata* (Goeze), который встречается у некоторых животных в количестве до 1000 штук. В ТАССР у енотовидной собаки обнаружено 10 видов паразитических червей, в то время как у обитающих на Дальнем Востоке их найдено 17.

9. Успешно акклиматизировавшись в Татарии в силу своей всеядности, эвритопности и способности обитать в убежищах различного типа, енотовидная собака хорошо освоила местные условия и не находится в острых конкурентных противоречиях с представителями местной фауны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арсеньев В. К. В делях Уссурийского края. Владивосток, 1926.
2. Бородин Л. П. Енотовидная собака в Окском заповеднике. Сб. „Охрана природы“, № 14, изд. Всероссийского об-ва охраны природы. Москва, 1951.
3. Бугримов Н. И. Определение возраста собак. Журн. „Природа и охота на Украине“, № 1—2, 1924.
4. Геллер М. М. Итоги и перспективы акклиматизации уссурийского енота (*Nyctereutes procyonoides gray.*) в условиях северо-запада Европейской части СССР. Диссертация. Ленинград, 1950.
5. Григорьев Н. Д. и Теплов В. П. Результаты исследования питания пушных зверей в Волжско-Камском крае. Труды О-ва естествоисп. при КГУ, т. LVI, в. 1—2, 1939.
6. Григорьев Н. Д. и Попов В. А. К методике определения возраста лисицы (*Vulpes vulpes Z.*). Тр. О-ва естествоисп. при КГУ, т. LVI, в. 3—4, 1940.
7. Григорьев Н. Д. и Попов В. А. К методике определения возраста материкового песца. Изв. КФАН СССР, сер. биол., № 3, 1952.
8. Исаков Ю. А. О бешенстве у диких животных, обитающих в районе дельты Волги. Исслед. по краевой эксперим. и описат. паразитологии, т. VI, Москва, 1949.
9. Корневен Р. и Лесбер А. Распознавание возраста по зубам и производным эпителия. Москва—Ленинград, 1932.
10. Лавров Н. П. Акклиматизация и реакклиматизация пушных зверей в СССР. Заготиздат, Москва, 1946.
11. Морозов В. Ф. Акклиматизация уссурийского енота (*Nyctereutes procyonoides gray.*) как пример успешного преобразования фауны пушных зверей европейской территории СССР. Зоологический журнал, т. 32, в. 3, Москва, 1953.
12. Морозов В. Ф. Результаты акклиматизации енотовидной собаки в Ленинградской и Новгородской областях. Труды ВНИО, т. VIII, 1948.
13. Морозов В. Ф. Уссурийский енот. Заготиздат, Москва, 1951.
14. Огнев С. И. Звери Восточной Европы и Северной Азии. Том II, 1931.
15. Павлинский Л. А. Материалы по размножению и содержанию енотовидных собак в неволе. Тр. Новосибирского зоосада, т. 1, 1937.
16. Петров А. М. Глистные болезни пушных зверей. Москва, 1941.
17. Петряев П. А., Старков И. Д. Болезни и паразиты пушных зверей. М.—Л., 1934.
18. Попов В. А. Материалы по экологии норки (*Mustela vison Bris.*) и результаты акклиматизации ее в Татарской АССР. Тр. КФАН СССР, вып. 2, 1949.
19. Попов В. А. и Лукин А. В. Животный мир Татарии. Татгосиздат, 1949.
20. Попов Ю. К. Перспективы хозяйственного использования енотовидной собаки в связи со строительством Куйбышевской плотины. Сб. „К изучению животного мира Куйбышевского водохранилища“, Татгосиздат. Казань, 1953.
21. Попов Ю. К. Акклиматизация и стациональное размещение енотовидной собаки (*Nyctereutes procyonoides gray.*) в Волжско-Камском крае. Изв. КФАН СССР, сер. биол. наук, в. 4, 1953.
22. Пржевальский Н. М. Путешествие в Уссурийском крае. Москва, 1947.
23. Руковский Н. Н. Материалы по питанию енотовидной собаки в Астраханской области. Бюлл. Моск. о-ва испытат. природы, отд. биологии, т. IV, в. 5, 1950.
24. Скородумов А. Н. Разведение уссурийских енотов. Сельхозгиз, Москва, 1937.
25. Смоляков П. Т. Климат Татарии. Татгосиздат, 1947.
26. Тихвинский В. И. Результаты работ по акклиматизации уссурийского енота в Татарии. Тр. О-ва естеств. при КГУ, т. V, в. 3—4, 1938.
27. Чиркова А. Ф. Материалы по экологии лисицы. Тр. Всесоюз. н/д ин-та охотн. промысла (ВНИО), в. 8, 1948.
28. Формозов А. Н. Снежный покров в жизни млекопитающих и птиц СССР. Москва, 1936.
29. Фуникова С. В. К вопросу изучения глистных инвазий пушных зверей Татарии. Диссертация, Казань, 1940.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| 1. Петров А. П. и Даутов Р. К. К экологической характеристике красного клевера: | 3 |
| 2. Шишкина Л. А. Влияние покровной культуры на водный режим, рост и развитие красного клевера первого года жизни | 10 |
| 3. Васильева И. М. К вопросу о динамике каротиноидов в листьях красного клевера: | 35 |
| 4. Самосова С. М. и Мунина А. А. Динамика микробной флоры в ризосфере красного клевера первого года пользования в условиях полевого травопольного севооборота. | 60 |
| 5. Коршунов М. А. и Жиганова Т. И. Динамика питательных веществ серой лесной слабоподзоленной почвы на пару в севообороте . . | 69 |
| 6. Самосова С. М. Влияние условий минерального питания на водный режим и урожай твердой пшеницы Горденформе 496 | 88 |
| 7. Алейникова М. М., Изотова Т. Е. и Утробина Н. М. Исследования почвенной фауны и опыт борьбы с почвенными вредителями на посевах кукурузы в Татарской АССР | 125 |
| 8. Самуилов Ф. Д. Принципы плодородного районирования и выбор местоположений для плодовых садов в условиях Среднего Поволжья . | 134 |
| 9. Муртази Ф. Ф. Влияние кратковременных изменений инкубационной температуры на развитие зародышей и молодняка кур | 169 |
| 10. Попов Ю. К. Материалы по экологии енотовидной собаки в Татарской АССР | 193 |

Редактор М. Х. Воздвиженская
Техн. редакторы Ш. С. Хуснутдинов и З. А. Ибрагимова
Корректор Г. А. Мифтахутдинова

Сдано в набор 25/1-1956 г. Подписано к печати 28/V-1956 г. ПФ 03359. Формат бумаги 70×103¹/₂.
Печати. листов 15,75(21,57). Уч.-изд. л. 19,17. Кол. знаков в 1 листе 68,100. Заказ № 039.
Тираж 400. Цена 13 руб. 40 коп.

Типография Татполиграфа Министерства культуры ТАССР. Казань, ул. Миславского, д. № 9.