

**БУЛЕТИНУЛ**  
**АКАДЕМИЕЙ ДЕ ШТИИНЦЕ**  
**А РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ**

**ИЗВЕСТИЯ**  
**АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР**



*Билет и Копия*

**БУЛЕТИНУЛ**  
**АКАДЕМИЕЙ ДЕ ШТИИНЦЕ**  
**А РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ**

**ИЗВЕСТИЯ**  
**АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР**

№ 6

1966

СЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ НАУК

5.7.6  
ИЗДАТЕЛЬСТВО «КАРТА МОЛДОВЕНЯСКЭ»  
КИШИНЕВ \* 1966

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Академики АН МССР Я. С. Гросул (главный редактор), А. А. Спасский (зам. главного редактора), члены-корреспонденты АН МССР С. М. Иванов, И. С. Попушой, кандидаты биологических наук В. В. Арасимович, М. Д. Куширенко (ответственный за выпуск).

Б. И. Библина, Э. Н. Кириллова,  
В. Ф. Пинкевич, М. Н. Щетина

## ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ДНЯ НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЗАКЛАДКУ ЦВЕТОЧНЫХ ПОЧЕК У ЯБЛОНИ

Выяснению физиологической природы реакции растений на изменение длины дня посвящено много оригинальных работ у нас и за рубежом. Большой интерес представляют работы Н. А. Максимова (4), М. Х. Чайлахяна (11—15), Б. С. Мошкова (5—8). Но большинство исследований посвящено, главным образом, однолетним растениям; древесные же, и среди них плодовые, культуры затронуты мало (5—9, 16).

Переход длиннодневных растений (в том числе яблони) к цветению не требует темновой фотопериодической реакции, темнота при известной ее продолжительности задерживает переход к цветению (10). Имеющиеся данные по плодовым показывают, что затенение плодоносящих деревьев яблони и персика приводит к полному отсутствию дифференциации цветочных почек (17—18). Тормозящее действие короткого дня на закладку и дифференциацию цветочных почек было обнаружено и у виноградных растений (1,5).

При изучении физиолого-биохимических закономерностей плодообразования у яблони, нами была учтена ее фотопериодическая реакция.

Мы попытались проследить за некоторыми изменениями, происходящими в растении в связи с формированием органов плодоношения, путем создания условий, заведомо тормозящих закладку репродуктивных органов, наряду с благоприятными факторами.

С этой целью был поставлен вегетационный опыт с яблоней Ренет Шампанский. Однолетние растения, привитые на сильнорослом подвое, были высажены 24 апреля 1962 года в вегетационные сосуды емкостью 32 кг почвы. Растения выращивались при 60% от полной влагоемкости; когда они хорошо укоренились, были поставлены следующие варианты:

1. Короткий 6-часовой день с 5 июня без удобрений
2. «           »           «   с 16 июля           »
3. «           »           «   с 16 июля + удобрения
4. Естественная длина дня без удобрений
5. «           »           «   + удобрения с 16 июля

Растения на коротком дне получали освещение весь вегетационный период 1962 года с 8 час. 30 мин. до 14 час. 30 мин. Затенение проводили в фотопериодическом темном домике. Удобрения были внесены из расчета азот и калий по 100 мг, а фосфор — 200 мг действующего начала на 1 кг абсолютно сухой почвы. Растения 1, 2 и 3 вариантов с 1963 года находились при естественном освещении.

158737  
Центральная научная  
БИБЛИОТЕКА  
Академии наук Киргизской ССР

Изменение длины дня оказало влияние на состояние растений и нашло свое отражение в изменении содержания аскорбиновой кислоты и общей редуцирующей активности хлорофилла, сухого вещества, основных элементов минерального питания, состава свободных аминокислот и сахаров; все это, в свою очередь, отразилось на формировании генеративных органов.

### Содержание аскорбиновой кислоты, редуцирующих веществ и хлорофилла

Аскорбиновую кислоту и хлорофилл определяли в листьях однолетних побегов (5—6) от верхушки (табл. 1). Характер изменений в содержании восстановленной формы аскорбиновой кислоты по фазам вегетации у растений на разной длине дня неодинаков.

Растения на естественном освещении отличались более высоким содержанием аскорбиновой кислоты, и максимум ее приходился на период затухания роста побегов (24 июля). Во второй половине вегетации наблюдалось ее снижение — к концу августа на 34%, а к концу октября на 43,9%.

У растений на коротком дне, независимо от того, когда начали сокращать длину дня, минимальное содержание аскорбиновой кислоты отмечено в конце августа, а в конце октября наблюдалось ее увеличение на 37,4% у затенявшихся с 5 июня и более резкое (на 54,7%) у растений, получивших меньше коротких дней.

Внесение удобрений повлияло на повышение содержания восстановленной формы аскорбиновой кислоты у растений на коротком дне, но здесь так же, как и у растений на естественном освещении, к концу октября наблюдается некоторое ее снижение.

Общая йодредуцирующая активность тканей листа, так же как и содержание восстановленной формы аскорбиновой кислоты, весь вегетационный период была ниже у растений на коротком дне, и более резко это проявилось к концу вегетации.

Аналогичные результаты по содержанию аскорбиновой кислоты и йодредуцирующих веществ получены и в 1963 году несмотря на то, что опытные растения находились в это время уже в условиях естественного освещения. Таким образом, сокращение длины дня отразилось на состоянии растений и впоследствии.

Содержание хлорофилла в большинстве случаев находилось в обратной зависимости от содержания аскорбиновой кислоты, а именно: листья растений на коротком дне содержали хлорофилла больше, чем при естественном освещении. Обращает на себя внимание повышенное содержание хлорофилла в конце вегетации у растений, получивших большее количество коротких дней, что можно объяснить приспособительной реакцией растений к условиям сокращения длины дня.

В литературе имеются данные о том, что листья теневыносливых растений содержат больше хлорофилла, благодаря чему и больше используют света (3), установлена также обратная зависимость между освещенностью кроны и содержанием хлорофилла в листьях: в верхней части кроны, более интенсивно освещенной, содержание хлорофилла в листьях меньше, чем в нижней части кроны (2).

Таблица 1

Длина дня	3 июля			24 июля			31 августа			26 октября		
	аскорбино- вая кис- лота	йодреду- цирующие вещества	хлоро- филл	аскорбино- вая кис- лота	йодреду- цирующие вещества	хлоро- филл	аскорбино- вая кис- лота	йодреду- цирующие вещества	хлоро- филл	аскорбино- вая кис- лота	йодреду- цирующие вещества	хлоро- филл
Короткий день 5. VI без удобрений	369,2	52,3	2,6	—	—	—	206,8	11,5	4,77	284,2	2,7	3,5
» с 16. VII	—	—	—	397,6	35,4	8,15	136,4	8,1	3,45	211	29,0	2,76
» » + NPK	—	—	—	594,7	54,8	6,4	233,2	12,0	2,65	212	25	4,18
Естественное освещение без удобрений . . . . .	454,0	66,9	3,0	683,0	50,4	4,7	451,0	25,0	4,20	383	47,0	1,65
» » + NPK с 16. VII	—	—	—	734,3	68,4	7,0	396,0	23,0	3,85	393,6	48,8	3,18

Содержание аскорбиновой кислоты (мг %) йодредуцирующих веществ (мг, 0,001 КЮ<sub>3</sub> на 1 г сырого веса) и хлорофилла (мг на 1 г сырого веса листьев в 1 л раствора) в листьях яблони сорта Ренет Шампанский

## Содержание сухого вещества

Накопление сухого вещества в определенной мере отражает реакцию растения на условия среды. Данные по содержанию сухого вещества в органах опытных и контрольных растений в зависимости от длины дня, приведенные в табл. 2, показывают, что в условиях короткого дня резко снижается накопление сухого вещества как в надземных органах, так и в корневой системе. В зависимости от срока затенения содержание сухого вещества в надземных органах практически не изменяется, существенные различия наблюдаются в корневой системе. Так, кор-

Таблица 2  
Содержание сухого вещества в органах яблони Ренет Шампанский (31 октября 1962 г.)

	Короткий день						Естественное освещение (контроль)			
	с 5. VI		с 16. VII				без удобрений		+ N,P,K, с 16. VII	
	без удобрений		без удобрений		+ N,P,K,		без удобрений			
	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю
Однолетние побеги . . . . .	3	13,6	3	13,6	8,6	87,7	22	100	9,8	100
Штамб верхняя половина . . . . .	18	51,4	20	57,1	27,6	92,0	35,0	100	30,0	100
Штамб нижняя половина . . . . .	32	84,2	32	84,2	30,1	83,6	38,0	100	36,0	100
Всего . . . . .	53	55,3	55	57,9	66,3	87,5	95,0	100	75,8	100
Корни основные . . . . .	29,7	40,3	54,4	78,8	47,0	69,4	69,0	100	67,7	100
Корни мочковатые . . . . .	6,7	10,1	14,8	22,3	9,8	62,8	66,3	100	15,6	100
Всего . . . . .	36,4	26,9	69,2	51,2	56,8	68,2	135,3	100	83,3	100
В целом растении . . . . .	89,4	38,8	124,2	54,0	123,1	77,4	230,3	100	159,1	100

ни растений, затенявшихся с 5 июня, содержали 36,4 г, или 26,9%, а растения, получившие меньшее количество коротких дней, — 69,2 г, или 51,2% сухого вещества от содержания его в корнях при естественном освещении. Обращает на себя внимание особенно резкое снижение сухого вещества в мочковатых корнях, у которых по сравнению с контрольными растениями сухое вещество составляло всего лишь 10,1—22,3%.

С увеличением количества коротких дней ослаблялось развитие корневой системы.

Как видно из приведенных данных, удобрения способствовали накоплению сухого вещества в надземной части в большей мере, чем в корнях.

Различная длина дня оказала заметное влияние на содержание основных элементов минерального питания и соотношение между ними.

## Содержание азота, фосфора и калия

Определение содержания элементов минерального питания в органах яблони позволило выявить изменения, которые происходят под влиянием длины дня. Данные, приведенные в табл. 3, свидетельствуют о том, что сокращение длины дня влечет за собой увеличение концентрации азота в растительных тканях. Растения, получившие короткий

Содержание азота, фосфора и калия в органах яблони Ренет Шампанский в зависимости от длины дня (% от абсол. сухого веса) 31 октября

	Короткий день с 5.30 до 14.30										Естественное освещение (контроль)														
	с 5 июня без удобрений					с 16 июля без удобрений					+ N,P,K,					без удобрений					N,P,K, 16 июля				
	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		
	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	
Однолетние побеги . . . . .	1,89	0,55	0,63	0,67	1,40	0,52	0,59	1,47	0,59	0,70	0,67	0,70	0,40	0,27	0,62	1,00	0,30	0,54	54,0	16,3	29,4	54,0	16,3	29,4	
Штамб верхняя половина . . . . .	1,03	0,18	0,42	0,35	0,84	0,21	0,22	0,84	0,22	0,70	0,35	0,70	0,38	0,24	0,20	0,70	0,21	0,48	48,9	15,5	35,6	48,9	15,5	35,6	
нижняя . . . . .	0,59	0,25	0,60	0,42	0,61	0,18	0,22	0,61	0,22	0,52	0,42	0,52	0,50	0,23	0,38	0,43	0,22	0,36	42,6	21,8	35,6	42,6	21,8	35,6	
Корни основные . . . . .	1,70	0,57	0,87	0,52	1,31	0,41	0,51	1,31	0,51	1,15	0,52	1,15	0,70	0,35	0,55	1,12	0,35	0,67	52,3	16,4	31,3	52,3	16,4	31,3	
мочковатые . . . . .	1,22	0,44	1,30	0,85	1,93	0,87	0,87	2,57	0,58	1,29	0,85	1,29	1,41	0,64	1,08	2,01	0,40	1,28	51,5	10,8	34,7	51,5	10,8	34,7	
Однолетние побеги . . . . .	61,6	17,9	20,5	25,8	53,3	20,1	25,8	53,3	21,1	25,7	25,8	25,7	47,3	16,0	36,7	54,0	16,3	29,4	54,0	16,3	29,4	54,0	16,3	29,4	
Штамб верхняя половина . . . . .	63,2	11,0	25,8	32,4	47,7	19,4	32,4	47,7	12,5	39,8	32,4	39,8	46,3	29,3	24,4	48,9	15,5	35,6	48,9	15,5	35,6	48,9	15,5	35,6	
нижняя . . . . .	40,9	17,4	41,7	32,8	45,2	14,1	32,8	45,2	16,3	38,5	32,8	38,5	45,1	20,7	34,2	42,6	21,8	35,6	42,6	21,8	35,6	42,6	21,8	35,6	
Корни основные . . . . .	54,1	18,2	27,7	29,2	44,1	23,0	29,2	44,1	17,2	38,7	29,2	38,7	43,8	21,9	34,5	52,3	16,4	31,3	52,3	16,4	31,3	52,3	16,4	31,3	
мочковатые . . . . .	41,2	14,9	43,9	23,8	55,9	23,8	23,8	57,9	13,1	29,0	23,8	29,0	45,1	20,4	34,5	51,5	10,8	34,7	51,5	10,8	34,7	51,5	10,8	34,7	

Соотношение между азотом, фосфором и калием

день с 5 июня, отличались более высоким процентом азота в однолетних побегах и в основных корнях: внесение удобрений повлияло на увеличение содержания азота и калия, причем более значительно в корнях.

В зависимости от длины дня изменялось соотношение между питательными веществами в органах растения (табл. 3). Так, если у растений на естественном освещении в однолетних побегах относительное содержание азота составляло 47,3%, фосфора 16,0%, калия 36,7%, то в однолетних побегах на коротком дне с 5 июня относительное содержание азота 61,6%, фосфора 17,9% и калия 20,5%, а при затенении с 16 июля соответственно 54,1%, 20,1% и 25,8%; в корнях основных при естественном освещении азота 43,8%, фосфора 21,9%, калия 34,5% и соответственно на коротком дне с 5 июня — 54,1%, 18,2% и 27,7%, с 16 июля — 47,8%, 23,0% и 29,2%.

Таким образом, растения на коротком дне отличались повышенным относительным содержанием азота и пониженным калия в побегах, а в основных корнях высоким относительным содержанием азота и калия. Внесение удобрений изменило соотношение между элементами минерального питания.

Длина дня отразилась на распределении элементов минерального питания по длине штамба. Если при естественном освещении относительное содержание азота практически одинаково, а калия меньше в верхней половине, то при сокращении длины дня это соотношение заметно меняется. При затенении с 5 июня верхняя половина штамба значительно богаче относительным содержанием азота, беднее фосфором и калием по сравнению с нижней половиной штамба. При меньшем количестве коротких дней с 16 июля распределение по длине штамба изменяется, но различия между верхней и нижней половинами штамба проявляются менее резко.

Интерес представляют данные абсолютного содержания азота, фосфора и калия в органах яблони (табл. 4).

Таблица 4

Содержание азота, фосфора и калия в органах яблони Ренет Шампанский в зависимости от длины дня (31 октября) в г на одно дерево

Вариант	Короткий день с 8.30 до 14.30				Естественное освещение					
	с 5. VI		с 16. VII		с 16. VII + N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>		контроль без удобрений		контроль + N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	
	без удобрений									
	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	%	г	%
N	1,017	56,0	1,084	59,3	1,410	91,9	1,828	100	1,534	100
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,326	36,4	0,368	41,1	0,474	100,9	0,896	100	0,470	100
K <sub>2</sub> O	0,613	41,3	0,697	47,1	1,075	109,7	1,481	100	0,980	100

Содержание основных элементов минерального питания в целом растении (г) на коротком дне значительно ниже, чем на естественном освещении, и составляет при затенении с 5 июня азота 56,0%, фосфора — 36,4% и калия — 41,3% от содержания его в контроле, а при затенении с 16 июля соответственно 59,3%, 41,1% и 47,1%. Как видим, с уменьшением числа коротких дней увеличивается абсолютное содержание азота, фосфора и калия в растении.

## Состав свободных аминокислот и сахаров

Значительные отличия в содержании азота в органах растений, в зависимости от длины дня, свидетельствуют об изменении в азотном обмене. В связи с этим представляет интерес состав свободных аминокислот в растении под влиянием сокращения длины дня, полученный нами методом хроматографического анализа на бумаге. О содержании аминокислот мы судили по ширине и интенсивности окраски полосы, проявленной на хроматограмме.

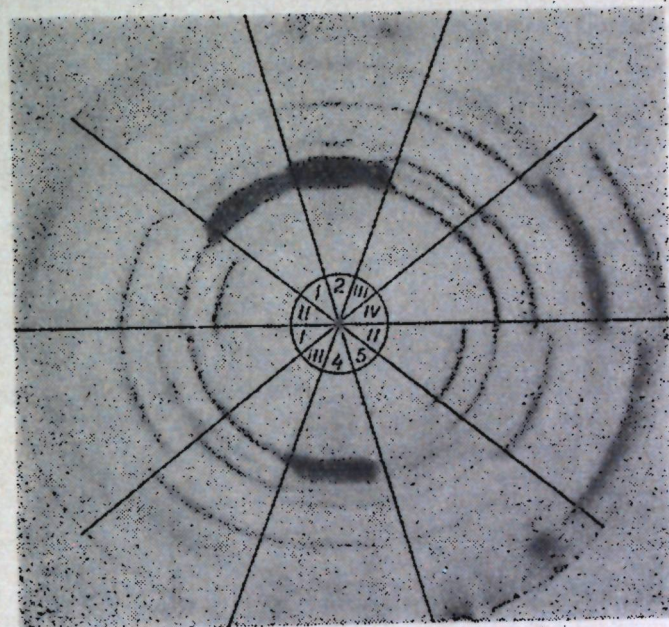


Рис. 1. Состав свободных аминокислот. Однолетние побеги.

- 1 — короткий день с 16 июля без удобрений.  
2 — короткий день с 16 июля без удобрений + N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>  
3 — естественное освещение без удобрений  
4 — естественное освещение без удобрений + N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>, 16 июля

## Метчики аминокислот:

I группа	II группа	III группа	IV группа
1. Лизин	1. Цистин	1. Гистидин	1. Аргинин
2. Аспарагиновая кислота	2. Аспарагин	2. Глютамин	2. Гликокол
3. Треонин	3. Глютаминная кислота	3. Серин	3. Тирозин
4. Пролин	4. Валин	4. Аланин	4. Лейцин
5. Метионин	5. Фенилаланин	5. Триптофан	

Как показали полученные хроматограммы, состав свободных аминокислот в органах растений, выращенных при различной длине дня, мало различался. Обнаружены лизин + гистидин, аргинин + аспарагин, глютамин, дикарбоновые кислоты, серин, аланин и метионин. Различия наблюдались, главным образом, в содержании амидов и аргинина. Так, в однолетних побегах растений на коротком дне выявлено высокое содержание глютамина, много аргинина + аспарагина. У растений на естественном освещении без удобрений все аминокислоты и амиды представлены лишь в виде следов (рис. 1).

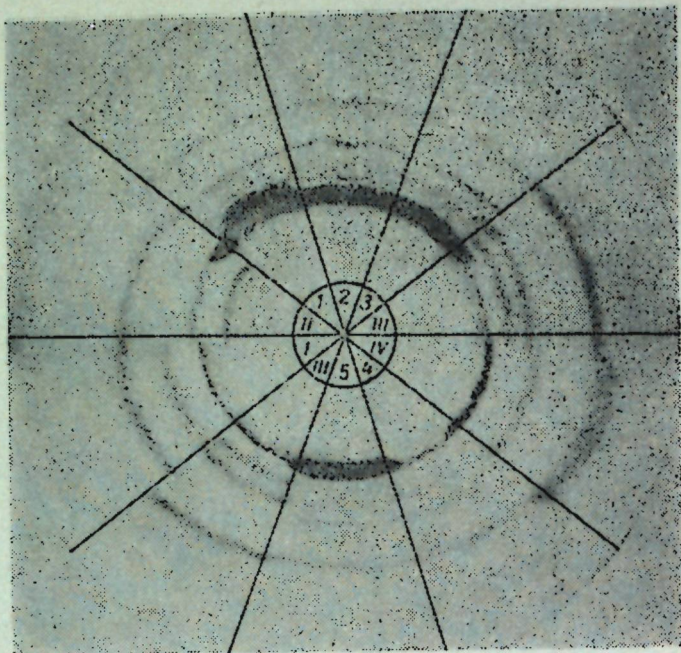


Рис. 2. Состав свободных аминокислот. Корни основные.

- 1 — короткий день с 5 июня  
 2 — " " с 16 июля без удобрений  
 3 — " " " + N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>  
 4 — естественное освещение без удобрений  
 5 — " " " + N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub> 16 июля

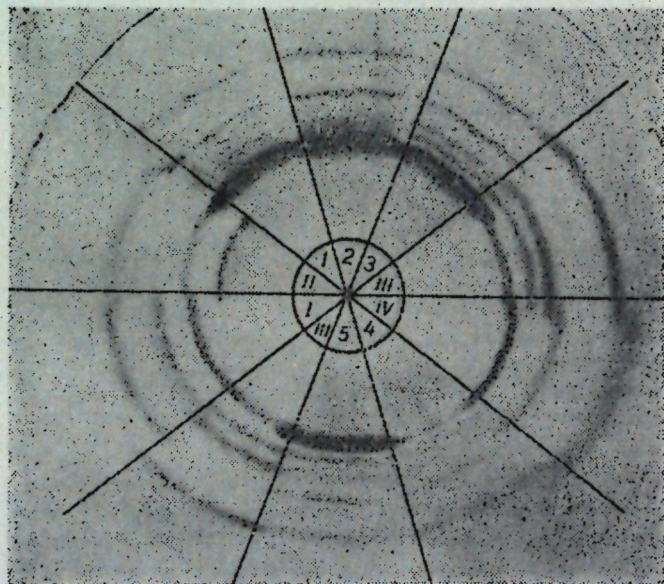


Рис. 3. Состав свободных аминокислот. Корни мочковатые.

