

17-151

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
КОМИ ФИЛИАЛ

---

**ОСОБЕННОСТИ  
РОСТА И РАЗВИТИЯ  
ТЕПЛОЛЮБИВЫХ РАСТЕНИЙ  
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА**

КОМИ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО 1967

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

---

ТРУДЫ КОМИ ФИЛИАЛА АН СССР № 16

ОСОБЕННОСТИ РОСТА  
И РАЗВИТИЯ  
ТЕПЛОЛЮБИВЫХ РАСТЕНИЙ  
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

(ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЗОНА КОМИ АССР)

КОМИ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
Сыктывкар 1967

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Развитие растениеводства в условиях Коми республики во многом зависит от факторов внешней среды — температуры почвы и воздуха, наличия поздних весенних и ранних осенних заморозков, короткого вегетационного периода, длинного светового дня и других. Особенно резко проявляется влияние этих факторов на теплолюбивых культурах, в частности на кукурузе и томатах, для которых центральная зона Коми АССР является практически северной границей их возделывания.

Изучение особенностей роста и развития растений в крайних экологических условиях возделывания представляет большой научный и практический интерес.

В настоящем сборнике излагаются результаты многолетних (1955—1964 гг.) исследований лаборатории физиологии растений Института биологии Коми филиала АН СССР, посвященных изучению закономерностей и выявлению особенностей роста и развития томатов и кукурузы, закономерностей развития листовых площадей, работе фотосинтетического аппарата по усвоению углекислого газа и созданию органической массы растений. В сборнике также излагаются материалы по изучению накопления органических веществ (углеводов, белков, аминокислот и др. соединений) и некоторых элементов минерального питания. Приводятся также результаты изучения дыхания почвы при разных способах выращивания растений.

Вместе с тем предлагаются некоторые агротехнические мероприятия, позволяющие получать в условиях центральной зоны Коми АССР высокие урожаи томатов и зеленой массы кукурузы.

В написании настоящего сборника принимали участие научные сотрудники лаборатории физиологии растений Института биологии Коми филиала АН СССР под научным руководством доктора с.-х. наук П. П. Вавилова.

В постановке опытов, сборе материалов, их обработке и оформлении принимали участие в разное время С. В. Шидьюсова, Г. В. Тырышкина, А. Ф. Шурыгина, А. С. Коптева, Л. П. Селенинова, Л. П. Кононова, З. С. Хлызова, которым авторы приносят свою искреннюю благодарность.

Авторы благодарят также кандидата биологических наук, заведующего лабораторией интродукции растений К. А. Моисеева за любезное разрешение использовать для изучения протеинового комплекса мальвы растения с его опытных посевов.

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ КУКУРУЗЫ

П. П. ВАВИЛОВ, Е. С. БОЛОТОВА

Кукуруза является новой культурой для Севера. Продвижение ее в северные районы настоятельно требует познания биологии этого растения в крайних условиях существования.

Изучение роста, накопления зеленой и сухой массы и развития разных сортов кукурузы проводилось на Биологической станции Коми филиала АН СССР в период 1954—1964 гг.

В работе приводятся данные по поведению среднепоздних сортов кукурузы в условиях центральной зоны Коми АССР (1954 г. — сорт Закарпатская желтая; 1955—1956 и 1960—1964 гг. сорт Стерлинг; 1957 г. — гибрид «Успех»; 1958 г. — гибрид ВИР-37; 1959 г. — гибрид ВИР-42). Кроме того, в настоящей статье использованы материалы по развитию среднеспелого гибрида Буковинский 3 и скороспелых сортов: Белоярое пшено, Бессарабка, Славгородская.

В годы изучения кукурузы метеорологические условия были неодинаковыми, что позволило выявить реакцию растений на изменение температуры, влажности, солнечного сияния.

Суммы температур и осадков, а также среднесуточные температуры подсчитаны по материалам Сыктывкарской гидрометеорологической обсерватории (1954—1956 гг.) и метеостанции третьего разряда Биологической станции Коми филиала АН СССР (1957—1964 гг.); сумма часов солнечного сияния приведена по данным Сыктывкарской гидрометеорологической обсерватории.

## МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Наиболее благоприятными для возделывания кукурузы считаются условия, имеющиеся в кукурузном поясе США, где сумма температур воздуха за вегетационный период составляет 3300—4600°, среднемесячная температура в июне-августе 20—25°. В мае-августе выпадает 280—390 мм осадков, по 80—90 мм в месяц (14). Здесь идеальными условиями для культуры кукурузы, высеваемой в первой декаде мая и убираемой в ноябре, считаются следующие: температура в мае 18,3°, в июне 21,6°, июле и августе 22,7°, в сентябре и октябре выше нормы (средняя температура в сентябре 17,7°, в октябре 11,1°); осадки в мае и июне по 87,5 мм, июле и августе — по 112 мм, в сентябре — 95 мм и в октябре — 57 мм (28).

Продолжительность вегетации, сумма температур, среднемесячные температуры воздуха в наших условиях значительно уступают наблюдающимся в кукурузном поясе США. К тому же у нас меньше выпадает осадков и выпадение их по годам бывает весьма неравномерным.

На рис. 9 приведены данные по состоянию метеорологических условий в центральной части Коми АССР в годы работы с кукурузой. Из них можно видеть, что обеспеченность посевов кукурузы прямым солнечным светом по годам была неодинаковой. Число часов солнечного сияния в период от всходов до уборки колебалось от 369 до 743. В течение четырех лет из 10 лет проведенных исследований с кукурузой (1954, 1958, 1962, 1963) в период вегетации отмечалось 524—600 часов солнечного сияния, четыре года (1957, 1959, 1961, 1964) — 647—694 часа, один год (1960) число их достигало 743 и один год (1956) падало до 369 часов.

На период от посевов до всходов приходится обычно около 100—150 часов солнечного сияния и в редких случаях предельные их значения достигают 60 или 200. На этот период число часов солнечного сияния чаще всего приходится третья-пятая часть величины их в период от всходов до уборки, а иногда шестая или восьмая часть.

Продолжительность дня, выраженная в часах за всю вегетацию в зависимости от продолжительности последней, колебалась по годам от 1005 до 1375 часов. Наименьшей она была в 1956 и 1958 гг. (1005—1094 часа), а наибольшей в 1957 и 1961 гг. (1318—1375 часов).

Сумма часов солнечного сияния за годы постановки опытов с кукурузой не снижалась ниже 36,7% (1956 г.) и не превышала 61,4% (1960 г.) суммы часов общей продолжительности дня. Чаще всего число часов солнечного сияния составляло около половины светлого времени (46,4—56,4%). Следовательно, как правило, кукуруза в наших условиях пользуется рассеянным и прямым солнечным светом примерно в одинаковой степени.

Световой режим в значительной мере определяет температурный. В богатые прямой солнечной радиацией вегетационные периоды температура бывает выше. Но иногда прямая зависимость между числом часов солнечного сияния и температурой воздуха нарушается, так как на величину температуры влияют, помимо солнечного сияния, и другие факторы, в частности, ветры северного или южного направления, приносящие холодные или теплые массы воздуха.

В распределении тепла по отдельным декадам летних месяцев в годы работы с кукурузой наблюдалась некоторая пестрота, однако и в этом можно подметить определенные закономерности.

В первой декаде июня и третьей декаде августа довольно часто средняя декадная температура снижается до 10—13°, а иногда даже отмечаются заморозки. Во все остальные декады летних месяцев возможно падение декадной температуры воздуха до 13—15°, но возможен и ее подъем до 19—23°.

За период от всходов до уборки растений кукурузы, продолжающийся в разные годы от 56 до 79 дней, сумма температур воздуха выше нуля составляла 844—1423°. Сумма активных температур (выше 10°) колебалась по годам от 282 до 647°, а число дней с температурой выше 10° от 53 до 76; сумма температур больше 15° — от 72 до 300°, а число дней с такой температурой от 25 до 60. Число дней с температурой, превышающей 20°, изменялось по сезонам от 4 до 32, а сумма температур от 5 до 104°.

Среднесуточная температура за период от всходов (16—24/VI) до уборки (18/VIII—4/IX) кукурузы не поднималась выше 18,8° и не опускалась ниже 13,8°.

Распределение среднесуточных температур по сезонам было следу-

ющим: 45,4% периодов вегетации (1954, 1957, 1960, 1961, 1964 гг.) имели температуру 18,0—18,8°; 18,2% (1959, 1960 гг.)—17,4—17,6°, 18,2% (1962—1963 гг.)—16,4—16,8°; 9,1% (1956 г.)—15,1° и 9,1% (1955 г.)—13,8°.

Температурный режим в условиях центральной части Коми АССР отличается большим непостоянством, это относится как к срочной, так и максимальной и минимальной температурам. Подъемы температуры сменяются падением, продолжительность и время наступления их неопределенны.

Наблюдается большая разница в величине максимальной, минимальной и срочной температур. В июле-августе разница между среднемесячными максимальными и минимальными температурами составляла 10—15°, а между среднемесячными, с одной стороны, и средними минимальными и максимальными, с другой, около 5°. В результате этого растения имеют возможность в течение суток какое-то время пользоваться благоприятной температурой (25—30°), и в то же время наступают моменты, когда температура падает до нижнего предела возможности протекания физиологических процессов у теплолюбивых культур (2—5°).

Наши исследования показали, что заметная разница наблюдается между температурой и освещенностью в посевах и на высоте 1,5 м над землей. Температура воздуха в посевах после смыкания рядков в дневные солнечные часы бывает выше, чем над посевами на 0,3—2,9°. После захода солнца температура воздуха в посевах оказывается несколько ниже, чем над посевами. В предутренние часы в посевах, наоборот, иногда бывает теплее, чем над посевами.

Освещенность в посевах в зависимости от состояния развития растений снижается в два и более раза в сравнении с освещенностью над посевами. Освещенность также изменяется в течение светлого периода суток и в значительной степени зависит от облачности. При безоблачном небе в дневные часы она поднимается до 80 тысяч люксов, а при солнце, закрытом облаками, бывает в 4—8 раз меньше.

По данным Г. К. Самохвалова (20), у кукурузы фотосинтез начинает преобладать над дыханием при освещенности в 2 тыс. люксов.

Измерения освещенности в течение вегетации в ясные дни в наших условиях показывают, что в конце июня-середине июля продолжительность времени с благоприятной для фотосинтеза кукурузы освещенностью составляла 15—16 часов, а в конце августа она снижалась до 12—13 часов. В июле листья всех ярусов имели возможность пользоваться благоприятной освещенностью, так как верхние листья слабо затеняли нижние. В августе из-за затенения верхними листьями нижних средние и особенно нижние яруса попадают в худшие условия светового режима в сравнении с верхними. В августе освещенность в посевах на высоте листьев средних ярусов ослабляется в 2—4 раза, а на высоте листьев нижних ярусов в 5—10 раз по сравнению с освещенностью верхних листьев. Время с благоприятной для фотосинтеза освещенностью у листьев средних ярусов сокращается с 12—13 часов до 10, а на высоте листьев нижних ярусов до 7—10 часов.

Кукуруза относится к растениям короткого дня, при длинном дне она развивает более мощную вегетативную массу, но задерживает свое развитие (19). В наших опытах она росла и развивалась в июне и июле в условиях 17—19-часового дня, а в августе — при 14,5—17-часовом дне. Несмотря на это, искусственное сокращение длины дня в течение 20 дней в молодом возрасте у сортов Закарпатская желтая и Воронежская при выращивании через рассаду приводило к малозаметному ускорению в развитии.

Большое значение для растений в посевах имеют скользящие блики

солнца, которые могут значительно влиять на условия работы листьев, изменяя их освещенность и температуру (13).

Листья кукурузы расположены довольно рационально (на высоком стебле под малым углом к нему), благодаря чему они слабо затеняют друг друга. Наши наблюдения показали, что каждый лист кукурузы пропускает, примерно, 10—20% падающего на него солнечного света (табл. 1), а величина прошедшего света через весь посев в августе составляет 10—30%.

Таблица 1

Прозрачность листьев разных сортов кукурузы  
(13 час., 24/VIII-1957 г.)

Название сорта	Фаза	Прозрачность листьев, %
Белоярское пшено . . . . .	цветения	15,6
Бессарабка . . . . .	„	17,8
Славгородская . . . . .	„	18,9
Буковинский 1 . . . . .	„	12,0
Воронежская местная . . . . .	„	10,0
Стерлинг . . . . .	до цветения	19,6

Сумма осадков, выпадающих в период от посева до уборки, по годам проведения опытов изменялась от 55 до 200 мм, но чаще величина их составляла около 200 мм (1954, 1955, 1957, 1962, 1963 гг.) или около 130 мм (1956, 1958, 1960, 1961, 1964 гг.). Лишь в 1959 г. выпало всего 55,3 мм осадков.

Обеспеченность влагой растений в полевых условиях можно учитывать по величине гидротермического коэффициента, предложенного Г. Т. Селяниновым (21). Гидротермический коэффициент представляет из себя отношение суммы осадков за определенный период к сумме температур, уменьшенной в десять раз. По данной методике сухими считаются месяцы при величине отношения указанных выше показателей, близкой к 0,5; умеренно влажными — около 1,0; избыточно влажными — близкой к 1,5.

По этим подсчетам 1959 г. оказался сухим, особенно в июле. 1957, 1958, 1960, 1961, 1964 гг. можно считать умеренно влажными, но 1960 и 1961 гг. были недостаточно влажными в июле, а 1964 г. — в августе; 1954—1956, 1962—1963 гг. по этой системе относятся к избыточно влажным, хотя 1963 г. был умеренно влажным в августе.

Так как почва участка была супесчаная, а участок находился на склоне, избыток влаги на нем не ощущался, недостаток же влаги, особенно в августе, был весьма заметен.

## РОСТ РАСТЕНИЙ

Интенсивность роста растений в довсходовый период зависит от температуры и влажности. Очень существенное влияние на скорость появления всходов, т. е. на продолжительность нахождения семян в почве, оказывает температура воздуха и почвы (рис. 1). Чем выше температура, тем скорее появляются всходы, и наоборот. При средней температуре в довсходовый период в 11,5—12,4° появление всходов происходит только на 19—24 день, но при недостатке влаги в почве появление всходов значительно задерживается даже при теплой погоде (1959 г.).

Если увязать рост растений с появлением листьев, то можно наблюдать следующую картину. На первых этапах роста, когда растения начинают питаться запасами, имеющимися в семени, и переходят на автотрофный способ питания (при появлении третьего-четвертого листьев), приросты в высоту у них бывают небольшими, обычно меньше 1 см в сутки. В период появления четвертого-седьмого листьев суточные приросты чаще всего составляли около 1,3 см. Довольно высокие и устойчивые по годам приросты растений в высоту наблюдались в период от появления 8 до 13 листа (3—5 см). В период разворачивания 14—17 листьев возможны самые максимальные приросты (6,4—6,8 см), но им часто препятствует понижение температуры, поэтому в это время суточное увеличение длины растений бывает меньше, чем в фазу появления 8—13 листьев.

В наших условиях суточные приросты не достигают таких больших величин, как отмечаются в более южных районах страны, где наблюдалось увеличение длины растений за сутки на 10—13 см и даже 15 см (10, 25). Причина этого, видимо, заключается в том, что в период наиболее значительных линейных приростов кукурузы, который обычно отмечается за две-три недели до выметывания метелки, в наших условиях имеет место понижение температуры.

На основании выявленных возможных приростов кукурузы в высоту на отдельных этапах органогенеза (11) можно отметить, что в условиях центральной зоны Коми АССР понижение температуры вызывает значительное снижение приростов растений при прохождении ими любого этапа органогенеза. Особенно часто это наблюдается в августе при переходе к шестому и седьмому этапу развития растений.

Заметный рост стебля у кукурузы начинается с середины-конца июля в зависимости от погодных условий, т. е. примерно через месяц от появления всходов. Начало вытягивания стебля приурочено к появлению 10—12 листьев. Средние приросты стебля в высоту составляют около 3 см в сутки. Средняя длина стебля с метелкой к уборке обычно бывает 90—100 см.

Рост стебля происходит за счет вытягивания междоузлий. Данные по измерению длины междоузлий показывают, что к 14—20 августа междоузлий длиной больше 2 см насчитывается около шести-семи. Обычно первое нижнее междоузлие и все лежащие выше седьмого-восьмого бывают меньше 2 см, максимальную длину имеет четвертое-пятое. Кривая изменения длины междоузлий имеет одновершинный характер с относительно быстрым подъемом и медленным спуском за счет резкого уменьшения длины верхних междоузлий. К 5 сентября, на 10 дней позднее обычного срока скашивания, в теплое лето 1964 г., длина стебля с метелкой достигла 219,9 см, максимальные размеры имело шестое междоузлие (24,5 см), первое и междоузлия выше три-

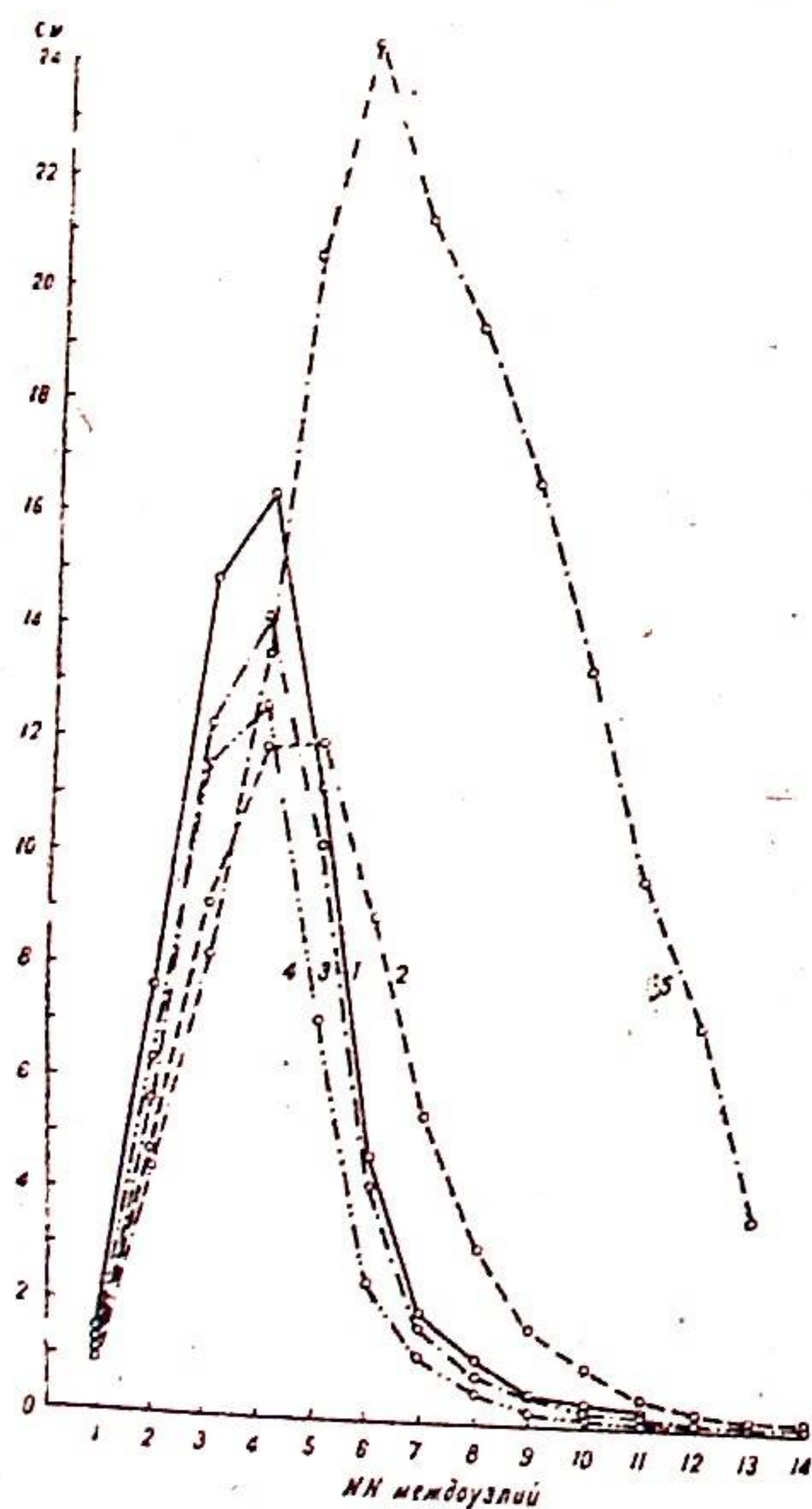


Рис. 3. Длина междоузлий стебля кукурузы.  
1—1958 г. (21/VIII, гибрид ВИР-37), 2—1959 г. (21/VIII, гибрид ВИР-42), 3—1961 г. (14/VIII, сорт Стерлинг), 4—1962 г. (14/VIII, сорт Стерлинг), 5—1964 г. (5/IX, сорт Стерлинг).

надцатого были меньше 2 см. Длина метелки составляла 52,7 см (рис. 3).

Чем теплее год и чем в более поздней фазе находятся растения к моменту уборки, тем несколько выше по стеблю располагается максимальное по размерам междоузлие. Характер роста междоузлий в наших условиях может быть косвенным указанием на неблагоприятно складывающиеся условия для роста растений во второй период вегетации, благодаря чему верхние междоузлия и метелка у среднепоздних сортов остаются недоразвитыми. По данным С. С. Андреевко, Ф. М. Куперман (1), в районах с наиболее благоприятными условиями развития и роста кукурузы закономерным является последовательное удлинение междоузлий от нижних к верхним.

Из сравнения хода кривых среднедекадных температур и средне-суточных приростов кукурузы за тот же период видно, что между ними имеется довольно тесная связь, хотя она иногда несколько и нарушается из-за отсутствия осадков в августе (1959, 1960 гг.). Кривые среднесуточных приростов и декадных температур очень часто имеют однотипный характер. При похолодании замедление роста происходит тем заметнее, чем прохладнее была погода в предыдущую декаду и тем слабее, чем теплее был предшествующий период. Можно отметить, что в первой половине июля среднесуточные приросты несколько отстают от подъемов температуры, а в августе при более низких температурах, чем в конце июня — начале июля, суточные приросты растений оказываются выше.

В разные годы период максимальных линейных приростов у кукурузы приходился как на вторую-третью декаду июля, так и на первую декаду августа, в зависимости от температуры.

Максимальные суточные приросты (4—6 см) у кукурузы наблюдались при декадной температуре 19—23°. Снижение среднедекадной температуры до 15° ведет к заметному замедлению суточных приростов, еще заметнее падение их происходит при декадных температурах в 10°.

Многолетние наблюдения за ростом кукурузы в условиях центральной части Коми АССР показывают, что к концу июля, через 35—45 дней от всходов, в холодную погоду растения среднепоздних сортов вырастают до 30—50 см, в теплую — до 80—120 см и даже 140—150 см (рис. 4). Ко времени уборки, которая из-за наступающих заморозков приурочивается на конец августа, общая высота растений в прохладное лето обычно достигает 80—130 см, а в теплое 160—200 см и даже 240 см.

Ко времени скашивания у сортов Стерлинг самый развитый лист, каким может быть 11—13-й, имеет среднюю длину 79—99 см и ширину 7,8—10,6 см.

Таким образом, на первых этапах жизни растений увеличение длины кукурузы происходит за счет роста листьев, на последующих — за счет

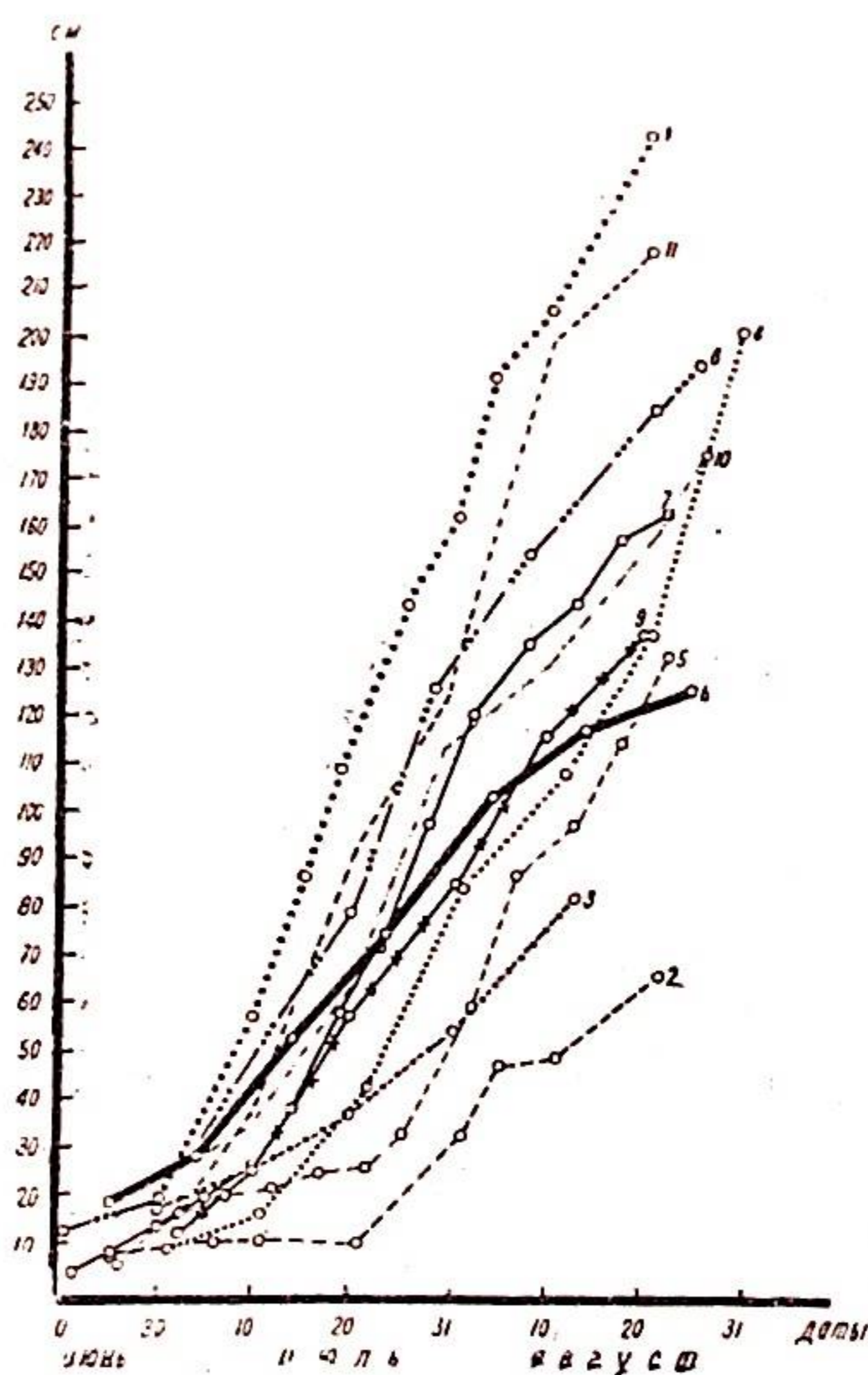


Рис. 4. Динамика роста среднепоздних сортов кукурузы в высоту.  
1—1954 г., 2—1955 г., 3—1956 г., 4—1957 г., 5—1958 г., 6—1959 г., 7—1960 г., 8—1961 г., 9—1962 г., 10—1963 г., 11—1964 г.

роста стебля и листьев. Рост растений находится под большим влиянием температуры. При снижении декадной температуры до 10—15° резко замедляется рост кукурузы, и наоборот, температура в 19—23° способствует быстрому росту растений. Особенно чувствительна кукуруза к снижению температуры в первый месяц жизни.

### КОРНЕВАЯ СИСТЕМА

В условиях Коми АССР у кукурузы развивается мощная корневая система. Основная масса корней ее сосредоточивается в пахотном горизонте (18—20 см). По нашим определениям, в относительно сухом 1959 г. при густоте стояния в 93—103 тыс. растений на 1 га на одно растение при разных способах посева накапливалось 12,0—15,9 г, а на гнездо 47,9—63,8 г абсолютно сухих корней, что в пересчете на 1 га посева составляло 13,3—17,7 ц (табл. 2).

Таблица 2

Количество корневых остатков у кукурузы (ВИР-42).

Способ посева	Абсолютно сухой вес корней		
	на одно растение, г	на гнездо 60×60 см, г	в пересчете на ц/га
Квадратно-гнездовой . . . . .	12,0	47,9	13,3
Широкорядный . . . . .	15,9	63,8	17,7

По данным других авторов (3, 24, 26, 27), в нечерноземной зоне кукурузой накапливается около 48—77 г корней на гнездо, а в пересчете на 1 га 13,3—17,7 и даже 39 ц.

На юге страны, по данным одних исследователей (5, 9, 22), наблюдалось меньшее накопление корней на гнездо и на 1 га, но при близком урожае корней на одно растение. По данным других авторов (8, 18, 23), у растений кукурузы на юге величина массы корней была выше как на одно гнездо, так и в пересчете на 1 га.

Формирование основной массы корневой системы у кукурузы заканчивается в фазу выметывания. Из сопоставления данных по урожаю корней в разных зонах страны видно, что в условиях центральной зоны Коми АССР, несмотря на короткий безморозный период и меньший пахотный горизонт, кукуруза оставляет значительное количество корневых остатков.

### НАКОПЛЕНИЕ УРОЖАЯ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ

Свершено очевидно, что характер роста растений в высоту в значительной мере определяет и накопление ими зеленой массы. Средний вес растений к середине июля достигает в разные по метеорологическим условиям годы 32—43 г (рис. 5). Среднесуточное увеличение зеленой массы одного растения кукурузы в июне бывает очень небольшим — 0,1—0,2 г, в первой половине июля возрастает до 0,2—2,8 г. Удельный вес листовых пластинок в зеленой массе при этом составляет 39—44%, влаги 44,0—55,1%, а стебля лишь 4,7—12,8% от общего сырого веса растений. Наиболее интенсивно процесс абсолютного накопления зеленой массы идет обычно во второй половине июля и в августе. Во второй половине июля суточные приросты возрастают в зависимости от сочетания условий температуры и обеспеченности влагой до 2,4—24,6 г, в августе масса растений увеличивается в среднем за сутки на 5,5—18,4 г. В одни годы максимальное нарастание зеленой массы одного растения происходит в последней декаде июля, в другие — в первой декаде августа (рис. 5). Период значительного нарастания зеленой массы растений связан с вытягиванием стебля и увеличением массы

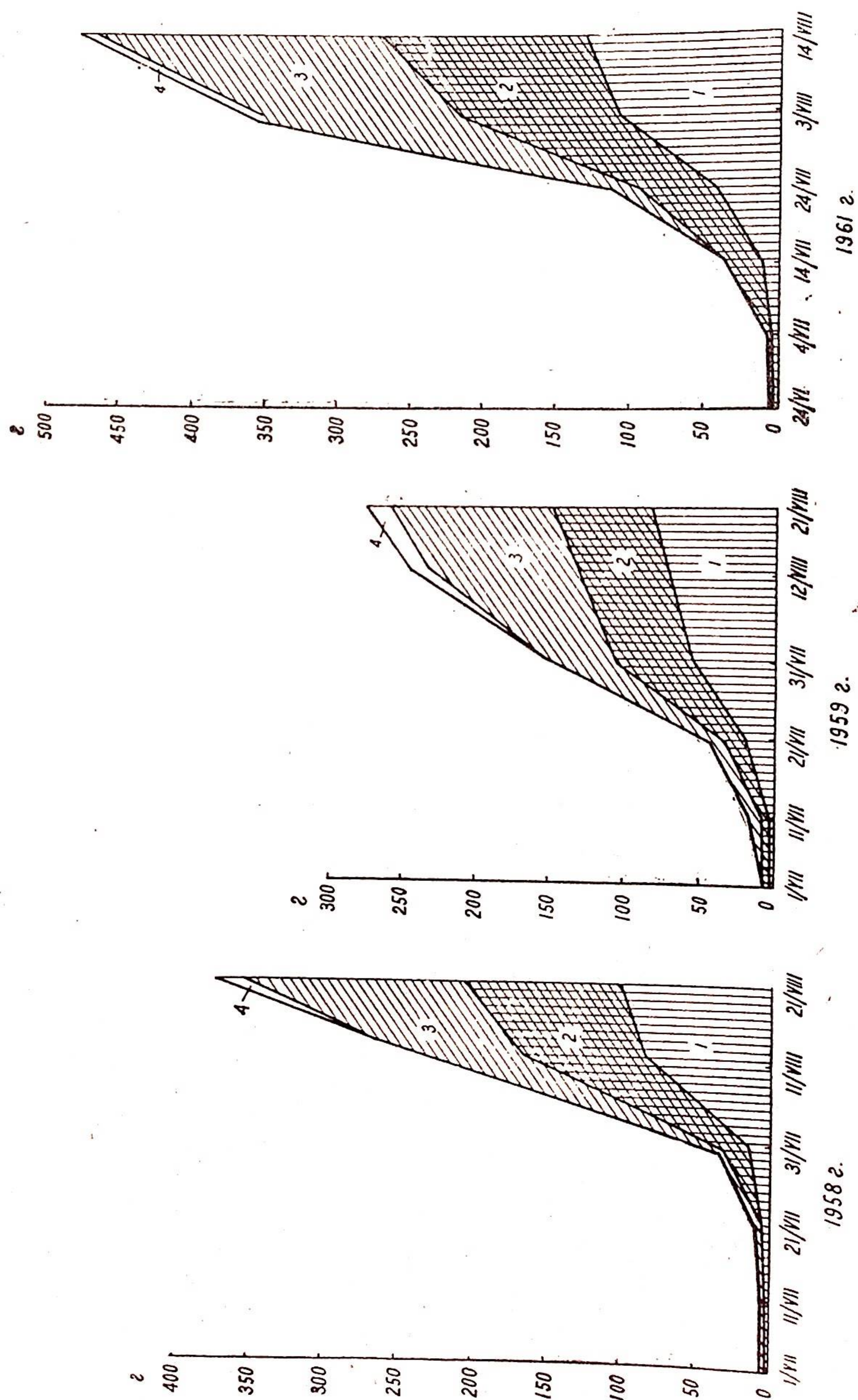


Рис. 5. Динамика накопления зеленой массы на одно растение кукурузы. 1958 г. — гибрид ВИР-37, 1959 г. — гибрид ВИР-42, 1961 г. — сорт Стерлинг. 1 — листовые пластинки, 2 — влагалища, 3 — стебель, 4 — метелка.

листьев, что, в первую очередь, зависит от наличия благоприятной температуры и влажности почвы.

К моменту уборки растения кукурузы имеют обычно средний вес 300—400 г и даже иногда достигают 700 г, а в годы с неблагоприятным вегетационным периодом — не более 150 г. В зеленой массе растения в это время увеличивается удельный вес стебля до 39—44%, а листовых пластинок и влагалищ уменьшается. На долю листовых пластинок приходится около 26—30%, а на долю влагалищ 24—28%.

Характер накопления зеленой массы растениями кукурузы определяет динамику нарастания урожая зеленой массы (рис. 6). В первые три-четыре недели от всходов накопление зеленой массы в абсолютных величинах в условиях Коми АССР происходит медленно. К середине июля урожай зеленой массы кукурузы обычно составляет около 30 ц/га, при очень благоприятной температуре достигает 100 ц/га, а в холодные годы (1955) при температурах 14—15° всего лишь 4—10 ц/га. Суточные приросты в это время составляют только 0,5—2 ц/га и в редких случаях 7 ц/га.

Во второй половине июля суточные приросты зеленой массы обычно увеличиваются до 2,5—11,9 ц/га, иногда до 17—21 ц/га, а в очень неблагоприятные сезоны они составляют не более 0,8 ц/га. К концу июля кукуруза накапливает урожай зеленой массы 45—150 ц/га, а иногда даже 300—400 ц/га. В августе нарастание зеленой массы за сутки составляло 5—17 ц/га и только в очень неблагоприятный год (1955) — 1,1 ц/га (4).

Основное накопление урожая зеленой массы происходит в период с середины июля и до наступления заморозков. За этот промежуток времени, составляющий в разные годы от 57 до 67% продолжительности периода вегетации кукурузы в наших условиях, по средним данным за 11 лет накапливалось от 87 до 96% урожая. При этом за вторую половину июля, т. е. за 20—25% числа дней вегетации создавалось в разные годы 25—56% урожая, а в августе, примерно за

40% дней вегетации, накапливалось 38—70% урожая. Таким образом, как вторая половина июля, так и август, в зависимости от метеорологических условий, являются периодом интенсивного накопления урожая зеленой массы кукурузы. В предшествующий подготовительный период (конец июня — первая половина июля), который занимает около 33—43% дней жизни растений, образуется всего 4—13% урожая.

В первые три-четыре недели после появления всходов абсолютное нарастание зеленой массы настолько мало, что влияние на него температуры и других факторов сказывается не столь ярко. Начиная с середины июля колебания температуры и влажности почвы оказывают заметное действие на величину накопления урожая. Чем выше температура при отсутствии недостатка влаги в почве, тем выше приросты уро-

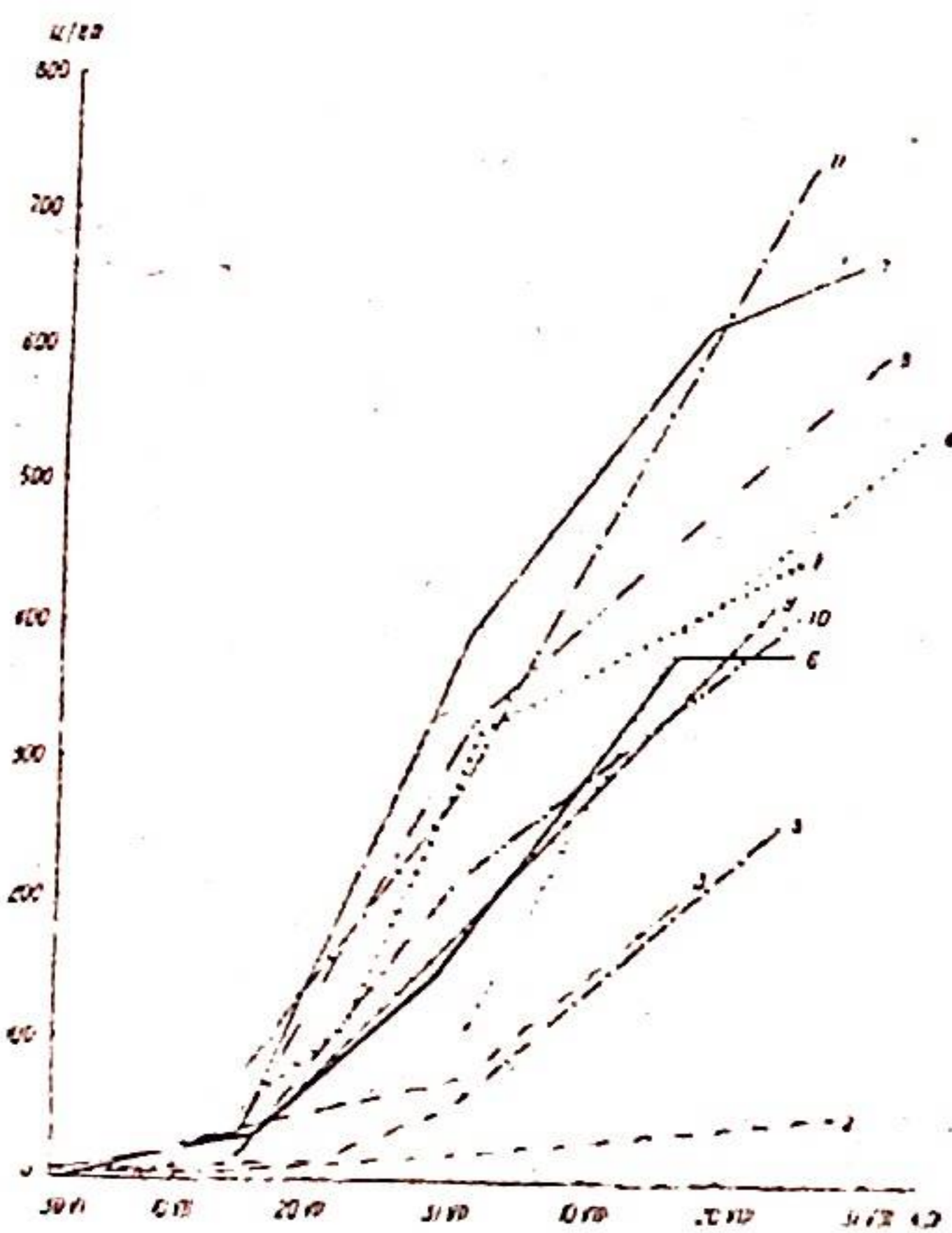


Рис. 6. Динамика накопления урожая зеленой массы среднепоздними сортами кукурузы (норма высева в 1955—1964 гг. — 50 кг/га, в 1954 г. — 30 кг/га).