- 1 — короткий день с 5 июня  
 2 — " " с 16 июля без удобрений  
 3 — " " " + N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>  
 4 — естественное освещение без удобрений  
 5 — " " " + N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub> 16 июля

В корневой системе (рис. 2 и 3) аргинин + аспарагин преобладают над другими аминокислотами, но у растений, находившихся на коротком дне с более раннего периода вегетации (5 июня), обнаружено в основных корнях и высокое содержание глутамина. При естественном освещении в основных и мочковатых корнях выявлены лишь следы упомянутых выше аминокислот.

Удобрения повлияли на увеличение амидов и аргинина в однолетних побегах и корнях независимо от длины дня.

Таким образом, в органах растений на коротком дне содержание аминокислот и амидов заметно выше, чем в соответствующих органах растений на естественном освещении.

Изучая некоторые стороны азотного обмена, мы интересовались составом сахаров. Приведенные ниже хроматограммы (рис. 4 и 5) отражают качественный состав сахаров в надземной и корневой системах в конце вегетационного периода. Обнаружены следующие сахара: фруктоза, глюкоза, сахароза, рафиноза и стахиоза.

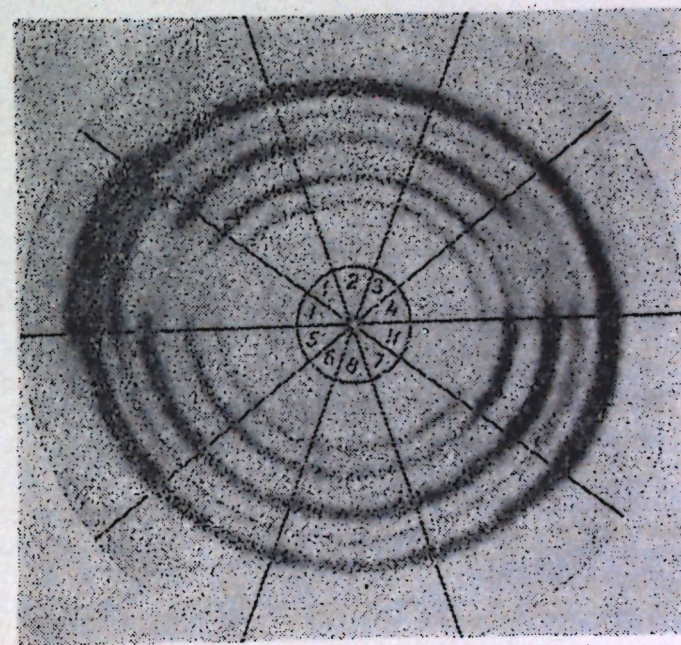


Рис. 4. Качественный состав сахаров.

- 1 — короткий день с 16 июля без удобрений. Однолетние побеги  
 2 — " " " + NPK " "  
 3 — естественное освещение без удобрений " " 16 июля  
 4 — " " " + NPK " "  
 5 — короткий день с 5 июня штабб верхняя половина  
 6 — " " " нижняя половина  
 7 — " " " корни основные  
 8 — " " " мочковатые

Метчики сахаров:

I группа II группа

1. Арабиноза 1. Фруктоза  
 2. Галактоза 2. Глюкоза  
 3. Мальтоза 3. Сахароза  
 4. Рафиноза

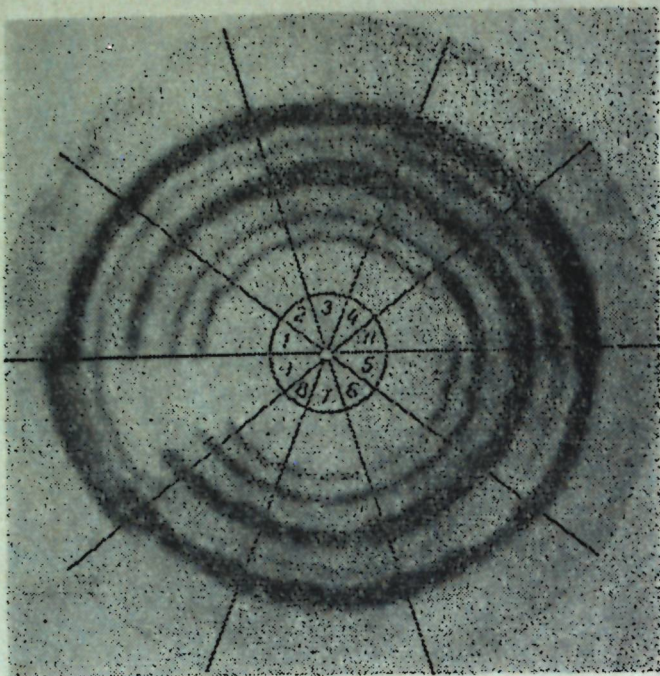


Рис. 5. Качественный состав сахаров.

## Корни основные

- 1 — короткий день с 16 июля без удобрений
- 2 — " " " " " " " " + N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>
- 3 — естественное освещение без удобрений
- 4 — " " " " " " " " + N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>, 16 июля

## Корни мочковатые

- 5 — короткий день с 16 июля без удобрений
- 6 — " " " " " " " " + N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>
- 7 — естественное освещение без удобрений
- 8 — " " " " " " " " + N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>, 16 июля

Изменение длины дня не повлекло за собой изменения состава сахаров, а отразилось главным образом на их содержании в корневой системе. У яблони на коротком дне основные корни отличались пониженным, а мочковатые — повышенным содержанием сахарозы в сравнении с корневой системой на естественном освещении.

Следует отметить влияние длины дня на распределение сахаров по длине штамба. Если на естественном освещении наблюдаем равномерное распределение сахаров по всей длине, то у растений на коротком дне богаче сахарами верхняя половина.

Наблюдения за закладкой цветочных почек у деревьев яблони в течение 1962—1965 гг. показали резкое различие в зависимости от длины дня.

При естественном освещении уже весной 1964 года яблони отличались обильным цветением, в то время как у растений на коротком дне в этом году цветения не было, что наглядно видно на рис. 6. Цветение у растений, бывших на коротком дне в течение вегетационного периода 1962 года, наблюдалось лишь в 1965 году.

Сопоставление данных, характеризующих изменение в физиологическом состоянии растения под влиянием длины дня, говорит об ослаблении синтетической деятельности у яблони в условиях короткого дня.



Рис. 6. Яблоня Ренет Шампанский. Май 1964 г.

- 1 — на естественном освещении в 1962, 1963, 1964 гг.
- 2 — на коротком дне в 1962 г. и естественном освещении в 1963—1964 гг.

Сокращение длины дня у яблони повлекло за собой, с одной стороны, снижение содержания сухого вещества, особенно в мочковатых корнях, ослабление окислительно-восстановительной активности листьев и, с другой стороны, повышение содержания хлорофилла, общего азота и свободных аминокислот, тормозило закладку и формирование цветочных почек.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Библина Б. И., Кириллова Э. И. Влияние минерального питания и длины дня на закладку цветочных почек и обмен веществ у виноградных растений. Труды I республиканской научной конференции физиологов и биохимиков растений Молдавии. Кишинев, 1964.
2. Куширенко М. Д. Физиологические особенности возрастной изменчивости кроны плодового дерева. Кишинев, Изд-во «Штинница», 1963.
3. Любименко В. Н. Данные об аппарате светолюбивых и теневыносливых пород. Лесной журнал, 1906, № 1.



4. Максимов Н. А. Фотопериодизм (значение в жизни растения соотношения между продолжительностью дня и ночи). Труды прикладной ботаники и селекции, 1925, 15 (5).
5. Мошков Б. С. Роль листьев в фотопериодической реакции растений. Социалистическое растениеводство, 1936, сер. А, № 17.
6. Мошков Б. С. Фотопериодизм и засухоустойчивость многолетних растений. Доклады АН СССР, 1939, т. 22, № 4.
7. Мошков Б. С. Онтогенез и фотопериодизм растений. Доклады АН СССР, 1939, т. 22, № 7.
8. Мошков Б. С. О фотопериодическом последствии. Доклады АН СССР, 1941, т. 31.
9. Потапенко Я. И., Захарова Е. И. Реакция винограда на световые и температурные условия растения. Из работ ЦГЛ им. Мичурина, 1937.
10. Туманов И. И. Развитие исследований по фотопериодизму растений и их современное состояние. Труды института физиологии растений им. Тимирязева, 1947, т. 5, вып. 2.
11. Чайлахян М. Х. Фотопериодизм и способность растений к цветению. Доклады АН СССР, 1948, т. 59, № 5.
12. Чайлахян М. Х. О роли корневой в фотопериодической реакции растений. Доклады АН СССР, 1950, т. 72, № 1.
13. Чайлахян М. Х. Фотопериодизм и основные физиологические процессы растений. Журнал общей биологии, 1956, т. 17, № 2.
14. Чайлахян М. Х. Фотопериодизм и внутренние факторы цветения растений. Доклады АН СССР, 1964, т. XXXVIII, № 5.
15. Чайлахян М. Х. Факторы генеративного развития растений. Тимирязевские чтения, 1964, т. XXV.
16. Щепотьев Ф. Л. Новые данные о положительном влиянии короткого дня на рост древесных растений. Доклады АН СССР, 1947, т. LVIII, № 9.
17. Kraybill H. R. Effects of shading some horticultural plants. New Hampshire Agric. Exp. stat Bull 11, 9 (1922).
18. Kraybill H. R. Effects of shading and ringing upon chemical composition of apple and peach trees. New Hampshire Agric. Exp. Stat Techn. Bull, 23, 3 (1923).

Б. И. Библина и Э. Н. Кириллова

## ВЛИЯНИЕ ПОДВОЯ НА НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У ЯБЛОНИ

### Сообщение 1

Карликовые плодовые насаждения яблони играют важную роль в подъеме садоводства. Их особенность, важная для практики садоводства, — раннее вступление в пору плодоношения (1, 3, 4, 7, 10).

Причины раннего вступления в пору плодоношения карликовых плодовых деревьев пока остаются не выясненными, хотя и имеется ряд гипотез. Так, например, Пеннике (11) считает, что скороплодность слаброслых деревьев обусловлена малой степенью родства между прививочными компонентами, вследствие чего уменьшается отток пластических веществ из привоя в подвой, в результате в надземной части дерева создается избыток ассимилятов и преобладание их над элементами корневого питания. По его мнению, преобладание ассимилятов над элементами корневого питания имеет первостепенное значение в закладке репродуктивных органов (11, 12). Ф. Кобель (15) объясняет раннее вступление в пору плодоношения слаброслых деревьев недостаточным снабжением элементами минерального питания и водой вследствие небольших размеров карликовых подвоев. И. В. Коломиец (6) видит причину раннего вступления в пору плодоношения слаброслых деревьев в поверхностном расположении их корневой системы, что ухудшает водный режим, приводит к повышению концентрации клеточного сока и вызывает закладку цветочных почек. В литературе имеется мало данных, характеризующих обмен веществ при закладке генеративных органов в зависимости от подвоя.

Изучая влияние карликовых подвоев на привой в связи с их скороплодностью, мы уделили внимание выяснению некоторых биохимических особенностей указанного явления. С этой целью для сравнения нами были взяты деревья, привитые на подвоях парадизка IX, дусен IV и дикой лесной яблони. Исследования проводили на десятилетних плодоносящих яблоневых деревьях сортов Кальвиль снежный и Ренет Шампанский в течение 1963—1964 гг. в саду учхоза «Кетросы» Ново-Аненского района.

Чтобы проследить за изменениями, происходящими в растении под влиянием подвоя, нами были взяты такие показатели, как содержание и соотношение основных элементов минерального питания, качественный состав свободных аминокислот и сахаров.

Азот, фосфор и калий определяли в одной навеске (по Пиневиц): азот — по микрометоду Кьельдаля, фосфор — колориметрически по Труогу, калий на пламенном фотометре; небелковый азот — после осаждения белка трихлоруксусной кислотой; состав свободных аминокислот и сахаров — методом хроматографии на бумаге. (Растворитель: н-бутанол-уксусная кислота — вода (4:1:5), проявитель для аминокислот —

0,4%-ный раствор нингидрина в ацетоне, проявитель для сахаров — анилиндибензилламинный реактив.)

Для анализа отбирали однолетние побеги, их листья и листья плодовых кольчаток как наиболее активные части, где проходят более интенсивно биохимические процессы и перегруппировка питательных веществ, связанная с закладкой цветочных почек по фазам вегетации (2).

### Содержание азота, фосфора и калия

Содержание основных элементов минерального питания по фазам вегетации заметно различается в зависимости от подвоя. Как видно из табл. 1 и 2, растения, привитые на разных подвоях, отличаются не только процентным содержанием, но и соотношением между элементами. В ходе вегетации содержание азота, фосфора и калия снижается. В период цветения (табл. 2) в однолетних побегах и их листьях, привитых на подвое парадизка, относительное содержание азота ниже по сравнению с однолетними побегами деревьев, привитых на дусене и дикой лесной яблоне. В дальнейшем в ходе вегетации относительное содержание азота, фосфора и калия в однолетних побегах резко меняется в зависимости от подвоя. Так, к началу дифференциации цветочных почек и до конца вегетации однолетние побеги и листья деревьев, привитых на подвое парадизка, богаче азотом. Что же касается фосфора, то в период цветения относительное его содержание наиболее высокое в однолетних побегах деревьев, также привитых на парадизке. К началу же дифференциации цветочных почек процент фосфора снижается, и относительное его содержание практически одинаково у яблоневых деревьев, привитых на изучаемых нами подвоях. Во время массовой дифференциации цветочных почек и до конца вегетации однолетние побеги деревьев, привитых на парадизке, беднее относительным содержанием фосфора по сравнению с деревьями, привитыми на сильнорослых подвоях.

В зависимости от подвоя содержание калия по фазам вегетации находится в обратной зависимости с содержанием азота. Так, в период цветения относительное содержание калия более высокое в однолетних побегах деревьев, привитых на парадизке. В остальные фазы вегетации относительное содержание калия в однолетних побегах деревьев, привитых на парадизке, наоборот, ниже, чем на сильнорослом подвое. Максимум в содержании калия выявлен перед началом дифференциации цветочных почек на всех подвоях, причем резко это проявляется на сильнорослых подвоях.

В листьях однолетних побегов и плодовых кольчаток деревьев, привитых на парадизке, в первую половину вегетации обнаружено повышенное относительное содержание калия; в период массовой дифференциации плодовых почек содержание его резко снижается по сравнению с тем, что наблюдается на сильнорослых подвоях.

Перед началом и в ходе дифференциации цветочных почек, наряду с определением общего азота, определяли содержание небелкового и белкового азота (табл. 3).

По фазам вегетации содержание небелкового и белкового азота изменяется так же, как и содержание общего азота.

При этом было выявлено повышенное содержание белкового азота в однолетних и 3-летних побегах деревьев, привитых на парадизке, по сравнению с дусеном и дикой лесной яблоней в оба срока. Содержание небелкового азота в период дифференциации цветочных почек на подвое парадизка резко снижается, а на дусене остается без изменений.

Таблица 1

Содержание азота, фосфора и калия в органах яблони в зависимости от подвоя (% от абсол. сухого веса)

Наименование	17 мая			17 июня			15 июля			17 октября		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>Кальвиль снежный</b>												
На парадизке												
Однолетние побеги	3,55	1,40	2,62	1,57	0,32	1,10	1,19	0,23	0,69	1,08	0,15	0,48
» листья	4,60	1,36	1,74	3,25	0,50	1,27	3,10	0,37	1,27	2,30	0,24	0,75
Листья плодовых кольчаток				2,90	0,35	1,30	2,68	0,25	0,76	2,44	0,30	1,87
На дусене												
Однолетние побеги	4,65	1,11	2,62	1,20	0,25	1,30	0,91	0,24	0,70	1,06	0,23	0,65
» листья	4,90	1,15	1,71	3,0	0,42	1,70	2,54	0,36	1,52	2,44	0,30	1,87
Листья плодовых кольчаток				2,70	0,29	1,17	2,45	0,31	1,54	2,55	0,36	1,13
На дикой лесной яблоне												
Однолетние побеги	5,60	1,46	2,41	1,28	0,28	1,08	0,87	0,24	0,66	1,21	0,24	0,65
» листья	5,80	1,41	1,51	3,50	0,48	1,69	2,65	0,37	1,84	2,55	0,36	1,13
Листья плодовых кольчаток				3,25	0,36	0,96	2,15	0,27	0,94	2,20	0,30	1,01
<b>Ренет Шампанский</b>												
На дусене												
Однолетние побеги	3,83	1,21	2,19	1,58	0,44	1,45	1,35	0,34	0,79	1,26	0,29	0,46
» листья	4,43	1,18	1,63	1,92	0,31	0,78	2,54	0,33	0,90	2,20	0,30	1,01
Листья плодовых кольчаток				2,94	0,33	0,84	2,50	0,23	0,54	2,60	0,27	0,58
На дикой лесной яблоне												
Однолетние побеги	4,13	1,31	2,30	1,32	0,31	1,10	0,87	0,23	0,77	1,12	0,27	0,58
» листья	5,68	1,57	1,88	2,38	0,38	1,27	2,70	0,33	1,20	2,60	0,32	1,13
Листья плодовых кольчаток				2,55	0,32	0,94	2,35	0,27	1,30			

Таблица 2  
Процентное соотношение между азотом, фосфором и калием в органах яблони в зависимости от подвоя

	17 мая			17 июня			15 июля			17 октября		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>Кальвиль снежный</b>												
<b>На парадизке</b>												
Однолетние побеги	46,90	18,49	34,61	52,50	10,70	36,79	56,40	10,90	32,70	63,16	8,77	28,07
» листья	59,74	17,66	22,60	64,74	9,96	44,30	65,40	7,80	26,80	69,91	7,29	22,80
Листья плодовых колычаток				63,73	7,79	28,57	72,63	6,77	20,60			
<b>На дусене</b>												
Однолетние побеги	55,49	13,25	31,26	43,63	9,10	47,27	49,19	12,97	37,84	54,64	11,86	33,50
» листья	63,15	14,82	22,83	58,60	8,20	33,20	57,46	8,14	34,40	52,93	6,51	40,56
Листья плодовых колычаток				64,90	6,97	23,13	57,0	7,20	35,8			
<b>На дикой лесной яблоне</b>												
Однолетние побеги	59,13	15,42	25,45	48,48	10,61	40,91	49,15	13,56	37,29	57,62	11,43	30,95
» листья	66,52	16,17	17,31	61,70	8,46	24,81	54,53	7,61	37,66	63,12	8,91	27,97
Листья плодовых колычаток				71,12	7,88	21,00	63,99	8,04	27,97			
<b>Ренет Шампанский</b>												
Однолетние побеги	52,97	16,74	30,29	45,52	12,68	41,80	54,44	13,71	31,85	62,69	14,42	22,88
» листья	61,19	16,30	22,51	63,78	10,31	25,91	67,37	8,75	23,88	62,39	8,55	28,76
Листья плодовых колычаток				71,53	8,04	20,43	76,46	7,03	16,51			
<b>На дикой лесной яблоне</b>												
Однолетние побеги	53,35	16,93	29,72	48,35	11,35	40,30	46,52	12,30	41,18	56,85	13,70	29,45
» листья	62,21	17,19	20,60	59,06	9,43	31,51	63,83	7,80	28,37	64,20	7,90	27,90
Листья плодовых колычаток				66,93	8,40	24,67	59,95	6,89	33,16			

Таблица 3  
Содержание отдельных форм азота в органах яблони в зависимости от подвоя.  
Сорт Ренет Шампанский (% от абсол. сухого веса) (1964)

Наименование	24 июня			25 июля		
	общий	небел- ковый	белко- вый	общий	небел- ковый	белко- вый
<b>На подвое парадизка</b>						
Однолетние побеги	1,46	0,62	0,84	0,99	0,28	0,71
» листья	—	—	—	2,12	0,12	2,00
3-летние побеги кора	0,94	0,14	0,80	0,82	0,10	0,72
» древесины	0,43	0,16	0,27	0,45	0,10	0,35
<b>На подвое дусен</b>						
Однолетние побеги	1,05	0,48	0,57	0,87	0,43	0,44
» листья	2,60	0,14	2,46	2,61	0,26	2,35
3-летние побеги кора	1,03	0,20	0,83	1,14	0,19	0,45
» древесины	0,26	0,20	0,06	0,38	0,13	0,25
<b>На подвое дикой лесной яблони</b>						
Однолетние побеги	1,01	0,40	0,61	0,46	0,08	0,38
» листья	2,64	0,19	2,45	2,47	0,19	2,28
3-летние побеги кора	1,04	0,32	0,72	0,97	0,17	0,80
» древесины	0,27	0,16	0,11	0,46	0,08	0,38

При анализе 3-летних побегов мы расчленили их на кору и древесину. Обращает на себя внимание, что на подвоях парадизка и дусен перед началом и в период дифференциации цветочных почек содержание небелкового азота в коре и древесине 3-летних побегов практически одинаково, тогда как на подвое дикой лесной яблони небелкового азота в коре, по сравнению с древесиной, в два раза больше.

У слаборослых деревьев, характеризующихся ранним и более регулярным плодоношением, однолетние побеги отличаются повышенным содержанием общего и белкового азота.

Одновременно с определением азота мы изучали состав свободных аминокислот.

#### Состав свободных аминокислот и сахаров

В однолетних побегах яблони по фазам вегетации определяли состав свободных аминокислот и сахаров. Из полученных хроматограмм (рис. 1, 2) видно, что в однолетних побегах сорта Кальвиль снежный во время цветения содержится наибольшее количество свободных аминокислот: цистин, лизин + гистидин, аргинин + аспарагин, глутамин, аспарагиновая кислота, гликокол, глутаминовая кислота, аланин, триптофан, тирозин, метионин, фенилаланин и лейцин. Такие аминокислоты, как аргинин, глутаминовая кислота, аланин, а также амиды аспарагин и глутамин находятся в большом количестве и преобладают над остальными аминокислотами. К моменту закладки цветочных почек содержание вышеназванных аминокислот снижается, исчезают цистин, аргинин, гликокол; уменьшается содержание глутаминовой кислоты, аланина. В период массовой дифференциации цветочных почек (рис. 2) содержание аминокислот еще более резко снижается, особенно заметно умень-

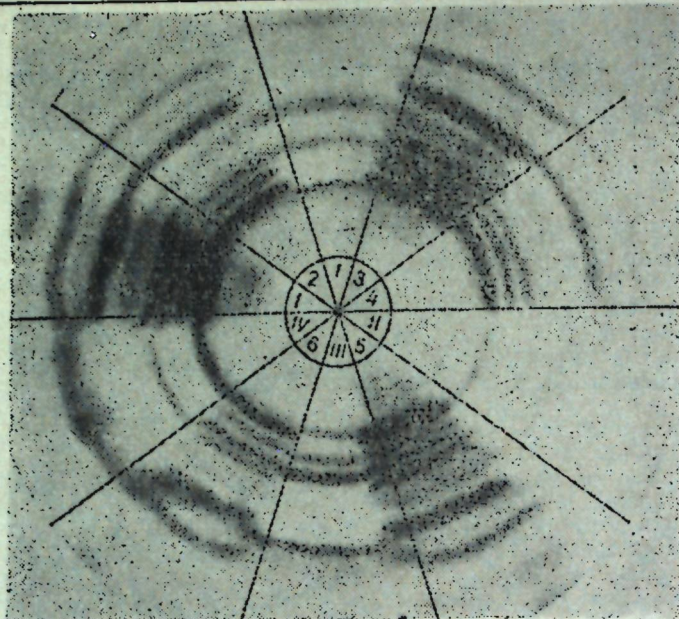


Рис. 1. Состав свободных аминокислот. Сорт Кальвиль снежный. 1964 г.

Однолетние побеги.

1 — на подвое парадизка	11 мая	4 — на подвое дусен	17 июня
2 — на подвое дусен	17 июня	5 — на подвое дикой яблони	11 мая
3 — на подвое дусен	11 мая	6 —	17 июня

Метки аминокислот:

I группа	II группа	III группа	IV группа
1. Лизин	1. Цистин	1. Гистидин	1. Аргинин
2. Аспарагиновая кислота	2. Аспарагин	2. Глютамин	2. Гликокол
3. Тростин	3. Гистаминовая кислота	3. Серин	3. Тирозин
4. Пролин	4. Валин	4. Аланин	4. Лейцин
5. Метионин	5. Фенилаланин	5. Триптофан	

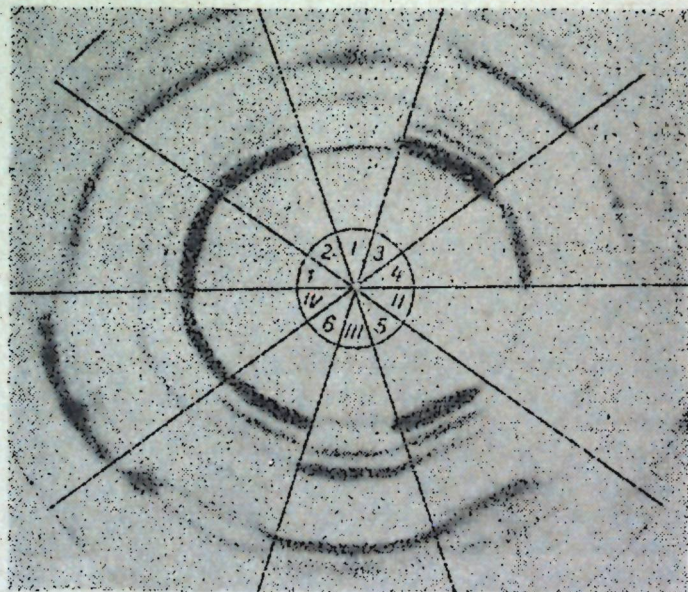


Рис. 2. Состав свободных аминокислот. Сорт Кальвиль снежный. 1964 г.

Однолетние побеги.

1 — на подвое парадизка	15 июля	4 — на подвое дусен	17 октября
2 — на подвое дусен	17 октября	5 — на подвое дикой яблони	15 июля
3 — на подвое дусен	15 июля	6 —	17 октября

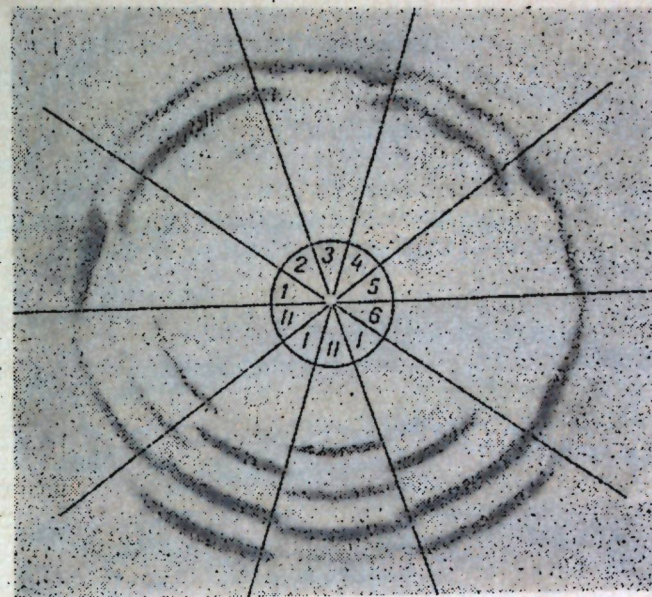


Рис. 3. Качественный состав сахаров. Сорт Кальвиль снежный. 1964 г.

Однолетние побеги.

1 — на подвое парадизка	11 мая	4 — на подвое дусен	17 июня
2 — на подвое дусен	17 июня	5 — на подвое дикой яблони	11 мая
3 — на подвое дусен	11 мая	6 —	17 июня

Метки сахаров:

I группа	II группа
1. Арабиноза	1. Фруктоза
2. Галактоза	2. Глюкоза
3. Мальтоза	3. Сахароза
	4. Раффиноза

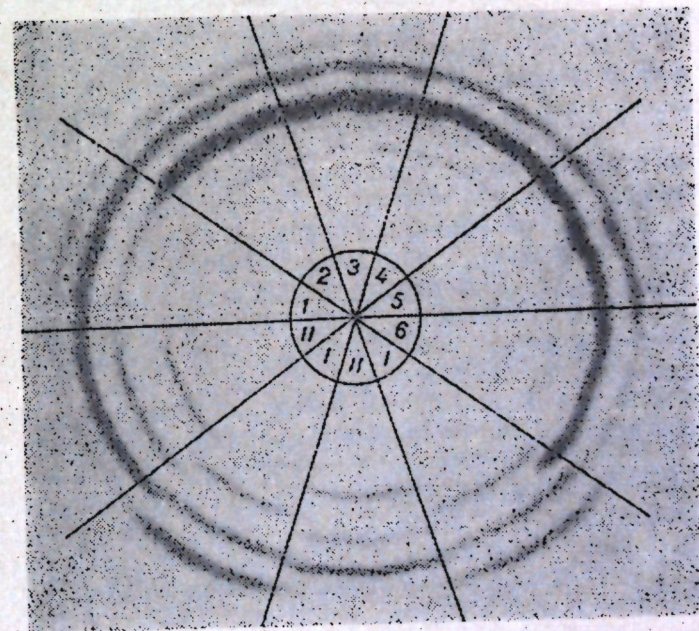


Рис. 4. Качественный состав сахаров. Сорт Кальвиль снежный. 1964 г.

Однолетние побеги.

1 — на подвое парадизка	15 июля	4 — на подвое дусен	17 октября
2 — на подвое дусен	17 октября	5 — на подвое дикой яблони	15 июля
3 — на подвое дусен	15 июля	6 —	17 октября

шение глутамина и глутаминовой кислоты, что можно объяснить большим их использованием при закладке цветочных почек. В конце вегетации заметных изменений не наблюдается.

Анализируя данные, полученные по качественному составу сахаров (рис. 3, 4), видно, что состав и содержание их меняется в зависимости от подвоя и фазы вегетации. Во время цветения обнаружено в основном три сахара: фруктоза, глюкоза и следы сахарозы. Наибольшие изменения в ходе вегетации претерпевает сахароза, как наиболее распространенный транспортный сахар (9).

К началу закладки цветочных почек в однолетних побегах деревьев, привитых на парадизке и дусене, обнаружено значительное количество сахарозы, появляются следы мальтозы и раффинозы, в то время как на подвое дикой лесной яблони количество сахаров остается на уровне, наблюдаемом во время цветения. В период массовой дифференциации цветочных почек (рис. 4) на подвое парадизка резко снижается содержание сахарозы, а на подвое дикой лесной яблони оно становится значительно выше, чем на подвое парадизка. Очевидно, снижение сахарозы на парадизке связано с использованием ее в период формирования генеративных органов. В конце вегетации состав и количество сахаров увеличивается. Независимо от подвоя в однолетних побегах обнаружены следующие сахара: фруктоза, глюкоза, сахароза, мальтоза, раффиноза и стахиоза.

Аналогичные изменения в качественном составе свободных аминокислот и сахаров наблюдались нами и на сорте Ренет Шампанский.

Таким образом, в зависимости от подвоя изменяется характер обмена веществ, что отражается на физиологическом состоянии растений.

Из полученных данных можно сделать следующие предварительные выводы:

1. Содержание элементов минерального питания в однолетних побегах меняется в зависимости от подвоя и фазы вегетации. Так, в период цветения однолетние побеги деревьев, привитых на парадизке, в сравнении с однолетними побегами деревьев, привитых на сильнорослом подвое, характеризуются меньшим содержанием азота и большим фосфора и калия, тогда как в период массовой дифференциации цветочных почек наблюдается обратная зависимость.

2. Во время закладки и массовой дифференциации цветочных почек однолетние побеги деревьев, привитых на парадизке, богаче общим и белковым азотом по сравнению с сильнорослыми подвоями, что коррелирует со скороплодностью слаборослых деревьев.

3. Состав свободных аминокислот в однолетних побегах деревьев, привитых на изучаемых нами подвоях, практически одинаков. Наибольшие изменения по фазам вегетации наблюдаются в содержании глутамин и глутаминовой кислоты.

4. Качественный состав сахаров и их содержание по фазам вегетации меняются в зависимости от подвоя. Основные изменения в ходе вегетации претерпевает сахароза. Перед закладкой цветочных почек в однолетних побегах деревьев, привитых на подвое парадизка, содержание ее довольно высокое, в то время как на дикой лесной она полностью отсутствует. Во время же массовой дифференциации цветочных почек содержание сахарозы в однолетних побегах резко снижается, а на дикой лесной яблоне — появляется.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андрищенко Д. П. Карликовые деревья в Молдавии. Садоводство, 1964, № 2.
2. Басанько А. А., Гриненко В. В. Биохимия плодоношения яблони. Труды Крымской плодовой станции, 1939, т. 2.
3. Будаговский В. И. Шире внедрять слаборослые плодовые деревья. Садоводство, 1964, № 2.
4. Каймакан И. В. Закладка цветочных почек у некоторых сортов яблони в зависимости от сорта, подвоя и типа плодовых образований. Труды Кишиневского сельхозинститута, 1962, т. 27.
5. Кобель Ф. Плодоводство на физиологической основ. М., Сельхозгиз, 1957.
6. Коломиец И. А. Преодоление периодичности плодоношения. Киев, Сельхозиздат УССР, 1961.
7. Марголин А. Ф. Карликовый сад. Крымиздат, 1964.
8. Марголин А. Ф. Изучение слаборослых подвоев яблони и груши. (Вместо реферата). Киев, 1964.
9. Павлинова О. А., Туркина М. В. Превращение сахарозы в растительных тканях. Материалы конференции, состоявшейся 28—30 января 1958 г. в Москве.
10. Чернышева Г. Я. Слаборослые подвои улучшают качество плодов. Садоводство, 1964, № 2.
11. Poenicke W. Warum und weil im Zwergobstbau. Stuttgart: Eugen Ulmer, 1911.
12. Poenicke W. Die Fruchtbarkeit der Obstbäume, ihre physiologische Ursachen und ihre Einleitung auf künstlichem Wege. Stuttgart: Eugen Ulmer, 1923.

Е. И. Максименко, М. В. Михайлов

## ВЛИЯНИЕ ОСЕННЕ-ЗИМНИХ УСЛОВИЙ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ОДНОЛЕТНИХ ПОБЕГОВ СЛИВЫ

Изучение водного режима имеет большое значение не только в период активной жизнедеятельности плодовых деревьев, но и в осенне-зимний период, когда деревья находятся в состоянии покоя и содержание воды в тканях растений не может не повлиять на их устойчивость.

Часто наблюдаемые в условиях Молдавии оттепели в зимнее время с последующим резким снижением температуры, ветрами и небольшим количеством осадков побудили нас изучить изменение содержания различных форм воды, транспирации и водоудерживающей способности тканей однолетних побегов различных сортов сливы и влияние данных сторон водного обмена на их морозоустойчивость.

На связь водного режима с морозоустойчивостью указывали в своих работах Д. В. Гирник (1), Д. Н. Дурманов (3), М. Д. Кушниренко (5, 6) и др. В зимний период было отмечено минимальное за год содержание свободной воды и максимальное — связанной, на что указывалось как на признак приспособления растений к неблагоприятным условиям внешней среды.

Содержание воды в растениях медленно падает к зиме и быстро возрастает весной (2). Повышенное содержание влаги в живых тканях в зимний период может вызвать гибель клеток даже при сравнительно небольших морозах в результате образования большого количества льда. С другой стороны, при сильном обезвоживании ткани также становятся чувствительными к действию низких температур.

А. Я. Гордягин особенно опасным считал март, когда зимняя транспирация побегов возрастает, а подача воды не происходит или происходит очень медленно.

В течение осенне-зимних периодов ряда лет нами изучалось изменение содержания общей воды путем высушивания растительного материала до постоянного веса при 102°C, а также свободной и связанной воды методом А. Ф. Маринчик, видоизмененным для работы с плодами М. Д. Кушниренко. Зимнюю транспирацию определяли по потере веса однолетних побегов. Срезы парафинировались, и побеги оставляли на открытом воздухе. Ежедневные взвешивания показывали величину испаряемой побегами воды. Потерю воды относили к единице исходного сырого веса побегов. О водоудерживающей способности тканей побегов судили по потере ими воды при подсушивании на воздухе в течение 24 часов.

Исследования проводились в саду сортоиспытательного участка (колхоз им. Мичурина с. Садово Каларашского района) на шести сортах сливы, которые отличаются между собой по длине периода покоя и по реакции на меняющиеся условия внешней среды в осенне-зимний период. Сорта Персиковая и Ренклод Альтана характеризуются продолжительным периодом покоя, сорта Венгерка обыкновенная, Венгерка Вангейгейма, Тулеу грас и Анна Шпет — коротким периодом покоя.

В течение осенне-зимнего периода происходят значительные изменения в процессах водного обмена деревьев сливы. В период подготовки сливовых деревьев к зиме содержание свободной воды уменьшается, а связанной — увеличивается. В наиболее холодный период зимы содержание свободной воды уменьшается почти в два-три раза по сравнению с ее содержанием осенью (табл. 1).

Зима 1962—1963 гг. была очень суровой для Молдавии. Начиная с середины декабря и до конца марта средняя температура воздуха держалась все время ниже нуля, доходя в январе до —19°C. Изменения соотношения форм воды в данный период можно рассматривать как приспособление для снижения интенсивности транспирации и как условие сохранения необходимой оводненности тканей растений.

Нами было отмечено некоторое увеличение общей оводненности побегов в январе по сравнению с ее содержанием в октябре. Наибольшее увеличение содержания общей воды в побегах произошло у сорта Персиковая — с 42,9% в октябре до 51,1% в январе.

В феврале оводненность побегов несколько уменьшилась, а в марте вновь увеличилась. У изучаемых сортов сливы, за исключением неморозостойкого сорта Персиковая, отношение  $\frac{\text{связанная вода}}{\text{свободная вода}}$  увеличивалось на протяжении всего зимнего периода.

У Венгерки Вангейгейма оно составляло 0,31 в декабре, 1,75 — в январе, 2,67 — в феврале и 2,77 — в марте. У сорта Тулеу грас соответственно 0,39; 2,54; 3,00; 2,93. Такая же закономерность наблюдалась у сортов Венгерка обыкновенная, Венгерка Вангейгейма, Анна Шпет и Ренклод Альтана (табл. 2). У сливы Персиковая мы наблюдали значительное увеличение содержания связанной воды в январе, но затем ее содержание снижалось и соответственно уменьшалось отношение  $\frac{\text{связанная вода}}{\text{свободная вода}}$ ; в декабре оно составляло

0,37; в январе — 3,41; в феврале — 2,14; в марте — 2,47.

В таблице 3 приведены данные по содержанию отдельных фракций воды в осенне-зимний период 1964—1965 гг. Зима была мягкой, средняя температура воздуха опускалась ниже 0°C только в середине января, в феврале и в конце марта. Самая низкая средняя температура наблюдалась в первой половине февраля и достигала 7,9°C.

Такие условия перезимовки сказались и на водном режиме деревьев сливы. В декабре содержание свободной воды у таких сортов, как Тулеу грас, Анна Шпет и Персиковая, было выше, чем содержание связанной воды. Даже в январе содержание свободной воды продолжало оставаться высоким, и только в феврале, с наступлением наиболее холодного периода за весь зимний сезон, содержание свободной воды значительно уменьшилось и увеличилось содержание связанной воды. Такая закономерность наблюдалась у всех сортов независимо от степени их морозоустойчивости.

Плодовые деревья сливы в зимнее время теряют много воды, несмотря на высокую водоудерживающую способность тканей. Потери воды происходят через покровные ткани, рубцы и почки. А. В. Рязанцев (7) установил возможность компенсации транспирационных потерь через корневую систему в теплое время зимой и во время оттаивания льда в межклетниках.

Изучая водный режим молодых побегов дубков в зимний период, В. М. Ипекджиян отмечал, что потеря воды с поверхности побегов происходит в течение всего зимнего периода, однако ее содержание как в коре, так и в почках сохранялось на определенном уровне, достаточном для процессов жизни.

Таблица 1

Содержание различных форм воды в однолетних побегах сливы в осенне-зимний период 1962—1963 гг. (в % на сырое вещество)

Сорт	Октябрь			Январь			Февраль			Март		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Тулеев грас . . . . .	44,2	31,9	12,3	45,3	12,8	32,5	43,8	13,3	30,1	45,5	11,6	33,9
Венгерка обыкновенная . . . . .	42,0	25,7	16,3	45,6	13,5	32,1	43,6	14,8	28,8	45,9	12,8	33,1
Венгерка Вангейгейма . . . . .	47,2	36,1	11,1	48,4	17,6	30,8	46,1	12,6	33,5	48,3	12,8	35,5
Анна Шпет . . . . .	45,8	35,3	10,5	46,7	19,9	26,8	44,8	12,5	32,3	46,8	13,9	32,9
Ренклюд Альтана . . . . .	43,6	37,7	5,9	45,3	21,3	24,0	45,7	14,8	30,9	49,9	11,6	38,3
Персиковая . . . . .	42,9	31,2	11,7	51,1	11,6	39,5	46,3	14,7	31,6	48,4	13,9	34,5

1 — общая вода, 2 — свободная вода, 3 — связанная вода.

Таблица 2

Отношение связанной воды к свободной воде в однолетних побегах сливы в зиму 1962—1963 гг.

Сорт	Октябрь	Январь	Февраль	Март
Тулеев грас . . . . .	0,39	2,54	3,00	2,93
Венгерка обыкновенная . . . . .	0,63	2,36	1,94	2,60
Венгерка Вангейгейма . . . . .	0,31	1,75	2,67	2,77
Анна Шпет . . . . .	0,29	1,34	2,59	2,36
Ренклюд Альтана . . . . .	0,15	1,13	2,08	3,29
Персиковая . . . . .	0,37	3,41	2,14	2,47

Таблица 3

Содержание форм воды в однолетних побегах сливы в осенне-зимний период 1964—1965 гг. (в % на сырое вещество)

Сорт	Октябрь		Декабрь		Январь		Февраль		Март	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Тулеев грас . . . . .	19,72	26,76	27,78	20,45	18,48	29,34	9,20	37,86	12,80	32,75
Венгерка обыкновенная . . . . .	17,30	26,23	21,74	25,62	21,00	25,99	18,04	29,37	11,50	34,61
Венгерка Вангейгейма . . . . .	15,02	32,99	21,86	27,76	11,60	37,31	7,74	39,73	11,34	36,73
Анна Шпет . . . . .	17,32	29,75	26,82	19,49	21,84	26,73	5,52	41,90	11,18	36,22
Ренклюд Альтана . . . . .	19,62	28,03	23,12	24,23	20,94	27,84	11,26	36,38	12,36	34,86
Персиковая . . . . .	17,34	29,40	30,00	17,94	13,64	34,94	8,06	41,06	10,22	37,06

1 — свободная вода, 2 — связанная вода.

Анализ данных о водоудерживающей способности однолетних побегов показывает, что различные сорта сливы в одних и тех же условиях в течение зимнего периода теряют различное количество воды.

Таблица 4

Водоудерживающая способность побегов различных сортов сливы в осенне-зимний период 1964—1965 гг.

Сорт	Потеря воды в % на сырое вещество						
	август	сентябрь	октябрь	декабрь	январь	февраль	март
Тулеев грас . . . . .	13,68	16,25	13,43	9,39	9,62	17,34	9,94
Венгерка обыкновенная . . . . .	7,35	13,56	12,23	9,27	7,89	16,37	11,54
Венгерка Вангейгейма . . . . .	8,53	10,14	8,72	8,84	6,47	11,65	10,95
Анна Шпет . . . . .	8,43	15,05	11,02	10,24	8,61	12,70	10,11
Ренклюд Альтана . . . . .	5,72	10,15	7,38	5,71	4,95	8,32	6,45
Персиковая . . . . .	6,82	11,53	7,60	5,13	5,98	7,94	6,76

Как видно из полученных нами данных, водоудерживающая способность тканей побегов в октябре в связи с вступлением растений в период покоя увеличивается и одновременно снижается интенсивность транспирации (табл. 5).