1—1954 г., 2—1955 г., 3—1956 г., 4—1957 г., 5—1958 г., 6—1959 г., 7—1960 г., 8—1961 г., 9—1962 г., 10—1963 г., 11—1964 г.

жая зеленой массы. Чаще всего максимум накопления урожая приходится на август, но в некоторые годы (1954, 1960, 1961 гг.), когда среднемесячная температура июля была 21,0—21,7°, он сдвигался на вторую половину июля.

Таким образом, до второй декады июля нарастание сырого веса одного растения и урожая зеленой массы в целом в абсолютных величинах обычно происходит медленно, во вторую же половину вегетации, наоборот, наблюдается довольно бурный рост урожая кукурузы. Накопление кукурузой урожая зеленой массы продолжается до наступления осенних заморозков, и последние в наших природно-климатических условиях вынуждают убирать ее преждевременно.

## НАКОПЛЕНИЕ УРОЖАЯ СУХОГО ВЕЩЕСТВА

Накопление урожая сухой массы растениями кукурузы происходит в течение всего вегетационного сезона. Убирается урожай в наших условиях, обычно, в период интенсивного накопления растениями сухого вещества (рис. 7). В первый месяц роста кукурузы наблюдается сравнительно большой относительный прирост сухой массы. За июль месяц относительный сухой вес одного растения увеличивается в 20—50 раз, но абсолютное накопление сухой массы в это время бывает очень незначительным. Суточные приросты сухого вещества на одно растение при среднесуточных температурах 14—16° не превышают 30 мг. При относительно быстром росте растений, чему способствует температура в 20° и выше, увеличение сухой массы за сутки составляет 126—310 мг. В последней декаде июля суточное накопление сухого вещества возрастает почти до 1 г.

Средний сухой вес одного растения кукурузы к концу июля в прохладные годы равняется 2,7 г, а в теплые — 16,4 г, что составляет 7,6—35,8% от сухого веса в период уборки.

В августе относительные приросты сухого вещества уменьшаются, а абсолютные — увеличиваются. За август сухая масса одного растения возрастает в разные годы в 3—13 раз, в зависимости от метеорологических условий. Сухая масса растений увеличивается ежедневно в это время на 1,5 г, а иногда даже на 2,5 г и лишь в некоторых случаях на 1,0 г.

В условиях Харьковской области, например, в период от появления 15-го листа до цветения метелки наблюдались суточные приросты сухого вещества на одно растение около 4 г (10).

В наших опытах к концу августа на одно растение накапливается, в зависимости от условий вегетационного периода и густоты стояния, от 25,9 до 93,8 г сухого вещества. Доля участия отдельных органов в об-

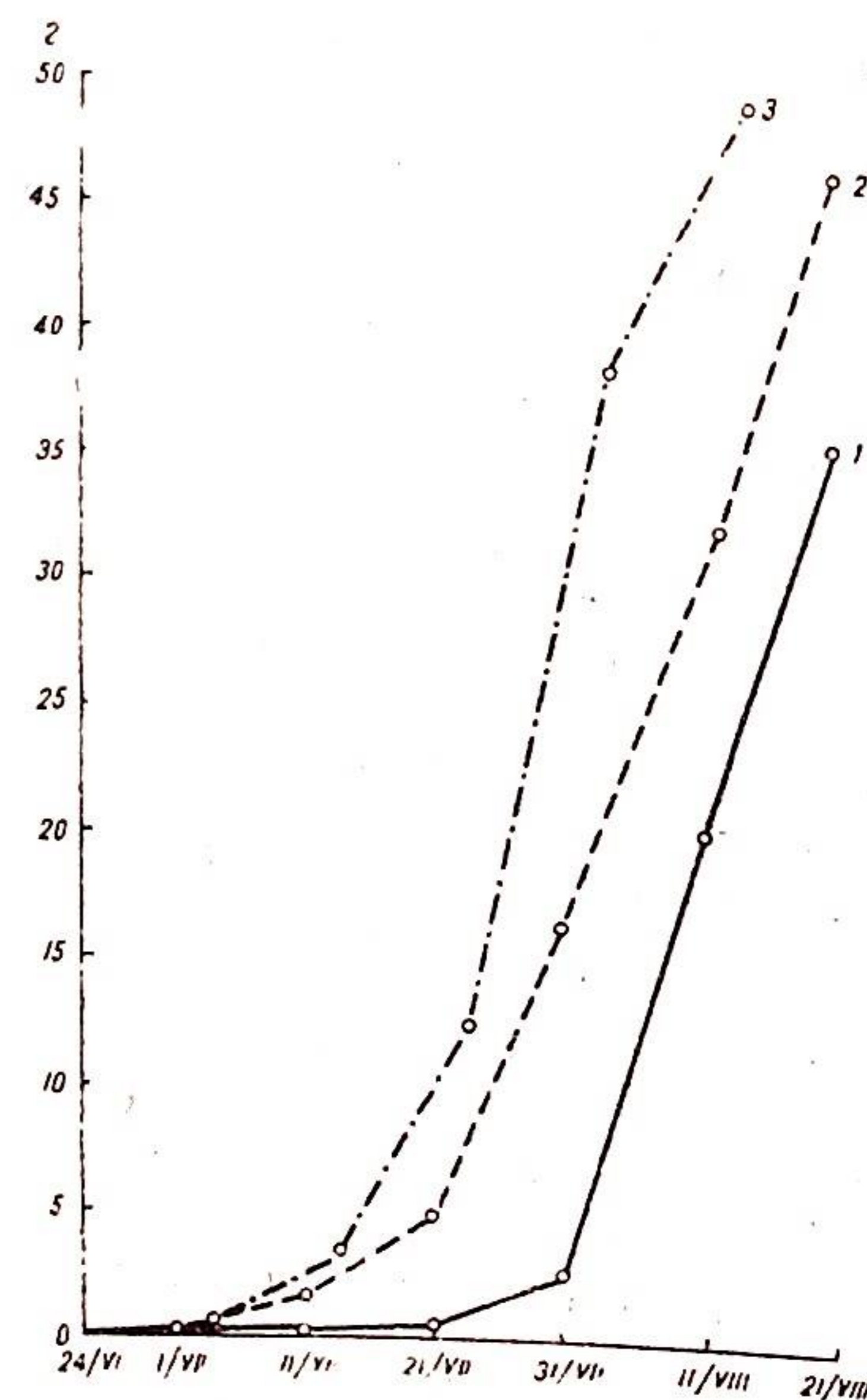


Рис. 7. Динамика накопления сухой массы на одно растение кукурузы. 1—1958 г., гибрид ВИР-37; 2—1959 г., гибрид ВИР-42; 3—1961 г., сорт Стерлинг.

Зеленая масса кукурузного растения состоит примерно на 30% из листовых пластинок и 70% стебля и влагалищ, поэтому содержание сухого вещества в ней в значительной степени зависит от содержания его в стеблях.

Поскольку к наступлению заморозков в стеблях и влагалищах накапливается всего 5—7% сухого вещества, то и зеленая масса кукурузы в наших условиях оказывается очень обедненной сухим веществом.

Зеленая масса кукурузы, получаемая в центральной зоне Коми АССР, значительно отличается по содержанию сухого вещества от зеленой массы кукурузы, выращиваемой в более южных районах нашей страны, где она убирается на поздних фазах развития. Так, в Московской области при уборке позднеспелых сортов в фазе выбрасывания метелок и начала формирования початков в растениях содержится 9—13% сухого вещества. В зеленой массе растений кукурузы в молочной спелости накапливается 17% сухого вещества, в молочно-восковой спелости 19—20%, а в восковой спелости (среднеспелые сорта) — 23% (7, 17, 29). В татарской АССР в позднеспелых сортах кукурузы, убираемых в молочной спелости початков, накапливается 24,0% сухого вещества, а в восковой спелости — 30,9—35,6% (16). На Украине, в Полтавской области, растения кукурузы в полной спелости содержат 57,1—62,6% сухого вещества (15).

Урожай сухого вещества, получаемый в разных районах страны, зависит от урожая зеленой массы и содержания в ней сухого вещества.

В условиях центральной зоны Коми АССР урожай зеленой массы кукурузы и накопление в ней сухого вещества по годам претерпевают значительные колебания, и это сказывается на урожае сухого вещества (табл. 5).

Таблица 5

Урожай сухого вещества кукурузы (норма высева 50 кг/га)

	1958 г.	1959 г.	1961 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.
Урожай сухого вещества, ц/га . . . . .	23,4	60,8	63,8	36,6	35,0 56,6	87,7

При норме высева 50 кг/га урожай сухого вещества в разные годы получается от 23,4 до 87,7 ц/га. В более теплые годы урожай сухого вещества бывает выше. При повышенных нормах высева и густоте стояния растений урожай сухого вещества в отдельные годы достигает 70—93 ц/га (1961, 1964 гг.). Высокие выходы сухого вещества кукурузы с гектара в наших условиях создаются за счет высоких урожаев зеленой массы, порядка 600—800 ц/га. На юге такие же выходы сухой массы кукурузы с гектара оказываются возможными при урожаях в два-три раза меньших за счет более высокого (в два-три раза) содержания сухого вещества в зеленой массе (12, 15).

Таким образом, в условиях центральной части Коми АССР могут формироваться высокие урожаи зеленой массы кукурузы с сравнительно невысоким содержанием в ней сухого вещества.

### ПОГОДА И УРОЖАИ

Анализ многолетних данных по урожаю зеленой массы кукурузы, полученных в наших опытах, и элементов погоды за эти же годы показывает, что средняя температура за вегетационный период 18°, сумма температур 1100—1400°, сумма часов солнечного сияния 600—700 часов

и величина осадков от посева до уборки 124—200 мм способствуют накоплению урожаев 400—800 ц/га (рис. 9).

Снижение температуры, уменьшение продолжительности солнечного сияния или суммы осадков ведет к снижению урожая; чем в большем минимуме будет находиться хотя бы один из этих факторов, тем ниже накапливается урожай.

Между величиной урожая кукурузы и температурой воздуха вегетационного периода имеется довольно тесная и прямая зависимость. Коэффициент корреляции между урожаем зеленой массы и суммой температур выше 0° за 1954—1963 гг. составил 0,80, больше 10°—0,88, выше 15°—0,86 и, наконец, выше 20°—0,85. Самый высокий коэффициент корреляции (0,89) за эти годы наблюдался между средней температурой вегетационных периодов и урожаем.

Большое значение для накопления высоких урожаев кукурузы имеет температура июля, когда происходит формирование междоузлий и начинается их вытягивание. Наиболее благоприятными температурами для накопления урожая являются 19—22°, при более низких температурах (14—15° за декаду) накопление зеленой массы значительно замедляется. Урожай зеленой массы кукурузы 400—700 ц/га создается при температурах июля не ниже 17—19°. При среднемесячных температурах июля в 14—15° урожай зеленой массы практически получается очень низким (1955, 1956 гг.). Коэффициент корреляции между величиной урожая и температурой июля — 0,82.

Сумма температур выше 20°, равная за период от всходов до уборки 57—93°, и число дней с такой температурой около месяца обеспечивают накопление высокого урожая зеленой массы кукурузы. Наблюдается довольно тесная зависимость между числом дней с температурой выше 20° и урожаем зеленой массы, коэффициент корреляции при этом достигает величины, равной 0,84.

В 1956 г., когда был получен низкий урожай зеленой массы кукурузы, число часов солнечного сияния оказалось равным всего 369.

Количество осадков в 55 мм, выпадающее в теплое лето, когда около месяца температура держится выше 20°, является также явно недостаточным для нормального роста кукурузы и накопления урожая (1959 г.). Особенно неблагоприятное влияние оказывает недостаток влаги в критический период роста кукурузы — в конце июля и в августе.

Отношение урожая зеленой массы к числу дней вегетации колебалось по годам исследований от 0,66 до 10,68 ц/га за сутки. Величина его изменялась в зависимости от сочетания метеорологических факторов в каждый вегетационный период и была тем выше, чем более благо-

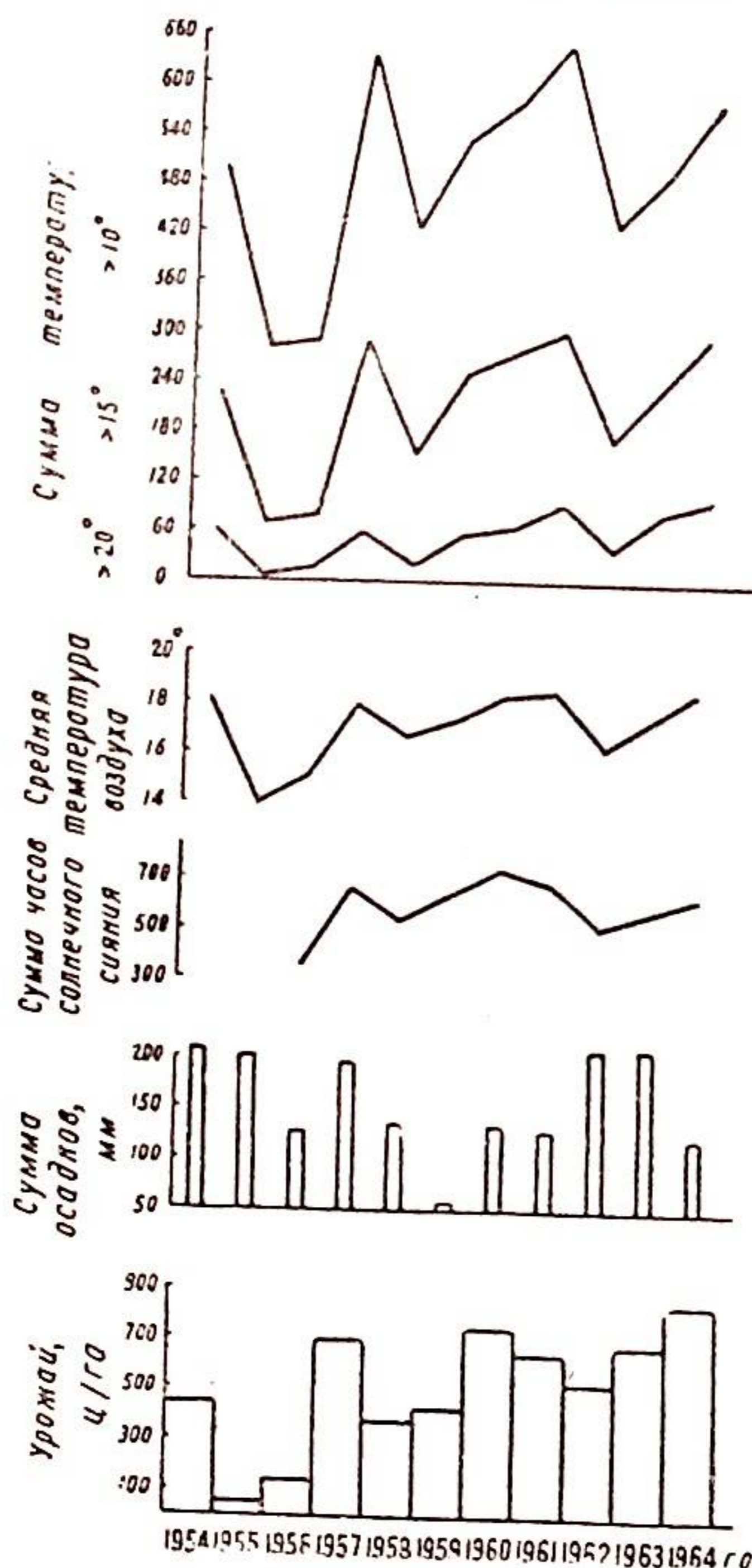


Рис. 9. Влияние метеорологических факторов на урожай зеленой массы среднепоздних сортов кукурузы (температура и солнечное сияние даны за период от всходов до уборки, осадки — от посева до уборки).

приятным образом сочетались условия температуры, влажности и света. Минимальные суточные приросты зеленой массы, составлявшие 0,66—2,47 ц/га, наблюдались в 1955 и 1956 гг. при средней температуре за весь период вегетации 13,8—15,1°. В остальные сезоны при температурах от 16,4 до 18,6° отношение урожая зеленой массы к продолжительности вегетации составляло 5,96—10,68 ц/га, что говорит о довольно интенсивно идущем процессе накопления урожая кукурузой, принимая во внимание, что основное накопление урожая начинается лишь с середины-конца июля.

### РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Сумма температур от всходов до уборки, наблюдавшаяся за годы проведения опытов в условиях центральной зоны Коми АССР, является явно недостаточной для полного созревания кукурузы и лишь в отдельные годы обеспечивает наступление фазы выметывания и цветения мужских соцветий.

Из 11 лет (1954—1964 гг.) только два года были благоприятными для цветения метелки у среднепоздних сортов кукурузы. Такими годами были 1957 и 1961. От всходов до уборки кукурузы в эти годы сумма положительных температур составляла 1397—1423°, сумма активных температур (выше 10°) была равна 636—647°, сумма температур, превышающая 15°, достигала 292—300°. Сумма же температур свыше 20° в эти годы была неодинаковой и равнялась: в 1957 г.—58,6°, а в 1961 г.—93,6°.

Среднесуточная температура за весь период вегетации в 1957 г. составила 18,0°, а в 1961 г.—18,6°. По числу дней со среднесуточной температурой, превышающей 10 и 15°, в периоды вегетации этих лет различий почти не отмечалось, но число дней с температурой выше 20° в 1961 г. было на 5 дней больше. В 1957 г. цветение метелок было отмечено на 79-й день, а в 1961 г. на 75-й день от всходов.

В два других года (1959, 1960 гг.) растения при уборке находились в фазе выметывания мужских соцветий. Сумма положительных температур в эти сезоны составляла 1237—1266°, сумма температур выше 10°—533—578°, больше 15°—251—278° и выше 20°—57—66°. Среднесуточная температура за вегетацию кукурузы в 1959 г. составляла 17,4°, а в 1960 г.—18,4°.

Число дней с температурой, превышающей 10°, было в оба года одинаковое, а выше 15 и 20° в 1960 г. на 4—5 дней больше. Выметывание метелки в 1959 г. происходило на 71-й день, а в 1960 г. на 69-й день от всходов. В 1964 г. вегетационный период кукурузы по сумме температур был близким к 1959 и 1960 гг., но по продолжительности был меньше (65 дней), и в момент уборки лишь у единичных экземпляров наблюдалось выметывание метелок.

В 1954 и 1963 гг. температурные условия были довольно благоприятными для роста и накопления урожая, но растения среднепоздних сортов тем не менее не вступили в фазу выметывания метелки. Сумма положительных температур в эти годы была равна 1104—1128°, из них сумма температур выше 10° составляла 496—504°, выше 15°—227—243° и, наконец, превышающая 20°—61—87°. Число дней с температурой выше 10°, 15°, 20° в оба года было почти одинаковое, и разница не превышала одного-двух дней. Продолжительность от всходов до уборки в эти годы ограничивалась 61—64 днями.

В остальные четыре года растения в момент уборки были далеки от фазы выметывания метелок.

Таким образом, по нашим наблюдениям, для цветения мужских соцветий среднепоздних сортов необходима сумма положительных температур около 1400°, эффективных — около 650°, выше 15° около 300° и продолжительность от всходов до уборки 75—79 дней. Так как такая сумма температур наблюдается далеко не каждый год, то и цветение метелок у среднепоздних сортов происходит довольно редко.

В наших опытах среднеспелый гибрид Буковинский 3 проявил себя несколько скороспелее сорта Стерлинг, но не в большой степени. При той же продолжительности периода вегетации, что и у сорта Стерлинг, растения этого гибрида находились в момент скашивания в 1964 г. в фазе начала цветения метелок, в 1963 г.— в фазе их выбрасывания, а в 1962 г. у растений не было отмечено даже появления метелок.

У скороспелого сорта Белоярое пшено цветение метелок наблюдалось на 42—59-й день от всходов в календарные сроки 29 июля — 18 августа (табл. 6).

Таблица 6

Влияние температуры и осадков на наступление фазы цветения метелок (сорт Белоярое пшено)

Показатели	1957 г.	1958 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.
Дата цветения метелок . . .	15/VIII	18/VIII	5/VIII	8/VIII	29/VII	18/VIII
Количество дней от всходов до цветения метелок	59	59	43	44	42	59
Сумма температур >0° в период от всходов до цветения метелок . . . . .	1025,4	1032,5	750,5	869,6	872,8	1011,6
Сумма температур >10° в период от всходов до цветения метелок . . . . .	441,3	444,2	323,4	429,7	452,8	428,2
Сумма осадков от всходов до цветения метелок, мм	128,9	87,2	34,6	81,8	59,3	158,5
Среднесуточная температура от всходов до цветения метелок . . . . .	17,4	17,5	17,5	19,8	20,8	17,2

Из приведенных данных видно, что разница в сроках наступления цветения кукурузы по годам довольно значительна и зависит от температуры и влажности. Отмечено, что в теплые и относительно сухие годы цветение наступает раньше. Сумма температур от всходов до цветения метелок в годы проведения опытов составляла 750—1032°, в относительно теплые и сухие вегетационные периоды (1959—1961 гг.)—750—873°, в более прохладные и влажные (1957, 1958, 1962 гг.)—1012—1032°. Сумма температур больше 10° по годам колебалась очень незначительно (от 429—453°) и лишь в сухом 1959 г. она была намного ниже (323°). Цветение початков отмечалось на 2—4 дня позднее цветения метелок.

При продолжительности периода от цветения початков до уборки в 27 дней при среднесуточной температуре этого периода в 15,6° урожай зерна достигал 3,7 ц/га. При меньшей продолжительности этого периода урожай зерна получается очень мизерным или совсем отсутствует (табл. 7).

Даже в такие годы, как 1961, когда от цветения початков до уборки проходит почти месяц, вызревание початков и семян было слабым. Средний вес початка был равен всего 10,8 г, вес зерна от веса початков

Таблица 7

Влияние температуры и осадков на урожай початков и семян  
(сорт Белоярое пшено)

Год	Урожай, ц/га				За период от цветения початков до уборки			
	зеленой массы	початков		семян	дней	среднесуточн. температура	сумма осадков, мм	гидротермический коэффициент
		всего	молочно-воск. спелости					
1957	193,0	83,0	15,0	0,29	17	19,7	21,4	0,64
1958	168,9	54,4	—	—	8	13,2	20,6	1,94
1959	263,1	111,8	12,4	—	19	15,5	11,6	0,36
1960	355,3	132,5	2,3	-0,08	12	15,8	0,5	0,03
1961	374,3	137,8	43,1	3,70	27	15,6	43,6	1,03
1962	333,8	86,5	—	—	6	9,3	—	—

был несколько больше половины (66,7%). Половина зерна по весу была щуплой (55,6%) с абсолютным весом всего лишь 27,4 г. Но и хорошо выполненные семена имели низкий абсолютный вес (всего 77,3 г.), в то время как при полном их вызревании нормальный абсолютный вес семян равен 170—200 г (6). Лабораторная всхожесть семян была довольно высокой, у щуплых семян 82,5%, у хорошо выполненных 99,0% (1961 г.).

Таким образом, даже самые скороспелые сорта кукурузы в наших условиях при посеве семян в грунт не способны образовать полноценные початки в молочно-восковой спелости. Для этого им не хватает ни тепла, ни времени из-за похолодания в августе и ранних заморозков. Раннеспелые сорта могут дать семена в очень редкие годы, причем низкого качества и в очень незначительном количестве.

При выращивании кукурузы скороспелых сортов (Белоярое пшено) рассадным методом початки в молочно-восковой спелости образуются в годы, когда от цветения до их уборки проходит 40 дней при среднесуточной температуре этого периода 16,1—17,9° (1959—1961 гг.). Урожай семян при этом получается в пересчете на гектар 11,1—31,6 ц. Урожай зерна на одно растение составлял 20—40 г. Урожай щуплого зерна был относительно небольшим (1,3—11,2%), но процент хорошо выполненного зерна довольно высоким (88,8—98,7%). Абсолютный вес вполне сформировавшегося и выполненного зерна в такие годы приближался к абсолютному весу зерна, получаемому в более южных районах страны, и составлял 106—160 г., у щуплых — 26—50 г. Всхожесть хороших семян была высокой, а щуплых значительно ниже (35,5—76,0%), но таких относительно благоприятных сезонов за годы проведения наших исследований по кукурузе было немного (три года из девяти). В остальные годы (1954—1958, 1962), когда продолжительность периода от цветения початков до уборки кукурузы равнялась 24—37 дням со среднесуточной температурой периода 16,3° и ниже, резко снижается вес початков, их озерненность, абсолютный вес, урожай на одно растение и в целом урожай в пересчете на единицу площади, и наоборот, при этих условиях увеличивается процент щуплого зерна (табл. 8).

Аналогичная картина наблюдается и по другим скороспелым сортам (Бессарабка, Славгородская). Среднеспелый сорт Воронежская местная хотя и формирует более крупные початки по длине и весу, но они, как правило, бывают хуже озернены, имеют больший процент щуплого зерна и в неблагоприятные годы дают меньший урожай зерна.

Таким образом, в условиях центральной зоны Коми АССР самые скороспелые сорта не успевают пройти все фазы своего развития и даже рассадный способ культуры не гарантирует получения от них высококачественного семенного материала.

Таблица 8

## Изменение урожая зерна, величины початков и их озерненности по годам у разных сортов кукурузы (рассадный метод культуры)

Показатели	Единица изм.	1956 г.	1957 г.	1958 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.
		<b>Белоярое пшено</b>						
Средняя длина початков . . . . .	см	7,8	6,8	6,9	8,1	8,6	9,7	6,3
Средний вес початков . . . . .	г	11,4	12,9	8,5	19,2	27,9	30,3	7,1
Вес зерна на 1 початок . . . . .	г	6,3	9,1	5,1	15,9	23,4	24,5	4,5
Зерна в початках . . . . .	%	55,3	70,6	60,0	82,8	83,9	80,9	63,4
Щуплого зерна в початках . . . . .	%	41,3	19,0	75,0	11,2	1,3	7,9	45,0
Вес 1000 хороших зерен . . . . .	г	70,6	104,8	69,4	106,7	136,8	159,6	83,1
Вес 1000 щуплых зерен . . . . .	г	31,9	35,1	29,1	38,1	26,0	50,6	22,1
Всхожесть хороших семян . . . . .	%	не опр.	не опр.	64,0	97,0	97,0	100,0	95,5
Всхожесть щуплых семян . . . . .	%	не опр.	не опр.	27,0	76,0	35,5	60,5	60,0
Урожай зерна на 1 растение . . . . .	г	4,1	5,3	2,2	20,0	36,9	43,1	2,3
Урожай зерна . . . . .	ц/га	1,7	2,2	1,2	11,1	20,5	31,5	1,1
От цветения початков до уборки . . . . .	дней	37	36	24	40	40	41	28
Среднесуточная температура от цветения початков до уборки . . . . .	°С	13,0	18,1	16,3	16,1	17,7	17,9	12,7
<b>Бессарабка</b>								
Средняя длина початков . . . . .	см	—	7,9	7,4	8,1	8,3	9,2	7,3
Средний вес початков . . . . .	г	—	11,9	7,7	18,0	28,8	32,2	7,5
Вес зерна на 1 початок . . . . .	г	—	9,3	3,9	14,3	23,0	28,3	5,1
Зерна в початках . . . . .	%	—	78,2	50,7	79,4	79,9	87,9	68,0
Щуплого зерна в початках . . . . .	%	—	6,5	58,4	12,5	1,2	1,5	57,3
Вес 1000 хороших зерен . . . . .	г	—	110,0	68,5	109,9	136,8	164,8	78,9
Вес 1000 щуплых зерен . . . . .	г	—	30,1	27,1	39,9	26,0	25,4	27,9
Урожай зерна на 1 растение . . . . .	г	—	11,6	1,4	21,6	37,4	36,4	2,2
Урожай зерна . . . . .	ц/га	—	4,7	0,8	12,0	20,8	21,1	1,1
<b>Славгородская</b>								
Средняя длина початков . . . . .	см	—	8,6	7,6	8,2	8,2	8,7	6,3
Средний вес початков . . . . .	г	—	13,2	8,3	16,4	27,8	33,4	7,4
Вес зерна на 1 початок . . . . .	г	—	11,2	4,9	13,1	22,2	29,5	4,4
Зерна в початках . . . . .	%	—	84,9	59,0	79,9	79,9	88,3	59,5
Щуплого зерна в початках . . . . .	%	—	12,4	65,7	16,9	1,2	1,9	47,9
Вес 1000 хороших зерен . . . . .	г	—	92,1	73,2	87,5	145,5	179,2	79,3
Вес 1000 щуплых зерен . . . . .	г	—	30,9	35,7	43,2	22,1	31,6	24,3
Урожай зерна на 1 растение . . . . .	г	—	10,8	2,9	17,2	33,3	38,8	1,9
Урожай зерна . . . . .	ц/га	—	4,4	1,7	9,6	18,8	22,0	0,9

Показатели	Единица изм.	1956 г.	1957 г.	1958 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.
<b>Воронежская местная</b>								
Средняя длина початков . . .	см	—	10,5	10,7	11,6	11,8	11,7	6,5
Средний вес початков . . . . .	г	—	14,0	12,7	16,6	33,3	37,8	5,0
Вес зерна на 1 початок . . . . .	г	—	9,2	3,1	9,6	26,1	31,7	3,2
Зерна в початках . . . . .	%	—	65,7	24,4	57,8	78,4	83,9	64,0
Щуплого зерна в початках . . . . .	%	—	36,8	100,0	27,2	3,2	3,2	71,7
Вес 1000 хороших зерен . . . . .	г	—	76,0	—	66,2	121,5	144,9	68,1
Вес 1000 щуплых зерен . . . . .	г	—	32,4	14,8	33,4	23,6	34,3	28,9
Урожай зерна на 1 растение . . . . .	г	—	5,6	0,02	3,9	31,8	40,9	0,1
Урожай зерна . . . . .	ц/га	—	2,3	0,01	2,2	17,7	22,7	0,05

### ВЫВОДЫ

В центральной зоне Коми АССР ведущим фактором, определяющим темпы роста и развития, величину урожая зеленой и сухой массы кукурузы, являются температура и продолжительность периода вегетации.

При продвижении кукурузы на север изменяется характер ее роста и развития. Под влиянием пониженных температур удлиняется период от посева до всходов в отдельные годы до 19—24 дней. При этом понижается полевая всхожесть до 50—60%. Гибель семян и растений кукурузы в поле составляла в среднем за 10 лет 44,6% от числа посеянных семян.

Рост растений в высоту и нарастание зеленой массы замедляется при понижении среднедекадной температуры до 15° и ниже. Наиболее высокие среднесуточные приросты в высоту и нарастание зеленой массы у кукурузы наблюдались во второй половине июля и в августе при температурах в 19—23°. По средним многолетним данным, основная масса урожая (около 94%) накапливается в период с середины июля и до скашивания.

Зеленая масса кукурузы, получаемая в наших условиях, содержит от 7,8 до 16,2% сухого вещества, а чаще всего 9—11%.

Краткость вегетационного периода в сочетании с недостаточными суммами температур не позволяет вступить среднепоздним сортам кукурузы даже в фазу цветения метелок.

Из одиннадцати лет только два года были благоприятными для их цветения, и оно наступало на 75—79-й день от всходов, при сумме температур 1396—1423°. Скороспелые сорта зацветали ежегодно на 42—59-й день от всходов при сумме положительных температур 750—1032° и сумме температур выше 10°—323—453°.

Среднепоздние сорта кукурузы накапливают урожай зеленой массы порядка 600 ц/га в годы со среднесуточной температурой в период от всходов до скашивания 17,6—18,6°, суммой температур выше 10° 492—647° и суммой осадков от посева до уборки 124,3—212,3 мм.

Многолетние исследования показывают, что в наибольшей коррелятивной связи урожай кукурузы находится со среднесуточной температурой за период вегетации и с суммой температур выше 10 и 15°.

Повышенная требовательность кукурузы к теплу вызывает необходимость выбирать под ее культуру теплые склоны с легкими хорошо прогреваемыми почвами, защищенные от холодных ветров.

Повышенная гибель семян и растений от вредителей и болезней

уборка кукурузы из-за наступления заморозков в момент наиболее интенсивного накопления растениями зеленой и сухой массы вынуждает для получения удовлетворительных урожаев в условиях Коми АССР идти по линии повышения норм высева и загущения посевов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев С. С. и Куперман Ф. М. Физиология кукурузы. М., Изд-во МГУ, 1959.
2. Балюра В. И. О темпах роста кукурузного растения. «Кукуруза», 1963, № 4.
3. Вавилов П. П. и Заболоцкая Т. П. Занятие пары в Коми АССР. Сыктывкар, Коми кн. изд-во, 1961.
4. Вавилов П. П. и Болотова Е. С. Некоторые особенности роста и развития кукурузы в северных районах ее возделывания. Тр. Коми филиала АН СССР, № 11, 1961.
5. Витко А. М. Значение пожнивно-корневых остатков культур свекловичного севооборота в обеспечении почвы органическим веществом. В кн.: Основные выводы научно-исследовательских работ за 1959—1960 гг., Всесоюз. науч.-исслед. ин-т сахарной свеклы. Киев, Изд-во УАСХИ, 1962.
6. Герасенков Б. И., Кожевников А. Р., Попова Г. И. Кукуруза — основа кормовой базы. Омск, кн. изд-во, 1962.
7. Горбачева А. П. Аминокислотный состав зеленой кукурузы при ее вегетации. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 7, 1957.
8. Качинский Н. А. Структура почвы. М., Изд-во МГУ, 1963.
9. Крюков В. Н. и Ястребов М. Т. Развитие корневой системы кукурузы на мощном черноземе. «Кукуруза», 1960, № 1.
10. Кулешов Н. Н. Обзор работ по кукурузе кафедры растениеводства за 1945—1954 гг. Зап. Харьковского с.-х. ин-та, т. 11, 1955.
11. Куперман Ф. М. и Баранов С. А. Этапы органогенеза соцветий кукурузы. «Кукуруза», 1958, № 1.
12. Лисунов И. К. Гибриды кукурузы универсального использования на зерно и силос. В кн.: Краткие итоги работ за 1961 г. Кишинев. Изд-во с.-х. лит., 1962.
13. Люндегорд Г. Влияние климата и почвы на жизнь растений. М., Сельхозгиз, 1937.
14. Мацкевич В. Что мы видели в США и Канаде. М., Госполитиздат, 1956.
15. Медведева В. М. Выход питательных веществ кукурузы в разных стадиях развития. «Кукуруза», 1957, № 8.
16. Набойщиков А. М., Негоршков А. Л., Сильянова Ю. И. Динамика роста и изменения качества сортов кукурузы. Тр. Казан. с.-х. ин-та, т. 1, вып. 40, 1960.
17. Павлов И. П. Особенности роста и развития кукурузы в нечерноземной полосе СССР. «Земледелие», 1955, № 7.
18. Петрунин В. М. Развитие корневой системы и урожай кукурузы в условиях орошения. «Вест. с.-х. науки», 1963, № 4.
19. Разумов В. И. Среда и развитие растений. Л.—М., Изд-во с.-х. лит. ж. и плакатов, 1961.
20. Самохвалов Г. К. Свет и растение. Харьков, Изд-во Харьковского гос. ин-та, 1963.
21. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата. Тр. по с.-х. метеорологии, вып. 20, 1928.
22. Смирнов А. И., Цой И. В., Петкилев П. В. Как влияет уплотненность почвы на рост корней. «Кукуруза», 1963, № 4.
23. Соколов В. Н. Корневая система кукурузы на солонцовых почвах лесостепи. Сб. научн. работ, № 9, Омск, 1963.
24. Соколов В. С. Развитие корневой системы кукурузы в зависимости от густоты стояния растений. «Вестн. с.-х. науки», 1962, № 8.
25. Тишков С. Кукуруза на дерново-подзолистых и торфяных почвах. Минск, изд-во «Урожай», 1963.
26. Третьяков Н. Н. и Галицкий В. И. Сортные различия в развитии корневой системы кукурузы. «Агробиология», 1963, № 4.
27. Третьяков Н. Н. и Синицина А. П. Потребление воды кукурузой на дерново-подзолистых почвах. «Вестн. с.-х. науки», 1962, № 12.
28. Уоллес Г. и Брессман Е. Кукуруза и ее возделывание. М., Изд-во иностр. лит., 1955.
29. Шаин С. С. и Мотова А. В. Развитие растений кукурузы в зависимости от условий солнечного освещения. «Кукуруза», 1959, № 9.

## НОРМЫ ВЫСЕВА, ГУСТОТА СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЙ КУКУРУЗЫ

П. П. ВАВИЛОВ, Е. С. БОЛОТОВА

Правильное установление норм высева и создание оптимально густоты стояния растений в посевах кукурузы в условиях Севера имеет особо важное значение. Густота стояния растений в значительной степени обуславливает величину площади листьев посева, от которой в свою очередь, зависит полнота поглощения солнечной энергии растениями и накопление урожая. Однако урожай определяется не только величиной площади листьев посева, но и продуктивностью ее работы, которая зависит от условий выращивания.

Известно, что в каждом географическом районе наблюдается разное сочетание факторов жизни растений и это вызывает необходимость установления для каждой почвенно-климатической зоны своих норм высева и соответствующего загущения посевов.

Оптимальная норма высева и густота стояния растений в посевах определяются продолжительностью безморозного периода, величиной осадков, условиями светового и температурного режима, плодородием участка, направлением культуры, сортом и т. д. Даже для одного и того же участка в разные вегетационные периоды, с резко различной погодой, лучшие результаты получаются при несколько отличающихся нормах высева.

Оптимальная норма высева в конкретных почвенно-климатических условиях является наилучшей для создания благоприятной густоты стояния, площади листьев посевов и накопления урожая.

Иллюстрацией определяющего значения природно-климатических факторов для установления оптимальной густоты стояния кукурузы при культуре на зерно является применяемая в различных странах средняя густота стояния. В Южной Африке, например, она составляет 17,5—20 тыс., в кукурузном поясе США 30—40 тыс., а в Западной Европе 50—75 тыс. растений на 1 га (43).

Большое значение в определении норм высева и густоты стояния растений играет направление культуры кукурузы и фаза, в которой убираются растения. Так, например, при выращивании кукурузы на зерно и для получения початков в молочнo-восковой спелости нормы высева берут ниже и создают меньшую густоту стояния растений, так как сильное загущение ведет к ухудшению условий образования початков и снижению урожая зерна. И наоборот, при выращивании кукурузы на силос и зеленый корм, когда она убирается до образования початков

молочной и молочнo-восковой спелости, урожай получается выше при большем загущении, чем при культуре кукурузы с целью получения початков.

Из данных, приведенных в работе З. С. Беляевой (2), видно, что в странах Западной Европы, США и Канаде при возделывании кукурузы на силос и зеленый корм применяют повышенные нормы высева семян, что дает более загущенный стеблестой.

В Италии при посеве кукурузы норму высева берут в 250 кг/га, которая обеспечивает густоту стояния 700 тыс. растений на 1 га; убирают зеленую массу через 38—50 дней после посева, не дожидаясь образования початков.

В Англии и Германии кукурузу на зеленый корм высевают с междурядьями 60—62 см, с расстояниями между растениями в рядках — 25 см, что при хорошей всхожести семян создает густоту стояния — 80 тыс. растений на 1 га.

В Канаде кукурузу на корм сеют зерновыми сеялками рядовым способом с междурядьями 91—107 см, с расстояниями между растениями в рядке 10 см, т. е. создают густоту стояния около 100 тыс. растений на гектаре.

В США ширина междурядий в большинстве случаев составляет 90 см, а расстояния в рядке 20—30 см; при гнездовом посеве — в гнезде оставляют по 3—4 растения, тем самым обеспечивается густота стояния около 33—50 тыс. растений на гектаре. Убирают кукурузу в фазе молочной спелости початков.

Во Франции норма высева при выращивании кукурузы на зеленый корм берется 80—100 кг/га (14).

В Голландии при культуре кукурузы на силос высевают на гектар 50 кг семян, эта норма дает 120—140 тыс. растений (10).

В Норвегии, где культура кукурузы возможна лишь на силос, наибольший урожай был получен при посеве приблизительно 100 кг семян на 1 га, но экономически, по-видимому, наиболее выгодно высеять 60 кг семян на 1 га (54).

На юге СССР (степные районы УССР, Ставропольский край, Ростовская область), в районах с продолжительным безморозным периодом, с недостаточным увлажнением и высокими температурами, где направление культуры кукурузы зерновое, более высокий урожай получается при относительно невысоких нормах высева и соответствующей меньшей густоте стояния растений. Для позднеспелых сортов лучшей густота стояния здесь 16,7—24 тыс., а для скороспелых около 11, 18, 33, 39, 48) тыс. растений на гектаре (11, 18, 33, 39, 48).

В районах лесостепи УССР высокий урожай зерна кукурузы получается при загущении посевов до 55,5—61,2 тыс. растений на 1 га (28, 35). Аналогичные результаты получены на Черновицкой научно-исследовательской опытной станции (25, 26).

В Полесье и Северной Лесостепи УССР, в условиях достаточного увлажнения, высокий урожай зерна получается при 52—70 и даже 1 тыс. растений на гектаре (8, 32, 37).

В условиях орошения (в Азербайджане, Волгоградской области, Казахстане) лучшей густотой стояния растений кукурузы оказывается густота от 41—61 до 80 тыс. растений на 1 га (38, 47, 49).

В Поволжье (Куйбышевская обл., Татарская АССР) более высокий урожай зерна и початков получается при 30—40 тыс. растений на гектаре, а силосной массы — при 40—60 тыс. (5, 27).

В центральной черноземной зоне (Курская, Воронежская, Тамбовская обл.) позднеспелые сорта при выращивании на силос дают лучший урожай при 56—81 тыс., а при выращивании на зерно — при 41 тыс. растений на гектаре (19, 20, 55).

Лабораторная и полевая всхожесть семян кукурузы (1962 г.)

Посеяно зерен в одно гнездо	Сорт Стерлинг		Гибрид Буковинский 3	
	всхожесть, %		всхожесть, %	
	лабораторная	полевая	лабораторная	полевая
4	97,5	69,0	96,5	68,7
7	97,5	68,3	96,5	61,8
10	97,5	65,4	96,5	64,7
13	97,5	63,3	96,5	59,6

Гибель семян и растений в поле по годам бывает довольно значительной (от 21 до 73%) и чаще всего составляет около 40—45%, что видно из следующих данных, полученных при норме высева 50 кг/га:

Годы	1955 г.	1956 г.	1957 г.	1958 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.	Средн.
погибших семян и растений	58,6	43,3	50,0	21,1	42,7	25,7	42,7	40,0	72,5	48,5	44,5

Учитывая значительную гибель семян и растений кукурузы в поле, приходится увеличивать норму высева ее в лучшем случае на 25%, а обычно почти на 100%.

С другой стороны, необходимо учитывать, что направление культуры кукурузы в южной половине Коми АССР силосное. Убираются растения на силос в возрасте 60—70 дней. Средний вес растений при борке обычно составляет 500—800 г, а в отдельные годы даже не превышает и 160 г. К моменту наступления заморозков у растений среднеспелых и среднепоздних сортов иногда начинают цвести метелки, а чаще растения не вступают даже в фазу выбрасывания метелок. Все это говорит о том, что нормы высева при выращивании кукурузы в условиях Севера должны быть повышенными в сравнении с нормами высева, применяемыми в южных районах страны.

В наших условиях повышение нормы высева семян с 33 кг до 75 и даже 100 кг на гектар ведет к увеличению урожая зеленой массы (табл. 2). При этом в сухие теплые вегетационные периоды прибавка урожая при увеличении норм высева бывает ниже, чем в годы с достаточным количеством влаги для роста растений.

Эффективность разных норм высева неодинакова. В очень неблагоприятные годы прибавка в урожае при увеличении нормы высева получается, примерно, одинаковая в любом интервале норм высева (1956 г.). Обычно же наибольшая прибавка в расчете на 10 кг посеянных семян получается при увеличении нормы высева с 33 до 50 кг/га; в более влажные — с 50 до 75 кг/га; в сухие теплые летние сезоны урожай повышается на 17,6 ц/га на каждые 10 кг посеянных семян, а в годы, когда растения не испытывают недостатка во влаге, — примерно, на 40 ц/га. Наименьшая прибавка наблюдается при увеличении нормы высева с 75 до 100 кг/га; в этом случае она составляет обычно 13—24 ц/га, а при недостатке влаги — всего 2 ц/га или совсем отсутствует.

В Башкирии позднеспелые и среднеспелые сорта в разные годы накапливали более высокий урожай при 40—83 тыс. растений на гектаре, а скороспелые — при 120 тыс. (7, 16).

В центральной нечерноземной и северо-западной зонах лучшей густотой стояния позднеспелых сортов, не дающих початков, являются сорта 80—167 и даже 222 тыс. растений на гектаре, а скороспелых и среднеспелых, дающих початки в молочно-восковой спелости, 55—83 тыс. растений на гектаре (13, 31, 41, 42, 46, 50, 51, 53).

В БССР для получения высокого урожая силосной массы благоприятной густотой стояния является: для скороспелых сортов 80—120 тыс. растений, а для позднеспелых 45—80 тыс. на гектаре (9, 22, 23, 24, 44, 45).

В Сибири высокий урожай зеленой массы получается при значительном загущении, до 81—250 тыс. растений (29, 34, 52).

В Прибалтике для получения высокого урожая зеленой массы применяют повышенные нормы высева и более высокий урожай получают при густоте стояния от 55 до 200 тыс. растений на гектаре (6, 12, 15, 21, 36).

Таким образом, многочисленные и многолетние исследования показывают, что в районах с недостаточным увлажнением, высокими температурами и продолжительным безморозным периодом более высокий урожай кукурузы получается при относительно меньших нормах высева и соответствующей им меньшей густоте стояния растений. В условиях же с коротким безморозным периодом, с низкими температурами появления всходов и в течение вегетационного периода лучшими нормами высева являются повышенные, обеспечивающие густоту стояния 150—200 тыс. растений на гектаре. При продвижении культуры кукурузы с юга на север намечается закономерность, заключающаяся в увеличении нормы высева и соответственно повышении густоты стояния растений, что обеспечивает получение более высокого урожая.

### НОРМЫ ВЫСЕВА И УРОЖАЙ

Вопрос о нормах высева и густоте стояния кукурузы в центральной зоне Коми АССР нами изучался с 1956 по 1964 г. (3, 4). Опыты проводились на Биологической станции Коми филиала АН СССР, на участках с среднеподзолистой, среднекультуренной, супесчаной почвой.

Под кукурузу вносили по 20 т/га навоза и в виде основного удобрения и подкормок 4 ц/га суперфосфата, 2 ц/га калийной соли и 3 ц/га аммиачной селитры (или всего 80 кг/га  $P_2O_5$  и  $K_2O$  и 90 кг/га азота). Опыты закладывались в четырехкратной повторности, при площади каждой повторности 18 м<sup>2</sup> и сплошном учете урожая. Варианты опытов отделялись друг от друга защитными рядами.

В 1956, 1960—1964 гг. опыты проводились с сортом Стерлинг, в 1957 г. — с гибридом «Успех», в 1959 г. с гибридом ВИР-42 и, кроме того, в 1962—1964 гг. — с гибридом Буковинский 3.

Величина нормы высева тесно связана с полевой всхожестью семян и гибелью растений от болезней и вредителей в поле.

Полевая всхожесть семян кукурузы при возделывании на Севере оказывается довольно низкой. В 1962 г., например, лабораторная всхожесть семян сорта Стерлинг составляла 97,5%, а гибрида Буковинский 3 — 96,5%, полевая же всхожесть снизилась соответственно (при посеве семи зерен в одно гнездо) до 68,3—61,8% (табл. 1). В отдельные годы полевая всхожесть уменьшается еще больше. Понижение полевой всхожести семян происходит из-за гибели их от плесневых грибов и вредителей при долгом нахождении семян в холодной почве в период от посева до всходов.

Влияние норм высева, температуры и осадков на урожай зеленой массы кукурузы, в ц/га

Таблица 2

иводит к повышению урожая сухого вещества, в другие же вегетационные сезоны на каждые 10 кг высеянных семян прибавка в уро-е составляет только 1,6—2,8 ц/га.

Норма высева (кг/га), температура и осадки	Сорт Стерлинг	Гибрид "Успех"	Гибрид ВИР-42	Сорт Стерлинг					Гибрид Буковинский 3	
	1956 г.	1957 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.	1962 г.	1963 г.
33	69,1	395,4	330,3	579,9	546,7	280,9	303,1	588,0	363,1	495,3
50	86,4	527,2	374,5	647,9	587,8	406,3	402,1	721,9	466,8	644,6
75	110,1	627,3	—	—	631,8	492,2	574,1	805,3	563,4	732,4
100	138,4	687,4	423,1	736,6	637,0	525,0	671,4	838,6	579,7	761,5
Среднесуточная температура от всходов до уборки . .	15,1	18,0	17,4	18,4	18,6	16,4	17,6	18,8	16,4	17,6
Осадки от посева до уборки, мм	126,7	196,0	55,3	135,7	130,7	211,5	212,3	124,3	211,5	212,3

Замедление повышения урожая с увеличением нормы высева связано с уменьшением среднего веса растений. При увеличении нормы сева с 33 до 100 кг на 1 га средний вес растений в теплые сухие годы уменьшается больше, чем в два раза, а в более влажные — на 23—38%. В холодные вегетационные периоды заметной разницы в среднем весе растений при разных нормах высева не наблюдалось (рис. 1).

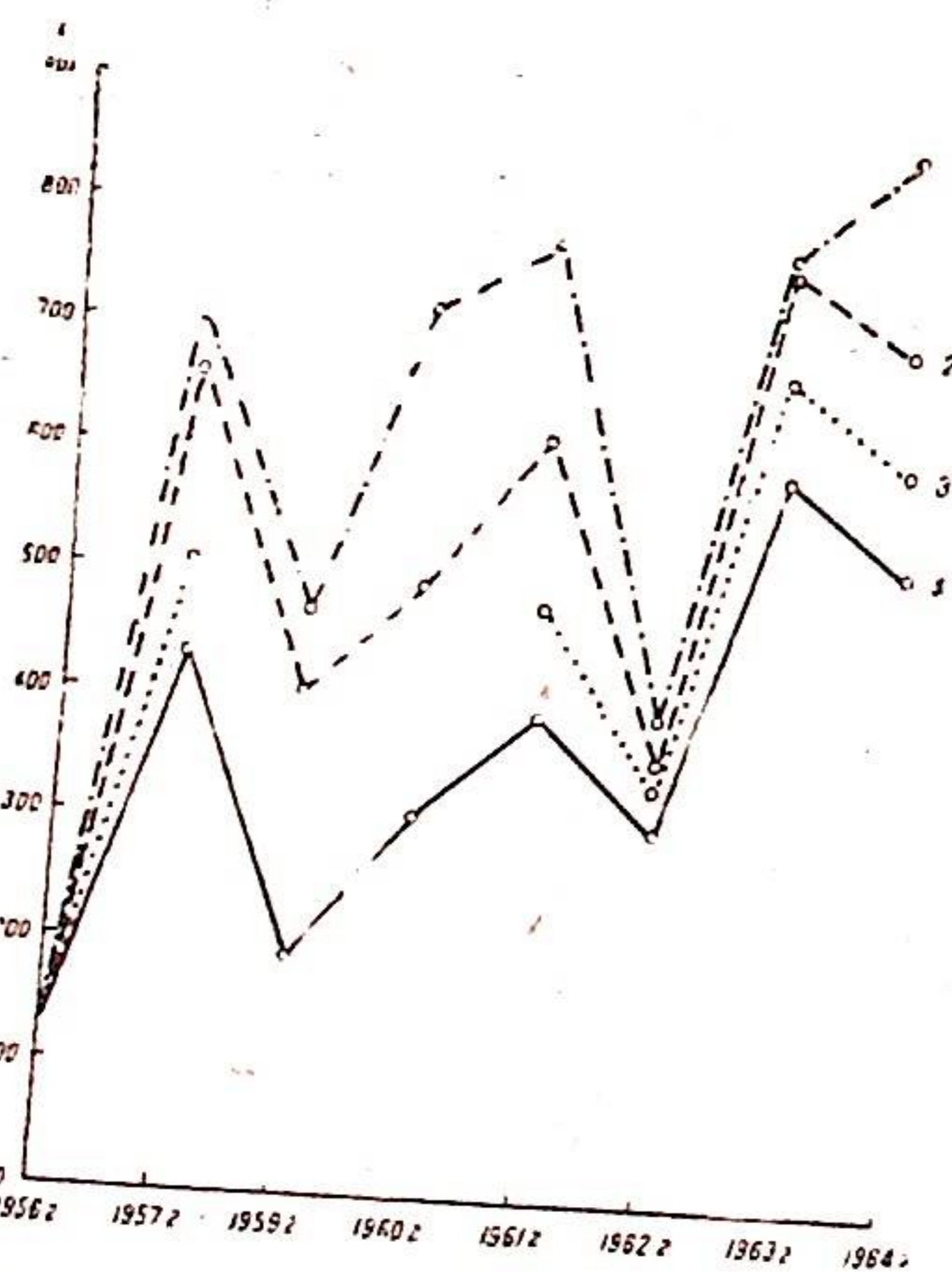


Рис. 1. Зависимость среднего веса растений кукурузы от норм высева семян. Нормы высева: 1—33 кг/га, 2—50 кг/га, 3—75 кг/га, 4—100 кг/га.

В соответствии с изменением урожая зеленой массы кукурузы влиянием норм высева происходит изменение урожая сухого вещества (табл. 3). С увеличением нормы сева содержание сухого вещества довольно часто снижается, но незначительно, — всего на 0,3—0,5% (табл. 4). Урожай же сухого вещества при увеличении нормы сева с 33 до 100 кг/га возрастает по годам с 25,0—74,8 ц/га до 47,0—93,9 ц/га. При этом в теплые сухие годы урожай сухого вещества бывает выше, чем в прохладные. Но прирост урожая сухого вещества с увеличением нормы сева в такие годы происходит несколько медленнее, чем в более прохладные и влажные.

На каждые 10 кг посеянных семян получается разная прибавка урожая в зависимости от нормы высева и условий вегетационного периода. Самая большая окупаемость семенного материала наблюдается при увеличении нормы высева с 33 до 50 кг/га (3,4—13,1 ц/га сухого вещества на 10 кг высеянных семян). При увеличении нормы высева с 50 до 75 кг/га урожай сухого вещества возрастает менее значительно, на 2,6—5,0 ц/га на каждые 10 кг семян. Увеличение нормы высева с 75 до 100 кг/га в отдельные теплые годы (1961, 1964 гг.) происходило в два раза, а в относительно прохладные (1962 г.) — на 27%.

Таблица 3

Влияние нормы высева на урожай сухого вещества кукурузы

Норма высева, кг/га	1960 г.		1961 г.		1962 г.		1963 г.		1964 г.	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
<b>Сорт Стерлинг</b>										
33	47,4	100,0	58,0	100,0	26,1	100,0	25,0	100,0	65,3	100,0
50	54,3	114,6	63,8	110,0	36,6	140,2	35,0	140,0	87,7	134,3
75	—	—	70,5	121,6	43,1	165,1	47,5	190,0	93,0	142,4
100	63,1	133,1	65,5	112,9	47,2	180,8	54,6	218,4	90,6	138,7
<b>Гибрид Буковинский 3</b>										
33	—	—	—	—	—	—	45,3	100,0	74,9	100,0
50	—	—	—	—	42,2	100,0	56,0	124,9	86,6	115,6
75	—	—	—	—	—	—	65,8	145,3	92,0	122,8
100	—	—	—	—	52,6	124,6	65,4	144,4	93,9	125,4

Таблица 4

Влияние нормы высева на содержание сухого вещества в кукурузе

Норма высева, кг/га	% сухого вещества				
	1960 г.	1961 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.
<b>Сорт Стерлинг</b>					
33	8,17	10,61	9,30	8,24	11,12
50	8,38	10,85	9,00	8,70	12,15
75	—	11,16	8,76	8,28	11,55
100	8,57	10,28	8,99	8,13	10,81
<b>Гибрид Буковинский 3</b>					
33	—	—	—	9,15	12,31
50	—	—	9,03	8,77	12,36
75	—	—	—	8,09	12,42
100	—	—	9,07	8,59	12,82

Непропорциональное увеличение урожая сухого вещества нормой высева происходит из-за того, что, как правило, одновременно с увеличением числа растений на площади уменьшается средний вес растений кукурузы. Так, сухой вес одного растения (табл. 5) с увеличением нормы высева с 33 до 100 кг/га и загущения с 70—81 до 165—244 тыс. растений на 1 га в разные годы уменьшался с 36,4—93,8 г до 26,7—54,5 г. Снижение среднего веса растений в теплые вегетационные периоды (1960, 1961, 1964 гг.) происходило в два раза, а в относительно прохладные (1962 г.) — на 27%.

Таблица 5  
Влияние нормы высева на сухой вес одного растения кукурузы

Нормы высева, кг/га	Средний вес одного растения									
	1960 г.		1961 г.		1962 г.		1963 г.		1964 г.	
	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
<b>Сорт Стерлинг</b>										
33	58,1	100,0	80,7	100,0	36,4	100,0	62,4	100,0	93,8	100,0
50	41,4	71,3	64,6	80,0	31,5	86,5	65,2	104,5	84,0	89,3
75	—	—	53,7	66,5	29,0	79,7	54,1	86,7	67,7	72,2
100	25,9	44,6	39,8	49,3	26,8	73,6	46,9	75,2	54,5	58,0
<b>Гибрид Буковинский 3</b>										
33	—	—	—	—	—	—	55,7	100,0	92,1	100,0
50	—	—	—	—	36,7	—	45,3	81,3	74,5	80,3
75	—	—	—	—	—	—	37,4	67,2	61,9	67,2
100	—	—	—	—	28,0	—	29,4	52,8	50,6	54,9

**ГУСТОТА СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЙ**

Многолетние исследования показали, что урожай кукурузы при одной и той же норме высева в разные по погодным условиям годы получается неодинаковый. Так, урожай зеленой массы кукурузы сорта Стерлинг при норме высева 33 кг/га по годам колебался от 69,1 до 588,0 ц/га при посеве 50 кг семян на 1 га — от 86,4 до 721,9 ц/га, а при посеве 75 кг на 1 га — от 110,1 до 805,3 ц/га и, наконец, при наибольшей норме высева 100 кг/га урожай варьирует от 138,4 до 838,6 ц/га. Изменение урожая кукурузы по годам при одной и той же норме высева объясняется, главным образом, влиянием факторов температуры и влажности.

В зависимости от погодных условий в течение весны и лета того или иного года одни и те же нормы высева дают разную густоту стояния растений (табл. 6).

Таблица 6  
Изменение густоты стеблестоя посевов кукурузы по годам при одних и тех же нормах высева

Норма высева, кг/га	Число растений на га, тыс.								
	1957 г.		1959 г.		1960 г.		1964 г.		
	гибрид „Успех“	гибрид ВИР-42	гибрид „Успех“	гибрид ВИР-42	сорт Стерлинг	сорт Стерлинг	сорт Стерлинг	сорт Стерлинг	
33	56,1	72,4	49,9	81,6	71,8	71,7	40,1	69,7	
50	84,5	93,5	68,4	131,3	98,7	116,3	53,7	104,4	
75	124,9	—	87,9	—	131,3	148,6	87,7	137,3	
100	159,9	229,7	95,8	244,1	164,6	176,4	116,5	166,4	
<b>Гибрид Буковинский 3</b>									
33	—	—	—	—	—	76,3	81,3	81,3	
50	—	—	—	—	—	115,1	125,1	116,2	
75	—	—	—	—	—	158,8	176,0	148,6	
100	—	—	—	—	—	188,2	222,7	185,6	

Колебания в густоте стояния растений на площади при одной и той же норме высева оказываются довольно значительными и вызваны они неодинаковой степенью гибели семян в почве в разные годы и самих растений после появления всходов.

Урожай зеленой массы кукурузы возрастает с увеличением загущения, но до известного предела (рис. 2). В вегетационные периоды с достаточным обеспечением влагой урожай заметно возрастает при увеличении загущения до 90—150 тыс. растений на 1 га; при этом на каждые 10 тыс. растений урожай зеленой массы повышается на 27—39 ц/га. При загущении до 170—200 тыс. растений на 1 га урожай увеличивается, но менее значительно. В теплые сухие вегетационные периоды, когда растения в период максимального нарастания зеленой массы испытывают недостаток во влаге, рост урожая с увеличением загущения происходит медленнее, на 13—21 ц/га на каждые 10 тыс. растений при загущении до 131 тыс. и на 1—7 ц/га при густоте стояния до 164,6—244,1 тыс. растений на 1 га.

Урожай сухого вещества также возрастает с ростом загущения, но чем больше загущение, тем медленнее происходит нарастание урожая (рис. 3). У сорта Стерлинг на каждые 10 тыс. растений урожай сухого вещества увеличивался с ростом загущения с 40,1 до 53,7 тыс. растений на 1 га на 7,3 ц/га, а при загущении с 69,7 до 116,5 тыс. — на 2,2—2,5 ц/га, иногда на 6,4 ц/га.

При возрастании густоты стояния растений с 98,7—116,3 до 125,1—148,6 тыс. урожай сухой массы увеличивается на 1,4—2,0 ц/га на каждые 10 тыс. растений. Увеличение числа растений на гектаре с 125,1—148,6 тыс. до 164,6—244,1 тыс. ведет к росту урожая сухого вещества на 0,8—1,5 ц/га на каждые 10 тыс. растений, или практически не дает увеличения урожая. Аналогичная картина наблюдается и по

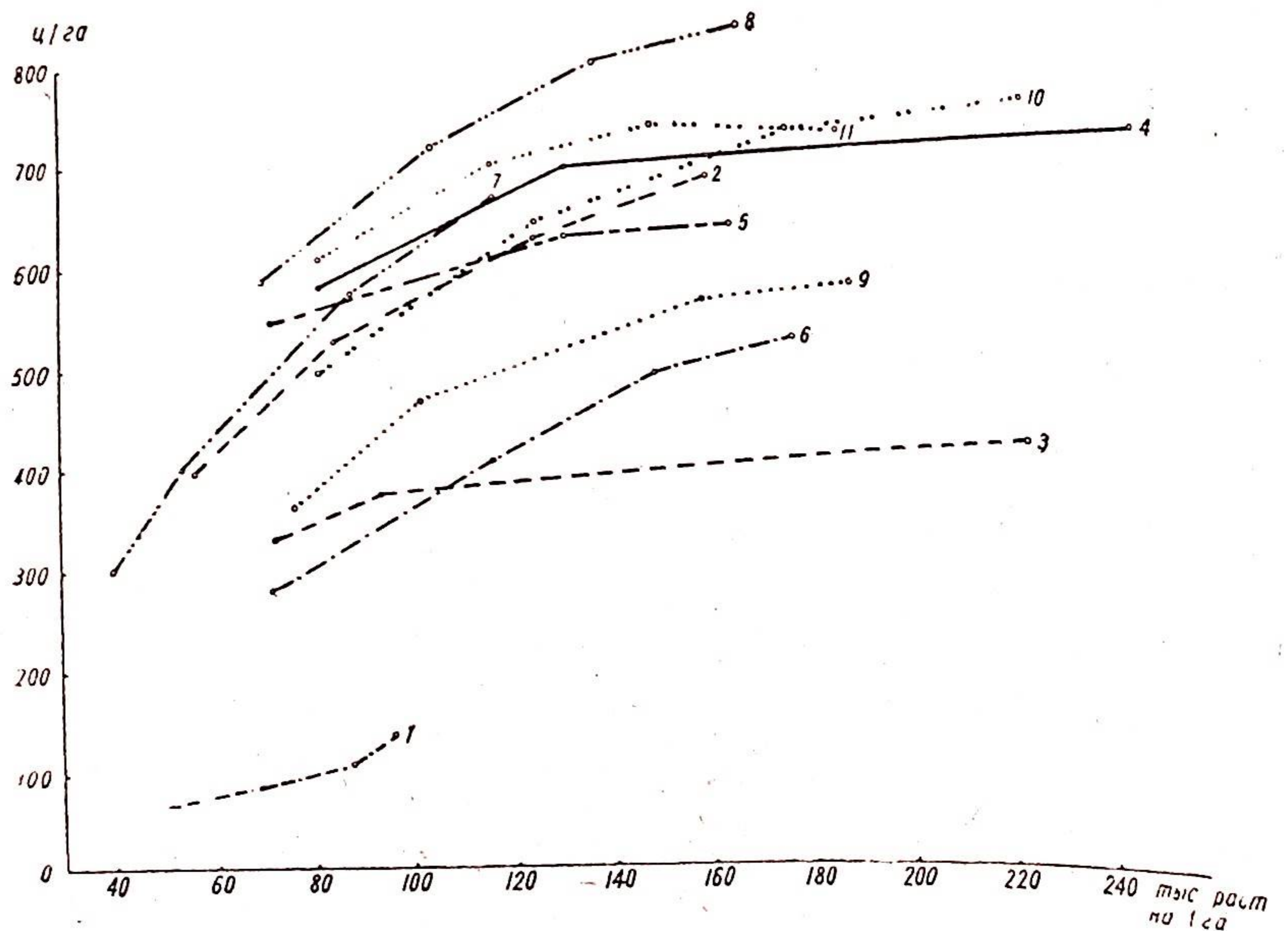


Рис. 2. Влияние густоты стояния на урожай зеленой массы кукурузы. Среднепоздние сорта кукурузы: 1—1956 г., 2—1957 г., 3—1959 г., 4—1960 г., 5—1961 г., 6—1962 г., 7—1963 г., 8—1964 г. Гибрид Буковинский 3: 9—1962 г., 10—1963 г., 11—1964 г.

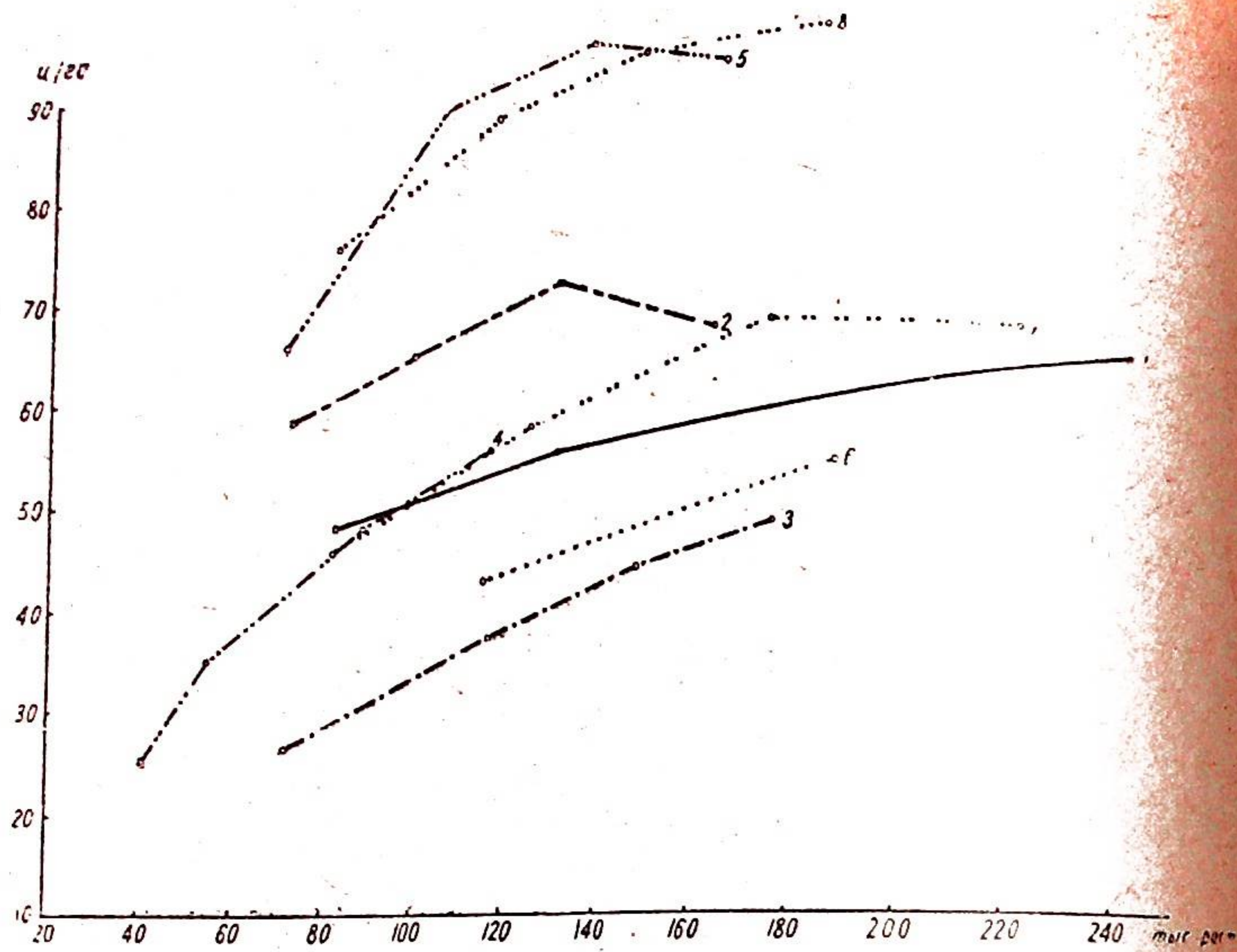


Рис. 3. Влияние густоты стояния на урожай сухой массы. Сорт Стерлинг: 1 — 1960 г., 2 — 1961 г., 3 — 1962 г., 4 — 1963 г., 5 — 1964 г. Гибрид Буковинский 3: 6 — 1962 г., 7 — 1963 г., 8 — 1964 г.

гибриду Буковинский 3. При загущении свыше 148,6—176,0 тыс. растений на 1 га приросты урожая или отсутствуют или составляют всего 0,5 ц га на каждые 10 тыс. растений.

### ПЛОЩАДЬ ЛИСТЬЕВ И ЕЕ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Площадь листьев посева изменяется при изменении густоты стеблестоя. С увеличением густоты стояния растений с 69,7—87,7 до 166,4—222,7 тыс. на 1 га площадь листьев посева увеличивается в полтора-два раза (табл. 7). Абсолютные величины площади листьев посева при близкой густоте стояния получаются разные в зависимости от условий вегетационного периода. Так, у сорта Стерлинг в более прохладный 1962 г. площадь листьев посева была почти в два раза меньше, чем в теплые годы. У гибрида Буковинский 3 величина площадей листьев посева примерно одинакового загущения по годам колеблется меньше. Это, вероятно, объясняется несколько большей скороспелостью гибрида и устойчивостью к пониженным температурам.

В условиях короткого вегетационного периода Севера урожай кукурузы в значительной степени определяются размерами площади листьев посева. Оптимальные размеры ее для накопления максимального урожая значительно превышают оптимальные площади листьев посевов кукурузы южных районов страны (30).

Сопоставление величины площади листьев посева и урожая показывает, что у гибрида Буковинский 3 оптимальной площадью листьев посева для накопления высшего для данного года урожая в наших условиях является 72,4—81,7 тыс. м<sup>2</sup>/га, дальнейший рост ассимиляционного аппарата не приводит к повышению урожая. У сорта Стерлинг оптимальной площадью листьев посева для накопления высшего урожая является 93,2—95,0 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Можно отметить, что чем благоприятнее вегетационный период по температурным условиям, тем выше накапливается урожай при близ-

ких площадях листьев посевов кукурузы, т. е. почти одинаковые площади листьев посевов работают продуктивнее как у сорта Стерлинг, так и у гибрида Буковинский 3.

Среднесуточная продуктивность листовой поверхности, вычисленная путем деления урожая сырой и сухой массы на площадь листьев и число дней вегетации, изменяется в зависимости от густоты стояния, площади листьев посева и метеорологических условий вегетационного периода (табл. 7).

Таблица 7

Влияние густоты стояния на размеры площади листьев посева и среднесуточное накопление зеленой и сухой массы кукурузы в 1961—1964 гг.

Сорт Стерлинг				Гибрид Буковинский 3		
1961 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.
Число растений на 1 га, тыс.						
—	—	40,1	—	—	—	—
—	—	53,7	—	—	—	—
71,8	71,7	87,7	69,7	76,3	81,3	81,3
98,7	116,3	116,5	104,4	115,1	—	116,2
131,3	148,6	—	137,3	158,8	125,1	148,6
164,6	176,4	—	166,4	188,2	176,0	185,6
—	—	—	—	—	222,7	—
Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га						
—	—	34,8	—	—	—	—
—	—	43,1	—	—	—	—
61,2	33,8	65,2	57,1	43,6	51,3	58,5
68,4	48,6	80,1	80,8	56,8	—	69,3
95,0	60,4	—	93,2	72,4	74,3	74,2
88,8	67,4	—	105,0	73,5	81,7	93,2
—	—	—	—	—	110,4	—
Среднесуточное накопление зеленой массы, г/м <sup>2</sup>						
—	—	13,8	—	—	—	—
—	—	14,8	—	—	—	—
11,9	13,0	14,0	15,8	13,0	15,3	16,0
11,5	13,1	13,3	13,7	12,8	—	15,6
8,9	12,7	—	13,3	12,2	13,8	15,4
9,6	12,2	—	12,3	12,3	14,2	12,1
—	—	—	—	—	10,9	—
Среднесуточное накопление сухой массы, г/м <sup>2</sup>						
—	—	1,14	—	—	—	—
—	—	1,29	—	—	—	—
1,26	1,21	1,16	1,76	не опр.	1,40	1,97
1,24	1,18	1,08	1,67	1,16	—	1,92
0,99	1,11	—	1,54	не опр.	1,21	1,91
0,98	1,09	—	1,33	1,12	1,28	1,55
—	—	—	—	—	0,94	—

В прохладные годы с загущением и ростом площади листьев посева среднесуточное накопление зеленой и сухой массы на единицу площади листьев изменяется очень незначительно (1962 г.). Величина урожая в такие годы определяется размерами площади листьев посева.

В теплые годы среднесуточное накопление зеленой и сухой массы на единицу площади листьев при больших загущениях снижается заметно. Такое явление наблюдается у сорта Стерлинг при густоте стеблестоя в 131,3—166,4 тыс. растений на 1 га и площади листьев посева в 95,0—105,0 тыс. м<sup>2</sup>/га, у гибрида Буковинский 3 при 185,6—222,7 тыс. растений на 1 га и площади листьев 93,2—110,4 тыс. м<sup>2</sup>/га. В этих случаях рост урожая определяется не столько нарастанием площади листьев посева, сколько ее продуктивностью, так как всякое дальнейшее увеличение площади листьев влечет за собой понижение продуктивности ее работы и не перекрывает снижения урожая.

Если сравнить два года, 1962 и 1964, имевших разную среднесуточную температуру в период от всходов кукурузы до уборки (16,4 и 18,8°), но одинаковую продолжительность вегетации, то обнаруживается, что при близкой густоте стояния как у сорта Стерлинг, так и у гибрида Буковинский 3 в теплый год накапливается больше сырого и сухого вещества на 1 м<sup>2</sup> площади листьев. Площадь же листьев посева при почти одинаковой густоте стояния в холодный год имеет меньшие размеры. Однако закономерность лучшего накопления зеленой массы на единицу площади листьев в теплый год почти отсутствует при загущении в 166,4—185,6 тыс. растений на 1 га. По накоплению сухой массы эта закономерность при увеличении загущения сохраняется, хотя и значительно уменьшается. В теплые годы при значительном загущении растений угнетающее влияние затенения и, вероятно, других факторов проявлялось довольно сильно, и это нивелировало действие хорошей погоды (табл. 8).

Таблица 8

Среднесуточное накопление зеленой и сухой массы кукурузы на единицу площади листьев при разной густоте стеблестоя в 1962 и 1964 гг.

Число растений на 1 га, тыс.		Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га		Среднесуточное накопление массы в г/м <sup>2</sup>			
1962 г.	1964 г.	1962 г.	1964 г.	зеленой		сухой	
				1962 г.	1964 г.	1962 г.	1964 г.
<b>Сорт Стерлинг</b>							
71,7	69,7	33,8	57,1	13,0	15,8	1,21	1,76
116,3	104,4	48,6	80,8	13,1	13,7	1,18	1,67
148,6	137,3	60,4	93,2	12,7	13,3	1,11	1,54
176,4	166,4	67,4	105,0	12,2	12,3	1,09	1,33
<b>Гибрид Буковинский 3</b>							
76,3	81,3	43,6	58,5	13,0	16,0	—	1,97
115,1	116,2	56,8	69,3	12,8	15,6	1,16	1,92
158,8	148,6	72,4	74,2	12,2	15,4	—	1,91
188,2	185,6	73,5	93,2	12,3	12,1	1,12	1,55

В загущенных посевах уменьшается площадь листьев каждого растения. При доведении густоты стеблестоя до 166,4—176,4 тыс. растений на 1 га средняя площадь листьев одного растения сорта Стерлинг уменьшалась по сравнению с площадью листьев при густоте стеблестоя 69,7—71,8 тыс. растений на 1 га с 47,1—85,2 дм<sup>2</sup> до 38,2—63,1 дм<sup>2</sup>, т. е. почти на 19—37% (табл. 9). Аналогичная картина наблюдалась и у гибрида Буковинский 3.

Таблица 9

Влияние густоты стояния на площадь листьев растений. Сорт Стерлинг

Число растений на 1 га, тыс.			Площадь листьев одного растения					
			в дм <sup>2</sup>			в %		
1961 г.	1962 г.	1964 г.	1961 г.	1962 г.	1964 г.	1961 г.	1962 г.	1964 г.
71,8	71,7	69,7	85,2	47,1	81,9	100,0	100,0	100,0
98,7	116,3	104,4	69,3	41,8	77,5	81,3	88,8	94,6
131,3	148,5	137,3	72,4	40,7	67,5	85,0	86,4	82,4
164,6	176,4	166,4	54,0	38,2	63,1	63,4	81,1	77,0

Сокращение средней площади листьев одного растения с увеличением загущения происходит тем медленнее, чем прохладнее бывает год. Вес единицы площади листьев в загущенных посевах снижается (табл. 10). В 1964 г. при стеблестое в 166,4—185,6 тыс. растений на 1 га вес 1 дм<sup>2</sup> площади листьев без жилки снизился на 14—17% по сравнению с весом ее при густоте стояния 69,7—81,3 тыс. растений на 1 га.

Таблица 10

Влияние густоты стояния на вес единицы площади листьев (1964 г.)

Название сорта, гибрида	Число растений на 1 га, тыс.	Вес 1 дм <sup>2</sup> мякоти листьев, г
Стерлинг	69,7	1,95
"	104,4	1,87
"	137,3	1,84
"	166,4	1,68
Буковинский 3	81,3	2,11
"	116,2	2,05
"	148,6	2,03
"	185,6	1,75

С увеличением загущения уменьшается диаметр стебля. Так, в 1960 г. у растений сорта Стерлинг с ростом загущения с 81,6 до 244,1 тыс. растений на 1 га средний диаметр стебля уменьшился с 3,1 до 2,3 см.

#### ГУСТОТА СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ, ОСВЕЩЕННОСТЬ И УСЛОВИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ

Существенной причиной замедления роста растений и накопления урожая кукурузой в загущенных посевах является ослабление светового режима.

Угнетение растений в загущенных посевах, однако, проявляется только при определенных условиях. При медленном росте растений, что происходит при пониженных температурах, угнетения в росте с загущением почти не наблюдается. В этих условиях растения получают в достаточном количестве влагу, элементы минерального питания, солнечную энергию. При быстром же росте растений (в середине августа) наблюдается значительное угнетение растений с увеличением загущения. Оно выражается в уменьшении среднего веса растений, площади их листьев, диаметра стебля, веса единицы площади листьев.

Одной из причин угнетения растений в загущенных посевах, как уже указывалось выше, является ухудшение светового режима. Загущенные посевы развивают в августе большую площадь листьев посева, благодаря чему в них в это время происходит сильное ослабление освещенности на средних и нижних ярусах (рис. 4).