По мере снижения температуры воздуха наблюдается дальнейшее увеличение водоудерживающей способности тканей, которое препятствует значительным потерям воды растениями; что является существенным ограничивающим фактором жизни плодовых культур.

Таблица 5

Интенсивность зимней транспирации однолетних побегов сливы в осенне-зимний период 1964—1965 гг.

Сорт	Среднесуточная потеря воды в % от исходного сырого веса за период опыта (12 дней)					
	август	сентябрь	декабрь	январь	февраль	март
Тулеу грас . . . . .	3,08	2,39	0,84	1,30	0,47	—
Венгерка обыкновенная . . . . .	2,54	1,77	0,79	1,00	0,56	1,55
Венгерка Вангейгейма . . . . .	2,99	2,71	0,73	0,63	0,34	1,29
Анна Шпет . . . . .	3,50	2,25	0,95	0,96	0,36	1,44
Ренклюд Альтана . . . . .	2,95	2,72	0,49	0,38	0,23	0,94
Персиковая . . . . .	2,73	1,76	0,65	0,62	0,24	1,02

В таблице 5 представлены данные о ходе изменения осенне-зимней транспирации побегов сливы. В январе, когда началось постепенное снижение температуры, а содержание свободной воды было еще весьма значительным, сорта Венгерка Вангейгейма, Персиковая и Ренклюд Альтана продолжали транспирировать с той же интенсивностью, что и в декабре, а у сортов Анна Шпет, Венгерка обыкновенная и Тулеу грас наблюдалось даже увеличение интенсивности транспирации. В это время нами отмечено повышение водоудерживающей способности тканей побегов, а также снижение содержания в побегах свободной воды и увеличение содержания связанной воды.

В первой половине февраля после оттепелей наступило резкое похолодание, и мы наблюдали падение водоудерживающей способности тканей побегов сливы. Чем более морозоустойчив сорт, тем это изменение водоудерживающей способности тканей проявлялось резче. Так, у морозостойкого сорта Тулеу грас потеря воды в феврале составляла 17,34%, по сравнению с 9,62% — в январе, а у сорта Персиковая соответственно — 7,94% и 5,98%. Высокая водоудерживающая способность побегов сливы Персиковая обуславливает высокое содержание воды в побегах данного сорта, что приводит к значительным повреждениям их морозом в зимы, когда после продолжительных оттепелей наступает резкое похолодание.

#### ВЫВОДЫ:

1. В осенне-зимний период в однолетних побегах деревьев сливы наблюдается уменьшение содержания свободной воды и увеличение связанной воды, достигающей своего максимума с наступлением наиболее холодного периода зимы.

2. В октябре в связи с вступлением деревьев сливы в период покоя и снижением активности процессов жизнедеятельности уменьшается интенсивность транспирации однолетних побегов и возрастает их водоудерживающая способность.

3. Морозостойкие сорта сливы, отличающиеся коротким периодом покоя, при наступлении резкого похолодания после оттепели реагируют путем значительного снижения водоудерживающей способности тканей побегов, что, несмотря на снижение интенсивности транспирации в данный период, приводит к снижению их оводненности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гирник Д. В. Водный режим древесных пород зимою и зимняя засуха. Автореферат канд. дисс., Ин-т леса АН СССР, М., 1953.
2. Гордэгин А. Я. К вопросу о зимнем испарении некоторых древесных пород. Труды об-ва естествоиспытателей при Казанском ун-те, 1925, т. 50, вып. 5, стр. 1—57.
3. Дурманов Д. Н. Водный режим и биохимические процессы в побегах яблони в осенне-зимний период как факторы зимостойкости сорта. Сб. студенч. и-и. работ Московской с.-х. академии им. К. А. Тимирязева, 1958, вып. 7, стр. 115—122.
4. Ипекджиян В. М. О зимней транспирации побегов молодых дубков в связи с их зимостойкостью. Физиология растений, 1955, т. 2, вып. 4.
5. Кушниренко М. Д. Некоторые особенности зимостойкости яблони и груши. Бюлл. научн. информ. Центр. генет. лаборатории им. И. В. Мичурина, 1957, вып. 4, стр. 24—29.
6. Кушниренко М. Д. Водный режим и засухоустойчивость плодовых растений. Кишинев, Изд-во «Штиинца», АН МССР, 1962.
7. Рязанцев А. В. Участие отдельных элементов поверхности древесных ветвей в процессе зимней транспирации. Сб. научно-исслед. работ Пермского с.-х. ин-та, 1937, № 6, стр. 157—167.



М. Н. Жулавская

### ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЛИСТЯХ И ОДНОЛЕТНИХ ПОБЕГАХ АБРИКОСА В ГОДИЧНОМ ЦИКЛЕ\*

Аскорбиновая кислота, как и другие продукты обмена растительного организма, играет большую роль в жизнедеятельности растений, влияя на различные стороны процессов обмена веществ.

Впервые вопрос о связи между содержанием аскорбиновой кислоты и морозоустойчивостью растений был поставлен Д. П. Викторовым (2), который установил, что под влиянием пониженных температур происходит новообразование аскорбиновой кислоты. Этот процесс он рассматривал как приспособительную реакцию, сущность которой состоит в том, что снижение активности физиологических процессов, в которых принимает участие аскорбиновая кислота, якобы компенсируется большим количеством молекул этого вещества. Д. П. Викторов (3) также установил, что проростки морозостойких сортов пшеницы накапливают больше аскорбиновой кислоты, чем неморозостойких. Более детально вопрос о связи между способностью озимой пшеницы накапливать аскорбиновую кислоту и морозоустойчивостью был изучен С. Д. Львовым и Л. А. Алтуховой (11). Авторы пришли к выводу, что существует внутренняя связь между содержанием в растении витамина «С» и морозоустойчивостью. Они, однако, отмечают, что витамин «С», возможно, и не принимает непосредственного участия в процессе закаливания, но при этом образуется новая, более высокая в жизненном отношении структура, которая приводит к активации ряда жизненных процессов, в том числе и тех, которые связаны с накоплением аскорбиновой кислоты. Авторы считают возможным рассматривать содержание витамина «С» в растении как один из косвенных показателей морозостойкости растений.

Прямая связь между морозоустойчивостью и содержанием в растении аскорбиновой кислоты установлена в работах с цитрусовыми. Т. С. Сулакадзе, Т. А. Кезели и К. М. Тарасашвили (13) считают возможным рассматривать повышенное содержание аскорбиновой кислоты в холодное время года как показатель способности растений к зимнему закаливанию. Авторы указывают, что зимние понижения температуры, повреждающие растения цитрусовых, не влияют непосредственно на витамин «С», его разрушение связано с повреждением клеток растения, что открывает доступ кислороду, приводящему к окислению аскорбиновой кислоты. З. В. Болховских (1), проводя исследования на вечнозеленых растениях из родов *Composita* и *primula*, резко различающихся по степени морозостойкости, установила, что зимостойкие виды на про-

тяжении всего периода исследования характеризуются большим содержанием аскорбиновой кислоты. Устойчивые виды в зимний период характеризуются способностью усиливать окислительные процессы под влиянием неблагоприятных условий, количество аскорбиновой кислоты в них в ноябре повышается, а у незимостойких снижается. Автор предполагает, что характер сдвигов в окислительно-восстановительных процессах имеет существенное значение в защите растений от неблагоприятных условий.

В последние годы появились работы, в которых изучалась взаимосвязь между морозоустойчивостью и содержанием аскорбиновой кислоты в зимнее время у плодовых культур (5, 8, 14). По данным Т. В. Зоточкиной (8), общий уровень активности окислительно-восстановительных процессов на протяжении всего периода зимнего покоя у зимостойких сортов груш ниже, чем у незимостойких. Это выражается в более низкой концентрации аскорбиновой кислоты, менее интенсивном дыхании, пониженной активности фермента каталазы. Продолжительные оттепели в зимний период сопровождаются повышением общего уровня окислительно-восстановительной активности, особенно у незимостойких сортов, о чем судили по повышению содержания аскорбиновой кислоты и по повышению интенсивности дыхания. Но существуют противоположные мнения. А. О. Скофенко (14) в побегах морозостойких сортов плодовых обнаружила в зимние месяцы большее содержание аскорбиновой кислоты, чем в остальные месяцы года, включая июль. У неморозостойкого сорта яблонь Ренет Симиренко в зимние месяцы количество витамина «С» увеличивается незначительно. Автор предполагает, что способность накапливать витамин «С» в зимние месяцы плодовыми культурами связана с их морозоустойчивостью. Такая же закономерность была установлена и для абрикоса, но направление кривых не всегда совпадало: морозоустойчивый сорт Байрак в осенние месяцы отличается меньшим содержанием аскорбиновой кислоты, чем неморозостойкий Краснощекий. Но уже в декабре количество ее в побегах Байрака значительно превосходит содержание аскорбиновой кислоты у Краснощекого. Та же закономерность установлена для двулетних побегов: в зимние месяцы все морозостойкие сорта содержат больше аскорбиновой кислоты, чем неморозостойкие. Кроме того, установлено, что более стойкая яблоня содержит в зимние месяцы больше аскорбиновой кислоты, чем менее стойкие породы (груша и абрикос). Автор считает, что у плодовых существует внутренняя связь между содержанием витамина «С» и морозоустойчивостью. На основании этого автор рекомендует рассматривать витамин «С» как косвенный показатель морозостойкости для плодовых культур и, в частности, для абрикоса.

Д. Н. Дурмановым (5) установлено увеличение содержания аскорбиновой кислоты в древесине плодовых деревьев в декабре в два-три раза по сравнению с содержанием ее в древесине в вегетационный период. Но различий в содержании аскорбиновой кислоты в побегах разных сортов автором не установлено.

Таким образом, аскорбиновой кислоте, как компоненту окислительно-восстановительной системы растений, приписывают определенную роль в устойчивости растений против действия низких температур. Роль аскорбиновой кислоты в процессе формирования стойкости растительного организма к неблагоприятным условиям существования неясна. С. Д. Львов, Г. К. Гуцевич и А. Н. Пантелеев (10) роль аскорбиновой кислоты связывают с наличием сульфгидрильных групп белка. Поскольку сульфгидрильные группы вместе с дисульфидными образуют окислительно-восстановительную систему, роль аскорбиновой кислоты

\* Работа выполнена под руководством канд. биол. наук М. В. Михайлова.

обусловлена теми окислительными реакциями, которые она способна осуществить благодаря наличию в ее молекуле диенольной группировки. Можно предположить, что аскорбиновая кислота играет определенную роль в морозоустойчивости растений благодаря накоплению в зимний период ее восстановленной формы. Как указывает В. П. Жигалов (6), аскорбиновая кислота в восстановленной форме предохраняет от окисления активные сульфгидрильные группы пепсина, а также SH-группы белка.

Согласно выдвинутой в последнее время американскими учеными сульфгидрильной теории морозостойкости растений (16, 17, 18), морозоустойчивость растений определяется содержанием и стабильностью SH-групп в белке. Повреждение при замораживании связывается с образованием прочных межмолекулярных дисульфидных групп (S-S). В результате обезвоживания при льдообразовании белковые молекулы сближаются и две наружные SH-группы окисляются в S-S. Но при оттаивании белок денатурирует. Сохранение же SH-групп и предотвращение образования S-S связей способствует общей устойчивости растения к морозу и засухе. Накопление восстановленной формы аскорбиновой кислоты в зимний период препятствует окислению сульфгидрильных группировок и, возможно, в некоторой степени способствует повышению устойчивости растений к морозу.

С другой стороны, есть данные, указывающие на регулирование аскорбиновой кислотой водного обмена растений. По данным А. А. Землянухина (7), предпосевная обработка семян кукурузы раствором аскорбиновой кислоты уменьшает оводненность и снижает транспирацию листьев растений; аскорбиновая кислота тормозит поступление воды в растение. Механизм тормозящего действия аскорбиновой кислоты на поступление и выделение воды из клеток автор объясняет изменением коллоидно-химических свойств протоплазмы.

В течение вегетационного и осенне-зимнего периода нами определялась динамика восстановленной формы аскорбиновой кислоты в листьях и однолетних побегах шести сортов абрикоса (Краснощекий, Местный ранний, Херсонский-26, Миндальный, Арзамы и Люнзе), произрастающих на трех сортоиспытательных участках: с Садово Каларашского района, учебно-опытного хозяйства «Кетросы» Ново-Аненского района и Бричанах. Определение аскорбиновой кислоты производилось методом И. К. Мурри (4).

Полученные данные свидетельствуют о неодинаковом содержании аскорбиновой кислоты в листьях и побегах абрикоса в различные годы и на разных участках, что объясняется влиянием различных метеорологических условий: температуры воздуха, света и влажности на накопление в растении аскорбиновой кислоты. Но направление кривых, отражающих изменение содержания аскорбиновой кислоты в органах растений в течение вегетационного периода, носит одинаковый характер: в мае в молодых листьях и побегах происходит быстрое накопление аскорбиновой кислоты, достигающее максимума в июне, в период интенсивного роста побегов. В этот период более высокое содержание аскорбиновой кислоты отмечено у сортов, отличающихся повышенной устойчивостью к морозу: Местного раннего, Миндального и Херсонского-26. У сортов менее стойких (Люнзе и Арзамы) отмечено значительно более низкое содержание аскорбиновой кислоты в этот период. Так, в листьях Местного раннего в июне содержится 912,77 мг% аскорбиновой кислоты на абсолютно-сухой вес, в то время как в листьях сорта Люнзе аскорбиновой кислоты содержится почти в два раза меньше — 583,77 мг% (табл. 1).

Таблица 1

Динамика накопления аскорбиновой кислоты в листьях абрикоса в мг% на абс./сухой вес (Садово)

Сорт	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
Местный ранний . . .	217,93	912,77	344,07	429,47	149,26
Херсонский-26 . . .	322,41	728,95	413,20	341,22	226,79
Миндальный . . .	344,70	823,95	407,64	477,07	198,08
Люнзе . . . . .	330,72	583,77	431,15	500,84	184,18
Арзамы . . . . .	331,68	696,07	276,57	448,21	142,41
Краснощекий . . .	341,03	736,25	410,31	390,37	165,59

После июньского максимума содержание аскорбиновой кислоты в листьях абрикоса значительно снижается к середине августа, но в сентябре количество ее в листьях почти всех исследуемых сортов несколько возрастает, что, возможно, является результатом положительного влияния снижения температуры воздуха в этот период на накопление аскорбиновой кислоты в растении. Явление повышения содержания аскорбиновой кислоты в листьях растений в конце вегетационного периода отмечено в литературе (9, 12, 15). Резкое снижение содержания аскорбиновой кислоты в листьях в октябре связано с падением жизненного тонуса в связи с их старением и отмиранием.

В побегах (по сравнению с листьями) в августе происходит более резкое падение содержания аскорбиновой кислоты: у Местного раннего — с 79,86 до 7,16 мг%, Херсонского-26 — с 50,35 до 10,18 мг%, Арзамы — с 68,20 до 8,30 мг%, Миндального — с 86,11 до 7,12 мг%, Люнзе — с 94,40 до 10,53 мг%, Краснощекого — с 87,17 до 7,58 мг%. В течение августа-сентября содержание аскорбиновой кислоты в побегах остается на одном уровне, колеблясь между 5,54 и 11,18 мг% на абс./сухой вес (табл. 2).

Таблица 2

Динамика накопления аскорбиновой кислоты в однолетних побегах абрикоса, в мг% на абс./сухой вес (1963—1964 гг.)

Сорт	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель
Местный ранний . . .	5,03	79,86	7,76	5,45	9,41	12,57	4,55	6,80	9,41	6,59
Херсонский-26 . . .	15,54	50,35	11,18	6,11	9,73	11,37	6,69	7,59	11,47	6,17
Арзамы . . . . .	16,27	68,20	8,30	5,88	8,49	13,72	4,31	8,75	13,98	7,81
Миндальный . . . . .	16,22	86,11	3,22	8,16	9,81	10,88	6,84	6,74	10,03	5,33
Люнзе . . . . .	12,93	94,10	10,53	8,77	6,80	7,22	4,32	7,71	14,34	5,85
Краснощекий . . .	21,80	87,17	7,58	6,01	9,67	9,47	5,63	6,19	9,33	5,96

Установленная нами закономерность изменения содержания аскорбиновой кислоты в листьях и однолетних побегах абрикоса в течение вегетационного периода характерна для растений, произрастающих на всех трех участках, расположенных в различных районах республики. Но абсолютное количество аскорбиновой кислоты у одних и тех же сортов, произрастающих на различных участках, разное, что обусловлено влиянием микроклиматических и почвенных условий участков (табл. 3).

На всех участках в июне наиболее четко проявляется разница в содержании аскорбиновой кислоты между сортами с различной степенью

Таблица 3

Динамика накопления аскорбиновой кислоты в листьях абрикоса, в мг% на абс./сухой вес (Кетросы)

Сорт	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
Салгирский	736,57	748,25	318,36	384,40	199,91
Херсонский-26	657,87	926,48	296,79	387,98	200,49
Миндальный	724,08	993,89	420,78	464,42	204,19
Люнзе	693,32	724,84	236,49	423,14	175,22
Арзамн	581,36	679,80	219,09	286,56	156,07
Краснощекый	516,61	684,28	326,32	475,72	135,82

устойчивости: относительно более стойкие сорта отличаются более высоким содержанием аскорбиновой кислоты в листьях в период вегетации по сравнению с менее стойкими сортами. Это свидетельствует о том, что стойкие сорта абрикоса характеризуются более активным течением биохимических процессов в растении в период вегетации.

Начиная с октября, с понижением температуры воздуха в осенний период, происходит увеличение содержания аскорбиновой кислоты в побегах абрикоса, не достигающее, однако, уровня содержания аскорбиновой кислоты в побегах в вегетационный период. В разные годы максимальное содержание аскорбиновой кислоты в зимний период отмечалось в разные месяцы зимы в зависимости от снижения и колебания температуры воздуха в осенне-зимне-весенний период. В зиму 1962—1963 года, характерную постепенным снижением температуры с минимумом в январе, повышенное содержание аскорбиновой кислоты в побегах зимой отмечено в феврале. В январе количество аскорбиновой кислоты в побегах увеличилось, но не достигло максимального количества, возможно, ввиду того, что произошло разрушение ее молекул критически низкими температурами, имевшими место в январе 1963 года и достигавшими  $-35^{\circ}\text{C}$  (табл. 4).

Таблица 4

Динамика накопления аскорбиновой кислоты в однолетних побегах абрикоса, в мг% на абс./сухой вес

Сорт	Май	Август	Октябрь	Январь	Февраль	Март
Херсонский-26	10,26	2,93	1,53	3,00	8,34	11,12
Люнзе	3,05	2,05	1,49	2,92	7,29	5,18
Краснощекый	3,83	1,91	0,50	2,14	11,58	11,98
Арзамн	—	3,08	1,43	2,43	11,88	7,91
Миндальный	—	5,75	2,82	2,56	8,50	5,52
Местный ранний	—	2,20	1,77	2,47	6,42	9,57

В зимний период 1963—1964 года содержание аскорбиновой кислоты в побегах абрикоса колебалось в связи с непостоянством температуры в эту зиму, увеличиваясь в период снижения температуры и уменьшаясь в периоды оттепелей (табл. 2). Увеличение содержания аскорбиновой кислоты в побегах отмечено в декабре, когда температура воздуха понизилась до  $-23^{\circ}\text{C}$ . В этот период наибольшее содержание аскорбиновой кислоты отмечено у группы относительно устойчивых сортов (Местного раннего, Херсонского-26 и Миндального), содержавших в побегах соответственно: 12,57, 11,37, и 10,88 мг% аскорбиновой кисло-

ты, в то время как в побегах Люнзе и Краснощекого содержание аскорбиновой кислоты составляло соответственно 7,22 и 9,47 мг%. Исключением составляет сорт Арзамн.

В конце января произошло значительное потепление, максимальная температура воздуха поднялась до  $+5^{\circ}\text{C}$ . Содержание аскорбиновой кислоты в этот период в побегах абрикоса снизилось, особенно значительно у Арзамн и Люнзе и в меньшей степени у Херсонского-26 и Миндального, т. е. у сортов с повышенной устойчивостью. Особенно резкие колебания в содержании аскорбиновой кислоты в побегах в связи с колебаниями температуры воздуха происходят у сорта Арзамн. Этот сорт, отличаясь повышенной устойчивостью в нормальные зимы с равномерным ходом температуры, резко реагирует на колебания температуры в зимний период изменением направленности биохимических процессов, что сопровождается значительным снижением его устойчивости в периоды оттепелей.

Во второй декаде февраля, когда температура воздуха снизилась до  $-18^{\circ}\text{C}$ , содержание аскорбиновой кислоты в побегах снова увеличилось. Наблюдавшееся увеличение содержания витамина «С» в весенний период обусловлено началом активации процессов жизнедеятельности.

Таким образом, максимальное количество аскорбиновой кислоты в листьях и побегах абрикоса содержится в июне-июле, в период наиболее интенсивно протекающих всех процессов жизнедеятельности. С падением интенсивности физиологических и биохимических процессов в осенний период количество аскорбиновой кислоты в побегах резко снижается. В зимние месяцы содержание аскорбиновой кислоты в побегах возрастает, но не достигает уровня летнего периода. У группы относительно устойчивых сортов в зимний период в побегах накапливается больше аскорбиновой кислоты, чем у группы менее стойких сортов. Эта корреляция нарушается в конце зимы. В январе 1964 года наблюдавшееся снижение в содержании аскорбиновой кислоты в связи с повышением температуры воздуха произошло в меньшей степени у Херсонского-26, Миндального и Местного раннего и в большей степени у Люнзе и Арзамн. Амплитуда колебания определяемых процессов, протекающих в растении, имеет большое значение при оценке устойчивости сорта.