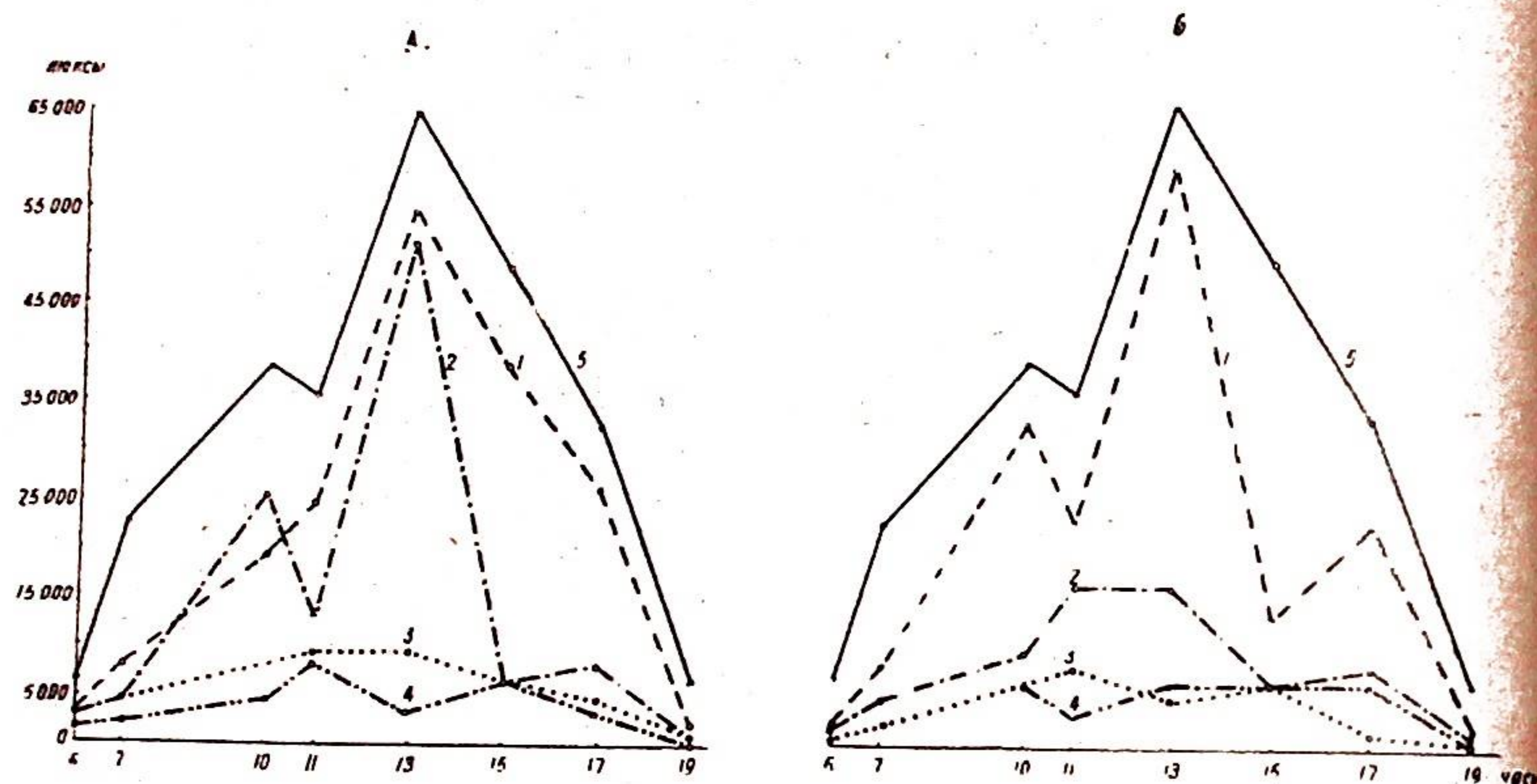


Рис. 4. Освещенность на средних ярусах посевов кукурузы (6/VIII-1962 г.).  
 А. Сорт Стерлинг. Освещенность при густоте стояния: 1—71,7 тыс/га, 2—116,3 тыс/га, 3—148,6 тыс/га, 4—176,4 тыс/га, 5—освещенность над посевам.  
 Б. Гибрид Буковинский 3. Освещенность при густоте стояния: 1—76,3 тыс/га, 2—115,1 тыс/га, 3—158,8 тыс/га, 4—188,2 тыс/га, 5—освещенность над посевам.

В квадратно-гнездовых посевах сорта Стерлинг в начале августа 1962 г. при стеблестое 71,7—116,3 тыс. растений на 1 га освещенность в ясный день в 13 часов дня на высоте листьев средних ярусов (в гнездах) составляла 51,2—54,4 тыс., на высоте листьев нижних ярусов 48,0—51,2 тыс. люксов. При увеличении загущения до 148,6—176,4 тыс. растений на 1 га освещенность снижается как на высоте средних, так и на высоте нижних ярусов листьев до 3,2—9,6 тыс. люксов. В квадратно-гнездовых посевах гибрида Буковинский 3 при густоте стояния растений 76,3 тыс. растений на 1 га освещенность составляла на высоте листьев средних ярусов (в гнездах) — 57,6 тыс., на высоте листьев нижних ярусов — 40 тыс. люксов. С возрастанием загущения до 158,8—188,2 тыс. растений на 1 га освещенность снижается на высоте листьев средних ярусов до 4,8—6,4 тыс., а на высоте нижних ярусов до 3,2—6,4 тыс. люксов. Посевы с густотой стояния 115,1 тыс. по состоянию освещенности на высоте листьев нижних и средних ярусов приближались к посевам, загущенным до 158,8 тыс., так как освещенность в них была значительно меньше, чем при стеблестое 76,3 тыс. растений на 1 га. В загущенных посевах (148,6—188,2 тыс. растений на 1 га) листья кукурузы средних и нижних ярусов находятся днем в 13 часов в 5—17 раз в худших условиях освещения, чем в разреженных посевах (71,7—76,3 тыс. растений на 1 га).

В среднем за день освещенность в посевах сорта Стерлинг при загущении до 148,6—176,4 тыс. растений на 1 га на высоте листьев средних ярусов (в гнездах) составляла 16,7—27,1%, а на высоте листьев нижних ярусов 15,5—23,8% от освещенности на той же самой высоте в посевах с меньшим стеблестоем (71,7 тыс. растений на 1 га). В посевах гибрида Буковинский 3 средняя освещенность за день в загущенных посевах составляла на высоте листьев средних ярусов (в гнездах) 19,6—20,4% и на высоте листьев нижних ярусов

16,4—21,8% от освещенности, измеренной в тех же ярусах, но в относительно разреженных посевах (76,3 тыс. растений на 1 га).

Из этих наблюдений следует, что особенно в напряженных условиях светового режима находятся листья нижних и средних ярусов в гнездах при густоте стояния растений сорта Стерлинг 148,6—176,4 тыс. на 1 га, а Буковинского 3 при 158,8—188,2 тыс. на 1 га.

Таким образом, в разреженных посевах в сравнении с загущенными посевами световые условия являются более благоприятными для фотосинтеза, особенно для листьев нижних ярусов. Увеличение же урожаев в посевах, загущенных до оптимальной величины, происходит потому, что они полнее поглощают и используют солнечную энергию, чем разреженные. Загущенными посевами (148,6—176,4 тыс/га) в среднем за день пропускалось на почву всего 8,0—14,8% падающей на посев видимой солнечной радиации, в то время как посевами с меньшим стеблестоем (71,7—76,3 тыс. растений на 1 га) 45,1—45,2%, т. е. в несколько раз больше. Эти данные указывают на то, что загущенные посевы кукурузы (148,6—176,4 тыс. растений на 1 га) значительно лучше используют падающий на них солнечный свет (хотя световые условия каждого в отдельности растения в них ухудшаются), что ведет к накоплению более высоких урожаев. Дальнейшее загущение посевов (до 188,2 тыс. растений на 1 га), хотя и увеличивало поглощение света посевам, однако не приводило к увеличению урожая.

Кукуруза особенно много потребляет влаги при хорошо развитой листовой поверхности в период интенсивного роста стебля. По нашим наблюдениям, в некоторые годы (1959, 1960, 1961 гг.) в августе, при отсутствии осадков, и в условиях Коми АССР отмечалось замедление роста растений, скручивание листьев в дневные часы. Особенно ярко эти явления проявлялись в загущенных посевах.

В литературе имеются сведения о том, что загущение ведет к иссушению почвы, но относительно небольшому. В опытах, проведенных в БССР, увеличение загущения кукурузы с 40 тыс. до 160 тыс. растений на 1 га и более вызвало уменьшение влажности почвы в слое 0—20 см всего на 0,5% (40). По данным Л. П. Белоусовой (1), в Харьковской области увеличение густоты насаждения до 80 тыс. растений на 1 га уменьшает влажность почвы на 1% на каждые 20 тыс. растений, причем не каждый год, но такое иссушение определяющего влияния на урожай не оказывало.

В наших опытах, по данным Н. В. Чебыкиной, в начале августа как во влажные годы, так и при сильном пересыхании почвы закономерного изменения влажности почвы при увеличении загущения не происходило. При среднем же содержании влаги в почве (6,8—11,6%), при полной влагоемкости почвы около 23%, наблюдается уменьшение влажности почвы на 1,8—2,6% при увеличении густоты стеблестоя на 25,1—98,0 тыс. растений на 1 га.

## ВЫВОДЫ

Необходимым условием выращивания кукурузы на Севере является применение повышенных норм высева и загущение посевов. Повышение норм высева и увеличение густоты стояния растений вызывается здесь недостатком тепла и коротким безморозным периодом.

С повышением норм высева и загущения стеблестоя увеличиваются: число растений на площади, общая площадь листьев посева, поглощение света листьями посева, урожай зеленой и сухой массы. В то же время увеличение загущения посева кукурузы вызывает уменьшение среднего веса одного растения, площади листьев и диаметра стебля растений, а также уменьшение веса единицы площади листьев и сред-

несуточного накопления зеленой и сухой массы на единицу площади листьев. Все это является следствием ухудшения светового режима в посевах, в какой-то степени водного режима и, вероятно, других факторов жизни растений, что ведет в свою очередь к ослаблению физиологических процессов, протекающих в растениях кукурузы.

Из этого следует, что повышение норм высева и загущения, а также увеличение площади листьев посева целесообразно лишь до определенного предела.

Для среднепоздних сортов кукурузы наиболее благоприятными нормами высева оказались 75—100 кг/га, густота стояния 131,3—176,4 тыс. растений на 1 га и площадь листьев посева 93,2—95,0 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Для гибрида Буковинский 3 оптимальной нормой высева явилось 75 кг/га, густота стояния 148,6—176,0 тыс. растений на 1 га и площадь листьев посева 72,4—81,7 тыс. м<sup>2</sup>/га.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусова Л. П. Обеспечение густоты стояния растений кукурузы для получения высокого урожая. Тр. Харьковского с.-х. ин-та, т. XXVI (LXIII), 1960.
2. Беляева З. С. Кукуруза на зеленый корм в зарубежных странах. «Животноводство», 1956, № 7.
3. Вавилов П. П. Силосные растения и их культура в Коми АССР. Сыктывкар, Коми кн. изд-во, 1956.
4. Вавилов П. П. и Болотова Е. С. Некоторые особенности роста и развития кукурузы в северных районах ее возделывания. Тр. Коми филиала АН СССР, № 11, 1961.
5. Горбулин Н. Ф. Влияние площади питания на урожай кукурузы при квадратно-гнездовом способе посева. Изд-во Куйбыш. с.-х. ин-та, т. XIII, 1958.
6. Гринблат Г. Я. Кукуруза — основной компонент кормового рациона. Вестн. с.-х. науки, 1962, № 1.
7. Давыдов А. А. Результаты сортоиспытания кукурузы в Башкирии. В кн.: Вопросы биологии, физиологии и биохимии кукурузы. Уфа, Башкир. кн. изд-во, 1958.
8. Демкин А. П. Густота насаждения и урожайность кукурузы в Полесских районах Украины. «Кукуруза», 1957, № 5.
9. Долженков С. Ф. Основные агротехнические приемы возделывания кукурузы в условиях БССР. Минск, 1953.
10. Емельянов И. Е. 8-я Международная конференция по гибридной кукурузе. «Земледелие», 1955, № 9.
11. Иванюк Л. И. Зависимость урожая кукурузы от площади питания. «Кукуруза», 1958, № 12.
12. Избицкий Х. Ш. Выращивание кукурузы в Литовской республике. «Кукуруза», 1957, № 5.
13. Ильин М. И. Оптимальное количество растений на гектаре. «Кукуруза», 1958, № 5.
14. Калинин М. С. Новое в культуре кукурузы во Франции. «Кукуруза», 1957, № 10.
15. Карулис Я. Я. Опыт выращивания кукурузы в колхозах Латвийской ССР. «Земледелие», 1955, № 4.
16. Кинзикеев Б. Х., Курамшин Г. С. Накопление и распределение по органам сухого вещества. В кн.: Биохимия и физиология формирования урожая кукурузы. Башкир. филиал АН СССР, ин-т биологии, Уфа, 1960.
17. Козловский В. П. Пути повышения урожайности кукурузы в Латвии. «Кукуруза», 1957, № 6.
18. Козырь А. Т. О площадях питания кукурузы. «Земледелие», 1955, № 4.
19. Котов П. Ф. и Халтурин А. С. О площадях питания кукурузы при квадратном и шахматном гнездовых способах посева в условиях юго-востока Воронежской области. Сб. научных работ (Науч.-исслед. ин-т сел. х-ва центр.-чернозем. полосы им. В. В. Докучева). Воронеж, 1959.
20. Краснухин В. И. О посевах кукурузы на силос. «Кукуруза», 1957, № 4.
21. Креслинь А. Выращивание кукурузы в колхозах Латвийской ССР. Рига, Латвийское гос. изд-во, 1955.
22. Лаппо А. И., Соколов В. С. Ширина междурядий в квадратно-гнездовых посевах. «Кукуруза», 1958, № 1.
23. Лаппо А. И., Жагрин Б. С. Густота и способы посева кукурузы. В кн.: Кукуруза на полях Белоруссии, Минск, Гос. изд. с.-х. лит. БССР, 1963.
24. Лищенко Ф. И. Некоторые особенности агротехники возделывания кукурузы в северо-восточной части БССР. Тр. Белорус. с.-х. акад., т. XXIII, вып. 2, 1957.
25. Лут Ф. А. Влияние густоты насаждения на урожай кукурузы. «Колхозное производство», 1950, № 4.
26. Лут Ф. А. О густоте стояния растений кукурузы. «Кукуруза», 1956, № 1.
27. Мосолов В. П. и Евгеньева П. Е. Культура кукурузы в условиях Северной нечерноземной полосы. Тр. Казан. с.-х. ин-та, 1937.
28. Найдин П. Г. Возделывание кукурузы. По данным ХОС. Харьков, 1924.
29. Николайчук Л., Янченко К. Влияние густоты посева различных по скороспелости форм кукурузы на урожайность и кормовые достоинства зеленой массы. Уч. зап. Красноярского гос. пед. ин-та, т. X, 1957.
30. Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. XV Тимирязевское чтение. М., Изд-во АН СССР, 1956.
31. Пельчих Л. А. и Аникина Р. И. Испытание способов и густоты посева кукурузы. Тр. Чувашского с.-х. ин-та, т. V, вып. I, 1961.
32. Плюскин А. Т., Оробченко В. П. Из опыта возделывания кукурузы в Житомирской обл. «Земледелие», 1955, № 12.
33. Подгорный П. И. Кукуруза, ее возделывание и использование. Одесская с.-х. опытная станция, вып. VII, № 4, 1925.
34. Прикладов Н. В., Рыбакова С. Н. Кукуруза в Томской области. Изд-во Томского ун-та, 1957.
35. Пшебельский В. В., Зубенко В. Ф. Кукуруза в условиях левобережья лесостепи УССР. «Земледелие», 1955, № 5.
36. Ривис А. А. О возможностях выращивания кукурузы и о некоторых особенностях ее агротехники в Эстонской ССР. Автореф. Таллин, 1957.
37. Сакало В. Д. и Чередниченко М. С. Некоторые вопросы агротехники кукурузы на зерно в условиях Полесья и Северной лесостепи УССР. Науч. тр. Украин. науч.-исслед. ин-та соц. земледелия, т. VIII, Киев, 1955.
38. Сванбаев Б. К. Влияние площади питания и густоты стояния растений на урожайность кукурузы. Докл. науч. учреждений, вып. 3, Алма-Ата, Казсельхозгиз, 1962.
39. Селецкий В. И. О сроках посева и площадях питания кукурузы в засушливой зоне Ставропольского края. Бюлл. науч.-техн. информации, Ставроп. науч.-исслед. ин-т сельского х-ва, 1957, № 3.
40. Соколов В. С. Корневая система кукурузы на дерново-подзолистых почвах. Сб. науч. тр. (Белорус. науч.-исслед. ин-т земледелия), вып. 8, 1961.
41. Соловьев П. П. и Монокина Н. Н. О густоте и способах посева кукурузы на легких дерново-подзолистых почвах Владимирской области. Бюлл. науч.-техн. информации (Владимир. с.-х. опыт. станция), 1958, № 2.
42. Сорокина А. П. Некоторые итоги работы по изучению агротехники кукурузы в условиях Чувашской АССР Чувашского с.-х. ин-та, т. V, вып. I, 1961.
43. Спрэг Дж. Ф. Мировое производство кукурузы. В сб.: Кукуруза и ее улучшение. М., Изд-во иностр. лит., 1957.
44. Тишков С. И. Кукуруза в Белорусской ССР. «Советская агрономия», 1949, № 12.
45. Тишков С. И. Работы с кукурузой в БССР. Сб. науч. трудов, вып. 1, АН БССР, ин-т соц. с. х., Минск, 1951.
46. Тютюнников А. Возделывание кукурузы в нечерноземной полосе. «Земледелие», 1954, № 12.
47. Устенко Г. П., Гайдуков Г. Ф. Формирование и работа фотосинтетического аппарата растений кукурузы в посевах. В кн.: Проблемы фотосинтеза. М., Изд-во АН СССР, 1959.
48. Филев Д. С. О густоте и способах гнездового размещения растений кукурузы в степи УССР. Бюлл. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та кукурузы, 1956, № 1.
49. Халилов Г. Р. Разработка основных приемов по возделыванию кукурузы при орошении в западных районах Азербайджана. Кировобад, 1946.
50. Хочинов Е. Р. Влияние на урожай густоты растений в гнездах. «Кукуруза», 1957, № 4.
51. Циклаури А. Г. Выращивание высоких урожаев зерна и зеленой массы кукурузы в нечерноземной полосе. Реф. докл. Моск. с.-х. академии им. К. А. Тимирязева, 1954, № 20.
52. Чухнин Ю. А. Влияние густоты посева на урожайность позднеспелых сортов кукурузы. Изв. Иркут. с.-х. ин-та, т. I, вып. 19, 1962.
53. Шатилов И. С., Замараев А. Г. Фотосинтетическая деятельность посевов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений. Изв. Тимирязевской с.-х. академии, т. 3, изд-во «Колос», 1965.
54. Юнгенгеймер Р., Силов Р., Мао. Результаты испытаний гибридной кукурузы в европейских и средиземноморских странах. В кн.: Гибридная кукуруза. М., Изд-во иностр. лит., 1955.
55. Яковлев А. П. Площади питания кукурузы при квадратно-гнездовом посевах в северной части Тамбовской области. Докл. Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева, вып. 28, 1957.

**СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕВОДОВ  
И ПРОТЕИНА В РАСТЕНИЯХ КУКУРУЗЫ**

П. П. ВАВИЛОВ, В. М. ШВЕЦОВА, Р. А. РОЩЕВСКАЯ

Кукуруза — одно из наиболее изученных сельскохозяйственных растений, однако ее исследование всегда проводилось с целью получения максимальных урожаев зерна высшего качества. В последние годы заметно возрос интерес к исследованию химического состава зеленой массы кукурузы в связи с широким использованием ее на силос и продвижением на Север (3, 4), тем более, что химический состав кукурузы в значительной степени зависит от почвенных условий, от количества и времени выпадения осадков, от температурных условий, а также от приемов ее возделывания (31).

В настоящей статье делается попытка обобщить накопленные авторами материалы по некоторым химическим показателям кукурузы сорта Стерлинг и гибрида Буковинский 3, которые выращивались при разной густоте стояния растений, на Биологической станции Коми филиала Академии наук СССР (с. Вильгорт, Коми АССР) с 1960 по 1964 гг.

На участок каждый год вносили по 20—25 т навоза, по 3 ц аммиачной селитры, по 4 ц суперфосфата и по 2 ц калийной соли из расчета на 1 га. В 1963 г. на участок вместо навоза был внесен перегной. Агрофон под всеми вариантами опыта в течение 1961—1964 гг. был одинаковым. В указанные годы густота стояния растений на участках с одними и теми же нормами посева была неодинаковой. Величина и возраст убираемых растений также оказались различными (табл. 1). Растительный материал для большинства химических анализов готовился одинаково. Средняя проба составлялась из 9—10 растений каждого варианта. Пробы брались за 1—2 дня до уборки. Растения после срезания немедленно переносились в полевую лабораторию и взвешивались, а затем расчленялись по органам с отдельным взвешиванием листьев и стеблей (влагалища относили к стеблям). Фиксация проводилась в кипящем паре в автоклаве. Зафиксированный материал подсушивался на воздухе, а затем доводился до воздушно-сухого состояния в сушильных шкафах при температуре 40—60°.

Воздушно сухой материал, после взвешивания и размалывания на вихревой мельнице «Pigouette» до порошкообразного состояния, сохранялся в склянках с притертыми пробками до момента анализа. В воздушно-сухих тканях кукурузы, приготовленных таким образом, опреде-

Таблица 1

Возраст, густота стояния и высота растений кукурузы в период взятия проб

Норма посева (средн. в одно гнездо)	1960 г.			1961 г.			1962 г.			1963 г.			1964 г.		
	возраст в днях	густота стояния, тыс. на 1 га	высота растений в см	возраст в днях	густота стояния, тыс. на 1 га	высота растений в см	возраст в днях	густота стояния, тыс. на 1 га	высота растений в см	возраст в днях	густота стояния, тыс. на 1 га	высота растений в см	возраст в днях	густота стояния, тыс. на 1 га	высота растений в см
4	50	81,57	137,9	65	71,85	217,0	61	71,73	129,1	62	40,08	161,4	59	69,69	207,7
7	50	131,30	136,0	65	98,70	185,6	61	116,30	137,5	62	53,69	158,0	60	104,36	218,6
10	50	—	—	65	131,30	202,8	61	148,56	135,5	62	87,71	162,7	60	137,34	218,4
13	50	244,07	141,9	65	164,63	191,4	61	176,42	123,6	62	116,51	172,2	60	166,39	215,7
Сорт Стерлинг															
4	Исследования не проводились														
7	Исследования не проводились														
10	Исследования не проводились														
13	Исследования не проводились														
Гибрид Буковинский 3															
4	59	76,3	135,7	62	81,3	154,0	59	81,3	206,6						
7	59	115,1	140,9	62	125,1	161,9	59	116,2	206,1						
10	59	158,8	146,5	62	175,9	161,0	59	148,6	205,4						
13	59	188,1	143,9	62	222,7	147,1	59	185,6	192,5						

Содержание клетчатки в кукурузе при разных нормах высева  
(в % к абсолютно сухому веществу)

Норма высева (зерен в одно гнездо)	1961 г.			1962 г.			1963 г.			1964 г.		
	листья	стебли	целые растения	листья	стебли	целые растения	листья	стебли	целые растения	листья	стебли	целые растения
<b>Сорт Стерлинг</b>												
4	28,77	27,77	27,96	35,42	25,91	30,48	31,44	26,22	28,93	32,58	31,35	31,82
7	23,45	27,92	28,24	30,57	21,53	25,92	23,68	26,34	27,49	31,61	31,88	31,76
10	29,89	29,53	28,91	30,59	27,30	28,98	30,10	33,21	31,51	31,71	31,38	31,51
13	28,75	30,89	29,91	—	23,85	—	31,39	30,66	31,03	34,21	33,98	34,07
<b>Гибрид Буковинский 3</b>												
4	—	—	—	—	—	—	29,15	28,44	28,77	31,93	29,17	30,16
7	—	—	—	32,37	29,55	31,01	31,20	33,82	32,46	31,89	31,55	31,66
10	—	—	—	—	—	—	32,89	29,17	31,07	30,52	29,07	29,61
13	—	—	—	33,67	23,52	28,58	32,75	31,72	32,30	32,04	30,19	30,96

материала с концентрированной серной кислотой и перекисью водорода, в 1964 г. — с добавлением хлорной кислоты (8) и последующим колориметрированием с реактивом Несслера. Осаждение белков проводили 5% трихлоруксусной кислотой. Затем сжигали небелковые фракции. Белковый азот определяли по разности между общим и небелковым азотом. Величину сырого протеина и чистого белка получали умножением количества общего и белкового азота на коэффициент 6,25.

Исследования показали, что содержание протеина и белка в растениях кукурузы при ее уборке в разные фазы роста и развития и в зависимости от погодных условий колеблется в значительных пределах (12, 13). В теплые и влажные 1961 и 1964 гг. растения кукурузы Стерлинг убирали в период выбрасывания метелок. Концентрация протеина в листьях за эти годы колебалась от 13,6 до 19,6%, в стеблях — от 8,0 до 12,4% и в целых растениях — от 10,6 до 15,2% (табл. 5), т. е. в тех же пределах, какие получены многими исследователями при выращивании сорта Стерлинг и уборке его в ту же фазу в различных областях Советского Союза (17, 24, 32, 33).

Концентрация чистого белка (по данным 1964 г.) в листьях колебалась от 11,0 до 17,2%, в стеблях — от 4,7 до 6,2% и в целых растениях — от 7,3 до 10,4% (табл. 5). Относительное содержание белка (в % от протеина) в тканях кукурузных растений составило в листьях 78—88%, в стеблях 54—58%.

Растения гибрида Буковинский 3 в 1964 г. убирали в начале цветения метелок. Концентрация протеина в растениях с делянок, имеющих различную густоту стеблестоя, колебалась в листьях от 14,5 до 16,4%, в стеблях от 7,2 до 9,2% и в целых растениях — от 10,3 до 11,7% (табл. 5). За счет более низких максимальных величин колебания концентрации протеина в листьях и стеблях гибрида оказались значительно меньше, чем в растениях сорта Стерлинг. Концентрации белка в тканях гибрида во всех вариантах опыта также оказались ниже. Относительное содержание белка в листьях составило 83—89%, в стеблях 50—51%. Соотношение белкового и небелкового азота смешено в стеблях гибрида Буковинский 3 в сторону небелкового, а в листьях — в сторону белкового азота, и притом значительно сильнее, чем в растениях сорта Стерлинг.

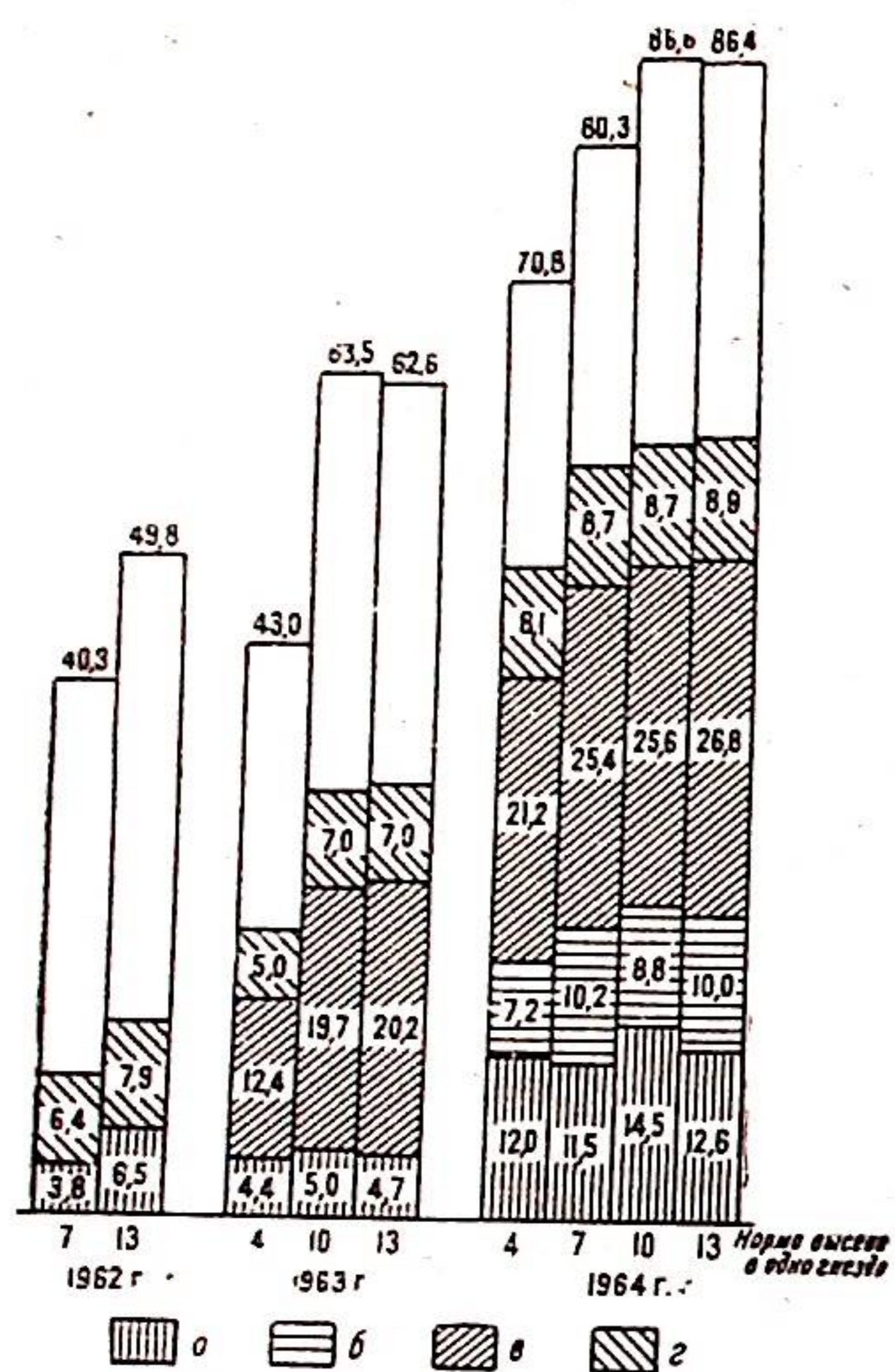


Рис. 2. Урожай сухого вещества, углеводов и протеина кукурузы Буковинский 3 при разных нормах высева по годам, ц/га:  
а — растворимые сахара, б — гемицеллюлозы с крахмалом, в — клетчатка, г — протеин.

в зависимости от погодных условий, так и каждый год, в зависимости от густоты стояния растений. Урожай клетчатки по сорту Стерлинг во всех случаях растет с увеличением загущения посевов до 130—140 тыс. растений на 1 га. Стеблестой больше 140 тыс. растений повышает урожай незначительно, а в некоторых случаях понижает его. Максимальные урожаи клетчатки по этому сорту были собраны в 1964 г. (19,3—28,6 ц/га).

В гибриде Буковинский 3 концентрация сырой клетчатки в целом растении была значительно выше, но варьировала в несколько меньших пределах (28,58—32,46%). Выход ее с 1 га достигал 12—27 ц. Загущение свыше 170 тыс. растений на 1 га (у сорта Стерлинг — 140 тыс.) может оказать отрицательное влияние на урожай клетчатки (рис. 1 и 2). При сравнении полученных результатов с литературными данными (5, 22, 25, 34, 36) оказалось, что содержание клетчатки в зеленой массе кукурузы, выращиваемой на севере, выше, чем в зеленой массе кукурузы, выращиваемой в более южных районах.

**Сырой протеин и белок.** Протеин кормов является незаменимым источником питания для животных, за счет которого строятся белковые вещества организма. Подвергаясь превращениям в животном организме, растительные белки вовлекаются и активно участвуют в обмене веществ. Кормовая ценность протеина отдельных органов растений различна. Наиболее богаты высокопереваримым, физиологически активным протеином протоплазма и ядра клеток листьев (18). Чем выше облиственность растений, тем больше протеина в зеленом корме.

Нами исследовано содержание сырого протеина и чистого белка в листьях и стеблях кукурузных растений сорта Стерлинг и гибрида Буковинский 3, выращиваемых при различной густоте стояния. Общий азот в 1961—1963 гг. определяли сжиганием растительного

риал растений, вышедший из сферы обмена веществ. Это самый трудн усваиваемый полисахарид для живого организма, который проходит через пищеварительный тракт почти без изменений и практически выбрасывается из организма целиком. Исключение в этом отношении составляют жвачные животные, в желудочно-кишечном тракте которых имеется целлюлозоразрушающая микрофлора гидролизующая значительный процент клетчатки (почти до глюкозы) и эти самым обуславливающая ее вполне определенную кормовую ценность.

Количественное определение клетчатки в сухом веществе кукурузы в 1961 г. проводилось по методике А. И. Ермакова, а в 1962—1964 гг. по модифицированной методике Кюршнер и Ганека (11). Для отмывания целлюлозы использовали обеззоленный фильтр, предварительно доведенный до постоянного веса.

Исследования показали, что концентрация клетчатки в сухом веществе целого растения кукурузы сорта Стерлинг (табл. 4) достигает 25,92—34,07% и изменяется как по годам



дельвании этой кукурузы в более южных районах. Чем прохладнее и неблагоприятнее условия вегетации, тем выше была густота стеблестоя, за которой следовало снижение концентрации протеина и белка в надземной массе кукурузы.

Максимальные концентрации протеина и белка в годы с теплым вегетационным периодом мы наблюдали в кукурузе Стерлинг со стеблестоем 70—80 тыс., в гибриде Буковинский 3 с густотой стояния 116—125 тыс. растений на 1 га, а в холодные годы — при более высоких стеблестоях. Дальнейшее загущение или разрежение посевов вызывало снижение насыщенности тканей кукурузы протеином и белком (табл. 5).

Доля белка в целых растениях (в % от протеина) во всех вариантах опыта у сорта Стерлинг в вегетацию 1964 г. составила 69,5—75,7%, у гибрида Буковинский 3—66,7—76,0% (табл. 5). Небольшое увеличение доли белка в исследуемых растениях кукурузы в посевах со стеблестоем 104—116 тыс. растений на 1 га (норма высева 7 зерен в одно гнездо) наблюдалось за счет увеличения доли белка в стеблях. В холодном 1962 г. доля белка в листьях и стеблях кукурузы сорта Стерлинг в вариантах с густотой стояния 148 и 176 тыс. растений на 1 га (норма высева 10, 13 зерен в одно гнездо) была несколько выше, чем у растений в посевах с меньшей густотой стояния. В листьях и стеблях кукурузы гибрида Буковинский 3 увеличения доли белка (в % от протеина) в зависимости от густоты стояния растений не наблюдали. Заметного изменения азотного обмена в сторону синтеза белка или небелковых азотистых соединений с увеличением загущенности посевов не обнаружено.

Таблица 6

Содержание протеина и белка в растениях кукурузы к моменту уборки при различной густоте стояния (в г на одно растение)

Норма высева (зерен в одно гнездо)	Сорт Стерлинг						Гибрид Буковинский 3							
	1961 г.		1962 г.		1963 г.		1964 г.		1962 г.		1963 г.		1964 г.	
	протеин	белок	протеин	белок	протеин	белок	протеин	белок	протеин	белок	протеин	белок	протеин	белок
<b>листья</b>														
4	6,06	3,50	2,66	2,85	6,57	5,84	—	—	2,61	4,76	3,97			
7	4,93	3,34	2,56	2,65	5,22	4,50	2,63	2,29	2,99	4,26	3,78			
10	3,83	2,92	2,37	3,28	4,69	3,74	—	—	2,57	3,26	2,83			
13	3,50	—	—	2,72	3,02	2,36	2,55	1,92	2,34	2,62	2,18			
<b>стебель</b>														
4	4,96	3,02	1,29	1,65	6,24	3,34	—	—	1,63	4,67	2,37			
7	3,44	2,99	1,96	1,50	4,11	2,58	1,53	0,84	2,45	2,61	1,43			
10	1,79	2,07	1,56	1,80	3,48	2,01	—	—	1,35	2,63	1,32			
13	1,97	1,49	1,08	1,23	2,39	1,40	1,52	0,84	1,19	1,87	0,93			
<b>целое растение</b>														
4	11,02	6,52	3,95	4,50	12,81	9,18	—	—	4,24	9,43	6,34			
7	8,37	6,33	4,52	4,15	9,33	7,08	4,21	3,13	5,44	6,87	5,21			
10	5,62	4,99	3,93	5,08	9,17	5,75	—	—	3,92	5,89	4,20			
13	5,47	—	—	3,95	5,41	3,76	4,07	2,76	3,53	4,39	3,11			

Абсолютные количества протеина и белка (в г на одно растение кукурузы) наиболее высокими были в теплые 1961 и 1964 гг. По абсолютному содержанию протеина и белка растения сорта Стерлинг во все годы исследований имели преимущество перед гибридом Буковинский 3 (табл. 6). Загущение посевов свыше 70—80 тыс. в теплые годы и свыше 120—150 тыс. растений на 1 га в холодные годы неуклонно снижало абсолютное содержание протеина и белка. Однако, это снижение продуктивности одного растения перекрывалось все увеличивающимся количеством растений на 1 га.

Максимальные урожаи протеина и белка в условиях Сыктывкара обеспечивались значительно большими густотами стояния растений в посевах, чем в средней полосе страны. В теплые 1961 и 1964 гг. наибольшие урожаи протеина и белка у сорта Стерлинг в наших опытах были получены в посевах с густотой стояния 131—134 тыс. растений на 1 га (норма высева 10 зерен в одно гнездо). Сборы протеина составляли 7,8—11,0 ц, в том числе до 7,7 ц чистого белка с 1 га (рис. 1, 3). У гибрида Буковинский 3 наибольшие сборы протеина имели место в посевах со стеблестоем 116—186 тыс. растений на 1 га (7, 10, 13 зерен в одном гнезде) и составляли 8,7—8,9 ц/га (рис. 2). Урожай белков достиг своего максимума (6,2—6,5 ц/га) при значительно меньшем загущении — 116 и 149 тыс. растений на 1 га (7, 10 зерен в одном гнезде) (рис. 3).

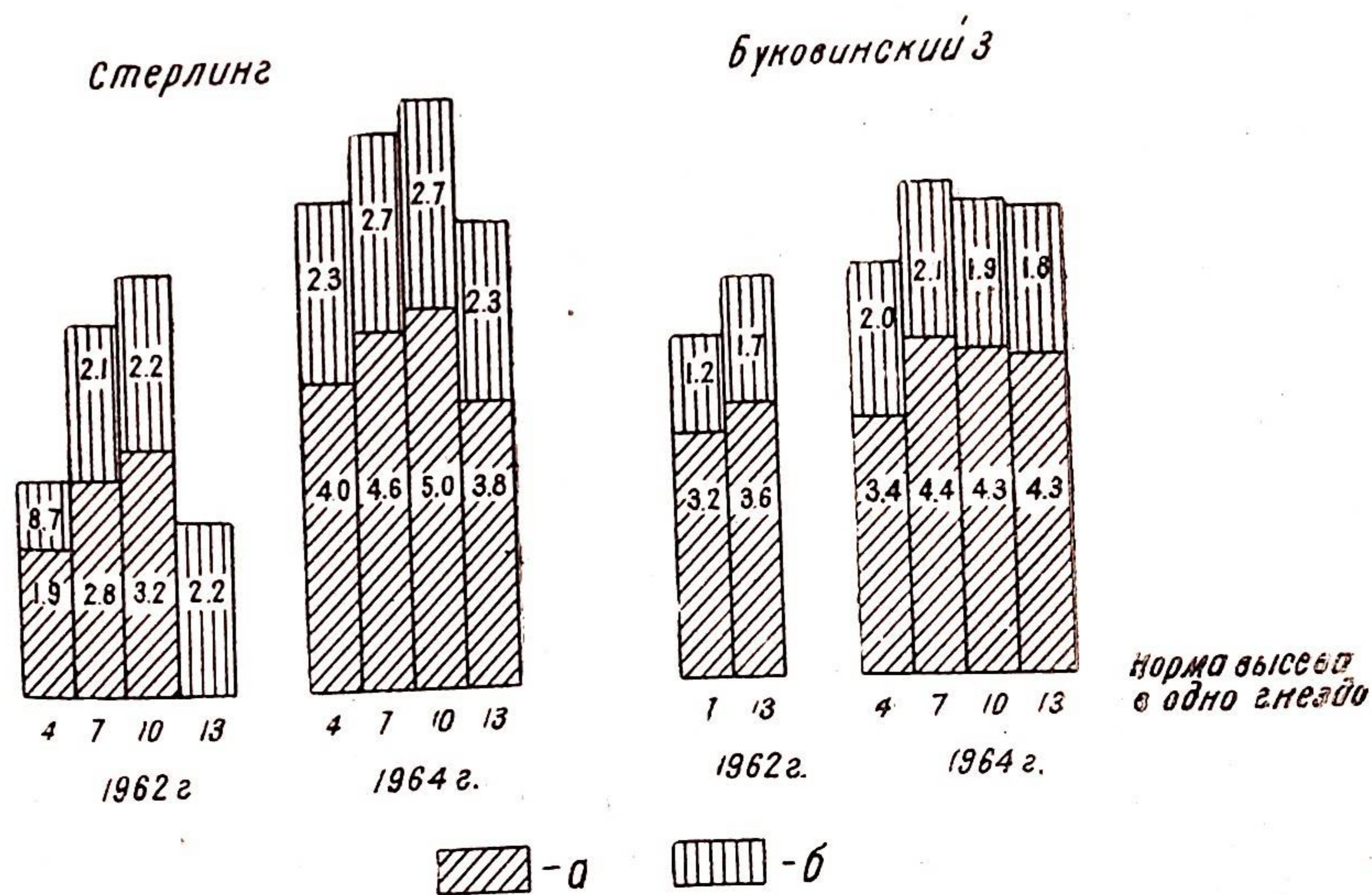


Рис. 3. Сбор белка с урожаем кукурузы при разной густоте ее стояния, ц/га: а — в листьях, б — в стеблях.