#### ВЫВОДЫ:

1. Максимальное содержание аскорбиновой кислоты в листьях и однолетних побегах абрикосов приходится на июнь.
2. В течение всего года листья и однолетние побеги более стойких сортов абрикоса содержат больше аскорбиновой кислоты по сравнению с менее стойкими сортами.
3. В зимние месяцы (декабрь, январь, февраль) наблюдается увеличение содержания аскорбиновой кислоты в однолетних побегах абрикоса, следующее за падением ее содержания в конце вегетационного периода.
4. Максимум в накоплении аскорбиновой кислоты зимой (значительно более низкий по сравнению с летним максимумом) наступает в различные месяцы зимы в зависимости от хода зимних температур, увеличиваясь в период понижения температуры и уменьшаясь в период потеплений.
5. У более стойких сортов происходят менее значительные колебания в содержании аскорбиновой кислоты в связи с изменениями температуры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Болховских З. В. Анатомо-физиологические исследования некоторых дикорастущих растений в связи с их зимостойкостью. Труды ботанического ин-та им. Комарова, АН СССР, 1955, сер. IV, вып. 10.
2. Викторов Д. П. Образование и накопление аскорбиновой кислоты в растениях в связи с действием низких температур, подвядания и некоторых других факторов. Автореферат канд. дисс., 1948.
3. Викторов Д. П. Влияние низких температур на содержание аскорбиновой кислоты в проростках пшеницы. Известия Воронежского отделения Всесоюзного ботанического общества, 1963.
4. Вальтер О. А., Пиневиц Л. М., Варасова Н. И. Практикум по физиологии растений с основами биохимии, М., 1957.
5. Дурманов Д. Н. Некоторые физиологические особенности различных по зимостойкости сортов яблони. Канд. дисс., 1963.
6. Жигалова В. П. Влияние аскорбиновой кислоты и тиамина на активность пепсина. Доклады Акад. наук СССР. Новая серия, 1949, т. LXIX, 3.
7. Землянухин А. А. Влияние аскорбиновой кислоты на водообмен у растений. Физиология растений, 1964, т. II, вып. 6.
8. Зоточкина Т. В. Изучение активности окислительно-восстановительных процессов у груши в связи с ее зимостойкостью. Труды ЦГЛ им. Мичурина, 1962, т. 8.
9. Кузнецова-Зарудная Т. Н. Тезисы докладов III Всесоюзной конференции по витаминам АН СССР, 1939.
10. Львов С. Д., Гуцевич Г. К. и Пантелеев А. Н. О функциональном значении витамина «С» для растения. Ученые записки Ленинградского гос. университета. Серия биол. наук, 1945, вып. 15.
11. Львов С. Д. и Алтухова Л. А. Витамины «С» и его связь с морозоустойчивостью озимых сортов пшеницы. Данные АН СССР, 1951, 80.
12. Муравьева И. З., Баньковский А. И. Труды Всесоюзного института лекарственных растений, 1947, вып. IX.
13. Сулакадзе Т. С., Кезели Т. А. и Тарасашвили К. М. О динамике содержания витаминов в листьях цитрусовых в связи с их морозоустойчивостью. Труды Тбилисского ботанического ин-та, 1959, 20.
14. Скофенко А. О. Про зв'язок між морозостійкістю та здатністю деяких плодівих культур нагромаджувати аскорбинову кислоту. Наукові записки (Київський держ. ун-т ім. Т. Г. Шевченка, 1957, т. 16, вип. 1.
15. Шматок Н. Д. Сезонная динамика аскорбиновой кислоты в листьях растений в полярных условиях. Физиология растений, 1958, т. 5, вып. 4.
16. Levitt I., Sullivan C. Y., Johansson N. O., Pettit R. M. Sulfhydryls — a new factor in frost resistance. I. Changes in SH content during frost hardening. — Plant physiol. v. 36, N 5, 1961.
17. Levitt I., Sullivan C. V., Johansson N. O. Sulfhydryls — a new factor in frost resistance. III. Relation of SH increase during hardening to protein, glutathione and glutathione oxidizing activity — plant physiol. v. 37, N 3, 1962.
18. Levitt I. A sulfhydryl — disulfide hypothesis of frost injury and resistance in plants. I. Theoret. biol. v. 3, 1962.

М. В. Михайлов, А. М. Скуртул,  
В. А. Селезнев, Б. Г. Вакарь

### ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ ВОДНОГО ОБМЕНА ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ И ЗИМОВКИ

По вопросу о влиянии условий минерального питания на водный режим растений имеется много работ (2, 3, 4, 10, 13, 15, 21, 24, 25); их данные показывают, что минеральное питание оказывает положительное воздействие на водный режим растений и на процессы, протекающие в плазме клеток этих растений. При этом повышается степень гидратации коллоидов протоплазмы клеток и осмотическое давление клеточного сока (2, 3, 4, 9, 11, 23).

На протяжении ряда лет нами изучалось влияние условий минерального питания на некоторые стороны водного режима и морозостойкость виноградной лозы. Для изучения брались однолетние побеги сорта Алиготе. Опыты проводились по следующей схеме: 1-й вариант — раствор Прянишникова; 2-й вариант — раствор Прянишникова без К; 3-й вариант — раствор Прянишникова с двойной дозой К; 4-й вариант — раствор Прянишникова без Са; 5-й вариант — раствор Прянишникова с двойной дозой Са и 6-й вариант — контроль — без внесения удобрений.

Ряд авторов показал (1, 7, 10), что содержание свободной воды определяет активность физиологических процессов, а количество связанной воды — устойчивость растений.

М. М. Тюрина (28) изучала динамику связанной воды у растений высокогорного Памира в связи с их морозостойкостью. Ею установлено, что между морозостойкостью и количеством связанной воды имеется тесная связь. Положительную корреляцию между водоудерживающей способностью плазмы и морозоустойчивостью установили В. А. Мирманян (14), М. М. Гочолашвили с сотр. (8). Д. Ф. Проценко (20), В. А. Суздальцева (26), И. Г. Сулейманов (27), М. Д. Кушниренко (12) отмечают увеличение связанной воды и уменьшение свободной воды в осенне-зимний период.

Данные наших исследований представлены в таблицах 1 и 2.

Как видно из табл. 1, удобрения не влияют существенно на общее количество воды в побегах в весенне-летний период. Мало заметны различия в этот период и в содержании прочносвязанной воды и в соотношении  $\frac{\text{прочносвязанная вода}}{\text{свободная вода}}$ . В осенне-зимний период это различие становится более заметным. В это время особенности водообмена заключаются не только в снижении общего содержания воды, но и в сильном изменении фракционного состава. Резко увеличивается содержание прочносвязанной воды по всем вариантам опыта. Особенно четко это

Таблица 1  
Содержание разных форм воды в побегах виноградной лозы сорта Алготе в зависимости от режима минерального питания

Варианты	Формы воды	Дата взятия образцов												
		19/VI-63 г.	29/VIII-63 г.	22/X-63 г.	24/XII-63 г.	28/I-64 г.	16/III-64 г.	26/VI-64 г.	27/VII-64 г.	8/X-64 г.	4/II-65 г.	11/II-65 г.	13/IV-65 г.	
Контроль	Общая	1	73,10	54,05	47,19	50,25	44,03	45,37	71,68	63,90	60,74	52,44	51,91	56,25
		2	73,30	51,23	49,51	46,75	42,58	44,97	70,04	68,75	52,50	51,72	48,35	56,28
		3	71,60	53,44	49,51	46,95	45,55	43,04	74,01	66,54	51,60	48,77	50,78	58,93
		4	74,97	48,44	47,60	48,60	46,94	45,23	71,15	68,91	53,24	52,34	49,96	53,43
		5	73,18	49,97	47,56	46,54	44,87	44,96	70,73	66,60	51,82	49,50	52,25	56,10
Контроль	Свободная	1	52,44	33,61	23,22	20,38	21,72	17,22	56,42	44,72	37,60	26,06	26,02	26,34
		2	54,00	31,71	30,10	17,12	23,36	18,92	55,92	49,88	31,20	27,12	26,66	25,14
		3	52,02	29,96	22,64	15,74	22,16	13,96	56,14	44,96	26,84	20,77	25,07	24,24
		4	58,22	26,68	24,06	17,96	24,80	20,54	56,86	49,76	30,62	26,10	27,42	24,32
		5	55,62	31,27	26,76	12,52	19,34	20,60	56,82	48,44	29,36	20,37	24,76	22,66
Контроль	Общесвязанная	1	56,46	31,69	36,87	21,27	25,64	21,98	60,02	48,84	29,63	21,83	30,44	21,98
		2	20,86	20,44	23,97	29,87	22,31	28,15	15,26	19,18	23,14	26,38	24,89	30,41
		3	19,30	19,52	19,41	29,63	19,22	26,05	14,12	18,87	21,30	24,60	21,69	31,14
		4	19,58	23,48	26,87	31,21	23,39	29,08	17,87	21,58	24,76	28,00	25,71	34,69
		5	19,09	21,76	23,54	30,64	22,14	24,69	14,29	19,15	22,62	26,24	22,54	29,11
Контроль	Прочносвязанная	1	17,56	18,70	20,80	34,02	25,53	30,36	13,91	18,16	22,46	29,13	27,49	33,44
		2	18,10	19,74	19,45	28,82	18,71	22,25	14,10	18,35	21,75	24,21	20,71	26,65
		3	16,86	10,77	18,91	20,63	14,13	18,52	8,08	10,10	18,05	20,44	17,05	25,29
		4	16,54	10,83	18,13	20,21	12,24	18,07	7,15	10,27	14,06	20,34	16,41	23,87
		5	17,54	16,96	20,27	20,91	15,53	18,78	9,37	12,22	16,90	22,64	19,26	27,37
Контроль	Прочносвязанная / Свободная	1	0,32	0,32	0,81	1,01	0,65	1,08	0,14	0,23	0,48	0,78	0,66	0,96
		2	0,31	0,34	0,60	1,18	0,52	0,96	0,13	0,21	0,45	0,75	0,62	0,95
		3	0,34	0,57	0,90	1,33	0,70	1,35	0,17	0,27	0,63	1,09	0,77	1,13
		4	0,29	0,52	0,78	1,14	0,57	1,39	0,12	0,23	0,52	0,75	0,60	0,89
		5	0,29	0,43	0,65	1,75	0,81	1,33	0,11	0,23	0,46	1,16	0,87	1,14
Контроль		0,27	0,40	0,47	0,94	0,49	0,80	0,10	0,21	0,43	0,69	0,52	0,74	

проявляется в третьем и пятом вариантах, причем в третьем варианте содержание прочносвязанной воды в соотношении  $\frac{\text{прочносвязанная вода}}{\text{свободная вода}}$  выше, чем в пятом. Отмеченные изменения фракционного состава воды свидетельствуют о резком возрастании водоудерживающих сил в этот период, что согласуется с данными И. М. Васильева и др. (6) по озимой пшенице.

Увеличение содержания связанной воды в побегах виноградной лозы под влиянием минерального питания сопровождается падением содержания свободной воды.

Зимой наблюдается дальнейшее увеличение содержания прочносвязанной воды и снижение содержания свободной воды. Растет и соотношение  $\frac{\text{прочносвязанная вода}}{\text{свободная вода}}$ . Наибольшее увеличение содержания прочносвязанной воды в этот период наблюдается в третьем, пятом вариантах, причем пятый вариант преобладает над третьим.

К весне различие в содержании прочносвязанной воды и в соотношении  $\frac{\text{прочносвязанная вода}}{\text{свободная вода}}$  между этими вариантами сглаживается, и в весенне-летний период третий вариант снова начинает преобладать над пятым.

Таким образом, в весенне-летний период двойная доза К положительно сказывается на увеличении содержания прочносвязанной воды, а в осенне-зимний период наблюдается увеличение прочносвязанной воды в варианте с двойной дозой Са. Оба эти варианта по содержанию прочносвязанной воды и по соотношению  $\frac{\text{прочносвязанная вода}}{\text{свободная вода}}$  преобладают над остальными вариантами опыта и в особенности над контролем без удобрения.

Анатомо-цитохимические исследования, проведенные нами с целью выяснения влияния условий минерального питания на изменение структуры тканей, показали, что растения, выращенные при высоком содержании карбонатов в почве, отличаются очень плохим развитием флоэмы, слабым процессом лигнификации, и к моменту листопада побеги этих растений не достигают полной физиологической зрелости (рис. 1). При увеличении дозы К в таких количествах, которые способны уравновесить отрицательное воздействие карбонатов, растения отличаются очень сильным развитием флоэмы, и рано, уже к началу сентября, побеги почти по всей длине достигают физиологической зрелости, а ткани ксилемы и твердого луба сильно лигнифицируются (рис. 2).

В свете указанных выше фактов более повышенное содержание прочносвязанной воды и соотношения  $\frac{\text{прочносвязанная вода}}{\text{свободная вода}}$  в растениях третьего варианта следует объяснить тем, что калий, оказывая положительное влияние на развитие флоэмы, способствует тем самым увеличению содержания различных форм углеводов и белков, необходимых для образования различных коллоидных систем в живых тканях этих растений, и тем самым обуславливает увеличение содержания прочносвязанной воды.

Подтверждением этого положения являются данные табл. 1, показывающие, что увеличение содержания связанной воды положительно коррелирует с изменением экологических факторов, вызывающих различные превращения углеводов и белков. Растения третьего варианта отличаются более повышенной жизнеспособностью в период вегетации и более высокой морозостойкостью в период зимовки. Повышение же количества прочносвязанной воды зимой в пятом варианте следует

объяснить тем, что благодаря плохой лигнификации тканей ксилемы большое количество высокомолекулярных углеводов способно подвергаться гидролитическому распаду и образовывать повышенное содержание различных коллоидных систем не только во флоэме, но и в ксилеме, тогда как в растениях третьего варианта запас высокомолекулярных углеводов, отложенный в тканях ксилемы, из-за сильной лигнификации стенок клеток и блокировки, тем самым, ферментных систем, зимой, фактически, не подвергается гидролитическому распаду (16, 17). Несмотря на резкое увеличение количества прочносвязанной воды растения пятого варианта обладают более низкой морозостойкостью.

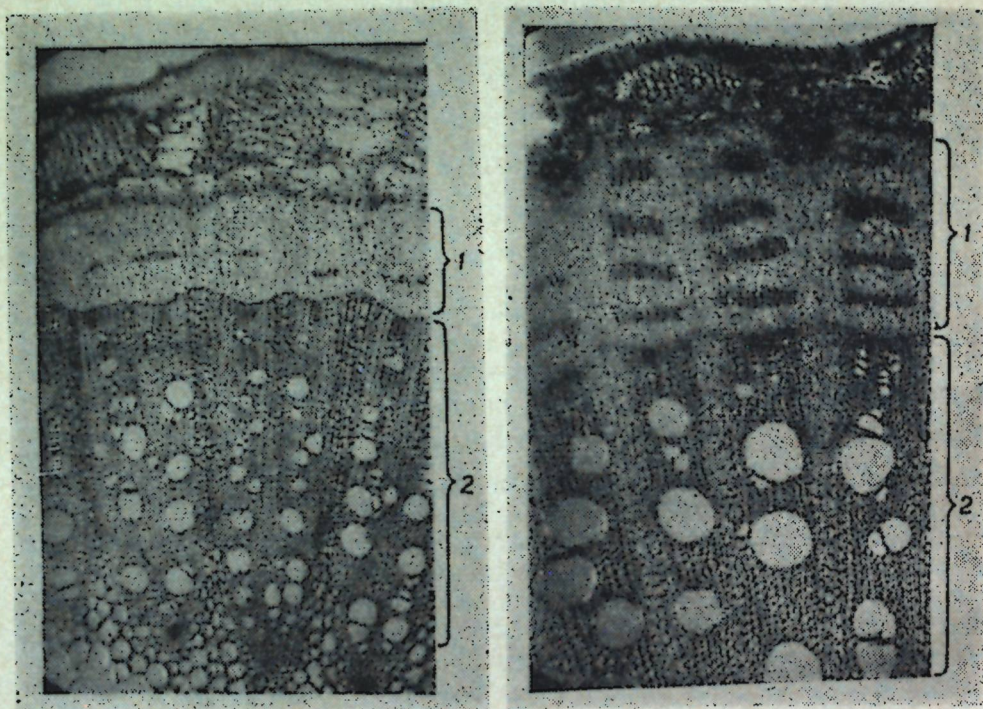


Рис. 1. Поперечный срез через основание однолетнего побега 3-летнего куста сорта Траминер, выращенного при повышенной дозе Са в питательной смеси:

1. Площадь флоэмы.  
2. Площадь ксилемы.

Рис. 2. Поперечный срез через основание однолетнего побега 3-летнего куста сорта Траминер, выращенного при повышенной дозе К в питательной смеси:

1. Площадь флоэмы.  
2. Площадь ксилемы.

При проведении исследований по вопросу выяснения изменений структуры тканей в процессе закалывания нами было обнаружено, что уже в первоначальный период, наряду с другими защитными реакциями растения, в тканях флоэмы происходит полное закупоривание пор поперечных пластинок ситовидных трубок каллозой.

Каллоза по своей природе представляет биокolloид, обладающий свойством связывать в своих мицеллах огромное количество воды. Физиологическая роль каллозы, по-видимому, заключается в том, что, будучи коллоидом с большой водоудерживающей способностью, она, с одной стороны, играет буферную роль в защите нежных тканей ситовидных трубок против образования в них кристаллов льда, оказываю-

щих губительное действие на них, а с другой стороны, она играет большую роль в защите живых тканей от действия зимних суховея. Наблюдая в динамике за процессом образования каллозы, мы наблюдали, что уже незначительное понижение температуры в естественных условиях или же искусственное воздействие отрицательных температур порядка 0° — —4°C на лозы, взятые с поля до заморозков, вызывает сплошное закупоривание пор поперечных пластинок каллозой. При этом шарики каллозы образуются, начиная от целлюлозных мембран, и по мере понижения температуры эти шарики постепенно разрастаются (рис. 3).



Рис. 3. Продольный срез через флоэму виноградного побега в период ее закупоривания каллозой под влиянием низких температур.

1. Поперечная пластинка с шариками каллозы.

Под действием оттепели или же в искусственных условиях при нормальном дневном освещении и комнатной температуре в течение 48 часов и более каллоза начинает разлагаться, причем процесс ее разложения происходит в обратном порядке, т. е. начиная от мест, прилегающих к целлюлозным мембранам, и постепенно доходя до наружной сферы шариков (рис. 4). Эти факты говорят о том, что процесс образования и распада каллозы, наряду с сопутствующим ему процессом связывания воды этим биокolloидом, как и процессы образования других биокolloидов и связывания ими воды, является процессом ферментативным, т. к. ферментные системы (5) находятся и активируются именно на целлюлозных мембранах. Вышеизложенное дает основание предполагать, что вода, являясь структурным элементом всех компонентов клетки, в том числе и биокolloидов, подвергается таким же ферментативным превращениям, как и многие вещества, в состав которых она входит.

Резюмируя вышесказанное, можно отметить, что каллоза, как биокolloид с большой водоудерживающей способностью, наряду с другими коллоидными системами, играет значительную роль в связывании воды в осенне-зимний период.

Наряду с изучением влияния минерального питания на водный режим растений виноградной лозы и наряду с анатомо-цитохимическими

исследованиями нами проводилось определение количественного содержания гидрофильных коллоидов.

А. М. Алексеев и Н. А. Гусев (4) отмечают повышение содержания гидрофильных коллоидов под влиянием минерального питания.

В. Н. Рыбак (22) осенью наблюдал повышенное содержание гидрофильных коллоидов у клевера под влиянием фосфорно-калийных удобрений, причем к весне количество их снова уменьшалось.

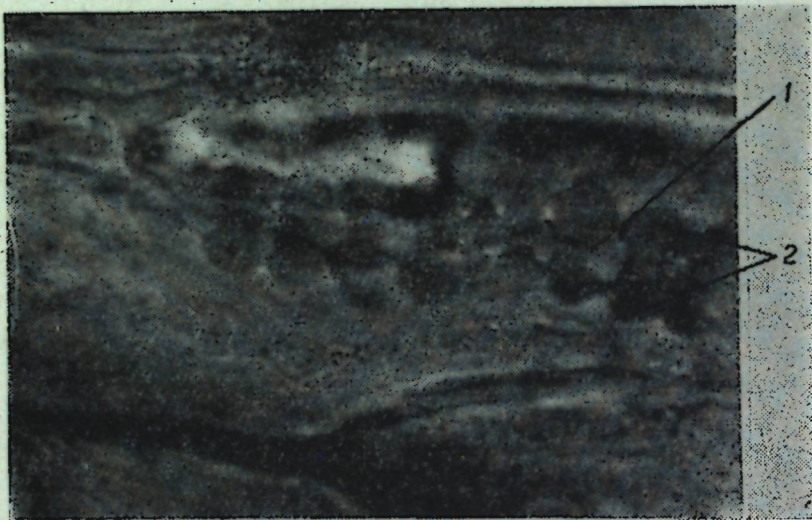


Рис. 4. Продольный срез через флоэму виноградного побега в период разложения каллозы под влиянием оттепелей и освещения.

1. Поперечная пластинка, освобожденная от каллозы.

2. Остатки шариков каллозы по обеим сторонам пластинки, которые еще не успели разложиться.

И. Н. Кукса (11) отмечал повышение гидрофильности коллоидов под влиянием фосфора и фосфорно-калийного питания. А. Г. Михайловский и Г. В. Поруцкий (19) в опытах с различными сортами озимой пшеницы установили увеличение содержания гидрофильных коллоидов под влиянием минеральных удобрений и связывают это с увеличением зимостойкости.

А. Г. Михайловский и И. В. Борзаковская (18) установили, что зимостойкие популяции клевера содержат большое количество гидрофильных коллоидов: М. В. Михайлов с сотр. (16) отметил положительную связь между количеством гидрофильных коллоидов и содержанием связанной воды.

Резюмируя вышесказанное, можно сказать, что увеличение связанной воды происходит за счет увеличения содержания гидрофильных коллоидов.

Наши данные, представленные в табл. 2, показывают, что минеральное питание оказывает положительное влияние на увеличение содержания гидрофильных коллоидов. Увеличение содержания гидрофильных коллоидов положительно коррелирует с увеличением содержания прочносвязанной воды.