В 1963 г. наибольшие урожаи протеина (до 7 ц/га) получены в посевах гибрида с густотой стояния 176 и 223 тыс. растений на 1 га. В холодном 1962 г. увеличение сборов протеина и белка с урожаем кукурузы Стерлинг наблюдалось вплоть до густоты стояния 149 тыс., у гибрида Буковинский 3 до 188 тыс. растений на 1 га (норма высева 10, 13 зерен в одно гнездо). Но и при этих неблагоприятных погодных условиях 1962 г., когда урожай сухого вещества у сорта Стерлинг был всего 47 ц/га, а у гибрида 52 ц/га, максимальный вынос протеина составил 6,9—7,9 ц/га, в том числе 5,4—5,3 чистого белка (рис. 1, 2, 3).

Растения кукурузы накапливали азотистые вещества к уборке, в ос-

новном, за счет белка листьев, доля которого составляла 62—68% от общего его содержания в урожае.

При уборке среднепозднеспелых сортов кукурузы в условиях Коми АССР в теплые и сухие годы в возрасте 65—75 дней при загущении посевов сорта Стерлинг до 140 тыс. и гибрида Буковинский 3 до 150—170 тыс. растений на 1 га получали до 8—11 ц высокопереваримого протеина, в том числе до 6—8 ц чистого белка с 1 га, содержащего в эти фазы наибольшее количество воднорастворимых фракций. В холодные годы сборы протеина до 7—8 ц и белка до 5—6 ц с 1 га получали в посевах с густотой стояния свыше 150—180 тыс. растений на 1 га.

### ВЫВОДЫ

1. Концентрация растворимых сахаров в кукурузе сорта Стерлинг колеблется от 9 до 18—19%, гемицеллюлоз от 6 до 18—19%, клетчатки от 24 до 34%, протеина от 10 до 20% и белка от 7 до 14%. В гибриде Буковинский 3 содержание растворимых сахаров изменяется от 7 до 17%, гемицеллюлоз от 10 до 13%, клетчатки от 28 до 32%, протеина от 10 до 16% и белка от 7 до 11%.

2. Максимальные урожаи питательных веществ получены в теплые годы. По сорту Стерлинг урожаи с 1 га достигали: растворимых сахаров 9—12 ц, гемицеллюлоз 12 ц, клетчатки 29 ц, сырого протеина 8—11 ц, на чистый белок из которого приходилось до 8 ц. Гибрид Буковинский 3 обеспечивал сборы растворимых сахаров до 14 ц, гемицеллюлоз около 11 ц, клетчатки 27 ц, протеина до 9 ц и белка до 6 ц с 1 га.

3. При загущении посевов свыше 70—80 тыс. в теплые годы и свыше 120—150 тыс. растений на 1 га в годы с холодным вегетационным периодом концентрации протеина и белка в тканях кукурузы снижаются. Максимальные концентрации растворимых углеводов в кукурузе сорта Стерлинг отмечаются на участках с нормой высева семян в одно гнездо. Не выявлено определенной зависимости процентного содержания полисахаров в кукурузе сорта Стерлинг и концентрации всего комплекса углеводов в гибриде Буковинский 3 от густоты стояния растений.

4. Наибольший урожай углеводов, протеина и белка в годы с теплой вегетационным периодом обеспечивают посевы кукурузы с густотой стояния 140—170 тыс., в холодные годы — с густотой стояния 150—220 тыс. растений на 1 га.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин И. Т. Химическая характеристика силосных сортов кукурузы. Селекция и семеноводство, № 1, 1950.
2. Бынов Ф. А., Агапова М. В., Корионова Н. В. К физиологии кукурузы в Предуралье. Ученые зап. Пермского гос. ун-та, № 109, 1963.
3. Вавилов П. П. и Болотова Е. С. Некоторые особенности роста и развития кукурузы в северных районах ее возделывания. Тр. Коми филиала АН СССР, № 11, 1961.
4. Вавилов П. П., Моисеев К. А. Об итогах интродукции силосных растений и внедрение их в совхозы и колхозы Коми АССР. Бюлл. Глав. бот. сада АН СССР, вып. 48, 1963.
5. Васильева Е. М. Динамика лигнина и клетчатки в процессе роста кукурузы. Ученые зап. Красноярского гос. пед. ин-та, т. XV, 1959.
6. Волков Е. Д. Урожай кукурузы в зависимости от применения удобрений. Тр. Омского с.-х. ин-та, т. XXXVII, 1959.
7. Гельман А. А. Влияние различных площадей питания на урожай и химический состав зеленой массы кукурузы Стерлинг в условиях Вологодской области. Тр. Вологод. молочног. ин-та, вып. 43, 1959.

8. Гинзбург К. Е., Щеглова Г. М. и Вульфус Е. В. Ускоренный метод сжигания почв и растений. Почвоведение, № 5, 1963.
9. Горбачева А. П., Размологова А. М., Рубинова С. С. Химический состав кукурузы. Бюлл. научн.-технич. инфор. (ВНИИЖ), № 1, 1957.
10. Дорохов Л. М. Минеральное питание как фактор повышения продуктивности фотосинтеза сельскохозяйственных растений. Докт. дисс. Кишиневский с.-х. ин-т, 1958.
11. Ермаков А. И., Арасимович В. В. и др. Метод биохимического исследования растений. М.-Л., Изд-во с.-х. лит., 1952.
12. Журбицкий З. И. Удобрение кукурузы за рубежом. М., Изд-во с.-х. лит., 1959.
13. Журбицкий З. И. Влияние внешних условий на минеральное питание растений. Агрехимия, № 3, 1965.
14. Захарьев Н. И., Обухова З. Д., Андропова А. С. Химический состав и питательность кукурузы и кукурузного силоса при различных сроках уборки. Киргиз. НИИЖВ, Фрунзе, 1959.
15. Казанович Я. Н. и Годнева М. Т. Динамика накопления углеводов в различных сортах кукурузы в процессе вегетации. Бюлл. ин-та биологии АН БССР за 1956 г., вып. 2, 1957.
16. Калашников А. П., Чистов В. О. и др. Питательность кукурузы в разные фазы ее развития. Вестник с.-х. науки, № 5, 1957.
17. Конарев В. Г., Курамшин Г. С. и др. Накопление питательных веществ растениями кукурузы. Уфа, 1963.
18. Круссер О. В. Протеины вегетативных органов посевных растений разных семейств. Растительные белки и их использование в кормлении сельскохозяйственных животных. Л., изд-во «Колос», 1964.
19. Лаппо А. И., Жагрин Б. С. Густота и способы посева кукурузы. Кукуруза на полях Белоруссии. Минск, 1963.
20. Лисицин Д. И. К физиологии сахаронакопления в стеблях сорго и кукурузы. Бюлл. МОИП, отдел биол., т. XLVI, вып. 6, 1937.
21. Маркович Л. Л. Накопление углеводов в кукурузе. Тр. Свердловского с.-х. ин-та, т. VII, 1960.
22. Морозов А. С. О биохимической оценке кукурузы на силос и зеленый корм. Тр. Всесоюз. с.-х. ин-та заочного образования, вып. 11, 1959.
23. Музейко А. С., Соловьева Н. А., Клечко Т. Ф. Динамика накопления питательных веществ в растениях кукурузы по фазам роста. Тр. селекционно-генет. ин-та им. Т. Д. Лысенко, вып. 5, 1962.
24. Набойщиков А. М., Негорошков А. А., Сильянов Ю. И. Динамика роста и изменения качества сортов кукурузы. Тр. Казан. с.-х. ин-та, т. 1, вып. 40, 1960.
25. Николайчук А., Янченко К. Влияние густоты посева различных по скороспелости форм кукурузы на урожайность и кормовые достоинства зеленой массы. Ученые зап. Красноярского гос. пед. ин-та, т. X, 1957.
26. Островская Э. И. Биохимическая характеристика кукурузы сорта «Первомайская». Тр. Курганского с.-х. ин-та, вып. 5, 1960.
27. Почтер Н. В., Сушинский И. Ф., Король О. С. Динамика накопления растворимых углеводов и крахмала в разных сортах и гибридах кукурузы. Научные труды Полтавского с.-х. ин-та, т. VI, 1959.
28. Рейхман и др. Влияние удобрений на урожай и содержание в растениях кукурузы азота и фосфора. Сельское хозяйство за рубежом. Растениеводство, № 5, 1960.
29. Сахаутдинов С. М., Конарев В. Г. Накопление углеводов растениями кукурузы в процессе формирования урожая. Тр. Башкир. с.-х. ин-та, т. X, Уфа, 1961.
30. Смирнова-Иконникова М. И. Биохимия кукурузы. Биохимия культурных растений. Т. I. Под редакцией Ермакова А. И., Княгиничева М. И., Мурри И. К. М.-Л., Изд-во с.-х. лит., 1958.
31. Степанов В. Н., Филатов В. И. Влияние числа междурядных обработок на рост, развитие и урожай кукурузы в условиях Московской области при пунктирном способе посева. Докл. ТСХА, вып. 98, 1964.
32. Томмэ М. Ф. Корма СССР. Состав и питательность. Изд. четвертое. М., изд-во «Колос», 1964.
33. Шмакова А. Г. Питательная ценность кукурузы, сахарной свеклы, бобов и некоторых других кормовых культур. Научные труды Северо-Западного науч.-исслед. ин-та с.-х., вып. 6, Л., 1963.
34. Шмелева В., Хлевнюк И. Химический состав кукурузы по фазам роста. Земледелие и животноводство Молдавии, № 10, 1961.
35. Holkova L. — Santamaria, M. Kutacek. Sledovani kvantitativnich zmen obsahnospustnych uhlouhydrtu behem Vegetace ctur odrud kukurice. Sb. Ci. Auad. Zenied. Ved. Rastlina Viroba. Rb (XXXIII), с. II; 1960.
36. Von K. Nehring und W. Laube. Über die Änderungen in der Zusammensetzung des Maises in Abhängigkeit von Vegetationszustand. L. Tierphysiolog. Tierernähr. Futtermittelk. Bd. 14, H. 3, 1959.

## ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ ЕЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

П. П. ВАВИЛОВ, В. М. ШВЕЦОВА

В связи с изучением особенностей роста и развития кукурузы на Севере представляет интерес исследование ее фотосинтетической активности при разных приемах возделывания. В задачу наших исследований входило определение интенсивности фотосинтеза кукурузы и оттока ассимилятов в течение суток в зависимости от степени загущенности посевов и способов сева (расположение растений по площади).

Интенсивность фотосинтеза кукурузы изучалась на опытных участках Биологической станции Коми филиала АН СССР в разные периоды вегетации 1958—1964 гг. Для определения фотосинтеза была использована методика Ф. З. Бородулиной (2), которая в принципе аналогична методу Сакса и позволяет оценить фотосинтетическую деятельность растений по количеству углерода, накопленному листьями за определенный промежуток времени. Пробы брались через каждые четыре часа пробочным сверлом с десяти заранее отмеченных растений. Для определений всегда выбирался четвертый сверху лист кукурузы (6). Затраты на дыхание и отток ассимилятов определяли по потере углерода в затемненных листьях (9). Сжигание проб проводили 0,4 N раствором бихромата калия (в разбавленной серной кислоте 1:1) с сернокислой окисной ртутью, служившей в качестве катализатора. Индикатором при титровании была выбрана фенилантраниловая кислота (7), что значительно облегчило и ускорило выполнение анализа в полевых условиях.

Изучение накопления углерода листьями кукурузы в разные периоды вегетации показывает на наличие некоторых общих моментов. Суточный ход фотосинтеза представляется в виде одно- или двувершинной кривой с максимумами в первой или второй половине дня. Интенсивность фотосинтеза при достаточном количестве влаги в течение суток увеличивается вместе с повышением температуры и освещенности (9). Максимумы накопления углерода (как и интенсивности фотосинтеза) в первую половину вегетации (июль) наиболее часто обнаруживаются с 14 до 22 часов. Вероятно, водный дефицит и некоторый перегрев листьев не позволяют растениям достигать максимальной ассимиляции в жаркие полуденные часы, в результате наибольшая интенсивность фотосинтеза имеет место во второй половине дня (рис. 1). К концу вегетационного периода (август) максимумы чаще передвигаются на более ранние часы суток (10—17 час) (рис. 2).

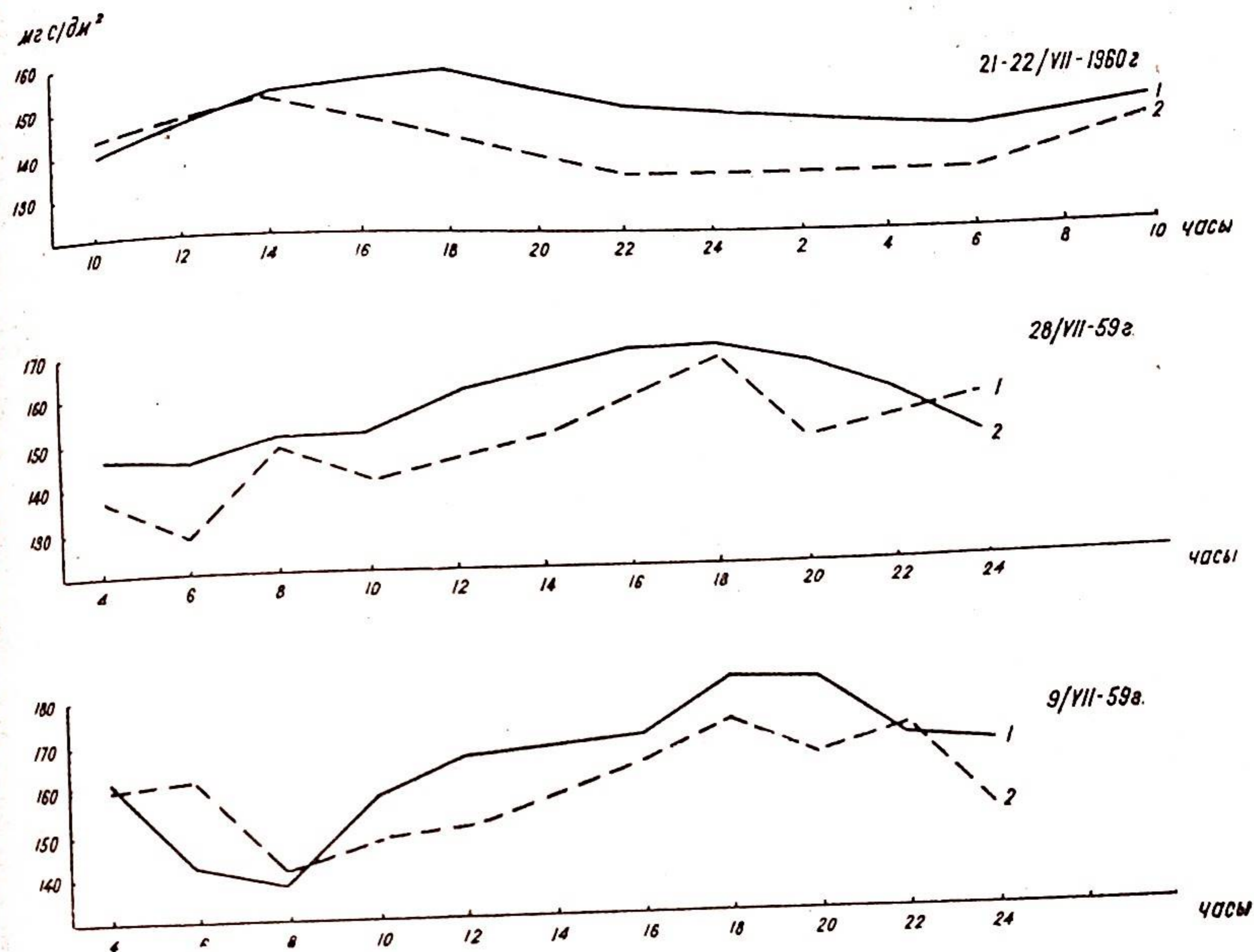


Рис. 1. Динамика накопления углерода листьями кукурузы в квадратно-гнездовом и широкорядном посевах в начале вегетационного периода.  
1 — посев широкорядный, 2 — посев квадратно-гнездовой.

Суточная ритмика фотосинтеза кукурузы в условиях Сыктывкара мало отличается от суточного хода фотосинтеза кукурузы в Предуралье и Московской области. Возможно, что в последнем случае проявляется наследственный консерватизм растений. Кукуруза в наших опытах выращивалась из семян южных репродукций, а известно, что в первый год жизни спектральные свойства листьев растений, привезенных с юга на север, мало изменяются (4).

Отток ассимилятов с наибольшей интенсивностью идет в светлую часть суток (9), что согласуется с данными, полученными другими исследователями (1, 5, 6). Иногда вместо оттока наблюдался приток ассимилятов в затемненные листья. Такое явление отмечала С. В. Тагеева при определении интенсивности фотосинтеза методом Сакса у пшеницы в условиях засухи (8). В наших опытах приток ассимилятов обнаруживался чаще в тот период суток и у тех листьев, которые наиболее бедны ассимилятами. Например, 26/VII-61 г. с 15 до 19 часов приток имел место в листьях нижнего яруса (восьмой лист сверху) и составил 36 мг углерода. В предшествующие четыре часа листья данного яруса проявили отрицательный фотосинтез, т. е. не накапливали углерод, а лишь расходовали его. Второй случай притока ассимилятов обнаружен с 4 до 7 часов в затемненные листья в этот день в том же ярусе обнаружен с 4 до 7 часов, когда листья имели минимальное за сутки количество углерода. 8/VIII-61 г. в период с 16 до 20 часов приток ассимилятов составил 20 мг. 6/VIII-62 г. приток имел место в периоды с 4 до 7 и с 15 до 19 часов при самой большой густоте стояния растений. Однако в целом ряде случаев нам не удалось связать появление притока ассимилятов в затемненные листья с каким-нибудь определенным фактором.

Общие закономерности фотосинтеза и оттока ассимилятов у кукурузы в значительной мере изменяются под влиянием способов возделывания. Интенсивность фотосинтеза, например, неодинакова при широкорядном и квадратно-гнездовом посевах. Так, в начале вегетации (июль) фотосинтез кукурузы в широкорядном посеве идет на более высоком углеродном уровне, чем у растений при квадратно-гнездовом способе выращивания. Более высокий углеродный уровень говорит о большей углеродной емкости единицы листовой поверхности, что, вероятно, повышает интенсивность фотосинтеза в данных вариантах (рис. 1). Повышенная интенсивность ассимиляции, в свою очередь, может послужить главной причиной увеличения продуктивности фотосинтеза, повышения приростов кукурузы и ускоренного развития листовой поверхности, которые имеют место у растений широкорядного посева до первой декады августа (3).

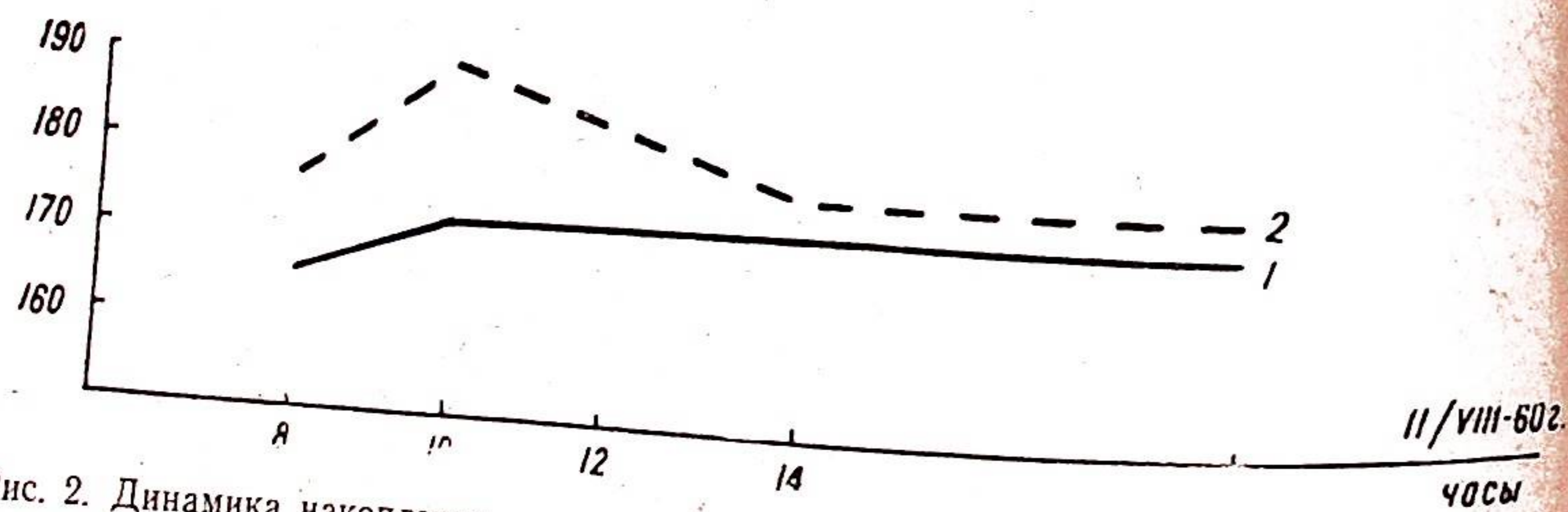
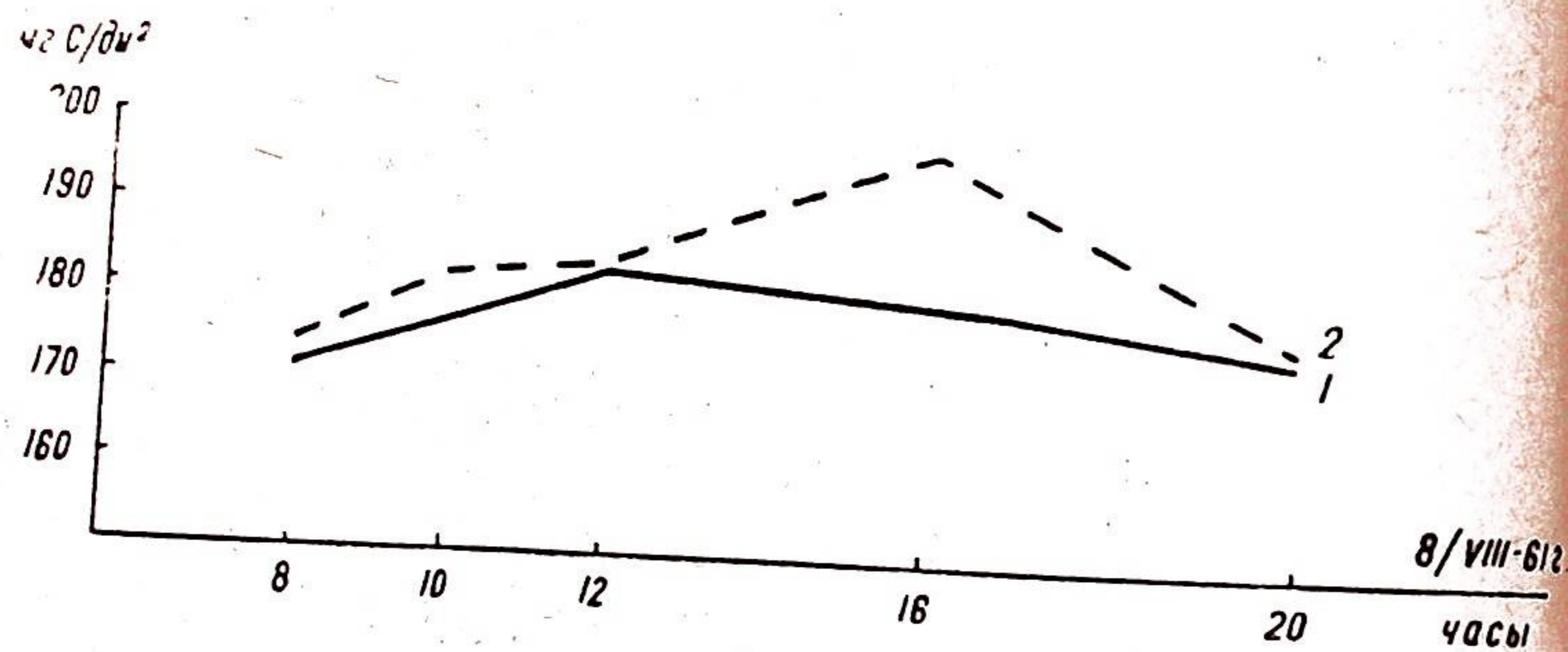


Рис. 2. Динамика накопления углерода листьями кукурузы в квадратно-гнездовом и широкорядном посевах в конце вегетационного периода. 1 — посев широкорядный, 2 — посев квадратно-гнездовой.

В августе интенсивность фотосинтеза кукурузы, как правило, оказывалась более высокой в квадратно-гнездовых посевах (рис. 2). В это время приросты кукурузы разных способов сева выравниваются (3), а затем на участках с широкорядным посевом она начинает расти медленнее. Причину снижения интенсивности фотосинтеза следует искать в ухудшении светового режима, которое на участках с широкорядным посевом должно наступить раньше, т. к. листовая поверхность рядовых посевов достигает своей максимальной величины раньше, чем на участках с квадратно-гнездовым способом выращивания (3). Световой режим посевов, а вместе с ним и фотосинтез кукурузы определяется не только способами сева, но и густотой стояния растений. Определение интенсивности фотосинтеза в зависимости от густоты стояния проводилось в августе 1962 г. и в августе 1964 г. на участках с квадратно-гнездовым посевом. Оказалось, что среднесуточное содержание углерода, если судить по его концентрации в четвертом листе, падает с увеличением густоты стеблестоя (табл. 1).

Таблица 1

Среднесуточное содержание углерода в листьях кукурузы сорта Стерлинг и гибрида Буковинский 3 при разных нормах высева

Норма высева (зерен в одно гнездо)	Содержание углерода в листьях кукурузы, мг/дм <sup>2</sup>		
	Сорт Стерлинг		Гибрид Буковинский 3
	6/VIII-62 г.	18/VIII-64 г.	18/VIII-64 г.
4	164,31	199,65	222,82
7	157,21	187,04	185,06
10	159,75	166,91	198,38
13	147,51	151,45	181,49

Исключение составляют данные по содержанию углерода в листьях кукурузы сорта Стерлинг на участках с нормой высева 10 зерен в одно гнездо (6/VIII-62 г.) и гибрида Буковинский 3 при той же норме высева (18/VIII-64 г.), где увеличенное среднесуточное содержание углерода несколько нарушает общую закономерность.

Сумма углерода, ассимилированного кукурузой сорта Стерлинг за период опыта 6/VIII-62 г. и 18/VIII-64 г. почти повторяет закономерность, наблюдаемую для суточной динамики углерода в листьях. Количество углерода в листьях кукурузы сорта Стерлинг снижается, в основном, по мере загущения посевов (табл. 2).

Таблица 2

Интенсивность фотосинтеза кукурузы сорта Стерлинг и гибрида Буковинский 3 при разных нормах высева

Норма высева (зерен в одно гнездо)	Сумма углерода, ассимилированного за день в мг С на 1 дм <sup>2</sup>		
	Сорт Стерлинг		Гибрид Буковинский 3
	за 15 часов 6/VIII-62 г.	за 12 часов 18/VIII-64 г.	за 12 часов 18/VIII-64 г.
4	72,32	48,48	30,75
7	34,96	53,88	41,54
10	40,82	20,95	52,62
13	22,47	13,34	50,01

Причиной снижения интенсивности фотосинтеза при больших загущениях посевов, в первую очередь, может служить недостаток света из-за чрезмерной взаимозатеняемости листьев. Представленные в табл. 2 и на рис. 3 результаты показывают, что кукуруза сорта Стерлинг в большинстве случаев реагирует на загущение посевов снижением интенсивности фотосинтеза. В гибриде Буковинский 3, который выращивался при тех же нормах высева, подобной реакции отметить не удалось.

На основании вышеизложенного можно сделать следующее заключение.

В начале вегетационного периода кукурузы сорта Стерлинг интенсивность фотосинтеза и углеродный уровень выше при широкорядном посеве. К концу вегетации интенсивность фотосинтеза кукурузы бывает более высокой в посевах, произведенных квадратно-гнездовым способом.

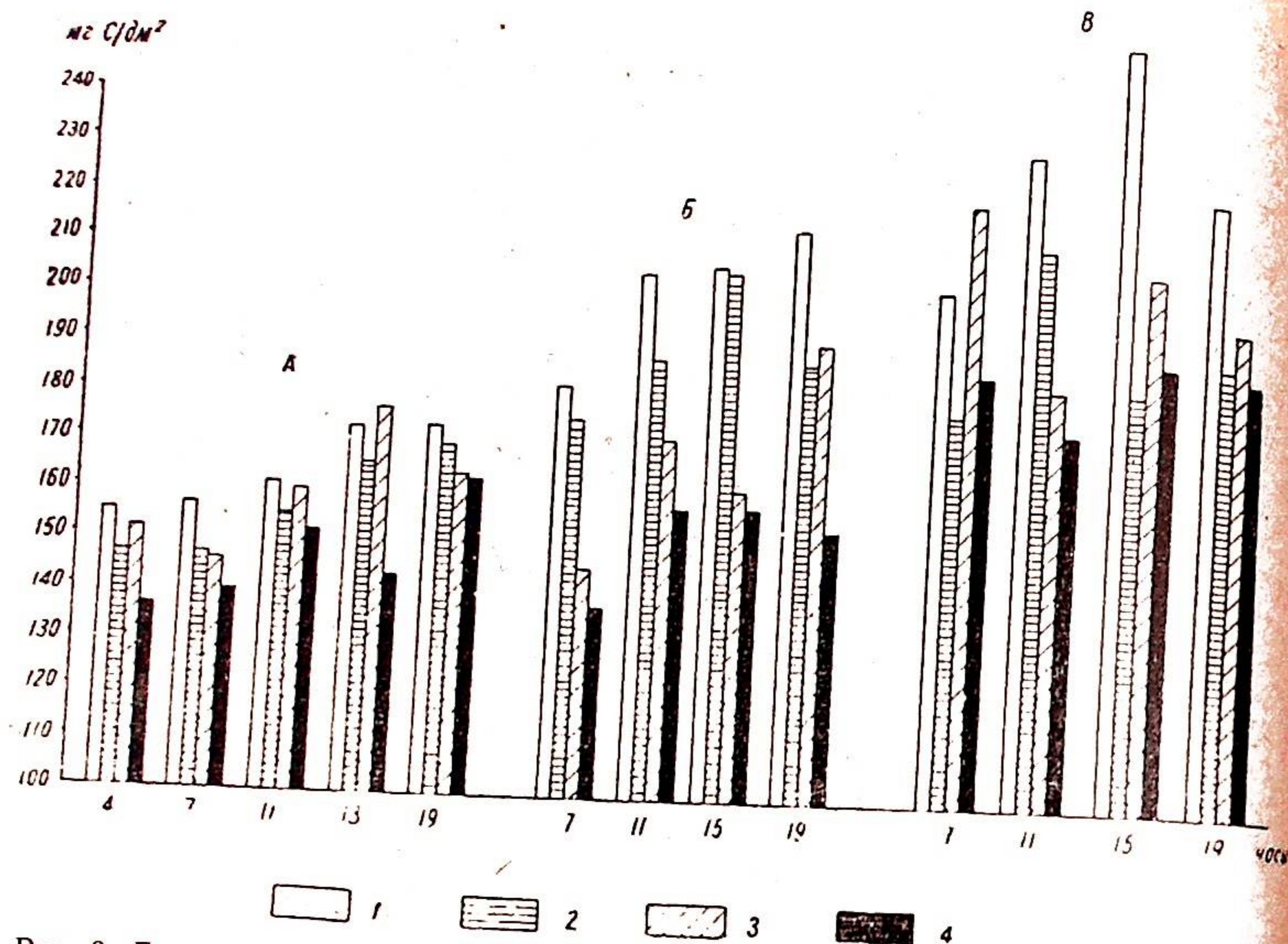


Рис. 3. Динамика накопления углерода листьями кукурузы сорта Стерлинг и гибрида Буковинский 3 на участках с разной нормой высева.  
 А — сорт Стерлинг 6/VIII-62 г. Б — сорт Стерлинг, 18/VIII-64 г.  
 В — гибрид Буковинский 3, 18/VIII-64 г.  
 1 — норма высева 4 зерна в одно гнездо, 2 — норма высева 7 зерен в одно гнездо,  
 3 — норма высева 10 зерен в одно гнездо, 4 — норма высева 13 зерен в одно гнездо.

Загущение посевов в большинстве случаев снижает среднесуточное содержание углерода и интенсивность фотосинтеза в кукурузе сорта Стерлинг. У гибрида Буковинский 3 четкой зависимости углеродного уровня и интенсивности фотосинтеза от густоты стояния растений в наших опытах не обнаружено.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов А. А., Е. К. Фунзина, А. А. Добрякова, Е. В. Лихвидова. Суточная периодичность передвижения ассимилятов. Докл. АН СССР, т. 146, № 6, 1962.
2. Бородулина Ф. З. и Колобаева Л. Г. Учет фотосинтеза по накоплению углерода в листьях. Докл. АН СССР, т. XC, № 5, 1953.
3. Вавилов П. П. и Болотова Е. С. Продуктивность фотосинтеза и урожайность кукурузы при разных способах ее посева. В отчетах по теме: «Пути повышения продуктивности фотосинтеза при помощи агротехнических приемов за 1958—1964 гг.». Рук. фонды Коми филиала АН СССР, 1959—1965 гг.
4. Горбунова Г. С., Паршина З. С., Беденко В. П. Оптические свойства и фотосинтез некоторых видов культурных и дикорастущих растений в зависимости от экологических условий. Труды сектора астроботаники Каз. ССР, т. VIII, 1960.
5. Дудко З. Г. Динамика накопления и передвижения ассимилятов у кукурузы. Докл. АН БССР, т. VII, № 7, 1962.
6. Рыбакова С. Н. Интенсивность ассимиляции и продуктивность кукурузы в условиях подтаежной зоны Западной Сибири. В сб.: Первая конференция физиологов и биохимиков Сибири (тезисы докл.). Воздушное и минеральное питание растений. Иркутск, 1960.
7. Симаков В. Н. Применение фенилантраниловой кислоты при определении гумуса по методу И. В. Тюрина. Почвоведение, № 8, 1957.
8. Тагеева С. В. Влияние условий водоснабжения на фотосинтез и формирование урожая пшеницы в засушливых условиях. В сб.: Докл. совещ. по физиологии растений, вып. 1. Изд-во АН СССР, 1946.
9. Швецова В. М. К вопросу о фотосинтезе кукурузы на Севере. Тр. Коми филиала АН СССР, № 14, 1965.

## ПРОДУКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ЛИСТЬЕВ КУКУРУЗЫ

П. П. ВАВИЛОВ, Е. С. БОЛОТОВА

Чистая продуктивность фотосинтеза — показатель, выявляющий насколько продуктивно работает единица площади листьев, сколько грамм сухого вещества накапливается за сутки на квадратный метр площади листьев. Но при определении чистой продуктивности фотосинтеза не учитывается то органическое вещество, которое накапливается и тратится на дыхание и содержится в корневой системе (11).

Величина чистой продуктивности фотосинтеза может служить показателем влияния температуры, влажности, питания, сорта и других факторов на интенсивность накопления сухого вещества на единицу площади листьев.

Рассмотрение величин чистой продуктивности фотосинтеза кукурузы по зонам страны показывает, что средние значения ее за период вегетации в различных пунктах довольно близки и составляют 5—8 г/м<sup>2</sup> за сутки (1, 2, 4, 5, 9, 14, 16, 18, 20, 22, 23). В то же время, по данным некоторых авторов (8, 12), средние значения чистой продуктивности фотосинтеза за вегетационный период в южных районах страны могут быть значительно выше (10,7—13,6 г/м<sup>2</sup> за сутки).

Если на севере ведущим фактором, влияющим на величину чистой продуктивности фотосинтеза кукурузы, является температура (2, 6), то в засушливых южных районах величина чистой продуктивности фотосинтеза в первую очередь зависит от влажности почвы (4, 13, 19).

Удобрения и хороший уход за растениями повышают чистую продуктивность фотосинтеза кукурузы (1, 4). С увеличением загущения накопление сухого вещества на единицу площади листьев за сутки снижается (3, 10, 15, 17, 18, 20, 21).

Нами определялась чистая продуктивность фотосинтеза в 1958, 1959 и 1961 гг. по методу, описанному А. А. Ничипоровичем (11).

Опыты закладывались на Биологической станции Коми филиала АН СССР в 1958 г. с гибридом ВИР-37, в 1958 г. с гибридом ВИР-42 и в 1961 г. с сортом Стерлинг. Посев семян производили квадратно-гнездовым способом по семь зерен в гнездо 60×60 см. Всходы появились в 1958 г. 24 июня, в 1959 г. — 16 июня и в 1961 г. — 17 июня. Вегетационные периоды этих лет резко отличались по метеорологическим условиям. Лето 1958 г. было прохладным и влажным; лето 1959 г. отличалось теплой и сухой погодой, а вегетационный период 1961 г. был теплым с удовлетворительным выпадением осадков.

Средняя продуктивность фотосинтеза кукурузы среднепоздних сроков в эти вегетационные периоды выражалась в 5,62—7,14 г сухого вещества на 1 м<sup>2</sup> площади листьев за сутки и была более высокой в теплые вегетационные периоды (табл. 1).

Так, средняя чистая продуктивность фотосинтеза в 1958 г. была меньше, чем в остальные годы, так как в это лето наблюдались довольно сильные колебания температуры, при частом ее понижении ниже 15°. Величина суточного накопления сухого вещества на единицу площади листьев также значительно колебалась, уменьшаясь при снижении температуры. В 1959 г. величина чистой продуктивности фотосинтеза была довольно ровной в течение всего периода вегетации, несколько понижаясь при падении температуры. Более высокая продуктивность фотосинтеза наблюдалась летом 1961 г., отличающимся высокой и ровной температурой в течение всего июля. В том же году наблюдалась максимальная величина чистой продуктивности фотосинтеза кукурузы в 10,22 г/м<sup>2</sup> за сутки.

Анализ цифр по продуктивности фотосинтеза показывает, что наиболее продуктивная работа листьев соответствует более высокой температуре и максимумы чистой продуктивности фотосинтеза падают на более теплый месяц июль, реже на начало августа. При средних температурах в 13,6—16,4° продуктивность фотосинтеза колеблется от 2,1 до 5,2 г/м<sup>2</sup> за сутки. Повышение температуры до 17,8° ведет к ускорению работы листьев, накопление сухого вещества на 1 м<sup>2</sup> за сутки возрастает до 6,7 г. Наиболее продуктивная работа листьев наблюдается при средней температуре 19,0° и выше, когда на 1 м<sup>2</sup> площади листьев накапливается 7,8—10,2 г сухой массы. Недостаток влаги также снижает чистую продуктивность фотосинтеза.

Таблица 1

Чистая продуктивность фотосинтеза кукурузы

Даты наблюдений			Чистая продуктивность г/м <sup>2</sup> за сутки			Среднесуточная температура, °			Осадки, мм		
1958 г.	1959 г.	1961 г.	1958 г.	1959 г.	1961 г.	1958 г.	1959 г.	1961 г.	1958 г.	1959 г.	1961 г.
1/VII—11/VII		24/VI—4/VII	4,28		6,93	13,6		16,7	19,9		27,9
11/VII—21/VII	1/VII—11/VII	4/VII—14/VII	3,27	5,69	10,22	16,4	22,8	22,9	19,8	2,1	6,9
21/VII—31/VII	11/VII—21/VII	14/VII—24/VII	6,72	5,20	7,81	17,8	13,8	23,3	22,4	11,3	0,7
31/VII—11/VIII	21/VII—31/VII	24/VII—3/VIII	9,40	7,88	8,64	19,0	19,5	20,9	4,5	4,0	5,6
11/VIII—21/VIII	31/VII—12/VIII	3/VIII—14/VIII	4,41	5,33	2,11	16,4	16,7	15,5	35,4	11,4	24,3
12/VIII—21/VIII			5,00			16,1			5,6		
Средняя за период											Сумма
1/VII—21/VIII	1/VII—21/VIII	24/VI—14/VIII	5,62	5,82	7,14	16,7	17,7	19,8	102,0	34,4	65,4

В наших условиях средние значения чистой продуктивности фотосинтеза кукурузы близки к данным, полученным другими исследователями в южных и центральных районах страны.

Максимальные же показатели чистой продуктивности, имеющие место в наших опытах, обычно ниже, чем на юге. Величина чистой продуктивности фотосинтеза может достигать на юге 12,2—20,8 и даже 26 г/м<sup>2</sup> за сутки (1, 8, 12, 13, 19).

В условиях севера (г. Сыктывкар) продуктивность фотосинтеза в 10,2 г/м<sup>2</sup> за сутки наблюдалась только однажды в теплый вегетационный период 1961 г. при среднесуточной температуре 22,9°.

Чистая продуктивность фотосинтеза, хотя и обуславливает накопление сухого вещества растениями, но она является только одной из слагающих урожая.

Согласно данным Л. А. Иванова (7) урожай сухого вещества равен разности между интенсивностью фотосинтеза, помноженной на рабочую поверхность и рабочее время, и тратами на дыхание.

С целью выявления ведущего фактора в накоплении кукурузой сухого вещества в наших условиях интересно сравнить колебания чистой продуктивности фотосинтеза и среднесуточного накопления сухого вещества на одно растение. При этом нетрудно заметить, что колебания среднесуточного накопления сухого вещества значительно превышают колебания чистой продуктивности фотосинтеза. Если чистая продуктивность фотосинтеза у кукурузы в течение вегетационных периодов изменялась в полтора-пять раз и у молодых растений могла быть не ниже, чем перед уборкой, то среднесуточное накопление сухого вещества изменялось в десять-семьдесят раз и всегда было больше у взрослых растений (табл. 2).

Среднесуточное накопление сухого вещества на одно растение, как правило, увеличивается с возрастом растений. Но в одном и том же возрасте кукурузы среднесуточное накопление сухого вещества значительно различается по годам.

Так, растения в возрасте с 15 до 27 дней накапливали за сутки от 0,033 до 0,286 г, за период с 25 по 37-й день жизни — от 0,202 до 0,904 г, с 35 по 48-й день — от 1,165 до 2,576 г, а в возрасте с 45 по 58-й день

Таблица 2

Среднесуточный прирост сухого вещества у кукурузы

Периоды наблюдений			Возраст растений в днях			Прирост сухого вещества на 1 растение за сутки, г		
1958 г.	1959 г.	1961 г.	1958 г.	1959 г.	1961 г.	1958 г.	1959 г.	1961 г.
1—11/VII		24/VI—4/VII	7—17		7—17	0,025		0,041
11—21/VII	1—11/VII	4—14/VII	17—27	15—25	17—27	0,033	0,126	0,286
21—31/VII	11—21/VII	14—24/VII	27—37	25—35	27—37	0,202	0,310	0,904
31/VII—11/VIII	21—31/VII	24/VII—3/VIII	37—48	35—45	37—47	1,573	1,165	2,576
11—21/VIII	31/VII—12/VIII	3—14/VIII	48—58	45—57	47—58	1,531	1,300	0,949
				57—66			1,532	

среднесуточное накопление может несколько снизиться и составлять 0,949—1,531 г.

Значительные колебания в среднесуточном накоплении сухого вещества у однолетних растений по годам объясняются, вероятно, влиянием многих причин.

Известная взаимосвязь наблюдается между среднесуточными приростами сухого вещества, с одной стороны, и со среднесуточными приростами площади листьев и средней площадью листьев за период, с другой стороны. Но эти связи в некоторые годы нарушаются влиянием других факторов. Так, коэффициент корреляции между среднесуточными приростами сухого вещества на одно растение и среднесуточными приростами площади листьев за тот же период в 1958 и 1961 гг. был значительным — 0,936 и 0,951, а в 1959 г. — только 0,545. Нарушение связи между среднесуточным накоплением сухого вещества и среднесуточными приростами площади листьев в 1959 г. объясняется, вероятно, тем, что среднесуточные приросты площади листьев значительно уменьшились в августе в связи с недостатком влаги, а среднесуточные приросты сухого вещества продолжали оставаться довольно высокими благодаря устойчивым величинам чистой продуктивности фотосинтеза.

Коэффициент корреляции между среднесуточными приростами сухого вещества и средней площадью листьев растений в 1958 и 1959 гг. был довольно высоким — 0,894 и 0,958, а в 1961 г. всего 0,599. Снижение коэффициента корреляции объясняется тем, что в 1961 г. на среднесуточное накопление сухого вещества помимо средних размеров площади листьев оказало влияние также резкое снижение чистой продуктивности фотосинтеза, наступившее под влиянием понижения температуры в августе.

Более устойчивый коэффициент корреляции по годам наблюдался между сухим весом растений и их площадью листьев (рис. 1). Он составлял за три года наблюдений 0,969—0,994.

Из этих данных видно, что в наших условиях площадь листьев растений кукурузы в значительной степени является одним из определяющих факторов накопления сухого вещества.

Зависимость между накоплением сухого вещества, площадью листьев и чистой продуктивностью фотосинтеза сложная.

При сравнительно устойчивых показателях чистой продуктивности фотосинтеза большая по размерам площадь листьев накапливает большее количество сухого вещества. В случаях, когда чистая продуктивность фотосинтеза подвержена значительным колебаниям, а рост площади листьев заметно замедляется, накопление сухого вещества начинается в большей степени определяться чистой продуктивностью фотосинтеза. В 1958 г. у растений площадь листьев была в первый месяц жизни меньше, чем в 1959 г., во второй месяц жизни (на 45—48-й и 57—58-й день) площадь листьев, наоборот, в 1958 г. была больше, чем в 1959 г. Сухой вес растений кукурузы в 1958 г. в первый месяц жизни был ниже, чем в 1959 г., на 45—48-й день сухой вес растений в 1958 г. был выше, чем в 1959 г. Очевидно, что однолетние растения при примерно одинаковой чистой продуктивности фотосинтеза накапливают более высокую сухую массу при большей площади листьев. Если сравнить сухой вес растений в одну календарную дату, то оказывается, что сухой вес растений в 1959 г. был выше, чем в 1958 г. за счет увеличения продолжительности вегетации на восемь дней.

В 1961 г. все показатели были выше, чем в 1958 и 1959 гг., и однолетние растения, имея большую площадь листьев и чистую продуктивность фотосинтеза, накапливали выше урожай сухой массы. Связь между накоплением сухого вещества и температурой хотя

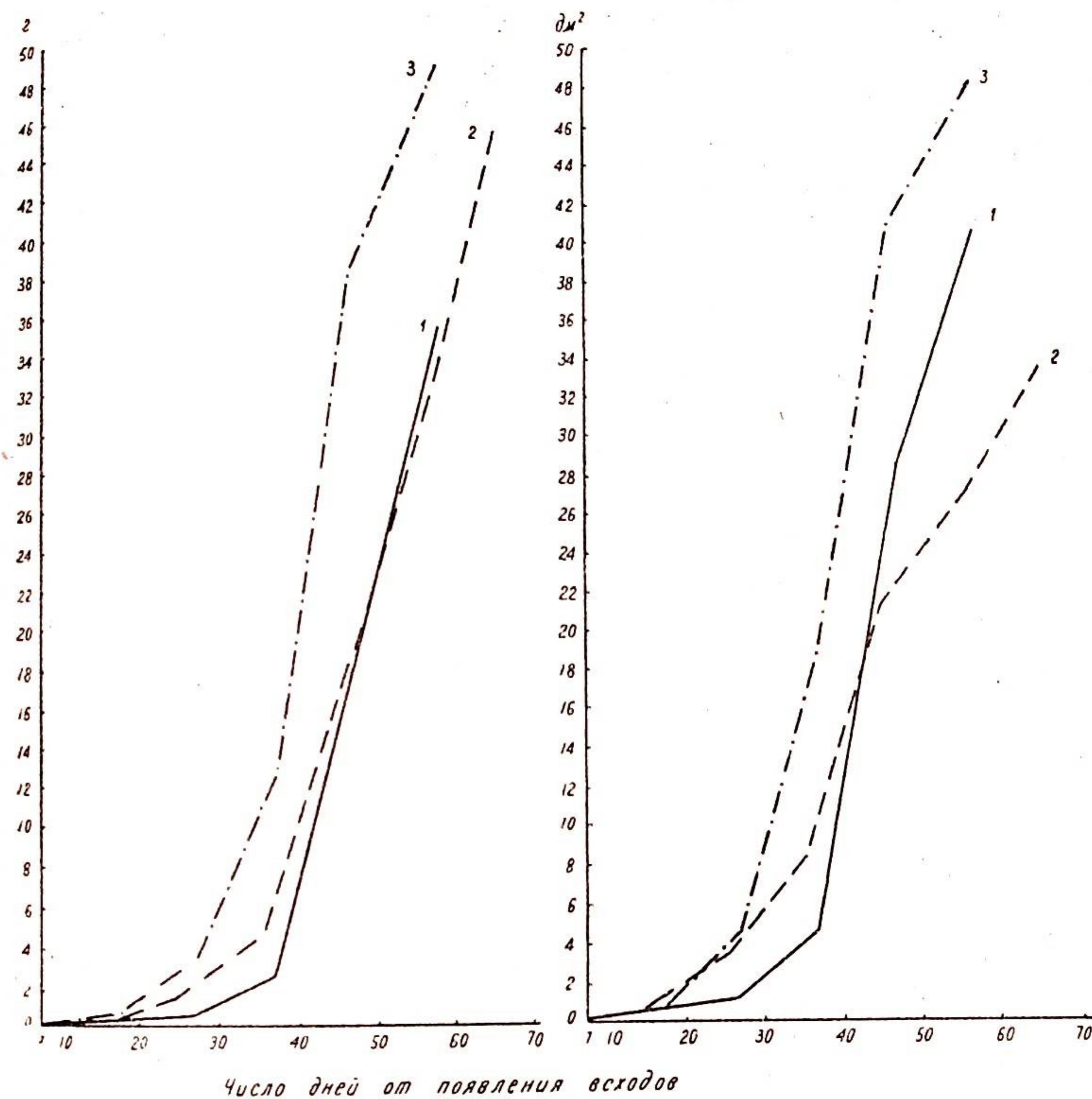


Рис. 1. Нарастание площади листьев и сухого вещества на одно растение кукурузы. 1—1958 г., 2—1959 г., 3—1961 г.

и существует, но она довольно отдаленная и косвенная и обнаруживается не непосредственно, а через другие факторы, и в первую очередь, через реакцию на нее площади листьев и в какой-то степени чистой продуктивности фотосинтеза.

В наших условиях у кукурузы вся надземная масса идет на силос, т. е. является хозяйственно ценной. Для накопления же общего урожая сухой массы существенное значение имеют размеры площади листьев, чистая продуктивность фотосинтеза и продолжительность работы листьев.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В центральной зоне Коми АССР средние за вегетацию значения продуктивности фотосинтеза среднепоздних сортов кукурузы в разные годы составляли 5,62—7,14 г сухого вещества на 1 м² за сутки.

Величина чистой продуктивности фотосинтеза подвержена колебаниям. Она увеличивается при повышении температуры и снижается при ее уменьшении. Оптимальной температурой для чистой продуктивности фотосинтеза кукурузы является 19,0—23,3°.

Урожай сухого вещества в значительной степени обуславливается чистой продуктивностью фотосинтеза, величиной площади листьев и продолжительностью ее работы. Ведущим фактором в накоплении сухого вещества у кукурузы в наших условиях являются размеры пло-

щадн листьев. Коэффициент корреляции между сухим весом и площадью листьев растений был довольно высоким и составлял 0,969—0,994.

Создание оптимальной площади листьев посева, рано формирующейся и продуктивно работающей, является необходимым условием получения удовлетворительных урожаев сухой массы кукурузы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бегишев А. Н. Работа листьев разных сельскохозяйственных растений в полевых условиях. Тр. Ин-та физиологии растений АН СССР им. К. А. Тимирязева, т. VIII, вып. 1, М., 1953.
2. Вавилов П. П. и Болотова Е. С. Некоторые особенности роста и развития кукурузы в северных районах ее возделывания. Тр. Коми филиала АН СССР, № 11, 1961.
3. Глогов Л. Влияние разных агрофонов на продуктивность фотосинтеза разных сортов и гибридов кукурузы. Докл. Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева, вып. 102, 1965.
4. Добрунов Л. Г. Продуктивность фотосинтеза различных растений в связи с условиями возделывания. В кн.: Проблемы фотосинтеза. М., Изд-во АН СССР, 1959.
5. Ермилов Г. Б. О продуктивности работы листьев кукурузы в пестроземной полосе. Физиол. растений, т. IV, вып. 6, 1957.
6. Ермилов Г. Б. Продуктивность работы листьев кукурузы на среднем Урале. В кн.: Проблемы фотосинтеза. М., Изд-во АН СССР, 1959.
7. Иванов Л. А. Фотосинтез и урожай. Сб. работ по физиологии растений памяти К. А. Тимирязева. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1941.
8. Кириченко Е. Б., Дорохов Л. М. Продуктивность фотосинтеза кукурузы при различных режимах минерального питания. В кн.: Тр. первой республиканской науч. конференции физиологов и биохимиков Молдавии. Кишинев, 1964.
9. Курбатов И. М. и Дудко З. Г. Изучение фотосинтеза у кукурузы. Тр. Белорус. с.-х. академии, т. XXXII, вып. 1, Горки, 1959.
10. Лопухов В. И. Влияние уровня питания и густоты посевов на фотосинтетическую деятельность и урожай кукурузы. Химия в с. х., т. 3, 1965.
11. Ничипорович А. А. Световое и углеродное питание растений (фотосинтез). Изд-во АН СССР, 1955.
12. Остапенко Д. И. Продуктивность работы листьев гибридов кукурузы и их родительских форм. В кн.: Роль удобрений и других факторов в повышении продуктивности растений. Киев, Изд-во «Урожай», 1964.
13. Петин Н. С. Водный режим и продуктивность фотосинтеза кукурузы как целого организма. В кн.: Проблемы фотосинтеза. М., Изд-во АН СССР, 1959.
14. Соколова Н. Ф., Осадчук Е. А. Продуктивность фотосинтеза пожнивных культур. Физиол. растений, т. V, вып. 3, 1958.
15. Старкова А. В. Физиологические особенности и продуктивность кукурузы возделываемой в условиях юга и севера Казахстана. В кн.: Тр. Межреспубликанской науч. конф. физиологов и биохимиков растений. Алма-Ата, 1958.
16. Смиронов А. И., Цой И. В., Петкилев П. В. О работе листьев кукурузы в условиях Саратовского Заволжья. «Кукуруза», 1960, № 11.
17. Сахаутдинов Б. М. Формирование урожая и чистая продуктивность фотосинтеза у кукурузы в зависимости от условий выращивания. Тр. Башкир. с.-х. ин-та, т. X, вып. 1, Уфа, 1961.
18. Троицкая О. В. и Кемкина А. Г. Водный режим и продуктивность фотосинтеза кукурузы в Акмолинской области. В кн.: Тр. Межреспубликанской науч. конф. физиологов и биохимиков растений. Алма-Ата, 1958.
19. Устенко Г. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах как основа формирования высоких урожаев. В кн.: Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М., Изд-во АН СССР, 1963.
20. Устенко Г. П., Гайдуков Г. Ф. Формирование и работа фотосинтетического аппарата растений кукурузы в посевах. Кн.: Проблемы фотосинтеза. М., Изд-во АН СССР, 1959.
21. Филатов В. И. Влияние площади питания и густоты стояния растений на рост, развитие и урожай кукурузы при пунктирном способе посева. Докл. Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева, вып. 102, 1965.
22. Шатилов И. С., Замараев А. Г. Фотосинтетическая деятельность посевов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений. Изв. ТСХА, вып. 3, 1965.
23. Щукина А. И. Минеральное питание и водный режим как факторы, определяющие продуктивность фотосинтеза листьев кукурузы. Уч. зап. Куйбыш. пед. ин-та им. В. В. Куйбышева, вып. 22, 1959.

## ДЫХАНИЕ ПОЧВЫ ПОД КУКУРУЗОЙ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ЕЕ ВЫРАЩИВАНИЯ

П. П. ВАВИЛОВ, Н. В. ЧЕБЫКИНА

При решении вопроса о повышении продуктивности фотосинтеза сельскохозяйственных культур немаловажное значение придается условиям углеродного питания растений, т. е. наличию в зоне ассимиляционного аппарата растений достаточного количества углекислого газа. Это объясняется тем, что недостаток углекислоты в приземном слое воздуха может быть одной из основных причин, ограничивающих интенсивность фотосинтеза (8, 9), в то время как при повышенном (до определенного предела) содержании углекислоты в атмосфере процесс фотосинтеза протекает интенсивней, что способствует лучшему развитию растений и получению высоких урожаев сельскохозяйственных культур (3, 4, 10 и др.) Поэтому улучшению углеродного питания растений за счет повышения концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе должно уделяться не меньшее внимание, чем обеспечению растений влагой и питательными веществами.

В условиях полевой культуры повышение концентрации углекислоты в воздухе искусственным путем сопряжено с рядом трудностей. Однако, если учесть, что одним из основных источников углекислоты является почва, которая в зависимости от различных условий продуцирует и выделяет в атмосферу то или иное количество углекислого газа, то при создании соответствующих условий можно значительно увеличить приток углекислоты из почвы в атмосферу. Внесение в почву органических удобрений, рыхление почвы, углубление пахотного слоя, улучшение условий питания растений за счет внесения минеральных удобрений, известкование кислых почв, создание благоприятных условий для развития почвенной микрофлоры — вот далеко не полный перечень приемов, способствующих повышению плодородия почв, а вместе с тем усиленному образованию углекислоты в почве и газообмену между почвой и атмосферой («дыханию» почвы).

Наблюдения показывают, что дыхание почвы зависит не только от количества образовавшейся в почве углекислоты, что, безусловно, является основным и определяющим фактором, но и от внешних условий, а именно: от температуры почвы и воздуха, влажности почвы, скорости ветра и других условий, влияющих на диффузию газов и интенсивность газообмена между почвой и атмосферой. Применяя различные агротехнические приемы, можно в значительной степени изменить ход и направ-

ление перечисленных факторов внешней среды, способствуя тем самым усилению дыхания почвы. Даже такие агроприемы, как способ посева и норма высева, оказывают влияние на интенсивность дыхания почвы через изменение микроклимата в посевах, вызываемое этими приемами.

В наших опытах, проводимых на Биологической станции Коминтерна АН СССР, дыхание почвы определялось на участках кукурузы, посеянной квадратно-гнездовым и ширококорядным способами (1958—1961 гг.) и при разной норме высева семян в гнездо (1962 и 1964 гг.). Почвы опытных участков среднеподзолистые среднеокультуренные. Интенсивность дыхания почвы определялась методом Б. Н. Макарова (7) с помощью широкогорлых однолитровых колб при экспозиции 30 минут.

Четырехлетние наблюдения за дыханием почвы в квадратно-гнездовом и ширококорядном посевах показали, что в преобладающем большинстве случаев преимущество в интенсивности дыхания почвы при ширококорядном посеве (табл. 1). Исключением являются только данные, полученные 8 августа 1961 г., когда в отдельные часы и в среднем за день наиболее интенсивным дыханием почвы было в квадратно-гнездовом посеве.

Таблица 1

Выделение углекислоты из почвы в течение дня при различных способах посева кукурузы (г CO<sub>2</sub> м<sup>2</sup>/час)

Часы определений	7/VIII-1958 г.	9/VII-1959 г.	2/VIII-1960 г.	8/VIII-1961 г.
<b>Квадратно-гнездовой посев</b>				
8	0,54	0,12	0,62	0,80
12	0,40	0,34	0,97	0,39
16	0,40	0,30	0,73	0,36
20	0,47	0,36	1,05	0,62
Среднее за 1 час . . . . .	0,45	0,28	0,84	0,54
Всего за день, кг/га . . . . .	54,0	33,6	100,8	64,8
<b>Ширококорядный посев</b>				
8	0,38	0,04	1,13	0,86
12	0,78	0,37	1,08	0,39
16	0,69	0,52	0,97	0,17
20	0,54	0,36	1,10	0,28
Среднее за 1 час . . . . .	0,60	0,32	1,07	0,42
Всего за день, кг/га . . . . .	72,0	38,4	128,4	50,4

В этом случае наиболее отчетливо проявляется зависимость дыхания почвы от температурных условий окружающей среды. В 1961 г. средняя температура воздуха и почвы и сумма температур в день наблюдений в квадратно-гнездовом посевах были выше, чем в ширококорядном.

В предыдущие годы, наоборот, лучшие температурные условия складывались в ширококорядном посевах (табл. 2), там же было выше и дыхание почвы.

Зависимость дыхания почвы от температуры воздуха и почвы прослеживается не только по средним показателям, но и в динамике в течение дня (рис. 1).

Таблица 2  
Температура почвы и воздуха в посевах кукурузы в период с 8 до 20 часов

Температура	7/VIII-58 г.		9/VII-59 г.		2/VIII-60 г.		8/VIII-61 г.	
	кв.гн.	шир.к.	кв.гн.	шир.к.	кв.гн.	шир.к.	кв.гн.	шир.к.
Средняя температура воздуха	15,1	15,2	25,1	25,5	не опр.	не опр.	19,3	19,1
Средняя температура почвы на глубине 5 см . . . . .	15,5	15,9	23,6	24,5	18,3	18,7	16,8	15,6
То же на глубине 10 см . . . . .	15,3	15,0	22,3	23,8	18,1	18,1	16,3	15,2
Сумма температур воздуха . . . . .	196,1	197,7	326,1	331,4	не опр.	не опр.	251,0	248,8
Сумма температур почвы на глубине 5 см . . . . .	202,1	206,5	306,8	318,7	238,1	243,5	213,9	202,3
То же на глубине 10 см . . . . .	199,6	208,2	289,9	309,3	235,8	235,9	211,3	198,0

Температура воздуха

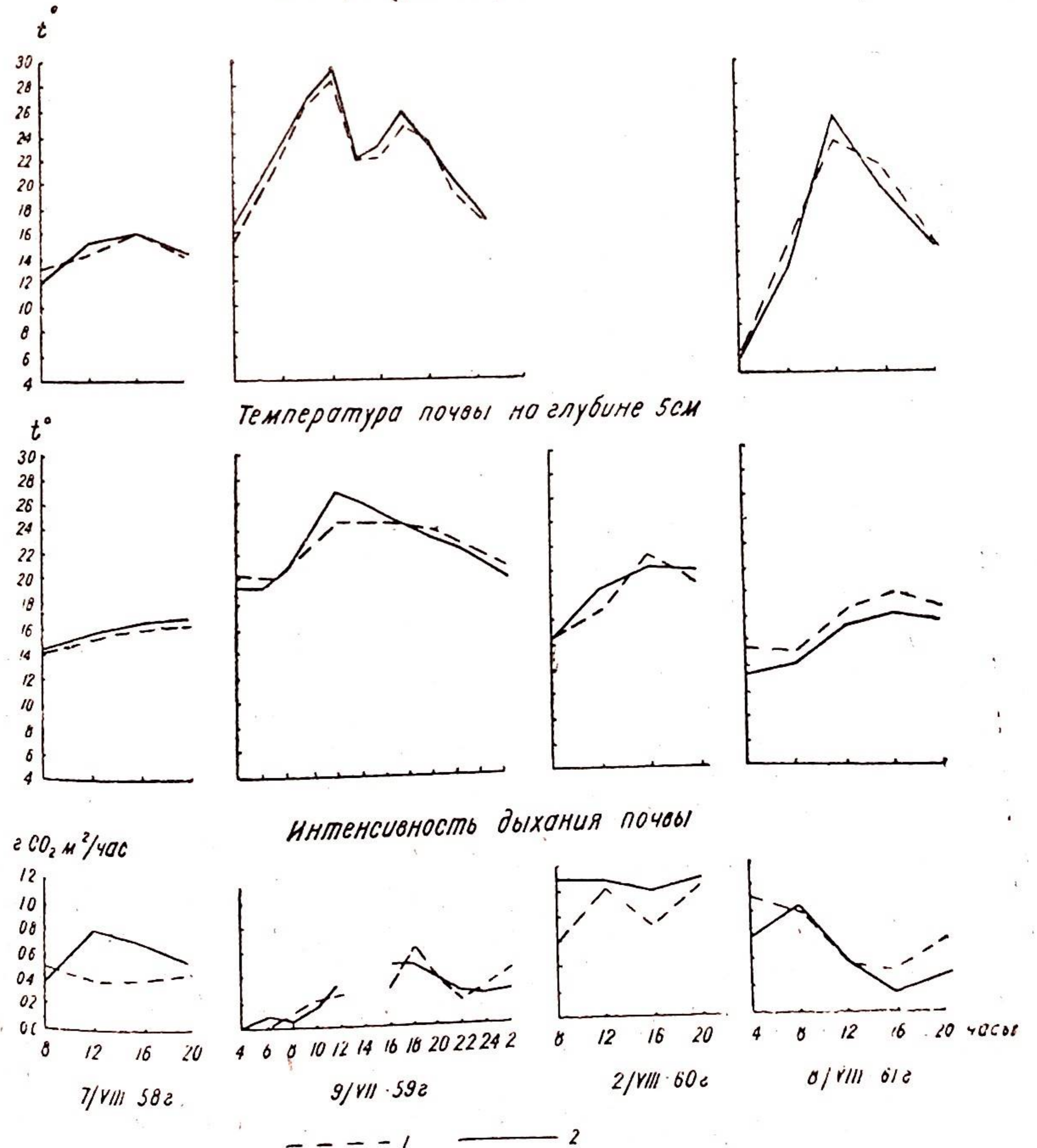


Рис. 1. Зависимость между температурой почвы и воздуха и дыханием почвы в посевах кукурузы.

1 — квадратно-гнездовой посев, 2 — ширококорядный посев.

Дыхание почвы под озимыми культурами,  
идушими по различным парам

Вид пара	Название культуры	Выделилось г CO <sub>2</sub> м <sup>2</sup> /час	
		4 IX-57 г.	30 VI-58 г.
Черный	Озимая рожь	0,32	0,35
	Озимая пшеница	не опред.	0,68
Кукурузный	Озимая рожь	0,67	0,67
	Озимая пшеница	не опред.	0,90

шего нарастания органической массы. С другой стороны, чем сильнее развиты растения, тем больше CO<sub>2</sub> они выделяют и тем интенсивнее дыхание почвы.

Определение дыхания почвы под кукурузой в различные периоды вегетации летом 1957 г. показало, что по мере роста и развития растений дыхание почвы возрастает, достигая максимальной величины перед уборкой урожая. Так, если в начале вегетации 10/VI из почвы выделилось 0,28 г CO<sub>2</sub> м<sup>2</sup>/час, 12/VII—0,64 г., то перед уборкой (15/VIII) эта величина достигла 1,68 г CO<sub>2</sub> м<sup>2</sup>/час.

Зависимость дыхания почвы от степени развития растений можно проследить при сравнении данных, полученных в различные годы. Например, в 1959 г. дыхание почвы определялось 9 июля, когда растения находились в стадии 5-го листа. В 1958, 1960 и 1961 гг. определение дыхания было проведено в первой декаде августа, в период, когда растения кукурузы находились в фазе выбрасывания метелки. Несмотря на то, что температура почвы и воздуха 9/VII-59 г. была значительно выше, чем в дни определений в другие годы, интенсивность дыхания была ниже (табл. 1 и 2).

Отсюда вытекает, что дыхание почвы, главным образом, зависит от количества образовавшейся в почве углекислоты, продуцирование которой, в свою очередь, определяется развитием растений. Важную роль в процессе продуцирования углекислоты в почве играет температурный фактор, он может ускорять или замедлять разложение органических остатков, а также способствовать или препятствовать развитию микроорганизмов в почве.

Поскольку дыхание почвы находится в зависимости от количества корней в почве и от развития растений, то с увеличением нормы высева, а следовательно и густоты посева, интенсивность дыхания возрастает. Подтверждением этому служат полученные в 1964 г. данные по определению дыхания почвы под кукурузой Стерлинг, посеянной квадратно-гнездовым способом при норме высева 4 зерна в гнездо (30 кг/га) и 13 зерен в гнездо (100 кг/га). Наблюдения показали, что в загущенных посевах интенсивность дыхания почвы в течение суток была выше, чем в посевах с меньшей нормой высева (табл. 4).

Таблица 4

Дыхание почвы под кукурузой при разных нормах высева  
(13—14 июля 1964 г.)

Норма высева	Выделилось в разные часы суток г CO <sub>2</sub> м <sup>2</sup> /час						Выделилось за сутки кг/га	В том числе за дневные часы
	11 ч.	15 ч.	19 ч.	23 ч.	3 ч.	7 ч.		
4 зерна в одно гнездо	0,61	0,47	0,79	0,79	0,75	0,75	166,3	85,1
13 зерен в одно гнездо	0,84	0,84	0,93	0,70	1,07	0,79	206,9	126,5

Микроклиматические условия в посевах кукурузы в значительной степени могут быть улучшены при посеве ее под защитой кулис из других более холодоустойчивых культур. В 1958 г. кукуруза высевалась под защитой кулис из подсолнечника. Кулисы защищали посевы кукурузы от продувания холодными северными ветрами и создавали более благоприятные температурные условия, благодаря чему дыхание почвы в посевах, защищенных кулисами, протекало интенсивнее. Так, например, в полдень из почвы в течение часа выделялось следующее количество CO<sub>2</sub> с 1 кв. метра: под квадратно-гнездовым посевом без защиты кулис — 0,40 г; под квадратно-гнездовым посевом, защищенным кулисами — 1,11 г; под широкорядным посевом без защиты кулис — 0,78 г и под широкорядным посевом, защищенным кулисами, — 0,90 г.

Образование углекислоты в почве в значительной степени обязано происходящим в почве биологическим процессам: наличию и разложению органических остатков, жизнедеятельности микроорганизмов, дыханию корней и другим. Поэтому, чем больше в почве содержится органических остатков и чем более мощную корневую систему развивают растения, тем интенсивнее идет продуцирование углекислого газа в почве.

Хорошей иллюстрацией к этому являются результаты определения дыхания почвы под черным и кукурузным парами (2). По данным Б. Н. Макарова (5), дыхание почвы, покрытой растительностью, в 2—3 раза превышает дыхание почвы на паровом поле. Аналогичная же картина наблюдалась и в наших опытах (рис. 2). Почва черного пара в среднем за 1 час в течение лета выделяла 2,9 кг CO<sub>2</sub> с площади 1 га, а почва под кукурузой — 8,0 кг/га.

Различия в дыхании почвы наблюдались и после посева озимых культур. Так, осенью под всходами ржи, посеянной по черному пару, из почвы выделялось 0,32 г CO<sub>2</sub> м<sup>2</sup>/час, а на участке, где рожь была посеяна по кукурузному пару, — 0,67 г CO<sub>2</sub>. Такое же соотношение в количестве выделившейся углекислоты было отмечено и на следующий год (табл. 3).

Это вызвано тем, что на участке после кукурузного пара в почве осталось значительное количество корней и других органических остатков, при разложении которых образуется углекислый газ.

Проведенное Е. С. Болотовой (1) определение запаса корней у кукурузы при разных способах посева показало, что кукуруза, посеянная широкорядным способом при норме высева 50 кг/га, к концу вегетации накапливала 17,7 ц/га абсолютно сухих корней. Кукуруза, посеянная квадратно-гнездовым способом при той же норме высева, накапливала 13,3 ц/га корней. Следовательно, и широкорядных посевах кукурузы.

Дыхание почвы и развитие растений — два взаимно обуславливающих друг друга процесса. Чем выше степень дыхания почвы, тем больше условия углеродного питания растений, а следовательно, и боль-

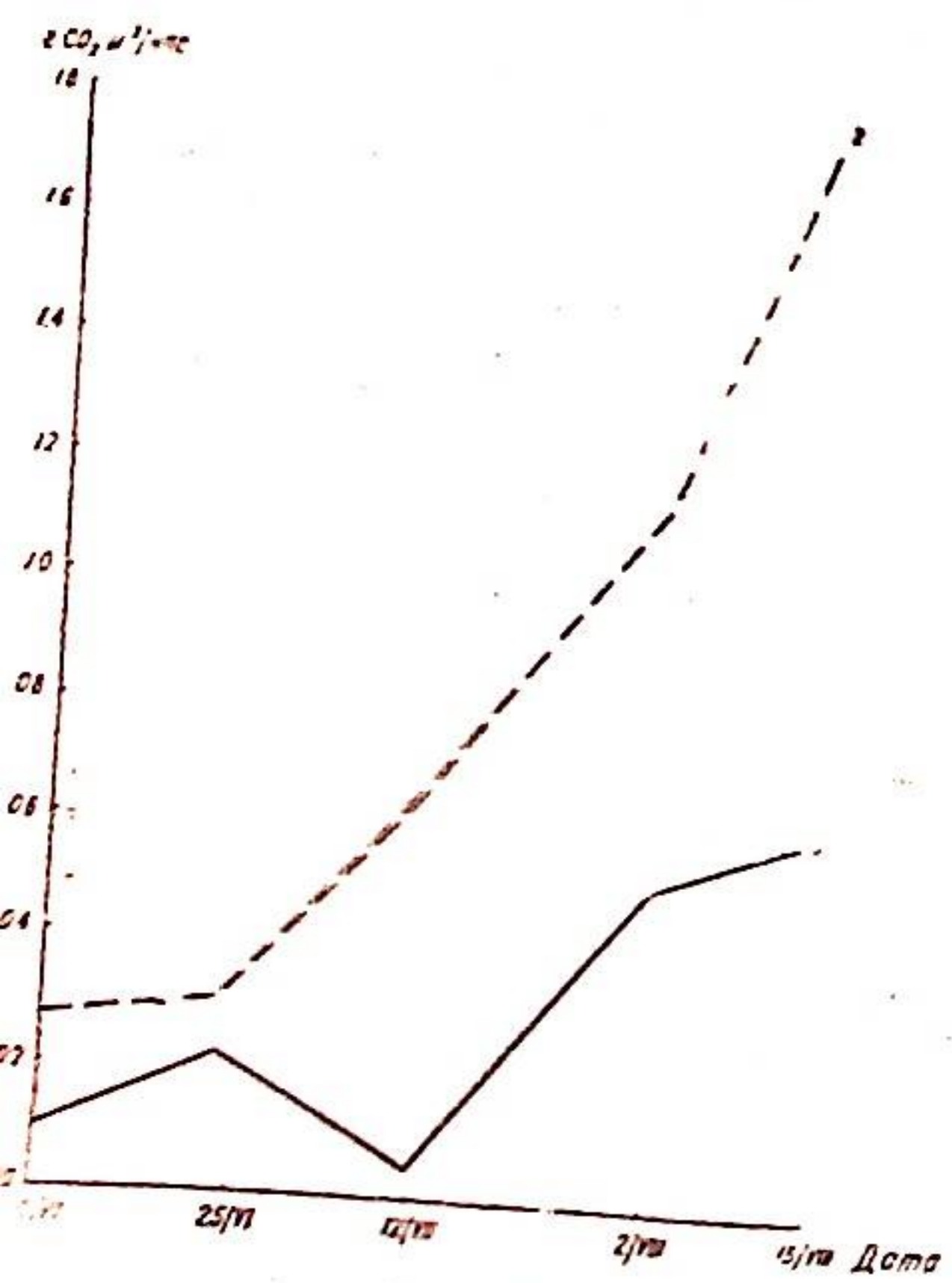


Рис. 2. Динамика дыхания почвы под черным и кукурузным парами летом 1957 г.  
1 — черный пар,  
2 — кукурузный пар.

Жаркая погода в день определения (температура воздуха днем доходила до 30—32°) способствовала довольно интенсивному дыханию почвы. В среднем за 1 час с площади 1 м<sup>2</sup> на делянке с нормой высева 4 зерна в гнездо выделялось 0,69 г СО<sub>2</sub>, а на делянке с нормой высева 13 зерен в гнездо — 0,85 г. При этом следует отметить, что в ночные и раннеутренние часы дыхание почвы было сильнее, чем днем. Вероятно, микроклиматические условия, — более благоприятное сочетание температуры и влажности почвы ночью, — способствовали активизации биологических процессов в почве и большему выделению углекислоты в атмосферу.

Чтобы практически оценить значение дыхания почвы как источника углеродного питания растений нами проведены подсчеты общего количества углекислоты, выделенной почвой в течение дня и суток. Эти подсчеты показали, что за период с 8 часов утра до 8 часов вечера из почвы, в зависимости от метеорологических условий, а также от способов посева и нормы высева, выделялось от 38 до 128 кг углекислого газа с гектара почвы (табл. 1), а за сутки 166,3—206,9 кг/га (табл. 4).

По Люндегорду (11), примерно 1/3 часть необходимой растениям углекислоты поступает из почвы. По наблюдениям и подсчетам Б. Н. Макарова и Э. Я. Френкель (8), Б. Н. Макарова (6) и других исследователей, доля потребляемой растениями углекислоты, поступающей из почвы в атмосферу, может быть и более половины (60—70%).

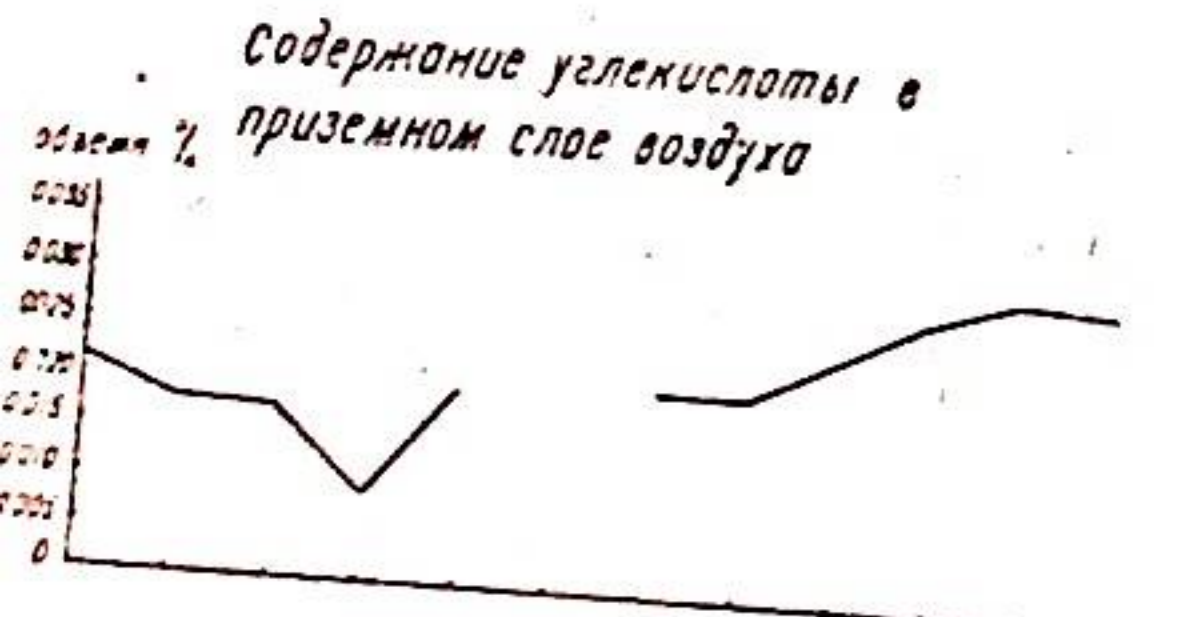
В наших условиях, как показывают определения Е. С. Болотовой (1), в среднем за сутки одно растение кукурузы накапливает 1,5 г сухого вещества, что составляет примерно 130—160 кг на каждый гектар посева. Для создания такой массы сухого вещества потребуется 215—265 кг СО<sub>2</sub>, если принять, что для создания 1 г сухого вещества растительной массы расходуется 1,65 г СО<sub>2</sub> (6). В наших опытах в течение дня (в среднем за 4 года) почва с площади 1 га выделяла 65—75 кг углекислого газа. Следовательно, опираясь на эти довольно приблизительные расчеты, можно сказать, что в наших условиях

1/3 углекислоты, идущей на образование сухого вещества растений, поступает из почвы. Однако в отдельные годы и периоды эта величина может варьировать в довольно широких пределах.