В динамике содержания гидрофильных коллоидов в годичном цикле развития виноградного растения наблюдаются три максимума — летний, осенне-зимний и весенний. Первый максимум, очевидно, связан с повышенной нагрузкой, обусловленной формированием и началом созревания

урожая при высокой температуре воздуха и почвы и недостаточной обеспеченностью влагой. Второй максимум, наблюдаемый в октябре — декабре, очевидно, связан с подготовкой растения к перенесению неблагоприятных условий зимовки. Третий максимум, наблюдаемый в марте — апреле, очевидно, вызван повышением температуры воздуха в дневное время и пониженной влажностью его, а также отсутствием какой-либо деятельности корневой системы из-за низкой температуры почвы.

Таблица 2

Содержание гидрофильных коллоидов в % на сухой вес в побегах виноградной лозы сорта Алиготе в годичном цикле развития

Варианты	Дата взятия образцов					
	18/VI-63 г.	28/VIII-63 г.	22/X-63 г.	24/XII-63 г.	28/I-64 г.	16/III-64 г.
1	4,39	4,11	49,0	3,08	3,61	4,78
2	4,23	4,04	4,18	2,67	3,66	4,23
3	4,54	4,38	5,41	3,15	3,91	5,14
4	3,88	3,60	4,06	2,35	3,69	4,78
5	4,21	4,12	4,65	3,18	4,05	5,04
Контроль	3,50	3,23	4,05	2,46	3,18	4,59
	26/VI-64 г.	27/VII-64 г.	8/X-64 г.	4/I-65 г.	11/II-65 г.	13/IV-65 г.
1	4,91	1,69	2,11	3,74	4,45	4,62
2	3,70	1,54	1,77	3,58	4,26	4,46
3	5,16	2,12	2,35	3,90	4,60	5,24
4	4,71	1,67	2,03	3,79	4,00	4,04
5	4,51	1,59	2,20	4,10	4,90	4,92
Контроль	3,94	1,40	1,64	3,41	3,97	4,00

Между вариантами с двойной дозой К и с двойной дозой Са в содержании гидрофильных коллоидов наблюдается та же закономерность, что и в содержании прочносвязанной воды и в соотношении

свободная вода

#### ВЫВОДЫ:

1. Различные элементы минерального питания, оказывая влияние на изменение структуры тканей, способствуют существенному изменению их водного режима.

2. Ткани растений, выращенных при повышенной дозе К в полной питательной смеси, отличаются повышенным содержанием прочносвязанной воды и высоким соотношением  $\frac{\text{прочносвязанная вода}}{\text{свободная вода}}$  на протяжении всего годичного цикла развития, а ткани растений, выращенных при высокой дозе Са в полной питательной смеси, отличаются более низким содержанием прочносвязанной воды и соотношением  $\frac{\text{прочносвязанная вода}}{\text{свободная вода}}$

увеличением их зимой.

3. Растения, выращенные при повышенной дозе Са, отличаются плохим развитием флоэмы, слабым процессом лигнификации, и к моменту листопада побеги этих растений не достигают полной физиологической

зрелости. Растения же, выращенные при повышенной дозе К, отличаются сильным развитием флоэмы, ткани ксилемы и твердого луба сильно лигнифицируются, и побеги этих растений рано (к началу сентября) достигают полной физиологической зрелости.

4. Обнаружено, что уже в начальный период процесса закалывания в тканях флоэмы происходит полное закупоривание пор поперечных пластинок ситовидных трубок каллозой, которая, обладая большой водоудерживающей способностью, наряду с другими коллоидными системами, играет большую роль в связывании воды в осенне-зимний период.

5. Минеральное питание оказывает положительное влияние на увеличение содержания гидрофильных коллоидов. Содержание гидрофильных коллоидов по всем вариантам опыта положительно коррелирует с содержанием прочносвязанной воды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А. М. Водный режим растений и влияние на него засухи. Казань, Татариздат, 1948.
2. Алексеев А. М. Влияние минеральных удобрений на водный режим растений. Труды ин-та физиологии растений АН СССР им. К. А. Тимирязева, 1953, т. 8, вып. 1.
3. Алексеев А. М. и Горелова З. П. Влияние уровня минерального питания на водный режим растений. ДАН СССР, 1949, т. 67, № 1.
4. Алексеев А. М. и Гусев Н. А. Влияние минерального питания на водный режим растений. М., изд-во АН СССР, 1957.
5. Бат, Ханкок. Ферментативная активность стенок растительных клеток. Пятый Международный Биохимический Конгресс. Рефераты секционных сообщений, М., Изд-во АН СССР, 1961, т. 2.
6. Васильева И. М., Лебедева Л. А., Рафикова Ф. М. Некоторые взаимосвязи между водным, углеводным и азотным обменами озимой пшеницы в связи с вопросом морозоустойчивости. «Физиология растений», 1964, т. 11, вып. 5.
7. Васильева И. Г. О состоянии свободной и связанной воды в листьях растений в связи с их засухоустойчивостью. «Физиология растений», 1955, т. 2, вып. 3.
8. Гочолашвили М. М., Залданишвили М. и Деметрадзе Г. Морозоустойчивость и зимостойкость субтропических древесных пород. «Субтропические культуры», 1959, № 1.
9. Грамматикати О. Г. Изменение вязкости плазмы в клетках листьев сахарной свеклы в зависимости от минерального питания. ДАН СССР, 1948, т. 61, № 3.
10. Гусев Н. А. Некоторые закономерности водного режима растений. М.; Изд-во АН СССР, 1959.
11. Кукса И. Н. Влияние минерального питания на зимостойкость и урожай озимой пшеницы. «Химизация социалистического земледелия», 1939, № 1.
12. Кушниренко М. Д. Особенности водного режима плодовых культур. Сб.: Вопросы обмена веществ плодовых и овощных растений. Кишинев, изд-во «Карта Молдовеняскэ», 1963.
13. Мехти-Заде Р. М., Алиев И. А. Влияние минерального питания на водный режим винограда в условиях богары. Известия АН Аз. ССР, сер. биол. наук, 1964, № 2.
14. Мириманян В. А. К вопросу разработки методов диагностирования морозоустойчивости субтропических растений. Доклады ВАСХНИЛ, 1958, № 3.
15. Миролобов К. С. Минеральные удобрения, повышающие устойчивость растений. «Советская ботаника», 1938, № 4—5.
16. Михайлов М. В., Кириллов А. Ф., Скуртул А. М., Левит Т. Х. О некоторых особенностях накопления, локализации и превращения запасных пластических веществ в отдельных органах и тканях виноградного куста. Сб. Вопросы физиологии зимостойкости и засухоустойчивости плодовых и винограда. Кишинев, изд-во «Карта Молдовеняскэ», 1965а.
17. Михайлов М. В., Скуртул А. М., Селезнев В. А. Влияние режима минерального питания на углеводный обмен виноградного растения.— Известия АН МССР, сер. биол. наук, 1965б, № 4.
18. Михайловский А. Г. и Борзаковская И. В. Физиологические и биохимические особенности зимостойкости кряжевых клеверов. Сб.: Приемы повышения устойчивости озимой пшеницы и клевера против неблагоприятных условий внешней среды. Киев, Изд-во АН УССР, 1954.

19. Михайловский А. Г. и Поручий Г. В. Влияние условий внешней среды на морозоустойчивость озимой пшеницы.— Труды ин-та физиологии растений и агрохимии, Киев, 1951, № 4.

20. Проценко Д. Ф. Морозостойкость плодовых культур СССР и принципы районирования.— Тезисы докл. на конференции по физиологии устойчивости растений. М., 1959.

21. Роголев И. Е. Действие калия на содержание связанной и свободной воды и водоудерживающую способность листьев.— ДАН СССР, 1949, т. 16, № 5.

22. Рыбак В. Н. Влияние условий питания на повышение зимостойкости клевера. Сб.: Приемы повышения устойчивости озимой пшеницы и клевера против неблагоприятных условий внешней среды. Киев, изд-во АН УССР, 1954.

23. Семакин К. С. Влияние солевых элементов и азота на стойкость растений к засухе и морозу. «Экспериментальная ботаника», 1938, вып. 3.

24. Сказкин Д. Ф. Влияние элементов минерального питания на устойчивость хлебных злаков к недостатку воды в почве в различные периоды их развития. «Физиология устойчивости растений», М., 1960.

25. Сойкина Г. С. Возрастные изменения проницаемости протоплазмы.— Труды ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева, 1948, т. 6, вып. 1.

26. Суздальцева В. А. Некоторые физиологические особенности разных по зимостойкости сортов яблони.— Бюллетень Центр. генет. лабор. им. И. В. Мичурина, 1961, вып. 11—12.

27. Сулейманов И. Г. Некоторые биохимические изменения, влияющие на водообмен и морозостойкость красного клевера.— Тезисы докл. на конф. по физиол. устойчивости растений. М., 1959.

28. Тюринна М. М. О морозоустойчивости растений Памира.— Сообщ. Таджикского филиала АН СССР, 1949, 17.

29. Branas I. Autres aspects de la fertilisation. Progr. agric. vitic., 1959, An. 76, N 6.

30. Currier H. B., Esau K. and Cheadle V. I. Plasmolytic studies of Phloem.— Am. J. of bot 42, 1, 1955.

31. Esau K. Phloem structure in grapevine and its seasonal changes.— Hilgardia, 1948, vol. 18, N 5.

32. Emou I. L'adaptation des porte-greffes aux différents terrains.— Rev. vitic., 1948, vol. 94, N 6.

33. Kessler V. G. Zur Charakterisierung der Siebröhrenkallose. (Aus dem Institut für Allgemeine Botanik der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich) Mit 6 Abbildungen und 13 Tabellen, 1957.

34. Lecat Pierre. Première esquisse de la physiologie du potassium en pulvérisation foliaire sur la vigne au moyen du potassium radioactif.— Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie d'agriculture de France. 1955, N 16.

35. Frey-Wyssling A., Epprecht W. and Kessler G. Zur charakterisierung der Siebröhren-Kallose.— Experimentia, 1957, vol. 13.

36. Nightingale G. T., Schermerhorn L. G. and Robbins N. R. Some effects of potassium deficiency on the histological structure and nitrogenous and carbohydrate-constituents plants. New Jersey. Agric. Exp. stat. Bull. 499, 1930.

37. Vergnes. Sur un essai de fumure de la vigne.— Progr. vitic. 1957, An. 76, N 9.



М. В. Михайлов, А. Ф. Кириллов, Т. Х. Левит

### ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФОСФОРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФОРМИРОВКИ КУСТА И ИХ РОЛЬ В МОРЗОСТОЙКОСТИ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

В предыдущих работах нами показано, что формирование куста оказывает существенное влияние на обмен веществ (углеводный, азотный и водный), в значительной степени определяющий прохождение процессов закалывания и приобретение виноградной лозой свойств морозо- и зимостойкости (8, 9).

Виноградная лоза отличается углеводно-белковым типом запасных веществ (7). Однако при изучении ее морозостойкости различными исследователями основное внимание уделялось углеводному обмену и состоянию воды в клетке и в меньшей мере — азотному обмену (1, 3, 10, 11, 14).

Известно, что клетка погибает в результате нарушения субмикроскопической структуры протопласта. Отсюда превращения, определяющие термостабильность конституционных веществ, имеют, наряду с физико-химическими изменениями, обуславливающими повышенные водоудерживающие силы, первостепенное значение в успешном перенесении растением неблагоприятных зимних условий. В связи с этим изучение фосфорного обмена приобретает такое же значение, как и изучение углеводного и азотного обмена, с которыми он тесно связан. Хотя динамике фосфорсодержащих соединений уделено пока еще недостаточное внимание, в литературе имеются данные, указывающие на участие некоторых из них в процессах жизнедеятельности.

Неорганические фосфаты играют важную роль в углеводном обмене. Количество неорганических фосфатов может служить показателем как обеспеченности растения фосфором при нормальном росте и развитии (15), так и интенсивности процессов жизнедеятельности в том случае, когда данный орган не получает фосфатов извне (5).

Фосфатиды, относясь к группе липоидов, до некоторой степени определяют многие свойства протоплазмы, такие, как проницаемость, субмикроскопическую структуру и др.; значительное накопление их замедляет расщепление и окисление белка (15).

Лабильной является фракция кислоторастворимых фосфорорганических веществ. Проведенными исследованиями ряда авторов на различных объектах показано, что увеличение этой фракции происходит в период усиления углеводного обмена, поскольку эти соединения относятся к процессам дыхания и брожения, связаны с процессами переработки продуктов бродильного распада (5, 19).

Более стабильной является фракция нуклеопротеидов, содержание которой значительно в молодых органах растений, но по мере старения

уменьшается и в дальнейшем колеблется в незначительных пределах. При отсутствии фосфатов в растении подавляется синтез нуклеопротеидов (2). При изучении изменения нуклеиновых кислот в годичном цикле у различных по зимостойкости древесных растений К. А. Сергеева (12) пришла в вывод о наличии коррелятивной связи между содержанием РНК и зимостойкостью растений. А. А. Кричевская и Г. А. Еркина (4), М. М. Шетева и Т. Т. Биглов (18) предполагают, что закалывание растений к низким температурам связано с сохранением растением в зимнее время способности к синтезу макроэргических фосфорных соединений.

В связи с морозостойкостью нами изучался фракционный состав фосфорных соединений в однолетних виноградных лозах, отличающихся по сравнительной морозостойкости сортов — Рислинг Р. (морозостойкий) и Алеппо (неморозостойкий), культивируемых с применением высокоштамбовой и молдавской шпалерной формировок. Определялось содержание общего фосфора, минеральных фосфатов, фосфатидов, кислоторастворимых фосфорорганических соединений, нуклеопротеидов (по А. В. Соколову, 1940).

В литературе и в наших предыдущих исследованиях показано, что в тканях луба процессы, связанные с закалкой растений к низким температурам, протекают более энергично и являются более характерными для изучаемого периода жизни растения, чем процессы, протекающие в тканях древесины (6, 8, 16). Исходя из этого мы изучали динамику фосфорных соединений не в целых побегах, а дифференцировано в лубе и древесине. Отбор образцов проводили в следующие сроки: июнь — конец цветения, возобновление ростовых процессов, ноябрь — конец первой, начало второй фазы закалывания (период органического покоя), декабрь — конец органического покоя, февраль — период вынужденного покоя и в конце зимы — начале весны (апрель).

Наибольшее содержание общего фосфора приходится на июнь. По мере роста и развития виноградного растения его количество уменьшается. Содержание общего фосфора сохраняет тенденцию к уменьшению и во время прохождения растением закалывания и перезимовки. Такой закономерности подчиняется динамика содержания общего фосфора как в лубе, так и в древесине, с той разницей, что абсолютное его содержание в тканях луба выше, чем в древесине. На протяжении периода вегетации и первой фазы закалывания содержание общего фосфора в тканях луба неморозостойкого сорта Алеппо выше, чем в лозах морозостойкого сорта Рислинг Р. Во второй фазе закалывания и в зимний период его содержание выше в лозах сорта Рислинг Р. в варианте высокоштамбовой культуры. В лозах, культивируемых при молдавской шпалерной формировке, в тканях луба наблюдаем обратную картину.

В тканях древесины указанная разница незначительна (см. табл. 1). Меньшее содержание фосфора в первой фазе закалывания, по-видимому, способствует накоплению запасных пластических веществ, а несколько большее содержание его в лозах морозостойкого сорта в период второй фазы закалывания и перезимовки связано с большей интенсивностью гидролитических процессов, направленных на максимальное их использование в создании защитного комплекса против неблагоприятных зимних условий.

Анализируя динамику содержания фосфатидов, можно найти много сходного с динамикой содержания гидрофильных коллоидов. Так же как и в динамике гидрофильных коллоидов, прочносвязанной воды и общего сахара (9), в содержании фосфатидов отличаем три максимума — летний, осенне-зимний и весенний. Наибольшее содержание фосфатидов

Содержание фосфорных соединений в виноградной лозе

Формы фосфорсодержащих веществ	Высокоштамбовая формировка										Молдавская шпалерная формировка									
	Луб					Древесина					Луб					Древесина				
	VI-64	XI-64	XII-64	II-65	IV-65	XI-64	XII-64	II-65	IV-65	VI-65	VI-64	XI-64	XII-64	II-65	IV-65	VI-64	XI-64	XII-64	II-65	VI-65
Общий фосфор*	459	376	353	371	337	297	180	165	161	145	530	468	294	299	339	298	227	148	128	147
Фосфатиды**	21,13	15,43	16,43	14,56	19,29	18,18	21,57	17,58	16,77	20,69	22,83	16,45	19,05	19,06	19,76	26,17	21,59	22,30	19,53	24,49
Минеральный	24,18	36,17	33,14	34,77	36,79	29,97	28,89	21,82	31,06	32,41	20,94	26,07	29,25	24,75	30,09	30,20	26,43	27,03	27,34	25,85
Орг. кислоторастворимый	27,01	32,98	23,79	28,57	17,01	34,68	31,57	30,91	29,19	26,21	29,06	42,52	20,41	29,10	25,37	28,52	35,24	20,95	28,12	31,97
Нуклеопротеиды	27,67	15,43	26,63	29,10	26,71	17,17	17,78	29,70	22,97	20,69	27,17	14,96	31,29	27,09	24,78	15,10	16,74	29,73	25,00	17,69
Общий фосфор*	706	424	296	291	260	558	207	134	167	124	548	481	352	371	323	559	220	155	123	141
Фосфатиды**	27,48	12,74	18,92	19,24	23,08	25,45	17,39	16,42	16,77	21,77	20,07	12,68	16,48	17,52	34,36	23,61	19,54	20,00	20,33	19,15
Минеральный	41,36	31,13	25,00	30,58	33,08	25,60	24,64	23,88	26,35	26,61	33,94	25,57	29,26	25,88	25,70	27,73	20,00	25,16	28,46	25,53
Орг. кислоторастворимый	11,90	32,31	23,99	26,12	15,77	27,95	38,16	20,90	33,53	23,39	18,06	38,05	26,99	35,31	17,65	31,63	49,55	25,16	25,20	30,50
Нуклеопротеиды	19,27	25,24	32,09	24,05	28,08	20,97	19,81	38,31	23,35	28,33	27,91	23,75	27,27	21,29	22,29	17,00	10,91	29,68	26,02	24,82

\* содержание общего фосфора приводится в мг% на 1 г абсолютно сухого веса.

\*\* содержание фракций приводится в % от общего фосфора.

приходится на июнь, затем несколько снижается в период органического покоя; после выхода из этого состояния содержание фосфатидов снова повышается и достигает зимнего максимума, который не всегда совпадает с наибольшей морозостойкостью. Необходимо, однако, отметить, что в зимний период содержание фосфатидов количественно подвержено незначительным изменениям. Весной их содержание резко возрастает, достигая весеннего максимума (см. табл. 2).

Таблица 2

Содержание гидрофильных коллоидов и фосфатидов в тканях виноградной лозы сорта Алеппо (луб) (молдавская шпалерная формировка)

	Месяц				
	VI	XI	XII	II	IV
Фосфатиды . . . . .	20,07	12,68	16,48	17,52	34,36
Гидр. коллоиды . . . . .	17,60	—	3,10	5,83	6,30

Хотя динамика содержания фосфатидов в тканях лоз всех вариантов и подчиняется указанной закономерности, все-таки распределение их между тканями луба и древесины находится в зависимости от сорта и формировки. Ткани луба сорта Рислинг Р., независимо от формировки, а также сорта Алеппо при молдавской шпалерной формировке беднее фосфатидами, чем древесина. В лозах сорта Алеппо при высокоштамбовой формировке фосфатидов больше в лубе. Эти данные позволяют предположить, что фосфатиды играют важную роль в формировании приспособительных реакций растения к неблагоприятным условиям и что эта роль связана не столько с их количественным содержанием, сколько с их качественным составом.

В содержании минерального фосфора наблюдаем стремление к постепенному возрастанию его на протяжении всего вегетационного периода, что, очевидно, связано с интенсивностью и направленностью процессов углеводного обмена. В начале второй фазы закалывания обмен веществ характеризуется, в основном, деструктивными процессами, сопровождающимися накоплением низкомолекулярных защитных веществ. В этот период количество неорганических фосфатов достигает наибольшей величины. Принимая во внимание, что в этот период поступление фосфора из корневой системы или из других органов виноградного куста почти полностью исключается, так как, с одной стороны, деятельность корневой системы сильно ослаблена или прекращена, а с другой — поры перегородок ситовидных трубок закупорены каллозой, можно предположить, что повышенное количество неорганического фосфора является результатом высвобождения его из фосфорорганических соединений. В зимний период количество минеральных фосфатов продолжает оставаться на высоком уровне.

В тканях луба лоз сорта Рислинг Р., культивируемых при высокоштамбовой формировке, фосфаты подвержены незначительным колебаниям. В тканях древесины, а также луба и древесины лоз сорта Рислинг Р., культивируемых при приземистой формировке, эти колебания значительнее. Еще более значительным колебаниям подвержено содержание неорганических фосфатов в тканях лоз сорта Алеппо независимо от формировки. Эти факты указывают на меньшую стойкость защитных комплексов указанных тканей к провокационным воздействиям колеба-

ний погодных условий, а меньшее содержание неорганических фосфатов в тканях лозы сорта Алеппо подтверждает более высокую интенсивность процессов жизнедеятельности и, следовательно, их меньшую устойчивость.

Большим изменениям подвержено содержание органических кислоторастворимых фосфорных веществ. В период вегетации и покоя в их динамике есть много общего с динамикой неорганических фосфатов. Значительное повышение веществ этой фракции происходит в период закалки, а также в самые критические моменты перезимовки виноградного куста. Зима 1964—1965 гг. в Молдавии была мягкой; средняя температура воздуха была выше на 1—5°, чем в предыдущие годы. Некоторое понижение температуры наблюдалось в III декаде декабря (от —0,2 до —3,2°C), затем после длительных оттепелей в I декаде февраля; в феврале же температура воздуха во время отбора образцов была близкой к абсолютному минимуму за зиму —14°C. В эти же периоды лозы приобретали максимальную морозостойкость. Сопоставляя приведенные данные, легко убедиться, что и количество кислоторастворимых фосфорорганических веществ также повышается. В конце зимы их количество резко снижается. Таким образом, мы обнаруживаем максимальное содержание веществ этой фракции в период первой фазы закалывания, когда в обмене веществ преобладают синтетические процессы, и в критические моменты перезимовки, характеризующиеся усиленными гидролитическими процессами, направленными на мобилизацию запасных веществ.