Поступающая из почвы углекислота частично улавливается растениями, частично поднимается в более высокие слои атмосферы, и в зависимости от интенсивности фотосинтеза содержание ее в приземных слоях воздуха и в зоне расположения растений непостоянное.

Сопоставляя данные по фотосинтезу, дыханию почвы и содержанию углекислоты в приземном слое воздуха, можно заметить, что в часы максимального фотосинтеза содержание СО<sub>2</sub> в приземном слое воздуха уменьшается, несмотря на то, что дыхание почвы в эти же часы идет более интенсивно (рис. 3).

Днем, в период наиболее сильной ассимиляции углекислоты расте-



3. Суточный ход фотосинтеза, дыхания почвы и содержания углекислоты в приземном слое воздуха в посевах кукурузы 9 июля 1959 г.

ниями, содержание ее в воздухе вблизи растений резко падает, доходя до 0,015 и даже 0,009% (табл. 5). Ночью, когда процесс ассимиляции затухает и начинается усиленное дыхание растений, концентрация углекислоты в воздухе возрастает и нередко бывает выше обычной (>0,03%). Так, например, в опыте с нормами высева 13—14/VII-64 г. погодные условия способствовали накоплению углекислоты в приземном слое воздуха, содержание которой в отдельные часы в 1,5—2 раза превышало ее нормальную концентрацию (табл. 6).

Таблица 5  
Содержание углекислоты в объемных % в приземном слое воздуха в посевах кукурузы при различных способах посева

Способ посева	Часы определений											
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	2
7 августа 1958 г.												
Квадратно-гнездовой . . . . .	—	—	0,024	—	0,026	—	0,033	—	0,031	—	—	—
Ширококорядный	—	—	0,030	—	0,027	—	0,027	—	0,036	—	—	—
9—10 июля 1959 г.												
Квадратно-гнездовой . . . . .	0,024	0,015	0,027	0,027	0,015	—	0,017	0,021	0,023	0,031	0,025	0,026
Ширококорядный	0,020	0,017	0,017	0,009	0,020	—	0,020	0,020	0,024	0,028	0,031	0,030
2 августа 1960 г.												
Квадратно-гнездовой . . . . .	—	—	0,023	—	0,021	—	—	—	0,033	—	—	—
Ширококорядный	—	—	0,029	—	0,023	—	0,030	—	0,036	—	—	—
8 августа 1961 г.												
Квадратно-гнездовой . . . . .	0,026	—	0,021	—	0,022	—	0,024	—	0,027	—	—	—
Ширококорядный	0,029	—	0,020	—	0,022	—	0,027	—	0,027	—	—	—

Несколько меньшая концентрация СО<sub>2</sub> в загущенном посеве в дневные часы объясняется большим потреблением углекислоты растениями этого посева.

Таблица 6  
Содержание углекислоты в объемных % в приземном слое воздуха в посевах кукурузы при разных нормах высева (13—14/VII-64 г.)

Норма высева	Часы определений					
	11	15	19	23	3	7
4 зерна в гнездо	0,046	0,034	0,034	0,055	0,041	0,037
13 зерен в гнездо	0,034	0,025	0,034	0,061	0,043	0,041

\* \* \*

Таким образом, интенсивность дыхания почвы обусловлена рядом факторов, основными из которых являются: количество образующейся в почве углекислоты, которое, в свою очередь, зависит от наличия и степени разложения органических остатков в почве, жизнедеятельности

почвенных микроорганизмов, развития растений и дыхания корней, а также от температуры почвы и воздуха, влажности почвы, скорости ветра и других внешних факторов.

Применяя различные агротехнические приемы, можно в значительной степени повысить интенсивность дыхания почвы.

Сравнение интенсивности дыхания почвы под кукурузой, посеянной широкорядным и квадратно-гнездовым способом, показывает, что почва под широкорядным посевом выделяла больше углекислоты, чем под квадратно-гнездовым посевом, благодаря тому, что в широкорядных посевах создаются более благоприятные микроклиматические условия.

Густота стояния растений также влияет на интенсивность дыхания почвы: при увеличении нормы высева семян, а следовательно и густоты стеблестоя растений, дыхание почвы повышается.

Изучение интенсивности дыхания почвы имеет практическое значение, т. к. выделяющаяся при дыхании почвы углекислота является одним из важных источников углеродного питания растений.

Приблизительные подсчеты показывают, что в наших условиях 30% углекислоты, идущей на построение органической массы растений, поступает из почвы.

Улучшая с помощью агротехнических приемов плодородие почвы, можно в значительной степени повысить продуцирование углекислоты в почве, улучшить газообмен между почвой и атмосферой и тем самым создать более благоприятные условия углеродного питания растений, что в конечном итоге может оказывать влияние на величину и качество урожая сельскохозяйственных растений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Болотова Е. С. Продуктивность фотосинтеза и урожай кукурузы при различных способах ее выращивания. В отчете за 1959 г. по теме: «Пути повышения продуктивности фотосинтеза при помощи агротехнических приемов». Рук. фонды Коми филиала АН СССР, 1960.
2. Вавилов П. П. и Чебыкина Н. В. Влияние различных парозанимающих культур на интенсивность дыхания почвы. Тр. Коми филиала АН СССР, № 9, 1960.
3. Катунский В. М. Углеродное питание растений и урожай. В кн.: Президенту АН СССР акад. В. Л. Комарову к 70-летию со дня рождения и 45-летию научн. деятельности. Изд-во АН СССР, 1939.
4. Лундегард Г. Влияние климата и почвы на жизнь растений. М, Сельхозизд, 1937.
5. Макаров Б. Н. Динамика газообмена между почвой и атмосферой в течение вегетационного периода под различными культурами севооборота. Почвоведение, № 3, 1952.
6. Макаров Б. Н. Почва — источник углеродного питания растений. «Природа», № 2, 1956.
7. Макаров Б. Н. Упрощенный метод определения дыхания почвы (и биологической активности). Почвоведение, № 9, 1957.
8. Макаров Б. Н. и Френкель Э. Я. Газообмен между почвой и атмосферой на различных угодьях дерново-подзолистых почв и влияние углубления пахотного слоя на этот процесс. Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева АН СССР, т. 49, 1956.
9. Ничипорович А. А. Фотосинтез растений как фактор урожайности. Изв. АН ССР, сер. биол. № 4, 1952.
10. Чесноков В. А. О влиянии концентрации CO<sub>2</sub> на фотосинтез и урожай. Тр. Та физиол. растен. т. X, 1955.
11. Lundegardh H. Der Kreislauf der Kohlensäure in der Natur. Jena, 1924.

### ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ БЕЛКОВ ВЕГЕТАТИВНЫХ ЧАСТЕЙ КУКУРУЗЫ И МАЛЬВЫ И ЕГО ИЗМЕНЧИВОСТЬ В ПРОЦЕССЕ ВЕГЕТАЦИИ РАСТЕНИЙ

Л. К. ГРУНИНА

Известно, что белки семян и вегетативных частей растений неоднородны. Они представляют собой сложный комплекс, включающий отдельные фракции белков, различающиеся по своим физико-химическим свойствам, и в первую очередь по растворимости в различных растворителях.

Если изучению белкового состава семян культурных растений посвящена огромная литература и установлено, что они различаются по фракционному и аминокислотному составу, то белки вегетативных частей растений изучены крайне слабо. Однако установлено, что белки вегетативных частей растений содержат водо-, соле- и щелочерастворимые фракции, соотношение которых изменяется в зависимости от вида растения и фазы развития (4, 6, 7, 9). Кроме перечисленных фракций белков, в состав белкового комплекса вегетативных частей растений в значительных количествах (до 60%) входят нерастворимые или остаточные белки, которые являются наименее изученной частью белкового комплекса (7, 10). На основании их слабой растворимости можно полагать, что они сравнительно трудно усваиваются животным организмом.

Интересной группой белков, но почти не исследованной в вегетативных органах растений, являются проламины — белки, растворимые в 70—85% спирте. Согласно литературным данным эта группа белков встречается, главным образом, в семенах злаков, а в других растениях их нет или очень мало (1, 2, 8).

Однако спирторастворимые белки в сравнительно больших количествах были обнаружены в вегетативных частях кукурузы в процессе ее вегетации (3). Опубликованных работ по исследованию спирторастворимых белков в зеленых частях других растений нам не встречалось. Эта группа белков в вегетативных частях растений обычно не определяется.

Изменчивость фракционного состава белка вегетативных частей растений в зависимости от фазы развития и различных факторов внешней среды изучены далеко не достаточно. Одни авторы обнаружили, что по мере старения в растениях уменьшается содержание водорастворимых белков и происходит накопление соле- и щелочерастворимых (7, 9). Другие наблюдали обратную закономерность, а именно:

по мере роста и развития растений люпина количество водорастворимых белков увеличивается, а соле- и щелочерастворимых уменьшается почти до исчезновения к периоду сизых бобиков (6).

Имеющиеся литературные данные по фракционному составу белков вегетативных частей растений в процессе вегетации малочисленны и противоречивы. При этом мало обращалось внимания на содержание и изменение спирторастворимых и нерастворимых белков в вегетативных органах растений, хотя, особенно последние, в значительной степени характеризуют кормовую ценность суммарного белка кормовых культур.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В задачу исследований входило сравнительное изучение фракционного состава белков вегетативных частей кукурузы и мальвы и установление изменчивости в соотношении белковых фракций в зависимости от фазы вегетации растений. Кроме водо-, соле- и щелочерастворимых белков, нами проводилось определение и спирторастворимых белков. В наших опытах исследовались растения кукурузы позднего сорта Стерлинг и мальвы мелюки сорта Силосная дважды за период вегетации: в начале вегетации, что соответствовало началу вытягивания междоузлий кукурузы и началу бутонизации мальвы, и перед уборкой — в фазу цветения — начала плодоношения мальвы и перед выметыванием метелок у кукурузы.

Фракционное извлечение белков проводили в свежем материале. Пробы для анализа брали вечером (по 10—20 средних растений). Целые растения разделяли на листья и стебли и быстро измельчали. Измельченную массу тщательно перемешивали и из нее брали навески по 50 г, которые фиксировали углекислотой (температура — 70°) в течение ночи в сосуде Дьюара. Время обработки каждой пробы до фиксации не превышало 20 мин.

Извлечение белковых фракций проводилось путем последовательной обработки навески растительного материала 10% раствором NaCl, забуференным до pH 7; 85% раствором этилового спирта, а затем 0,2 и 2% растворами NaOH. Для этого навески растирали с небольшим количеством стекла в ступке до гомогенного состояния, потом переносили в центрифужные стаканы на 250 мл и заливали 2—3-кратным количеством охлажденного 10% раствора NaCl. Белки экстрагировали настаиванием вытяжки по 1 часу в холодильнике при периодическом встряхивании. Экстракты отделяли от плотного остатка центрифугированием при 5 тыс. обор./мин в течение 15 мин. и полученные растворы сливали через фильтры из стеклянной ваты в мерные цилиндры на 1000 мл. Экстракция повторялась 8—9 раз до полного извлечения водо- и солерастворимых белков.

Проверка полного извлечения определялась путем осаждения белков, охлажденной 5% трихлоруксусной кислотой. По окончании экстракции остаток промывался водой. Промывание воды смешивали с основным экстрактом.

В солевую вытяжку переходят водо- и солерастворимые белки и небелковые вещества. Для установления их количества в определенном объеме солевой вытяжки белки осаждали охлажденной 30% трихлоруксусной кислотой доведением конечной концентрации ее в вытяжке до 5%. Осаждение проходило в течение ночи в холодильнике при 3—5°. Затем растворы отделялись от осадка фильтрованием через обеззоленные бумажные фильтры. В фильтрате и в осадке определяли соответственно небелковый азот и белковый, представленный водо- и солерастворимой фракциями.

Для разделения водо- и солерастворимых белков солевой экстракт подвергали диализу в целлофановых мешочках в течение 4—5 суток в холодильнике при 3—5° против дистиллированной воды, которую меняли через каждые 8 часов. В результате диализа солерастворимые белки выпадали в осадок и отделялись от водорастворимых белков центрифугированием.

После солевой экстракции из остатка экстрагировали спирторастворимые белки. Разработанной методики выделения и количественного определения спирторастворимых белков в зеленых частях растений нет. Для извлечения спирторастворимых белков мы применили 85% раствор этилового спирта. Экстракцию повторяли 5—6 раз таким же образом, как и экстракцию солерастворимых белков.

Затем остаток промывали водой и из него экстрагировали щелочерастворимые белки. Обычно их извлекают 0,2% раствором едкого натра, иногда применяется и более крепкая концентрация его. Для более полного извлечения щелочерастворимых белков мы применили последовательно обе концентрации: сначала 4-кратную экстракцию 0,2% раствором NaOH, затем 4-кратную обработку 2% раствором NaOH каждый раз при настаивании по 1 часу в холодильнике или по 40 мин. на качалке. Остаток промывался водой.

Каждая вытяжка белков доводилась соответствующим растворителем до определенного объема и часть из нее бралась для определения азота по Кьельдалю. По количеству полученного азота судили о содержании белков.

Количество азота во фракции солерастворимых белков вычислялось по разности между белковым азотом солевого экстракта и азотом водорастворимой фракции.

Общий азот определялся в отдельной навеске воздушно сухого вещества. По разности между общим и небелковым азотом вычислялось количество общего белкового азота. Неизвлеченный белок вычислялся как разность между общим азотом и суммой извлеченного азота.

Содержание азота белковых фракций рассчитывали в процентах от суммы извлеченного белкового азота и от общего количества белкового азота.

Все анализы проводились в 2—3-кратной повторности.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследований из вегетативных органов кукурузы и мальвы были выделены водо-, соле-, спирто- и щелочерастворимые белки. Часть белкового азота не извлекалась применяемыми растворителями — это, так называемые, нерастворимые или остаточные белки.

Данные анализов фракционного состава белков кукурузы и мальвы в процессе вегетации, представленные в табл. 1 и 2, показывают, что между вегетативными органами изучаемых культур существуют различия не только в общем содержании белковых веществ, но и в содержании отдельных белковых фракций.

Значительную часть белкового комплекса зеленых частей растений составляют нерастворимые белки, особенно на ранних фазах развития: у кукурузы около 20—30%, у мальвы более 50% (табл. 1). Среди растворимых белков на протяжении всего вегетационного периода в листьях и стеблях изучаемых культур преобладают водорастворимые, составляя половину от суммы извлеченного белка; затем у кукурузы идут соле- и щелочерастворимые, а у мальвы, наоборот — щелоче- и солерастворимые (табл. 2).

Таблица 1  
Содержание различных форм азота и белка в вегетативных частях мальвы и кукурузы в процессе вегетации (1965 г.)

Культура	Фаза развития	Части растений	Общий азот в % на сухое вещество	Форма азота в % к общему азоту		Азот белковых фракций в % к азоту суммарного белка				
				небелковый	белковый	водная	солевая	спиртовая	щелочная	нераствор.
Мальва	Начало бутонизации Цветение — начало плодоношения	листья	5,17	18,19	81,81	18,20	5,79	2,84	19,74	53,43
		стебли	3,50	32,08	67,92	29,45	6,93	3,15	14,30	46,17
		листья	4,14	21,26	78,74	34,98	6,13	5,22	16,26	37,41
		стебли	1,30	47,70	52,30	55,89	0	11,76	27,95	4,40
Кукуруза	Начало вытягивания междоузлий Перед выметыванием метелок	листья	4,19	31,62	68,38	32,80	23,74	2,79	11,52	29,15
		стебли	3,92	38,07	61,93	40,58	19,36	2,47	16,47	21,12
		листья	3,58	28,91	71,99	47,55	18,86	3,53	9,85	20,21
		стебли	3,14	49,21	50,79	63,95	5,65	8,15	20,69	1,56

Таблица 2  
Содержание белковых фракций в вегетативных частях мальвы и кукурузы в процессе их вегетации (1965 г.)

Культура	Фаза развития	Части растений	Сумма извлеченного азота белка в % от общего азота белка	Азот белковых фракций в % к извлеченному азоту белка			
				водная	солевая	спиртовая	щелочная
Мальва	Начало бутонизации Цветение — начало плодоношения	листья	46,57	39,03	12,44	6,09	42,39
		стебли	53,83	54,71	12,88	5,85	26,56
		листья	62,59	55,88	9,80	8,34	25,97
		стебли	95,60	58,46	0	12,30	29,24
Кукуруза	Начало вытягивания междоузлий Перед выметыванием метелок	листья	70,85	46,30	33,50	3,94	16,26
		стебли	78,88	51,44	24,54	3,13	20,88
		листья	79,79	59,59	23,64	4,43	12,34
		стебли	98,44	64,96	5,74	8,28	21,02

Наименьшее количество в белковом комплексе составляют спирторастворимые белки, но они обнаружены в вегетативных органах и кукурузы и мальвы. В начале вегетации содержание спирторастворимых белков в зеленых частях растений незначительное (около 3% от общего количества белка). По мере роста и развития растений количество их увеличивается, особенно в стеблях, составляя перед уборкой в кукурузе перед выметыванием метелок 8,15% и в мальве в фазу цветения — начала плодоношения 11,7%.

Наши данные по содержанию спирторастворимых белков в вегетативных органах кукурузы близки к данным А. П. Горбачевой (3), обнаружившей в стеблях с листьями кукурузы позднеспелого сорта ВИР-42 в фазу выбрасывания метелок 8,85% спиртораствори-

мых белков, и тем самым подтверждают ее предположение о том, что проламины должны содержаться и в зеленых растениях.

Нам удалось обнаружить сравнительно высокое содержание спирторастворимых белков не только в вегетативных органах кукурузы — представителе злаков, но и в вегетативных органах мальвы — представителе семейства мальвовых. Опубликованных работ по фракционному составу белков вегетативной массы мальвы нам не встречалось, а в немногочисленных исследованиях по фракционному составу белков семян кормовых видов мальв (11) спирторастворимые белки не определялись. Поэтому этот новый и интересный факт требует еще дополнительных исследований.

В результате исследований нами было обнаружено, что листья и стебли изучаемых культур различаются по соотношению фракций в белковом комплексе. Как правило, в стеблях по сравнению с листьями на протяжении всего вегетационного периода содержится больше водо-, спирто- и щелочерастворимых белков и меньше соле- и спирторастворимых и остаточных. Различия эти с возрастом растений увеличиваются. Перед уборкой листья и стебли кукурузы и мальвы особенно различаются по содержанию остаточных белков, которых в стеблях обнаружено очень незначительное количество (табл. 1). Наши данные по соотношению белковых фракций в разных органах растений согласуются с аналогичными литературными данными (5, 10).

Все это говорит о том, что белки разных органов растений различаются по своим физико-химическим свойствам, особенно в репродуктивную фазу их развития.

В результате исследований также установлено, что фракционный состав белков вегетативных частей кукурузы и мальвы в процессе вегетации не остается постоянным. Он значительно изменяется в зависимости от фазы развития растений.

На более ранних фазах развития в вегетативных органах кукурузы основную массу белкового комплекса составляют водорастворимые белки, затем идут соле- и спирторастворимые и остаточные, которые содержатся, примерно, в равных количествах с небольшим преобладанием последних и незначительную часть составляют спирторастворимые белки (табл. 1).

Совсем другая картина распределения белковых фракций в этот же период в вегетативных органах мальвы. В фазу начала бутонизации преобладающими в белковом комплексе ее являются остаточные белки, которые составляют половину общего количества белка, затем идут водо- и щелочерастворимые белки и незначительную часть составляют соле- и спирторастворимые белки.

Перед уборкой в вегетативных органах кукурузы к началу выметывания метелок по-прежнему основную массу белкового комплекса составляют водорастворимые белки, причем доля их повысилась как в листьях, так и в стеблях. В листьях они составляют почти половину всех белков. Примерно одинаковое количество в листьях кукурузы содержится соле- и спирторастворимых и остаточных (по 20%). В стеблях значительную часть составляют водорастворимые белки (64%), затем идут щелочерастворимые (21%), остальная часть распределяется между соле- и спирторастворимыми.

В фазу цветения — начала плодоношения мальвы в листьях ее содержится одинаковое количество водорастворимых и остаточных белков (35—37%), затем идут щелоче-, соле- и спирторастворимые. В стеблях половину белкового комплекса составляют водорастворимые белки — другая половина распределяется в основном между щелоче- и спирторастворимыми белками.

В процессе онтогенетического развития в вегетативных органах кукурузы и мальвы увеличивается количество водо- и спирторастворимых

белков относительно общего количества белка, причем наиболее интенсивное увеличение происходит в стеблях изучаемых культур. Содержание щелочерастворимых белков в стеблях обеих культур также увеличивается, в то время как в листьях их содержание незначительно уменьшается. Количество солерастворимых и остаточных белков в вегетативных органах кукурузы и мальвы в процессе их вегетации неуклонно падает и особенно резко снижается их содержание в стеблях, почти до полного исчезновения. Высокое содержание остаточных белков в листьях растений на протяжении всей вегетации, очевидно, связано с физиологически активной ролью их как конституционных белков.

Таким образом, фракционный состав белков вегетативных органов кукурузы и мальвы в процессе их роста и развития существенно изменяется. С переходом растений к репродуктивной фазе развития соотношение между белковыми фракциями в белковом комплексе их изменяется за счет увеличения содержания водо-, спирто- и щелочерастворимых белков и уменьшения солерастворимых и остаточных. В наибольшей степени эти изменения происходят в стеблях.

Более высокое содержание в вегетативных органах изучаемых культур водорастворимых и низкое содержание остаточных белков, особенно в стеблях, в репродуктивную фазу развития растений, очевидно, обусловлено тем, что в этот период во всех органах растений происходит перестройка белкового комплекса. Образовавшиеся более подвижные формы белков «перетекают» из листьев через стебли в репродуктивные органы. Стебли с черешками являются проводящей системой, где и сосредоточена основная масса легкоподвижных водорастворимых белков.

Характер изменения белков в вегетативных органах кукурузы и мальвы в процессе их роста и развития одинаков, но по содержанию общего количества белка и отдельных белковых фракций эти культуры различаются (табл. 1). В вегетативных органах кукурузы на протяжении всего вегетационного периода содержится больше водо- и солерастворимых белков и меньше щелочерастворимых и остаточных по сравнению с вегетативными органами мальвы. Особенно эти культуры различаются по содержанию соле-, щелочерастворимых и остаточных. Эти различия во фракционном составе белков вегетативных органов кукурузы и мальвы, очевидно, обусловлены биологическими особенностями данных культур.

С точки зрения кормовой ценности, определяемой по фракционному составу, белки вегетативных органов кукурузы являются более ценными. Как показали исследования, перед уборкой большая часть белков кукурузы принадлежит к более легко растворимым и более усвояемым животным организмом водо- и солерастворимым (примерно 70% от общего белка) и меньшая — к щелочерастворимым и нерастворимым, в то время как в белковом комплексе вегетативных органов мальвы водо- и солерастворимые белки составляют меньше половины от общего количества белков. В более раннюю фазу доля их еще меньше.

Наибольшее количество легко растворимых белков содержится в стеблях изучаемых культур по сравнению с листьями, но общее содержание белков в них почти в 1,5 раза меньше, чем в листьях.

Таким образом, белки вегетативных органов кукурузы и мальвы состоят из водо-, соле-, спирто- и щелочерастворимых фракций. Значительную часть белкового комплекса составляют нерастворимые белки (30—50%), особенно на ранних фазах развития. Среди растворимых белков в наибольшем количестве содержатся водорастворимые, состав-

ляющие примерно половину от суммы извлеченного белка, и наименьшее количество — спирторастворимые белки, которые впервые обнаружены нами в вегетативных органах мальвы.

В процессе роста и развития растений соотношение между фракциями в белковом комплексе существенно изменяется за счет увеличения водо-, спирто- и щелочерастворимых белков и уменьшения солерастворимых и остаточных. В наибольшей степени эти изменения происходят в стеблях. Перед уборкой основную часть белкового комплекса в стеблях составляют водорастворимые легкоусвояемые белки (около 60%) и незначительную часть — нерастворимые (1,6—4,4%). В листьях по сравнению со стеблями содержится меньше водорастворимых и значительно больше остаточных белков.

Кукуруза и мальва содержат разные по фракционному составу белки. Более ценными в кормовом отношении являются белки кукурузы, т. к. перед уборкой основную часть белкового комплекса вегетативных частей кукурузы составляют водо- и солерастворимые белки (примерно 70% от общего количества белка) и меньшую — трудно растворимые и нерастворимые, в то время как в вегетативных органах мальвы водо- и солерастворимые белки составляют меньше половины от общего количества белка.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Благовещенский А. В. Биохимия обмена азотосодержащих веществ у растений. М., Изд-во АН СССР, 1958.
2. Брохульт С. и Сандегрен Э. Белки семян. В кн.: Белки под ред. Г. Нейрата и К. Бейли, т. 3, ч. I, М., 1958.
3. Горбачева А. П. Спирторастворимые белки зеленой кукурузы. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 11, 1958.
4. Клименко В. Г. Азотосодержащие вещества свежей и высушенной вегетативной массы некоторых растений. Тр. по химии природн. соедин., КГУ, вып. 5, 1962.
5. Клименко В. Г., Варенникова Т. В. Изменчивость азотосодержащих веществ в органах фасоли в процессе онтогенеза. Тр. по химии природн. соедин., КГУ, вып. 5, 1962.
6. Мироненко А. В. Физиология и биохимия люпина. Минск, 1965.
7. Павлова А. П. Белковый обмен у кукурузы в зависимости от разных условий ее выращивания. Зап. Воронежск. с.-х. ин-та, т. 30, 1964.
8. Плешков Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений. М., «Колос», 1965.
9. Смирнова-Иконникова М. И. и Глаголева Т. А. Качество белка в листьях кормовых растений, определяемое по фракционному составу и его изменение. В кн.: Сборник работ по кормлению сельскохозяйственных животных. Сельхозгиз, 1954.
10. Цуркан П. А. Динамика азотистых веществ в зерне и вегетативной массе кукурузы и сорго. Тр. по химии природн. соедин., КГУ, вып. 4, 1961.
11. Шадманов Р. К. Сравнительная характеристика белковых комплексов семян представителей родов семейства Malvaceae В сб.: Эволюционная биохимия растений. М., «Наука», 1964.

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТИ ТОМАТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ФОРМИРОВАНИЯ КУСТА

Е. С. БОЛОТОВА

Томаты относятся к растениям, обладающим способностью беспре-  
рывного роста; стебель у них образует многочисленные ответвления,  
на которых непрерывно появляются репродуктивные органы. Эта осо-  
бенность объясняется их южным происхождением и сохраняется даже у  
скороспелых сортов, выведенных для северных районов.

В зависимости от широты расположения и климатических условий  
района возделывания томатов изменяется взгляд на способ формиро-  
вания куста растений.

В южных районах страны пасынкование, т. е. удаление лишних  
побегов и прищипку оставшихся побегов обычно не производят (5),  
так как длинный и теплый вегетационный период способствует созрева-  
нию всех завязавшихся плодов. Иногда для получения ранней продук-  
ции находят целесообразным ограничивать рост растений  
(1, 7, 12, 19, 20).

В нечерноземной полосе и во многих других районах страны, где  
вегетационный период менее продолжительный и более прохладный,  
рекомендуется пасынкование и ограничение числа кистей. Эти приемы  
ускоряют налив плодов, их созревание, увеличивают урожай красных  
плодов, хотя и не всегда ведут к увеличению общего урожая (2—6, 8,  
10, 11, 14, 15, 17, 23, 24). Большой эффект от пасынкования получается  
в прохладное лето (14, 16, 18). Пасынкование не только ускоряет созре-  
вание, но и способствует накоплению углерода в плодах (22), изменяет  
химический состав плодов, повышая в них содержание витамина С  
и уменьшая содержание сахаров (21). Пасынкование также повышает  
и физиологическую активность листьев (9).

В центральной зоне Коми АССР климатические условия складыва-  
ются менее благоприятно, чем в более южных районах страны. Продол-  
жительность периода от цветения первой кисти до уборки в наших опы-  
тах составляла около двух, а в некоторые годы (1958 г.) всего лишь  
полтора месяца. При этом налив плодов протекает при пониженных  
температурах, число дней с температурой выше 10° в период от цве-  
тения до последнего сбора составляло от 44 до 62, а выше 15° от 25 до  
48. В результате таких условий в производственных посадках созре-  
вает лишь в редкие годы очень незначительный процент плодов, основ-

ная же масса их убирается зелеными. Крупные и средние плоды обычно  
используются на дозаривание, а мелкие на засолку. Основной целью  
при выращивании томатов в наших районах является получение высо-  
кого урожая крупных и средних плодов в более ранние сроки.

В задачу наших исследований входило выяснение особенностей  
роста вегетативных и репродуктивных органов растений, продуктив-  
ности ассимиляционного аппарата и накопления урожая томатами при  
условии неограниченного роста куста и при пасынковании растений.  
Пасынкованные растения изучались в двух вариантах: при формиро-  
вании куста на два стебля с пятью кистями и в один стебель с тремя  
кистями.

Работа проводилась в течение семи лет (1956—1962 гг.) на Биоло-  
гической станции Коми филиала АН СССР, расположенной в 10 км к  
юго-востоку от г. Сыктывкара. В 1956 и 1957 гг. опыты закладывались  
на участке с дерново-глеевыми среднекультурными почвами, а  
в 1958—1962 гг. — с среднеподзолистыми среднекультурными поч-  
вами.

На участок в качестве основного удобрения вносился перегной или  
навоз из расчета около 20 т на гектар, а также 2 ц суперфосфата, 1 ц  
аммиачной селитры и 1 ц калийной соли. В некоторые годы органиче-  
ские удобрения не вносили (1956, 1959, 1960 гг.), так как они давались  
под предшествующую культуру. Опыты ставились с сортом Грунтовой  
грибовский. Томаты высаживались в открытый грунт квадратно-гнездо-  
вым способом по два растения в гнездо 70×70 см.

Растения вскоре после высадки подкармливали минеральными  
удобрениями (2 ц суперфосфата, 1 ц аммиачной селитры, 1 ц калийной  
соли из расчета на 1 га). Вслед за подкормкой проводилось рыхление  
междурядий и окучивание растений.

Годы постановки опытов отличались как по сумме часов солнечного  
сияния и температур, так и по величине осадков (табл. 1).

Самым солнечным за весь период и в период от цветения до уборки  
был 1960 г., за ним следуют 1959, 1961 гг. Наименее солнечными оказа-  
лись 1956, 1958 и 1962 гг., эти же годы были и менее теплыми. Ко всему  
прочему в 1958 г. продолжительность периода от цветения до послед-  
него сбора была сокращена до 45 дней. В остальные годы она была  
значительно больше (54—67 дней).

По сумме осадков и гидротермическому коэффициенту наиболее  
сухим был 1959 г., 1956 и 1962 гг. — влажными, остальные годы — уме-  
ренно влажными.

Таблица 1

Сумма часов солнечного сияния и осадков по годам

Показатели	1956 г.	1957 г.	1958 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.
Сумма часов солнечного сияния от всходов до уборки	954,9	1008,1	837,9	1128,0	1311,5	1140,1	926,8
Сумма часов солнечного сияния от цветения до уборки	342,6	515,3	346,0	551,5	591,1	481,6	364,1
Сумма осадков (в мм) от высадки до уборки	152,3	152,1	107,8	69,6	129,6	140,2	219,2
Гидротермический коэффициент по Г. Т. Селянинову	1,33	1,13	0,91	0,54	0,94	0,94	1,76

## ФИТОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Условия микроклимата в посадках пасынкованных и пасынкованных растений складываются различно.

Освещенность всех листьев пасынкованных растений в посадках значительно лучше, чем непасынкованных. В солнечный день средняя освещенность листьев в посадках двухстебельных растений на высоте средних ярусов в междурядье превышала в 1,5—4 раза, в гнездах в 2—4 раза, а на высоте нижних ярусов в 3—6 раз освещенность листьев непасынкованных растений на соответствующих ярусах. Максимальная разница в освещенности листьев растений обоих вариантов на всех ярусах в абсолютных величинах наблюдалась в дневные часы, достигая в ясный день на высоте средних ярусов в междурядьях 30—38 тыс., в гнездах 16—19 тыс. и на высоте нижних ярусов 7—16 тыс. люксов. В утренние и вечерние часы разрыв в освещенности тех и других растений сокращался.

Хотя условия освещенности листьев непасынкованных растений хуже, но они лучше поглощают солнечную радиацию, чем листья пасынкованных. Посевы непасынкованных растений при площади листьев 35,9—49,2 тыс. м<sup>2</sup>/га в среднем за день пропускали на почву всего 6—14% падающей на посев видимой солнечной радиации, а посевы двухстебельных растений с площадью листьев 23,5—25,3 тыс. м<sup>2</sup>/га — до 30—40%.

Почва в посадках пасынкованных растений в солнечные дни лучше и быстрее прогревается. Средняя температура почвы за часы наблюдений в посадках двухстебельных растений на глубине 5 см была выше на 1,1—2,8°, а на глубине 10 см — на 0,2—2,3° в сравнении с температурой почвы в посадках непасынкованных растений. Максимальная разница в температуре наблюдалась в полуденные и послеполуденные часы, достигая на глубине 5 см 3—4°, а на глубине 10 см 1,0—3,7°, но в посадках пасынкованных растений почва быстрее остывает. В отдельных случаях в предутренние часы она может быть ниже, чем в посадках непасынкованных растений. В вариантах опыта разница в средней температуре воздуха между посадками была значительно меньше, чем почвы.

Очевидно, что в северных условиях лучшая освещенность и прогрев почвы в посадках пасынкованных растений, а также лучшая продуваемость их ветром может иметь существенное значение для процесса ассимиляции, но в то же время в слишком жаркие дни не исключена возможность перегрева листьев.

## ВЕГЕТАТИВНАЯ МАССА И РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОРГАНЫ

Динамика роста побегов растений определялась формой куста. Пасынки у растений начинают появляться иногда перед высадкой в грунт, но чаще после высадки, примерно на 50—60-й день жизни растений. В первое время разница в росте между пасынкованными и непасынкованными растениями была небольшой, но с увеличением числа пасынков и их ростом она значительно увеличивается. Рост растений в свободной форме куста без пасынкования ведет к образованию многочисленных разветвлений и, как правило, образуется около 20 побегов на растение (табл. 2).

Длина всех побегов по годам составляла 304—660 см, на побегах образуется 65—98 листьев и 33—36 кистей. На одно растение формируется до 104—206 бутонов, цветов и завязей, но из такого большого числа репродуктивных органов наливается в конечном итоге в среднем от 8 до 28 зеленых плодов.

Таблица 2  
Влияние способа формирования куста томатов на рост побегов, развитие репродуктивных органов и вес одного растения

Показатели	Без пасынкования						Два стебля, 1 язь кистей						Один стебель, три кисти		
	1958 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1961 г.	1962 г.	1958 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.	1958 г.	1959 г.	1962 г.	
Длина всех побегов (в см) . . . . .	660	304	570	488	550	96	64	85	89	95	96	—	56	83	
побегов . . . . .	2)	9	24	20	20	2	2	2	2	2	2	1	1	1	
листьев . . . . .	96	56	98	65	92	19	17	18	19	16	14	—	11	14	
бутонов, цветов и завязей . . . . .	130	104	151	206	183	27	38	28	27	56	56	21	21	36	
плодов . . . . .	8	16	28	22	17	24	12	14	24	17	14	9	13	15	
Плодов (в %) от числа бутонов, цветов и завязей . . . . .	6,2	15,4	18,5	10,7	9,3	88,9	31,6	50,0	88,9	30,4	25,0	42,9	61,9	41,7	
Вегетативная масса (г) . . . . .	670,5	337,8	760,0	713,7	812,0	490,0	333,9	248,5	490,0	506,7	466,0	—	—	400,0	
В том числе:															
стебель . . . . .	300,0	137,2	325,0	344,8	380,0	160,0	110,4	83,0	160,0	169,4	160,0	—	—	140,0	
черешки . . . . .	138,3	66,3	150,0	144,1	110,0	95,0	75,5	51,2	95,0	99,7	90,0	—	—	80,0	
листовые пластинки . . . . .	232,2	134,3	285,0	224,8	322,0	235,0	148,0	114,3	235,0	237,6	216,0	—	—	180,0	
плоды (г) . . . . .	264,0	505,0	1107,0	1120,0	750,0	1195,0	421,0	559,0	1195,0	992,0	758,0	377,0	508,0	882,0	

Растения, сформированные на два стебля и пять кистей, имеют длину побегов в 64—96 см, т. е. в 3—10, а большей частью в 5 раз меньше, чем непасынкованные растения. Число листьев на побегах у них также бывает в 3—6 раз меньше, чем у растений, выросших в свободной форме куста. Пасынкованные растения на пяти кистях образуют 27—56 бутонов, цветов и завязей, т. е. в 3—5 раз меньше, чем непасынкованные, и в то же время к моменту уборки у них наливаются почти такое же количество плодов. Разница в числе плодов на одно растение в пользу непасынкованных растений составляла 2—5 штук, увеличиваясь в теплые годы (1960, 1961 гг.) и исчезая в холодные (1958 г.).

У пасынкованных растений процент плодов от числа образовавшихся репродуктивных органов составлял по годам от 25,0 до 88,9, а у непасынкованных растений только 6,2—18,5. Очевидно, что образование большого количества репродуктивных органов у непасынкованных растений оказывается в значительной степени бесполезным. Можно отметить, что наибольшее разрастание кустов непасынкованных растений наблюдалось во влажные годы. В сухие сезоны, когда ощущался недостаток влаги, заметно задерживался рост побегов непасынкованных растений, сокращалось число листьев и число репродуктивных органов (1959 г.).

Хотя длина побегов, число побегов, листьев и репродуктивных органов у непасынкованных растений оказалось значительно больше, однако побеги непасынкованных растений были тоньше, листья меньше и с меньшим весом единицы площади листьев.

Непасынкованные растения за счет больших линейных размеров и превосходящего числа листьев на побегах имеют выше вес сырой массы вегетативных частей по сравнению с пасынкованными растениями (табл. 2).

Вес стебля, листовых пластинок и черешков у непасынкованных растений колебался от 337,8 до 812,0 г., а чаще составлял около 700 г., вес же вегетативной массы пасынкованных растений колебался от 248,5—506,7 г., а большей частью составлял около 500 г. Вес стебля у непасынкованных растений был обычно в два раза больше, чем у пасынкованных, а вес черешков — на 22,2—78,5%. Разница в весе листовых пластинок у непасынкованных и пасынкованных растений в одном случае отсутствовала, в других ограничивалась 17,5—56,9% и была менее яркая в сравнении с разницей в числе и площади листьев. Пасынкованные растения компенсируют ограниченные размеры ассимиляционной поверхности большей ее толщиной. Можно отметить, что в вегетационные периоды с недостаточным количеством выпадающих осадков (1959 г.) значительно уменьшается вес вегетативной массы как непасынкованных, так и пасынкованных растений за счет всех частей, но особенно за счет сокращения веса стеблей.

Растения, выросшие в свободной форме, имели и несколько большую корневую массу. В сухом 1959 г. абсолютно сухой вес корней у непасынкованных растений составлял 3,875 г., а у растений, сформированных на два стебля и пять кистей — 3,568 г. В пересчете на 1 га получалось, что непасынкованные томаты накапливали 158,2 кг, а пасынкованные — 145,6 кг корней (табл. 3).