В динамике содержания нуклеопротеидов наблюдается такая же закономерность, как и в динамике фосфатидов. Наибольшее их содержание приходится на периоды, когда лозы обладают наибольшей морозостойкостью, а также весной перед возобновлением ростовых процессов. Полученные данные дают возможность предположить положительную роль нуклеопротеидов в приобретении лозами этого свойства. Это будет верно при учете биологических особенностей сорта. Так, например, в лозах сорта Алеппо абсолютное содержание нуклеопротеидов выше, чем в лозах сорта Рислинг Р. В то же время в тканях луба содержание этой фракции выше, чем в древесине. Наши данные подтверждают предположение Ю. Л. Цельникер (17) о том, что стимулирующее влияние пониженной температуры на прохождение процессов подготовки к росту объясняется именно тем, что скорость накопления нуклеопротеидов при понижении температуры меняется сравнительно мало, тогда как все другие процессы значительно тормозятся.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая вышележащий материал, мы приходим к выводу, что формирование куста, а также особенности сорта влияют на содержание общего фосфора и на динамику фракций фосфорных соединений в виноградной лозе.

Лозы сорта Рислинг Р., культивируемые при высокоштамбовой формировке, а также луб, т. е. лозы и ткани, отличающиеся большей морозостойкостью, характеризуются повышенным содержанием в зимний период общего фосфора, неорганических фосфатов, кислоторастворимых фосфорорганических веществ.

Обнаружена положительная коррелятивная связь между содержанием гидрофильных коллоидов, с одной стороны, и содержанием фосфатидов и нуклеопротеидов, с другой.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гриненко В. В. Изменение водного режима как приспособительная реакция. Сб. «Водный режим в засушливых районах СССР», М., Изд-во АН СССР, 1961.
2. Кошарев В. Г. О роли азота и фосфора в образовании белков и нуклеиновых кислот у растений. ДАН СССР, 1955, т. 100, № 3.
3. Кондо И. Н. Зимостойкость винограда в условиях Средней Азии. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института виноделия и виноградарства «Магарач», М., Пищепромиздат, 1960, т. 10.
4. Кричевская А. А., Еркина Г. А. Динамика фосфорных соединений в листьях пшениц-двуручек. Украинский биохимический журнал, 1957, т. 29, № 4.
5. Львов С. Д., Калугина Е. В. Динамика фосфорных соединений в яблоках при их хранении. Ботанический журнал, Л., изд-во АН СССР, 1958, т. 73, № 6.
6. Марутян С. А. Превращение углеводов в коре побегов винограда под воздействием холода. Физиология растений, 1962, т. 9, № 2.
7. Михайлов М. В. О физиолого-биохимических особенностях морозостойкости виноградной лозы в условиях Молдавии. Труды первой республиканской научной конференции физиологов и биохимиков Молдавии, Кишинев, 1964.
8. Михайлов М. В., Кириллов А. Ф., Левит Т. Х. Влияние формирования на морозостойкость виноградной лозы. Известия АН МССР, 1964, № 4.
9. Михайлов М. В., Кириллов А. Ф., Скуртул А. М., Левит Т. Х. О некоторых особенностях накопления, локализации и превращения запасных пластических веществ в отдельных органах и тканях виноградного куста. Сб. «Вопросы физиологии зимостойкости и засухоустойчивости плодовых и винограда», Кишинев, «Карта Молдовены», 1965.
10. Погосян К. С. Поведение виноградного растения при оттепелях и последующих морозах. Агробиология, 1965, № 1.
11. Саакян Р. Г. Биохимические особенности морозостойкости виноградной лозы. Автореферат. Ереван, 1954.
12. Сергеева К. А. Изменение нуклеиновых кислот в годичном цикле у различных по зимостойкости древесных растений. Сб. «Биология нуклеинового обмена у растений», М., «Наука», 1964.
13. Соколов А. В. Методика фракционирования определения фосфорсодержащих соединений. «Химизация социалистического земледелия», 1940, № 4.
14. Стоев К. Д. Динамика углеводов виноградной лозы в связи с направленностью образования и распада ди- и полисахаридов. ДАН СССР, 1948, т. 61, № 6.
15. Сулейманов И. Г. Структурно-физические свойства протоплазмы и ее компонентов в связи с проблемой морозостойкости культурных растений. Изд-во Казанского университета, 1964.
16. Хачидзе О. Т., Качарова А. В. Количественное изменение нуклеиновых кислот в виноградной лозе. Сооб. АН Груз. ССР, 1964, т. 34, № 2.
17. Цельникер Ю. Л. К вопросу о физиологических причинах ритмичности роста у деревьев. Ботанический журнал, 1950, т. 35, № 5.
18. Штева М. М., Биглов Т. Т. Изменение содержания нуклеиновых кислот и других фосфорных соединений зимних растений в процессе закалывания их к низким температурам в период зимовки. Сб. «Биология нуклеинового обмена у растений», М., «Наука», 1964.
19. Шикина А. П. Динамика фосфорных соединений в онтогенезе картофеля. Сб. «Материалы по физиологии и биохимии растений», Алма-Ата, Изд-во АН Каз. ССР, 1963.

Б. Л. Дорохов, А. Д. Неврянская, З. Н. Ленник

## ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ В ОНТОГЕНЕЗЕ КУКУРУЗЫ

Процесс онтогенетического развития растительных организмов характеризуется постоянным изменением их обмена веществ. Наиболее заметны эти изменения при переходе растений от вегетативного развития к репродуктивному и особенно в периоды опыления и оплодотворения (6, 8, 11). Немаловажное значение в общем обмене веществ принадлежит азотсодержащим соединениям, которые осуществляют важнейшие функции жизненных процессов всего живого.

Об изменении азотного обмена в процессе онтогенетического развития различных растений имеются указания в исследованиях ряда ученых. Так, например, В. Г. Конарев с сотрудниками (4), изучая изменения азотного обмена у разных сортов кукурузы в процессе их роста и развития, пришли к заключению о том, что в вегетативных органах относительное содержание общего и белкового азота неуклонно падает. Абсолютное же содержание азота (в пересчете на одно растение) возрастает до фазы цветения початка, а затем понижается.

В стеблях и листьях накопление этих веществ наиболее интенсивно происходит до периода начала плодоношения. В дальнейшем этот процесс замедляется и к концу вегетации резко снижается, что, вероятно, связано с оттоком указанных веществ из вегетативных органов в семена, а также с ослаблением их образования в вегетативных органах. К аналогичным выводам на основании своих опытов пришли З. К. Степурина (7), В. Шмелева, И. Хлевнюк (9), С. Я. Демяновский, Н. Г. Доман (2). Согласно их данным, наибольшее содержание протеина в листьях кукурузы обнаружено в период стеблевания и в фазу выбрасывания султанов. В период цветения они наблюдали снижение содержания протеина, которое объясняется повышенной активностью многих физиологических процессов в период образования репродуктивных органов.

Весьма интересный, с нашей точки зрения, факт снижения содержания общего азота в вегетативных органах кукурузы после периода опыления был установлен С. С. Андреевко, Ф. М. Куперман (1). Они связывают это с передвижением значительной части азотсодержащих веществ из листьев в формирующиеся в это время семена.

Мы приводим некоторые результаты исследования с растениями кукурузы ВИР-44. Растения выращивались методом почвенной культуры в вегетационных сосудах Митчерлиха на 25 кг воздушно-сухой почвы. Для создания определенного фона минерального питания в почву вносились питательная смесь Гельригеля. В опытах 1963 года и для создания так называемого «богатого» фона минерального питания в опытах

1964 года в почву вносили 2,5 нормы вышеупомянутой смеси на 1 кг воздушно-сухой почвы. Для создания так называемого «бедного» фона минерального питания в опытах 1964 года в почву сосуда вносили одну норму этой питательной смеси. На протяжении всего вегетационного периода влажность почвы в сосудах поддерживалась равной 60% от ее полной влагоемкости.

Определение содержания общего азота (общепринятым методом Кьельдаля) и гидролитической активности протеолитических ферментов (по остаточному аминному азоту) проводили в фазы 5, 7, 9, 11, 12 и 13 листьев, а также в периоды цветения метелки, початка, опыления и оплодотворения. Проведению перекрестного внутривидового опыления

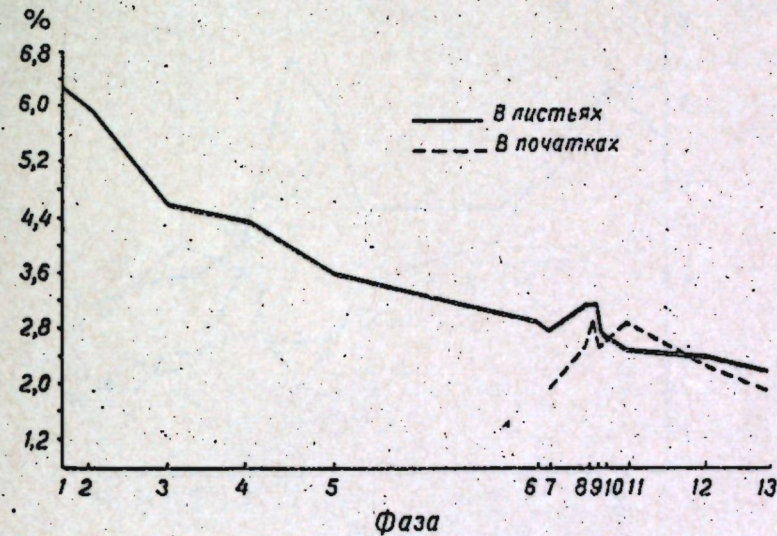


Рис. 1. Содержание общего азота в листьях и початках кукурузы ВИР-44. Опыт 1963 г.

В фазе 5-го листа (1), 7-го листа (2), 9-го листа (3), 11-го листа (4), 13-го листа (5); в период цветения метелки (6) и початка (7), опыления (8), оплодотворения (9); после оплодотворения на 2-й день (10), на 4-й день (11), на 10-й день (12), на 15-й день (13).

предшествовала изоляция мужских и женских соцветий общепринятым в селекционной практике методом. Анализ растительного материала, соответствующий периоду оплодотворения, проводили через 24 часа после опыления. Согласно высказываниям С. М. Колесникова (3) и А. А. Чеботаря (10), у кукурузы в условиях Молдавии оплодотворение происходит через 24 часа после утреннего опыления. После оплодотворения пробы для анализа брались на 2, 5, 10 и 15-й день. Анализы проводили сразу же после взятия проб.

Средние результаты определения содержания общего азота в листьях и початках растений кукурузы в опытах 1963 года приведены на рис. 1. Из него видно, что содержание общего азота в листьях в процессе вегетации (начиная с фазы 5 листа и по 15-й день после оплодотворения) постепенно снижается. Некоторое его увеличение по сравнению с предыдущим и последующим периодами происходит во время опыления и оплодотворения. Результаты аналогичных определений, но в опытах 1964 года, приведены на рис. 2. Из него видно, что в первый период роста и развития растений «бедного» и «богатого» фонов мине-

рального питания различия в содержании общего азота в их листьях были весьма небольшими. Вполне вероятно, что это объясняется наличием достаточного количества элементов минерального питания в вегетационных сосудах «бедного» фона корневого питания. После фазы 12-го листа появляются различия, которые в дальнейшем усиливаются, и растения «бедного» фона содержат меньше общего азота, чем листья растений «богатого» фона минерального питания. В период опыления в листьях этих двух групп растений происходят сильные изменения в содержании общего азота. В растениях «богатого» фона наблюдается сильное увеличение его содержания, а у «бедного» фона значительное снижение.

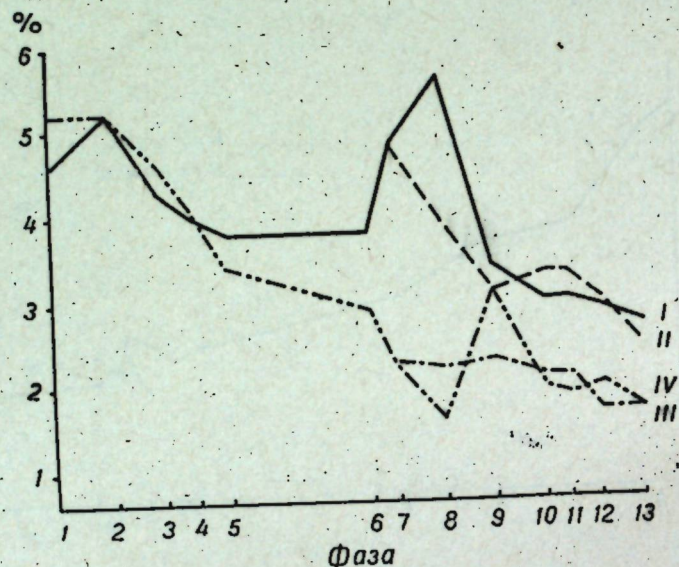


Рис. 2. Содержание общего азота в листьях кукурузы ВР-44. Опыт 1964 г.

I — материнские и отцовские растения сильно удобрены; II — материнские растения сильно удобрены, отцовские — слабо удобрены; III — материнские растения слабо удобрены; отцовские — сильно удобрены; IV — материнские и отцовские растения слабо удобрены.

В фазе 7-го листа (1), 9-го листа (2), 11-го листа (3), 12-го листа (4), 13-го листа (5); в период цветения метелки (6) и початка (7), опыления (8), оплодотворения (9); после оплодотворения на 2-й день (10), на 5-й день (11), на 9-й день (12), на 14-й день (13).

Очень интересным и важным является факт различной реакции материнского растения на тип внутрилинейного перекрестного опыления. В данном случае речь идет о переопылении родительских растений, произрастающих как в одинаковых, так и в различных условиях минерального питания. Во всех случаях опыление материнского организма пыльцой растений, которые выращивались в иных, чем материнские, условиях, приводило к быстрым изменениям в содержании общего азота в их растениях. Быстрая реакция материнского организма на качество (физиолого-биохимическое состояние) пыльцы заслуживает пристального внимания и явится темой самостоятельного сообщения. Здесь же констатируется сам факт быстрой реакции не только на опыление и оплодотворение как таковые, но и на состояние пыльцы. Реакция жен-

ских репродуктивных органов, т. е. початков, на различное опыление была также неодинакова (рис. 1 и 3). Общим же для всех вариантов являлось постепенное уменьшение содержания общего азота на единицу сухого веса початка.

Определения гидролитической активности протеолитических ферментов в листьях показывают, что она постоянно изменяется в процессе

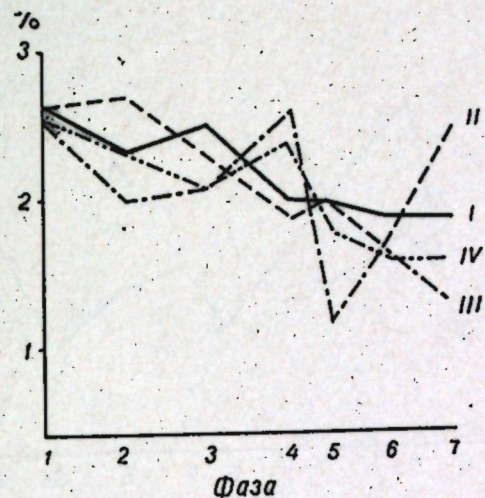


Рис. 3. Содержание общего азота в початках кукурузы ВР-44. Опыт 1964 г.

I — материнские и отцовские растения сильно удобрены; II — материнские растения сильно удобрены, отцовские — слабо удобрены; III — материнские растения слабо удобрены, отцовские — сильно удобрены; IV — материнские и отцовские растения слабо удобрены.

В период цветения початка (1), опыления (2), оплодотворения (3); после оплодотворения на 2-й день (4), на 5-й день (5), на 9-й день (6), на 14-й день (7).

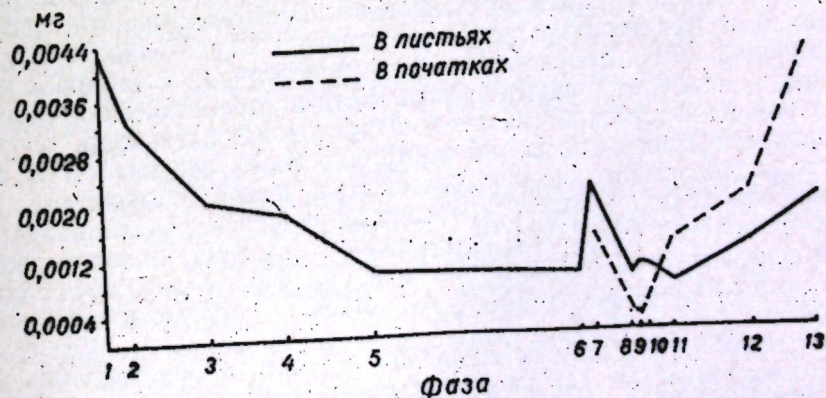


Рис. 4. Активность протеолитических ферментов в листьях и початках кукурузы ВР-44 (мг аммонийного азота на 1 г сырого вещества). Опыт 1963 г. В фазе 5-го листа (1), 7-го листа (2), 9-го листа (3), 11-го листа (4), 13-го листа (5); в период цветения метелки (6) и початка (7), опыления (8), оплодотворения (9); после оплодотворения на 2-й день (10), на 4-й день (11), на 10-й день (12), на 15-й день (13).

роста и развития растений (рис. 4 и 5). Наибольшей активностью указанных ферментов в опытах 1963 года обладают растения кукурузы в молодом возрасте. Затем, по мере роста и развития растений, она уменьшается. В период же цветения початка происходило весьма резкое увеличение ее активности. В дальнейшем она опять понижается, но не надолго. Опыты 1964 года показали, что при выращивании растений в

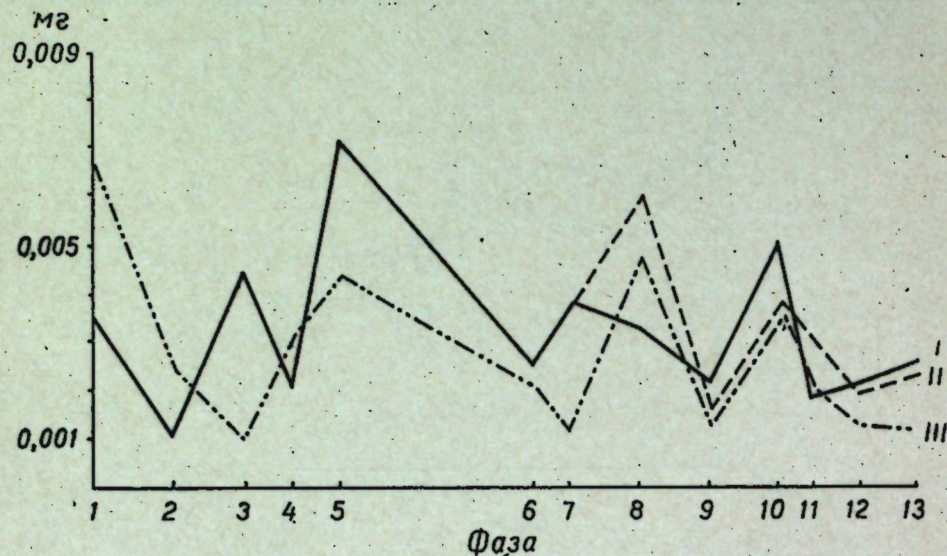


Рис. 5. Активность протеолитических ферментов в листьях кукурузы ВР-44 (мг аминокислотного азота на 1 г сырого вещества). Опыт 1964 г.

I — материнские и отцовские растения сильно удобрены; II — материнские растения сильно удобрены, отцовские — слабо удобрены; III — материнские растения слабо удобрены, отцовские — сильно удобрены.

В фазе 7-го листа (1), 9-го листа (2), 11-го листа (3), 12-го листа (4), 13-го листа (5); в период цветения метелки (6) и початка (7), опыления (8), оплодотворения (9); после оплодотворения на 2-й день (10), на 5-й день (11), на 9-й день (12), на 14-й день (13).

различных условиях минерального питания гидролитическая активность протеолитических ферментов в их листьях не одинакова. Весьма интересным и важным является различное изменение активности протеаз в период цветения початка, когда у материнских растений «богатого» фона минерального питания происходит увеличение, а у растений «бедного» фона, наоборот, снижение активности протеолитических ферментов. Не менее интересным является и различная активность листьев материнских растений после их внутрилинейного перекрестного опыления пылью разного физиологического качества. В початках разное опыление также вызывает различные изменения гидролитической активности протеаз (рис. 6). В данном случае в период оплодотворения и на второй день после оплодотворения она была выше, когда родительские растения произрастали в одинаковых условиях минерального питания.

Приведенные в настоящем сообщении результаты определения изменений гидролитической активности протеолитических ферментов в листьях кукурузы в определенной степени согласуются с высказываниями Б. А. Рубина и О. Т. Лутиковой (5) о том, что в период цветения в листьях гороха наблюдаются изменения соотношения синтетической и гидролитической направленности деятельности этих же ферментов в сторону гидролиза.

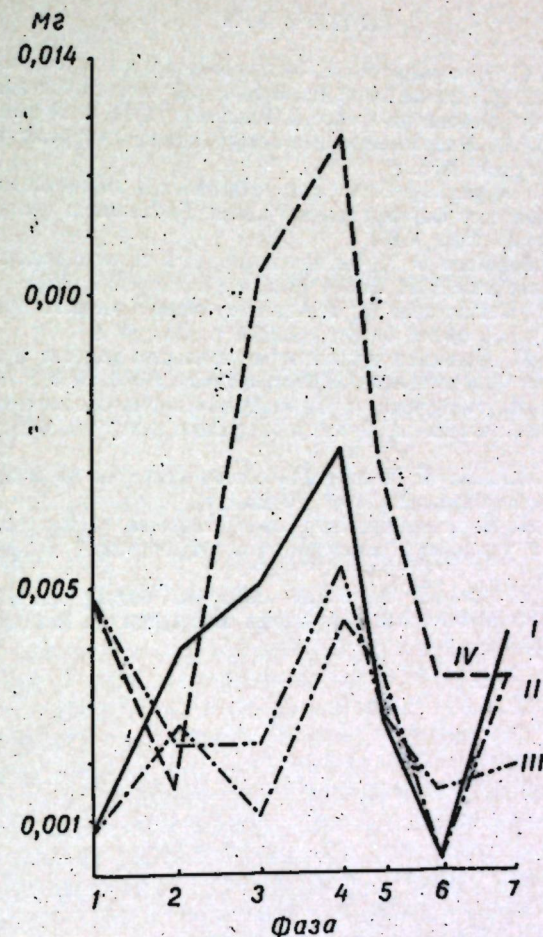


Рис. 6. Активность протеолитических ферментов в початках кукурузы ВР-44 (мг аминокислотного азота на 1 г сырого вещества). Опыт 1964 г.