Интересно отметить, что в вегетативной массе непасынкованных растений наибольший удельный вес имеет стебель (40,6—48,3%), несколько меньший — листовые пластинки (31,5—39,8%). У пасынкованных растений, напротив, первое место по удельному весу занимают листовые пластинки (44,3—48,0%), а затем стебли (33,1—34,3%). У обеих форм куста на черешки приходилась наименьшая доля от общего их веса. Эти данные показывают, что у непасынкованных растений имеет место чрезмерное развитие вегетативных органов, на кото-

рые отвлекается большое количество органического вещества. Таким образом, у непасынкованных растений большая часть зеленой вегетативной массы приходится на опорный и проводящий орган — стебель, а у пасынкованных на ассимилирующий орган — листовые пластинки. Плоды у пасынкованных растений составляют от веса вегетативной массы 126,1—243,9%, а у непасынкованных 39,4—156,9%.

Таблица 3  
Влияние способа формирования куста томатов на вес корней

Варианты опыта	Воздушно сухой вес на гнездо 70×70 см, г		Абсолютно сухой вес корней	
	корней	трухи	кг/га	на одно растение, г
Два стебля, пять кистей . . . . .	7,63	23,64	145,6	3,568
Без пасынкования . . . . .	8,22	25,89	158,2	3,875

### ПЛОЩАДЬ ЛИСТЬЕВ

Площадь листьев растений перед высадкой в открытый грунт составляла в разные годы 0,8—3,3 дм<sup>2</sup>. Интенсивность роста площади листьев проходила неодинаковыми темпами (рис. 1). В относительно прохладном году (1958) площадь листьев пасынкованных растений за 60 дней от высадки возросла в 50 раз, в сухой год (1959) всего в 8 раз, а в солнечный вегетационный период 1961 г. в 30 раз.

Размеры площади листьев как одного растения томатов, так и посева в пересчете на гектар к середине августа по годам значительно колеблются, резко уменьшаясь в сухое лето (табл. 4).

Динамика нарастания площади листьев растений обуславливает динамику роста площади листьев посева. В начале июля, т. е. в период цветения, посев имеет площадь листьев около 0,8—1,8 тыс. м<sup>2</sup> на гектар, к середине августа, ко времени первых сборов зеленых плодов площадь листьев посева пасынкованных растений увеличивается до 15,9—25,3, в сухой год до 10,2 тыс. м<sup>2</sup> на га, а непасынкованных — до 28,5—49,2 и при недостатке влаги до 17,3 тыс. м<sup>2</sup> на га. Хотя пасынкованные растения и имеют площадь листьев посева в полтора-два раза меньшую, чем непасынкованные растения, но она им, как правило, особенно в относительно прохладные вегетационные периоды, обеспечивает урожай не ниже, а выше. В северных условиях наиболее целесообразной площадью листьев посева для накопления урожая является 18,9—25,3 тыс. м<sup>2</sup>/га (при площади листьев одного растения 46,3—61,9 дм<sup>2</sup>), которая позволяет растениям, не отвлекая на ассимиляционный аппарат большого количества строительного материала, направлять его на накопление урожая. Суммарно значительно большая площадь листьев непасынкованных растений не реализует своих возможностей нужным образом на накопление высокого урожая плодов.

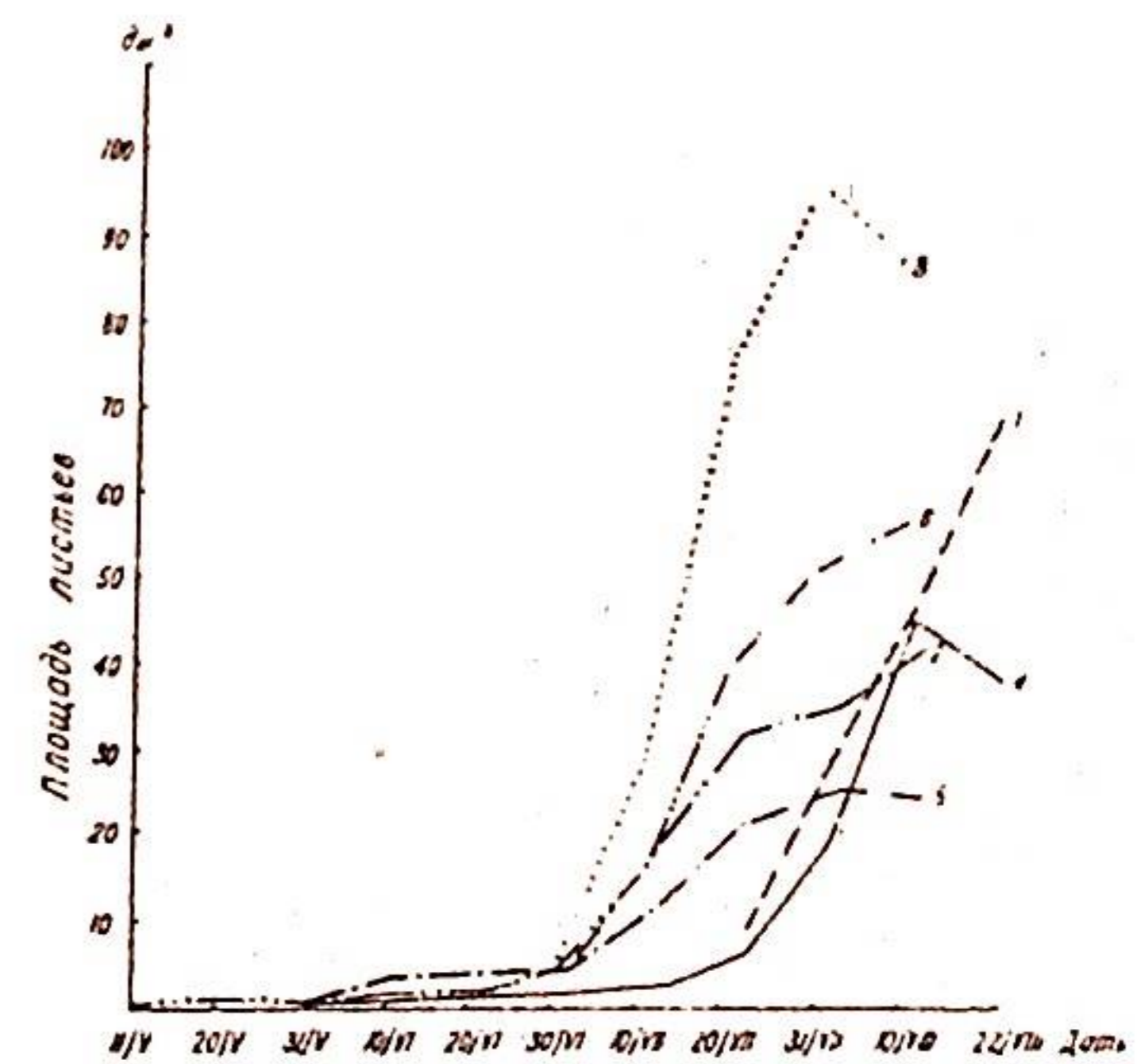


Рис. 1. Динамика роста площади листьев одного растения томатов. Без пасынкования: 1—1958 г., 2—1959 г., 3—1961 г. С пасынкованием (два стебля, пять кистей): 4—1958 г., 5—1959 г., 6—1961 г.

Причина этого заключается в краткости периода вегетации и ухудшении условий освещенности листьев. Значительное ослабление освещенности листьев может явиться существенным неблагоприятным фактором для фотосинтеза такой светолюбивой культуры как томаты.

Таблица 4

Влияние способа формирования куста на площадь листьев томатов

Способ формирования куста	Площадь листьев	1958 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.
Без пасынкования . . . . .	Одного растения, дм <sup>2</sup>	69,9	42,3	87,9	88,6	120,5
Два стебля, пять кистей . . . . .	"	38,9	25,1	46,3	57,5	61,9
Один стебель, три кисти . . . . .	"	—	—	—	—	49,8
Без пасынкования . . . . .	Посева, тыс. м <sup>2</sup> /га	28,5	17,3	35,9	36,2	49,2
Два стебля, пять кистей . . . . .	"	15,9	10,2	18,9	23,5	25,3
Один стебель, три кисти . . . . .	"	—	—	—	—	20,3

ЧИСТАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА

Площадь листьев пасынкованных растений работает более продуктивно, чем непасынкованных. Нами чистая продуктивность фотосинтеза томатов определялась по методу, предложенному А. А. Ничипоричем (13).

Чистая продуктивность фотосинтеза у пасынкованных растений колебалась от 4,09 до 11,86 г и в редких случаях падала до 1,30 г и поднималась до 12,12—14,82 г/м<sup>2</sup> площади листьев за сутки. Чистая продуктивность фотосинтеза у томатов снижается после высадки растений в открытый грунт в период приживания, особенно если в это время стоит или очень сухая или холодная погода. Средняя чистая продуктивность фотосинтеза за весь период вегетации изменялась по сезонам от 7,16 до 8,06 г/м<sup>2</sup> за сутки и была выше в теплые и благоприятные по осадкам вегетационные периоды (1961 г.). Как недостаток влаги, так и погода сезона с пониженными температурами приводят к снижению чистой продуктивности фотосинтеза (табл. 5).

Чистая продуктивность фотосинтеза листьев непасынкованных растений по накоплению сухого вещества вегетативной массы была несколько ниже, а в последнюю декаду перед уборкой бывала даже выше, чем у пасынкованных растений. По накоплению же сухой массы плодов чистая продуктивность фотосинтеза листьев непасынкованных растений была часто в два и более раза ниже по сравнению с пасынкованными растениями. Отношение веса сырых плодов к площади листьев у непасынкованных растений составляло 377,6—1354,1 г, а у пасынкованных 1083,3—2227,1 г/м<sup>2</sup> площади листьев.

УРОЖАЙ ПЛОДОВ

Общий урожай плодов томатов значительно колеблется по годам (табл. 6). Так, урожай плодов, полученный от растений, сформированных на два стебля и пять кистей, изменялся от 171,8 до 487,5 ц/га, а у непасынкованных — от 107,7 до 457,1 ц/га. Колебания урожая по годам определяются сочетанием факторов роста, развития и продолжительностью периода налива плодов. Чем теплее лето, тем выше получается урожай, но в вегетационные сезоны с малым выпадением осадков урожай заметно снижается (1959 г.).

Чистая продуктивность фотосинтеза томатов по накоплению сухого вещества (г/м<sup>2</sup> за сутки)

Даты наблюдений	1958 г.				1959 г.				1961 г.				Средняя за период	
	всей массы		вегетатив. массы		всей массы		вегетатив. массы		всей массы		вегетатив. массы			
	с пасынкованием	без пасынкования	с пасынкованием	без пасынкования	с пасынкованием	без пасынкования	с пасынкованием	без пасынкования	с пасынкованием	без пасынкования	с пасынкованием	без пасынкования		
24/V — 3/VI	5,11	—	5,11	—	4,21	—	4,21	—	4,21	—	4,21	—	—	—
3/VI — 13/VI	4,86	—	4,86	—	6,59	—	6,59	—	6,59	—	6,59	—	—	—
13/VI — 23/VI	4,09	—	4,09	—	9,01	—	9,01	—	9,01	—	9,01	—	—	—
23/VI — 3/VII	7,28	—	7,28	—	1,30	—	1,30	—	1,30	—	1,30	—	—	—
3/VII — 14/VII	9,49	—	9,49	—	5,10	—	5,10	—	5,10	—	5,10	—	—	—
14/VII — 23/VII	7,48	—	7,48	—	10,69	—	10,69	—	10,37	—	11,03	—	—	—
23/VII — 2/VIII	11,04	—	10,12	—	10,67	—	10,67	—	6,18	—	5,33	—	—	—
2/VIII — 12/VIII	8,02	—	5,36	—	14,82	—	14,82	—	3,52	—	1,48	—	—	—
12/VIII — 22/VIII	7,04	—	0,03	—	6,19	—	6,69	—	0,95	—	2,86	—	—	—
с 24/V по 22/VIII	7,16	—	5,98	—	7,62	—	—	—	5,25	—	—	—	с 2/VI по 11/VIII	8,06
с 23/VII по 22/VIII	8,70	8,00	5,17	6,53	10,59	7,82	—	—	5,26	5,18	—	—	с 1/VII по 11/VIII	9,46
														6,04
														6,07
														5,98
														4,81

Влияние способа формирования куста на урожай томатов

Таблица 6

Способ формирования куста	1956 г.		1957 г.		1958 г.		1959 г.		1960 г.		1961 г.		1962 г.		Урожай за 7 лет	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	суммарный	средний

Общий урожай плодов

Без пасынкования . . . . .	267,6	100,0	412,9	100,0	107,7	100,0	206,2	100,0	451,7	100,0	457,1	100,0	305,9	100,0	2209,1	315,6	100,0
Два стебля, пять кистей . . . . .	325,4	121,6	338,3	81,9	171,8	159,5	228,3	110,7	487,5	107,9	402,5	88,0	309,4	101,1	2263,2	323,3	102,4
Один стебель, три кисти . . . . .	329,6	123,2	267,4	64,8	154,0	143,0	207,4	100,6	—	—	—	—	359,7	117,6	—	—	—

Урожай крупных и средних плодов

Без пасынкования . . . . .	240,4	100,0	309,8	100,0	65,0	100,0	51,9	100,0	218,1	100,0	339,7	100,0	202,9	100,0	1427,8	204,0	100,0
Два стебля, пять кистей . . . . .	309,6	128,8	275,4	88,9	99,7	153,4	97,7	188,2	351,1	161,0	332,0	97,7	250,3	123,4	1715,8	245,1	120,2
Один стебель, три кисти . . . . .	318,8	132,6	215,9	69,7	97,7	150,3	105,3	202,9	—	—	—	—	299,6	147,7	—	—	—

Урожай плодов первых сборов

Без пасынкования . . . . .	229,1	100,0	280,1	100,0	—	—	159,2	100,0	234,9	100,0	133,0	100,0	161,8	100,0	1248,1	208,0	100,0
Два стебля, пять кистей . . . . .	299,4	130,7	260,9	93,2	—	—	192,1	120,7	359,4	126,2	166,7	125,3	200,6	124,0	1479,1	246,5	118,5
Один стебель, три кисти . . . . .	315,2	137,6	210,3	75,1	—	—	181,3	113,9	—	—	—	—	252,4	156,0	—	—	—

Как холодная погода, так и недостаточное выпадение осадков резко снижают урожай крупных и средних плодов. Если сравнивать урожайность пасынкованных и непасынкованных растений по годам, то оказывается, что в относительно прохладные сезоны (1956, 1958 гг.) растения с ограниченным ростом, сформированные на два стебля и пять кистей, дают общий урожай выше непасынкованных растений на 21,6—59,5%; примерно такую же прибавку в урожае дали и растения, сформированные на один стебель и три кисти. В более теплые годы (1959, 1960 гг.) прибавка общего урожая от пасынкования была менее значительной: у двухстебельных растений урожай увеличивался на 7,9—10,7%, а одностебельные растения с тремя кистями дали такой же урожай, как и непасынкованные.

В теплые и с достаточным выпадением осадков сезоны (1957, 1961 гг.) растения, выросшие без формирования куста, лучше реализовали свои потенциальные возможности, у них из большего числа репродуктивных органов наливается большее количество товарных плодов и получается значительно выше общий урожай (на 13,6—22,0%), чем у двухстебельных растений. Еще ниже урожай в такие годы дают одностебельные растения с тремя кистями.

Однако несколько иную картину мы наблюдаем при сравнении урожаев первых двух сборов, которые заканчивались в 1956 и 1957 гг. 11—22 августа, а в 1959—1962 гг. 17—18 августа. Только в 1957 г. урожай ранних сборов у пасынкованных растений был несколько меньше, чем у непасынкованных (93,2%), в остальные годы урожай первых сборов у растений, сформированных на два стебля и пять кистей, превышал на 20,7—30,7% урожай, получаемый от непасынкованных растений.

Сравнение урожая крупных и средних плодов, полученных в разные годы по вариантам, показывает, что только в два года из семи урожай был выше у непасынкованных растений, причем в 1957 г. превышение составляло 12,5%, а в 1961 г. всего 2,3% по отношению к двухстебельным растениям. В остальные же годы формирование растений на два стебля и пять кистей вызывало увеличение урожая крупных и средних плодов на 23,4—88,2%, а на один стебель и три кисти — на 15,6—102,9%. Следует отметить, что наибольшее увеличение урожая крупных и средних плодов под влиянием пасынкования наблюдалось в самом сухом году (1959). В это лето наблюдалось появление заболевания плодов вершинной гнилью и подвядание листьев в дневные часы, особенно у непасынкованных растений.

Можно отметить однотипную реакцию пасынкованных растений, как на понижение температуры, так и на недостаток влаги в почве с повышением ранних сборов (до 18—22 августа) и урожая крупных и средних плодов по сравнению с непасынкованными растениями. Эти данные говорят о том, что в неблагоприятных условиях неограниченный рост вегетативной массы томатных растений происходит в ущерб урожаю плодов. Короткий период от цветения до завершения уборки урожая (45—67 дней) с понижением температуры во второй половине августа, вероятными заморозками и частым выпадением осадков не позволяют реализовать должным образом потенциальные возможности ассимиляционного аппарата непасынкованных растений. В результате этого урожай от непасынкованных растений получается более и худшего качества за счет увеличения доли мелких плодов. Растения с ограниченным ростом, благодаря более раннему завершению формирования вегетативных органов, продукты ассимиляции направляются в большем количестве на плоды и приводит к получению урожая с более крупными плодами. Наблюдения показывают, что средний вес плодов претерпевал из-

менение по годам, обычно повышаясь в теплые годы и снижаясь в прохладные и сухие. Но во все годы сохраняется закономерность уменьшения среднего веса плодов с увеличением числа побегов на растении. Так, общий средний вес плодов растений, выросших без пасынкования, изменялся по годам от 30,6 до 50,8 г; у растений, сформированных на два стебля и пять кистей, составлял 35,3—57,5 г, а наибольшим был у одностебельных растений с тремя кистями — 40,4—58,9 г. Разница в среднем весе плодов, полученных от непасынкованных и сформированных на один стебель с тремя кистями растений, составляла по годам от 9 до 17 г, а в сравнении с двухстебельными с пятью кистями растениями была несколько меньше: в течение пяти лет она составляла около 9—11 г и в продолжение двух лет 1,6—6,7 г. Средний вес крупных и средних плодов также был выше у пасынкованных растений (табл. 7).

Таблица 7

Влияние способа формирования куста на средний вес плодов (в г)

Способ формирования куста	1956 г.	1957 г.	1958 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.
	<b>Средний вес всех плодов</b>						
Без пасынкования . . . . .	43,4	38,2	33,7	30,6	39,5	50,8	44,7
Два стебля, пять кистей . . . . .	48,0	48,7	35,3	39,6	50,5	57,5	55,8
Один стебель, три кисти . . . . .	58,9	55,4	42,6	40,4			58,1
<b>Средний вес крупных и средних плодов</b>							
Без пасынкования . . . . .	48,7	58,3	65,8	67,3	57,7	59,3	51,8
Два стебля, пять кистей . . . . .	52,2	62,5	69,1	70,5	62,0	66,2	64,3
Один стебель, три кисти . . . . .	64,5	63,7	73,0	71,4			66,8

В наших условиях получение большего урожая томатов в относительно ранние сроки и притом более крупных размеров имеет существенное значение. Плоды ранних сборов обычно убирают в сухую погоду, они менее подвержены заболеванию фитофторой, не повреждаются заморозками и с меньшим отходом дозреваются. Первые сборы преимущественно состоят из крупных и средних плодов, а чем больше средний вес плодов, тем они обычно быстрее дозревают. Мелкие плоды последних сборов хотя и составляют около 20—40%, а в некоторых случаях даже 50—70% всего урожая, но ценность их значительно ниже, чем крупных и средних плодов. Для них увеличивается вероятность повреждения заморозками, они чаще заболевают фитофторой, медленнее засолку. Таким образом, за пасынкованными растениями сохраняется преимущество в получении более раннего и качественного урожая.

При пасынковании следует учитывать, что основная масса урожая накапливается на нижних кистях. Эти первые кисти раньше зацветают, на них в первую очередь образуются завязи, которые имеют более продолжительный срок для налива, и налив у них часто происходит при относительно теплой погоде по сравнению с завязями верхних кистей. Учет урожая по кистям показал, что основная масса урожая поступает из нижних двух кистей основного побега и первой кисти пасынка, выходящего из пазухи листа, расположенного под первой кистью.

Так, по данным 1962 г., на 9 августа (табл. 8) у двухстебельных растений урожай первой кисти составлял 55,5%, второй — 26,3% и третьей кисти пасынка — 15,4% от всего урожая. В такой же последовательности уменьшается средний вес плодов. На третьей кисти основного побега и второй кисти бокового в это время плоды только начинают завязываться. Но кроме трех кистей, на которых раньше формируются плоды, целесообразно оставлять еще две кисти, одну выше второй кисти главного побега и вторую выше первой кисти бокового пасынка. Отставление их в отдельные годы может иметь существенное значение для увеличения урожая и является гарантией на случай опадения репродуктивных элементов с нижних кистей при неблагоприятных условиях. Побеги следует прищипнуть, оставив два-три листа над последней кистью, за месяц до первых заморозков.

Таблица 8

Распределение урожая томатов по кистям (9/VIII-1962 г.)

Вариант опыта	Число растений на 1 га, тыс.	Урожай в %					Средний вес плодов и завязей в г					Число плодов и крупных завязей в %				
		кисти побегов					кисти побегов					кисти побегов				
		главного			бокового		главного			бокового		главного			бокового	
		пер-вая	вто-рая	тре-тья	пер-вая	вто-рая	пер-вая	вто-рая	тре-тья	пер-вая	вто-рая	пер-вая	вто-рая	тре-тья	пер-вая	вто-рая
два стебля, пять кистей	40,8	55,5	26,3	—	15,4	2,8	55,1	26,0	—	15,8	17,5	42,4	27,2	—	26,1	4,3
два стебля, три кисти	20,4	52,7	15,8	6,1	21,9	3,5	30,4	21,6	16,0	21,9	12,9	42,0	17,8	9,4	24,3	6,5
один стебель, три кисти	40,8	52,9	31,2	—	15,9	—	36,6	24,6	—	23,3	—	42,7	37,3	—	20,0	—

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованиями установлено, что пасынкование томатов в северных условиях изменяет микроклимат посадок, влияет на характер накопления массы вегетативных и репродуктивных органов растений и в конечном итоге оказывает воздействие на урожай.

В посадках пасынкованных растений выше освещенность всех листьев, лучше прогревание почвы в солнечные дни в дневные часы, интенсивнее проветриваемость в сравнении с посадками непасынкованных растений.

Длина всех побегов растений, сформированных на два стебля и пять кистей, была чаще всего меньше в пять раз, а число репродуктивных элементов меньше в три раза по отношению к непасынкованным растениям.

У двухстебельных растений на вегетативные органы приходится на 100% меньше сырой массы, чем у непасынкованных.

Более целесообразной для накопления лучшего урожая является площадь листьев посадок пасынкованных растений в 18,9—25,3 тыс. м<sup>2</sup>/га в сравнении с площадью листьев посадок непасынкованных растений в 35,9—49,2 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Неограниченный рост растений без пасынкования при коротком и относительно прохладном периоде вегетации ведет к неразумной трате органического вещества на вегетативные органы в ущерб репродуктивным, что приводит к задержке налива плодов.

Формирование куста на два стебля и пять кистей увеличивает общий урожай плодов в прохладные годы, особенно когда продолжительность от цветения до уборки сокращена до 45 дней. В теплые с достаточным выпадением осадков годы растения в свободной форме куста давали урожай выше, чем пасынкованные. В среднем за семь лет урожай от двухстебельных и непасынкованных растений был получен одинаковый.

Пасынкование во все годы ускоряет налив плодов, увеличивая их средний вес. Урожай крупных и средних плодов, полученный за годы опытов от растений, сформированных на два стебля и пять кистей, был выше на 20,2, а первых сборов на 18,5% по сравнению с урожаем непасынкованных растений.

Таким образом, для ускорения налива плодов в условиях Севера целесообразно проведение пасынкования даже такого скороспелого сорта, как Грунтовой грибовский, особенно в прохладное лето.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян А. Г. Чеканка сельскохозяйственных культур. Докл. АН Арм. ССР, т. XXII, 1956, № 4.
2. Авров Н. Н. За высокие урожаи томатов. Лениздат, 1952.
3. Алпатьев А. В. Помидоры. Изд-во «Моск. рабочий», 1958.
4. Бельденкова А. Ф. Возможности ускорения развития и повышения урожайности томатов на севере. Сб. науч. работ 1941—1943 г. АН СССР, Бот. ин-т. им. В. Л. Комарова, Л., 1946.
5. Брежнев Д. Д. Томаты. Л., изд-во «Колос», 1964.
6. Гречухина О. А., Кубли М. Г. Сроки пасынкования томатов. Плодоовощное хозяйство, 1938, № 5.
7. Ершова В. Л. Влияние сроков посадки, пасынкования и других приемов агротехники на урожай ранних томатов. Тр. Молдав. науч.-исслед. ин-та орошаемого земледелия и овощеводства, т. IV, вып. 1, 1962.
8. Зимина Т. А. Выращивание помидоров на Сахалине. Южно-Сахалинск, 1953.
9. Казанович Я. Н. Изменение физиологической активности листьев томатов под влиянием пасынкования. Тр. Молдав. науч.-исслед. ин-та орошаемого земледелия и овощеводства, т. III, 1961.
10. Кокина С. И. Культура помидоров на севере и факторы повышения их урожайности. Уч. зап. Карело-Финск. ун-та, т. III, вып. 3, 1948.
11. Кочнев Л. Влияние формы куста на урожай томатов. Плодоовощное хозяйство, 1937, № 6.
12. Николенко Т. Р. Влияние площади питания и формы куста на получение высокого и раннего урожая томатов в условиях Львовской области. Науч. зап. Львовского с.-х. ин-та, т. II, 1949.
13. Ничипорович А. А. О методах учета и изучения фотосинтеза как фактора урожайности. Тр. Ин-та физиол. раст. АН СССР, т. X, 1955.
14. Пестова и Гайда. Форма растений томатов и влияние ее на урожай. Тр. Мытского садовоогородного отдела Моск. обл. с.-х. опыт. станции, 1929.
15. Петренко А. П. Помидоры. Л. 1965.
16. Соколов В. И. Это повышает урожай. Сельское хоз. Сев.-зап. зоны 1961, № 6.
17. Тотмаков Г. В. Пасынкование томатов. Сад и огород, 1951, № 6.
18. Трынова Т. Н. Влияние некоторых агротехнических приемов на урожай и созревание томатов. Тр. Краснояр. науч.-исслед. ин-та с.-х., т. II, 1964.
19. Чабан Р. Влияние пасынкования на раннеспелость томатов. Виноградарство садоводство Крыма, 1962, № 4.
20. Черных Л. Н. Рост плодов томатов и возможность его регулирования при прищипке кистей. Тр. Молд. науч.-исслед. ин-та орошаемого земледелия и овощеводства, т. IV, вып. 1, 1962.
21. Швецова В. М. Отчеты по теме: «Пути повышения продуктивности фотосинтеза при помощи агротехнических приемов» за 1958—1962 гг. Рук. фонды Коми филиала АН СССР, 1959—1963 гг.
22. Шифрина Х. Б., Дворникова Т. П. и др. Биохимия томатов. Биохимия культурных растений, вып. 3, 1963.
23. Юргенс Б. А. Влияние площадей питания и формы куста на урожай томатов. Докл. ТСХА, вып. 4, 1946.
24. Эдельштейн В. И. Овощеводство. М., Сельхозгиз, 1953.

## ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ ПОЧВЫ ПОД ТОМАТАМИ

П. П. ВАВИЛОВ, Н. В. ЧЕБЫКИНА

При изучении влияния способов формирования куста у томатов на продуктивность фотосинтеза определенный интерес представляют данные по дыханию почвы, как одному из существенных источников углекислоты для воздушного питания растений.

Определение дыхания почвы на занятых томатами участках нами проводилось в течение пяти лет (1958—1962 гг) на полях Биологической станции Коми филиала АН СССР. Опытный участок был расположен на поле со среднеподзолистыми среднекультурными почвами.

Дыхание почвы определялось методом Б. Н. Макарова (3) один раз в вегетационный период (обычно в начале августа). В течение дня проводилось 4—5 наблюдений с интервалами через 2—4 часа. Одновременно с дыханием почвы определялось содержание  $\text{CO}_2$  в приземном слое воздуха и велись наблюдения за изменением отдельных элементов микроклимата в посевах (температурой почвы и воздуха, влажностью почвы).

Определения проводились по двум вариантам: без пасынкования и при формировании куста томатов на два стебля и пять кистей.

Результаты проведенных наблюдений (табл. 1) показывают, что в обладающем большинстве случаев пасынкование томатов снижает интенсивность дыхания почвы.

По наблюдениям Е. С. Болотовой (1), непасынкованные растения развивают большую вегетативную и корневую массу, чем растения пасынкованные. Например, в 1959 г. на участке с непасынкованными растениями запас абсолютно сухих корней в 20-сантиметровом слое на площади 1 га на 11% превышал их содержание на участке с пасынкованными растениями. Поскольку значительная часть углекислоты в почве образуется за счет дыхания корней, в посевах под непасынкованными растениями ее должно накапливаться больше, чем под пасынкованными. Следовательно, при прочих равных условиях интенсивность дыхания почвы под непасынкованными растениями тоже должна быть выше. Однако, в зависимости от способа формирования куста у томатов, в их посевах создаются различные микроклиматические условия, вызывающие влияние на продуцирование углекислоты в почве и особенно на газообмен между почвой и атмосферой. По этой причине, величина дыхания почвы может быть постоянно существующей закономерной функцией между формой куста и дыханием почвы. В отдельные часы наблюдений, а иногда и в некоторые годы, на участках с пасынкован-

ными томатами дыхание почвы протекало интенсивнее. Например, 2 августа 1960 г. интенсивность дыхания почвы под пасынкованными томатами была ниже, чем под пасынкованными в течение всего дня, а 6 августа 1959 г. — в 12 и 16 часов. В основном же из почвы под томатами, возделываемыми без пасынкования, выделялось больше углекислоты.

Таблица 1

Интенсивность дыхания почвы под посевами томатов в отдельные часы суток при различных способах формирования куста (г CO<sub>2</sub> м<sup>2</sup>/час)

Дата определения	Без пасынкования						При пасынковании					
	8 ч.	12 ч.	16 ч.	20 ч.	среднее за 1 час	всего за 12 часов, кг/га	8 ч.	12 ч.	16 ч.	20 ч.	среднее за 1 час	всего за 12 часов, кг/га
25/VIII 1958 г.	0,93	0,51	0,65	0,23	0,58	69,6	0,37	0,33	—	0,37	0,36	43,2
6/VIII 1959 г.	0,29	0,28	0,25	0,33	0,29	34,8	0,24	0,44	0,27	0,08	0,26	31,2
2/VIII 1960 г.	0,29	0,13	0,14	0,05	0,15	18,0	0,25	0,31	0,32	0,11	0,25	30,0
8/VIII 1961 г.	0,73	0,75	0,55	0,46	0,62	74,4	0,58	0,39	0,13	0,34	0,36	43,2
6/VIII 1962 г.	0,54	0,77	0,54	0,75	0,65	78,0	0,32	0,75	0,54	0,54	0,54	64,8
В среднем за 5 лет						55,0						42,5

В течение дня (с 8 до 20 часов) за счет дыхания почвы в атмосферу поступало (в среднем по данным за 5 лет) 55 кг/га CO<sub>2</sub> с участка непасынкованных растений и 42,5 кг/га из-под пасынкованных. По годам суммарное количество углекислоты, выделившейся из почвы за дневные часы суток, колебалось в довольно широких пределах: от 18,0 до 78,0 кг/га на участке без пасынкования и от 30,0 до 64,8 кг/га на участке пасынкованных растений. Эти колебания, на наш взгляд, в основном, вызваны различным уровнем агротехники, в частности, заправкой почв органическими и минеральными удобрениями, рыхлением почв и т. д. В 1959 и 1960 гг., например, органические удобрения под томаты не вносили и именно в эти годы количество выделявшейся из почвы углекислоты было минимальным (18,0—34,8 кг/га за 12 часов). Во все остальные годы под весеннюю вспашку в почву вносили от 10 до 36 т/га навоза, и не исключена возможность, что по этой именно причине в эти годы за счет дыхания почвы в атмосферу поступало от 43,2 до 78,0 кг/га CO<sub>2</sub> за 12 дневных часов. Таким образом, только за счет внесения навоза поступление углекислоты из почвы в атмосферу возрастало более чем в два раза.

Наблюдения за ходом дыхания почвы в течение дня показали, что максимум выделения углекислоты приходится обычно на полдень, к 20 часам интенсивность дыхания почвы падает. Максимум выделения углекислоты, как правило, совпадает с температурными пиками (рис. 1).

Закономерной зависимости между дыханием и влажностью почвы не наблюдается (см. рисунок). Влияние способа формирования куста у томатов на влажность почвы тоже установить не удалось. Только в дни с относительно большей влажностью почв (6/VIII-59 г. и 6/VIII-62 г.)

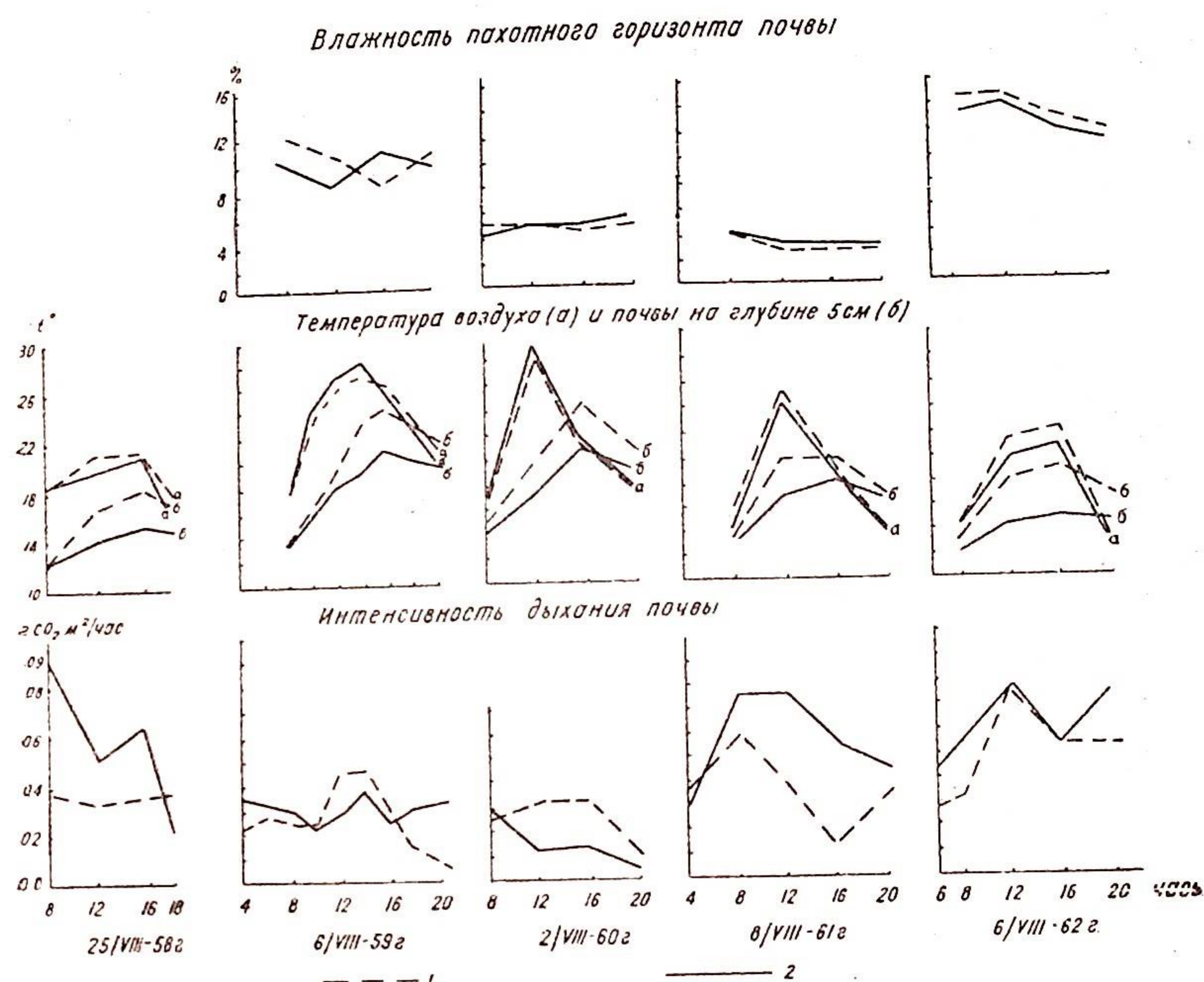


Рис. 1. Дыхание, температура и влажность почвы в посевах пасынкованных и непасынкованных томатов.

1 — пасынкованные томаты, 2 — непасынкованные томаты.

в пасынкованных посадках в пахотном горизонте на 1—2% было больше влаги, чем в почвах под непасынкованными томатами, а в дни с относительно низкой влажностью различия между вариантами по этому показателю почти не было.

Содержание углекислоты в приземном слое воздуха (табл. 2) в посевах томатов в большинстве случаев было ниже нормы, особенно в дневные часы на участках с непасынкованными томатами. Большая облиственность непасынкованных растений (2), вероятно, приводила к большему усвоению углекислоты в процессе ассимиляции. Поэтому, несмотря на то, что из почвы под непасынкованными растениями выделя-

Таблица 2

Содержание CO<sub>2</sub> в приземном слое воздуха в посевах томатов в отдельные часы суток (в объемных %)

Дата определения	Без пасынкования				При пасынковании			
	8 ч.	12 ч.	16 ч.	20 ч.	8 ч.	12 ч.	16 ч.	20 ч.
25/VIII-58 г.	0,008	0,021	0,021	—	0,013	0,032	0,021	0,021
6/VIII-59 г.	0,028	0,021	0,031	0,027	0,031	0,033	0,029	0,025
2/VIII-60 г.	0,023	0,015	0,017	0,023	0,023	0,025	0,025	0,023
8/VIII-61 г.	0,024	0,018	0,022	0,018	0,020	0,016	0,025	0,029
6/VIII-62 г.	0,027	0,019	0,035	0,039	0,015	0,027	0,032	0,037

лось несколько больше углекислоты, в припочвенном воздухе содержание ее было ниже. Не исключена возможность, что в отдельные периоды роста и развития томатов недостаток углекислоты может тормозить их процесс фотосинтеза. Во избежание этого следует при помощи агротехнических приемов создавать условия, способствующие продуцированию углекислоты в почве и лучшему газообмену между почвой и атмосферой. К таким приемам, прежде всего, относится удобрение полей, отводимых под томаты, и рыхление почв, особенно при возделывании томатов без пасынкования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Болотова Е. С. Влияние площадей питания, особенностей формирования куста у томатов на продуктивность фотосинтеза и урожай. В отчете за 1959 г. по теме «Пути повышения продуктивности фотосинтеза при помощи агротехнических приемов». Рук. Фонды Коми филиала АН СССР, 1960.
2. Болотова Е. С. Особенности роста и продуктивности томатов в зависимости от способов формирования куста. Публикуется в настоящем сборнике, 1966.
3. Макаров Б. Н. Упрощенный метод определения дыхания почвы (и биологической активности). Почвоведение, № 9, 1957.

#### СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
П. П. Вавилов, Е. С. Болотова. Особенности роста и развития кукурузы . . . . .	4
П. П. Вавилов, Е. С. Болотова. Нормы высева, густота стояния растений и урожай кукурузы . . . . .	26
П. П. Вавилов, В. М. Швецова, Р. А. Роцевская. Содержание углеводов и протейна в кукурузе . . . . .	42
П. П. Вавилов, В. М. Швецова. Интенсивность фотосинтеза кукурузы в зависимости от приемов ее возделывания . . . . .	56
П. П. Вавилов, Е. С. Болотова. Продуктивность фотосинтеза листьев кукурузы . . . . .	61
П. П. Вавилов, Н. В. Чебыкина. Дыхание почвы под кукурузой при разных способах ее выращивания . . . . .	67
Л. К. Грунина. Фракционный состав белков вегетативных частей кукурузы и мальвы и его изменчивость в процессе вегетации растений . . . . .	75
Е. С. Болотова. Особенности роста и продуктивности томатов в зависимости от способа формирования куста . . . . .	82
П. П. Вавилов, Н. В. Чебыкина. Интенсивность дыхания почвы под томатами . . . . .	95