I — материнские и отцовские растения сильно удобрены; II — материнские растения сильно удобрены, отцовские — слабо удобрены; III — материнские растения слабо удобрены, отцовские — сильно удобрены; IV — материнские и отцовские растения слабо удобрены.

В период цветения початка (1), опыления (2), оплодотворения (3); после оплодотворения на 2-й день (4), на 5-й день (5), на 9-й день (6), на 14-й день (7).

Таким образом, приведенные здесь результаты изучения изменения содержания общего азота и гидролитической активности протеолитических ферментов позволяют прийти к выводам о том, что:

1) в процессе онтогенетического развития растений кукурузы постоянно происходят изменения содержания общего азота и гидролитической активности протеолитических ферментов как в листьях, так и в початках;

2) наиболее сильно эти изменения происходят в репродуктивный период развития растений;

3) опыление и последующее оплодотворение вызывают определенные изменения в протекании азотистого обмена в материнских организмах. На характер указанных изменений влияют условия минерального питания родительских растений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев С. С., Куперман Ф. М. Физиология кукурузы. М., изд-во МГУ, 1959.
2. Демяновский С. Я., Доман Н. Г. Изменение химического состава листьев шелковицы в зависимости от степени их зрелости. Биохимия, 1944, т. 9, вып. 6.
3. Колесников С. М. Эмбриология пестичного цветка кукурузы в Молдавии. М., изд-во «Советская наука», 1955.
4. Кондрев В. Г., Курамин Г. С. и др. Накопление питательных веществ растениями кукурузы в процессе формирования урожая. Биохимия и физиология формирования урожая кукурузы. Уфа, 1960.
5. Рубин Б. А., Лутикова О. Т. Ферменты гороха в связи с ходом развития растений и их продуктивностью. ДАН СССР, 1940, т. XXVII, № 1.
6. Сисакян Н. М., Филиппович И. И. Характер обмена веществ при стадийном развитии организма. Журнал общей биологии, 1953, т. XIV, № 3.
7. Степурина Э. К. Динамика протенина, минеральных веществ и каротина в кукурузе в зависимости от фаз вегетации. Животноводство, 1956, № 3.
8. Школьник М. Я., Абдурашитов С. А. Влияние микроэлементов на развитие и окислительно-восстановительные процессы в онтогенезе кукурузы. Физиология растений, 1961, т. 8, вып. 4.
9. Шмелева В., Хлевнюк И. Химический состав кукурузы по фазам роста. Земледелие и животноводство Молдавии, 1961, № 10.
10. Чеботарь А. А. Изучение процесса оплодотворения кукурузы при различных способах опыления в утренние и вечерние часы. Материалы I конференции молодых ученых МССР, 1958.
11. Wittwer S. H. Growth hormones production during sexual reproduction of higher plants with special reference to synapsis and syngamy. Research Bull. Univ. of Missouri, 1943, N 371.

Б. Л. Дорохов, И. И. Баранина, С. Н. Махаринец

### ФОТОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ХЛОРОПЛАСТОВ И СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛОВ У КУКУРУЗЫ

При определении интенсивности фотосинтеза у листьев различного яруса кукурузного растения обращает на себя внимание тот факт, что они по-разному ассимилируют углекислоту. При этом отличия интенсивности поглощения  $\text{CO}_2$  даже у близко расположенных листьев бывают весьма большими. У одного и того же листа интенсивность фотосинтеза на протяжении дня не остается постоянной, а меняется в зависимости от целого ряда факторов как внешних, так и внутренних.

Одновременно с этим содержание хлорофилла в листьях разного яруса, а также у одного листа на протяжении дня подвержено гораздо меньшим колебаниям, чем интенсивность фотосинтеза. Все это указывает на большую зависимость фотосинтеза от состояния фотосинтетического аппарата, чем от количества хлорофилла. Одним из показателей состояния фотосинтетического аппарата растений является фотохимическая активность их хлоропластов. На зависимость фотохимической активности хлоропластов от ряда условий внешней среды, то есть освещенности, температуры, минерального питания, водного режима, а также от возраста растений, указывают исследования А. А. Табенцкого, Г. С. Чугаевой, Л. И. Онищенко (1); Т. Ф. Андреевой, Л. Е. Зубкович (2, 3); Г. И. Лозовой (4); Е. Г. Судьиной, М. Г. Голод и некоторых других (5).

Таблица 1.

Содержание хлорофилла в листьях кукурузы

Ярус листа <sup>1</sup>	Содержание пигментов в мг на 1 г сырого веса							
	30 июля				11 августа			
	хл. «а»	хл. «в»	сумма	$\frac{a}{b}$	хл. «а»	хл. «в»	сумма	$\frac{a}{b}$
7 лист	1,98	0,64	2,62	3,09	2,84	1,24	4,08	2,29
9 лист	2,84	0,88	3,72	3,22	3,05	1,42	4,47	2,14
11 лист	2,84	0,96	3,80	2,95	3,05	1,42	4,47	2,14
13 лист	2,32	0,80	3,12	2,90	2,84	1,20	4,04	2,36
15 лист	2,12	0,72	2,94	2,90	2,84	1,22	4,06	2,40

<sup>1</sup> Счет листьев снизу.

Целью исследований, краткие результаты которых излагаются в данном сообщении, является изучение зависимости фотоактивности хлоропластов листьев различных ярусов кукурузы, а также одного и того же яруса, но в разное время дня. Помимо этого определялось содержание хлорофиллов «а» и «в». Опыты проводились с растениями кукурузы, которая произрастала в полевых условиях. Фотохимическая активность

хлоропластов определялась методом Л. М. Воробьевой и А. А. Красновского в модификации Е. Г. Судьиной (6). Количество пигментов определяли методом бумажной хроматографии по Д. И. Сапожникову, Н. А. Поповой (7) в модификации М. М. Окунцова (8).

Средние результаты определения концентрации хлорофиллов «а» и «в» приведены в табл. 1. Из нее видно, что общее содержание хлорофилла в листьях разных ярусов колеблется незначительно. Исключение составляют лист седьмой (самый старый) и лист пятнадцатый (самый молодой); у которых хлорофилла было меньше, чем у листьев среднего яруса. Это же в равной мере относится и к содержанию хлорофиллов

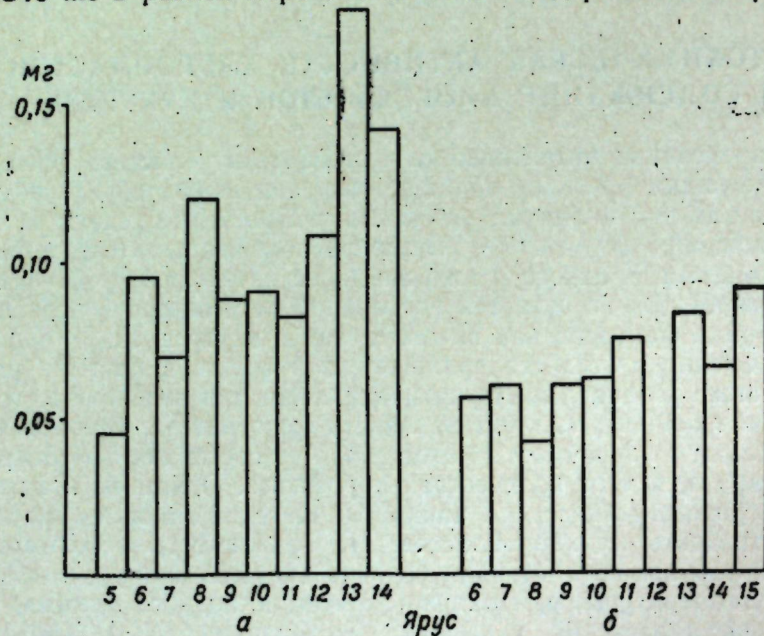


Рис. 1. Фотохимическая активность хлоропластов (мг восстановленной краски на 1 мг хлорофилла) листьев кукурузы при хорошем (а) и недостаточном (б) водоснабжении.

«а» и «в». Несколько изменяется соотношение этих пигментов в пределах одного срока анализа. При сравнении результатов определения концентрации хлорофиллов «а» и «в» 30 июля и 11 августа обращает на себя внимание тот факт, что 11 августа, наряду с увеличением содержания указанных хлорофиллов, наблюдается уменьшение отношения хлорофилла «а» к хлорофиллу «в». Происходит это за счет большего увеличения количества хлорофилла «в».

Средние результаты определения фотохимической активности хлоропластов листьев разных ярусов у двух групп растений, которые произрастали в различных условиях водоснабжения, представлены на рис. 1. Они показывают, что фотохимическая активность хлоропластов листьев растений, произраставших в условиях хорошего водоснабжения, была гораздо выше, чем у растений, которые произрастали в условиях недостаточного водоснабжения. Как у одних, так и у других растений активность хлоропластов листьев разных ярусов различна. Причем листья верхних ярусов, то есть наиболее молодые, но уже с вполне сформировавшимися листовыми пластинками, обладали и наиболее высокой фотоактивностью. Здесь же необходимо отметить и то, что хлоропласты листьев, в пазухе которых образовался початок, особенно в условиях недостаточного водоснабжения, отличались пониженной фотоактивностью.

Наиболее хорошо это видно из наблюдений над изменением фотоактивности у 9-го листа, питающего початок, и более молодого, выше расположенного, 12-го листа. Результаты этих наблюдений приведены на рис. 2. Помимо этого, они убедительно показывают, что у обеих групп листьев фотохимическая активность их хлоропластов не остается постоянной на протяжении дня. Максимальная активность наблюдается в основном от 12 до 14 часов. Затем происходит ее снижение, и приблизительно к 17 часам наблюдается опять некоторый подъем.

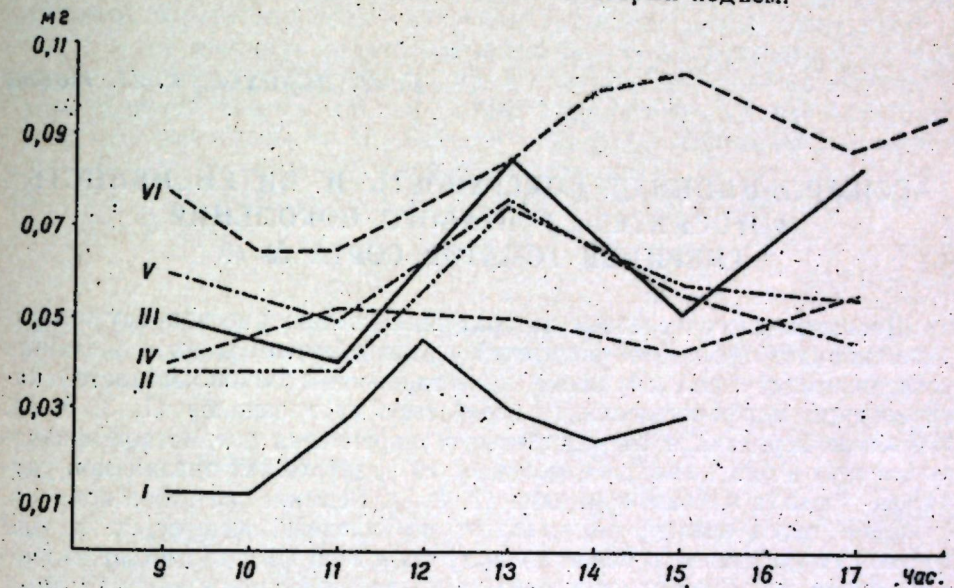


Рис. 2. Фотохимическая активность хлоропластов (мг восстановленной краски на 1 мг хлорофилла) листьев кукурузы в течение дня (июль-август 1964 г.): 31 июля в фазе 9-го листа (I); 6 августа в фазе 9-го (II) и 12-го листа (III); 7 августа в фазе 9-го (IV) и 12-го листа (V); 13 августа в фазе 12-го листа (VI).

Таким образом, изменение фотохимической активности хлоропластов — явление сложное и свидетельствует о влиянии на нее многих как внешних, так и внутренних факторов, а следовательно нуждается в более детальном исследовании.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Табенцкий А. А., Чугаева Г. С., Онищенко Л. И. Развитие хлорофиллоносной системы листьев свекловичного растения как исходный фактор его продуктивности. Научные записки Белоцерковского сельскохозяйственного института, 1958, т. 5.
2. Андреева Т. Ф., Зубкович Л. Е. О фотохимической активности изолированных гранул хлоропластов. ДАН СССР, 1948, т. 60, № 4.
3. Андреева Т. Ф., Зубкович Л. Е. О фотохимической активности изолированных хлоропластов. Труды ин-та физиологии растений, 1953, т. 8, № 11.
4. Лозовая Г. И. Особенности пигментной системы пластид кукурузы различного генетического происхождения. Автореферат, Киев, 1964.
5. Судьиная Е. Г., Голод М. Г. Фотохимическая активность хлорофилла и мощность хлорофилл-белково-липидного комплекса. Украинский Ботанический журнал, 1963, т. 20, № 5.
6. Воробьева Л. М., Красновский А. А. Фотохимически активная форма хлорофилла в листьях и ее превращения. Биохимия, 1956, т. 21, вып. 1.
7. Сапожников Д. И., Масвская А. Н., Попова И. А. Количественное определение хлорофиллов «а» и «в» при помощи бумажной хроматографии. Физиология растений, 1959, т. 6, вып. 3.
8. Окунцов М. М., Кудинова Л. И. К методике определения хлорофиллов «а» и «в» на фотоэлектрическом калориметре. Вопросы фотосинтеза, Томск, 1964, вып. 1.



Б. Л. Дорохов, Е. П. Новва

### АССИМИЛЯЦИОННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА У ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ ГИБРИДОВ ТОМАТОВ СОРТА № 10

Довольно многочисленные литературные сведения по вопросу о передаче гибридам свойств их родителей указывают, что основное внимание исследователей было обращено на установление закономерностей наследования морфологических и хозяйственных признаков (1, 3, 5, 6). Изучению передачи и наследственного закрепления потомством физиологических и биохимических особенностей родительских организмов уделялось гораздо меньше внимания (2, 4, 7). Решение же этого вопроса, с нашей точки зрения, представляет несомненный интерес, т. к. оно должно способствовать более полному познанию физиолого-биохимических основ приобретения и наследственного закрепления тех или иных свойств гибридного организма.

По вопросу об изменении интенсивности фотосинтеза у гибридов, по сравнению с их родителями, в литературе имеется еще меньше сведений (7, 8, 10). В некоторых из них указывается, что в большинстве случаев у гетерозисных гибридов наблюдается увеличение интенсивности фотосинтеза или общего размера листовой поверхности. Иногда же происходит увеличение как того, так и другого показателя, характеризующего фотосинтез целого растения.

Исследования, краткие результаты которых здесь обсуждаются, проводились с растениями томатов сортов № 10 и Бизон и их гибридами, которые были получены от скрещивания указанных родительских растений, произраставших в одинаковых и различных условиях минерального питания. Все подопытные растения как в год проведения гибридизации, так и на следующий год, выращивались методом почвенной культуры в вегетационных сосудах Митчерлиха на 6 кг воздушно-сухой почвы при строго контролируемых условиях водного режима и минерального питания. На протяжении всего периода выращивания растений влажность почвы во всех сосудах поддерживалась равной 70% от полной ее влагоемкости.

В год проведения гибридизации родительские растения так называемого «слабо удобренного» фона минерального питания выращивались при внесении в почву  $K_2O-0,54$  г;  $P_2O_5-0,58$  г;  $N-0,6$  г. Растения «сильно удобренного» —  $K_2O-0,97$  г;  $P_2O_5-2,72$  г;  $N-3,40$  г. На следующий год полученные гибридные растения выращивались в таких же вегетационных сосудах, но при внесении в почву  $K_2O-0,75$  г;  $P_2O_5-1,70$  г;  $N-2,00$  г, что являлось средним между двумя указанными фонами минерального питания.

Для более равномерного обеспечения растений элементами минерального питания на протяжении вегетационного периода вышеуказанные количества удобрений вносились в вегетационные сосуды дробно, т. е. в 4 приема. Вносились они в растворенном виде вместе с поливной водой.

На протяжении вегетационного периода проводились измерения общей ассимиляционной поверхности и скорости ее прироста, а также интенсивности фотосинтеза как единицы площади листьев, так и целого растения. Измерения общей величины ассимиляционной поверхности и скорости ее прироста проводили путем получения отпечатков листьев на фотобумаге. Интенсивность продуктивного фотосинтеза определялась газометрическим методом в токе атмосферного воздуха с применением установок типа Х. Н. Починка у листьев, которые не отделялись от основного растения (9). Скорость ассимиляции  $CO_2$  учитывали, когда растения находились в фазе 6—7 листьев и в период массового цветения первой кисти.

Таблица 1

Средний прирост ассимиляционной поверхности одного листа и ее общая величина одного растения у первого поколения гибридных растений

Вариант опыления	Общая ассимиляционная поверхность в возрасте 40 дней		Прирост ассимиляционной поверхности одного листа за 31 день	
	в $dm^2$	в % от контроля	в $dm^2$	в % от контроля
№ 10 (слабо удобрен) самоопыление . . . . .	7,70	100	0,16	100
№ 10 (слабо удобрен) перекрестное опыление . . . . .	8,14	105,61	0,18	112,50
№ 10 (слабо удобрен) . . . . .				
№ 10 (сильно удобрен) . . . . .	9,38	121,82	0,21	131,25
№ 10 (слабо удобрен) . . . . .				
Бизон (слабо удобрен) . . . . .	14,44	187,53	0,31	193,75
№ 10 (слабо удобрен) . . . . .				
Бизон (сильно удобрен) . . . . .	14,50	192,21	0,31	193,75
№ 10 (сильно удобрен) самоопыление . . . . .	9,91	100	0,22	100
№ 10 (сильно удобрен) перекрестное опыление . . . . .	11,777	118,77	0,25	113,662
№ 10 (сильно удобрен) . . . . .				
№ 10 (слабо удобрен) . . . . .	13,24	133,60	0,31	141,82
№ 10 (сильно удобрен) . . . . .				
Бизон (слабо удобрен) . . . . .	15,00	151,37	0,37	168,18
№ 10 (сильно удобрен) . . . . .				
Бизон (сильно удобрен) . . . . .	15,04	151,77	0,37	168,18

Средние результаты определения ассимиляционной поверхности у первого поколения гибридных растений, полученных на основе сорта № 10, приведены в табл. 1. Они довольно убедительно показывают, что у всех без исключения гибридных растений, полученных в результате межсортового переопыления, общая ассимиляционная поверхность была больше, чем у растений, которые выращены из семян, полученных при внутрисортовом опылении. Они же обладали и более интенсивным приростом листовой поверхности. У растений, которые были выращены из семян, полученных от внутрисортового опыления, как общая ассимиляционная поверхность, так и интенсивность ее роста были не одинаковыми и зависели от типа опыления. Наибольшими они были в тех случаях, когда растения выращены из семян от внутрисортового перекрестного опыления родительских организмов, произраставших в разных условиях

минерального питания. Наименьшей ассимиляционной поверхностью и скоростью ее роста обладали растения, которые были выращены из семян от самоопыления. Промежуточное положение между двумя указанными группами занимали те растения, которые были выращены из семян от внутрисортного перекрестного опыления родителей, произраставших в одинаковых условиях минерального питания.

Таблица 2

Интенсивность продуктивного фотосинтеза у первого поколения гибридных растений томатов

Вариант опыления	Средняя интенсивность фотосинтеза			
	в мг СО <sub>2</sub> на 1 дм <sup>2</sup> за 1 час		в % от контроля	
	21-22/6	3-4/7	21-22/6	3-4/7
№ 10 (слабо удобрен) самоопыление	29,32	29,82	1000	100
№ 10 (слабо удобрен) × № 10 (слабо удобрен) перекрестное опыление	31,33	82,26	106,86	108,18
№ 10 (слабо удобрен) × № 10 (сильно удобрен)	36,36	33,99	124,01	113,9
№ 10 (слабо удобрен) × Бизон (слабо удобрен)	38,88	26,46	132,61	122,27
№ 10 (слабо удобрен) × Бизон (сильно удобрен)	43,56	30,52	148,57	102,35
№ 10 (сильно удобрен) самоопыление	24,47	22,87	100	100
№ 10 (сильно удобрен) × № 10 (сильно удобрен) перекрестное опыление	22,66	25,48	92,60	111,41
№ 10 (сильно удобрен) × № 10 (слабо удобрен)	25,21	31,62	103,02	138,57
№ 10 (сильно удобрен) × Бизон (сильно удобрен)	25,92	32,34	105,93	141,41
№ 10 (сильно удобрен) × Бизон (слабо удобрен)	27,76	32,53	113,45	142,24

Отмеченные особенности формирования листовой ассимиляционной поверхности в равной степени относятся как к растениям, полученным на основе слабо удобренных материнских организмов, так и на основе сильно удобренных. Правда, последние обладали несколько большей величиной общей листовой поверхности и величиной ее прироста (в абсолютных величинах). Прирост листовой ассимиляционной поверхности коррелирует с ее общей величиной.

Средние результаты определения интенсивности продуктивного фотосинтеза у этих же растений приведены в табл. 2. Они указывают, что наиболее интенсивно этот процесс проходит у гибридных растений, которые получены в результате скрещивания сортов № 10 и Бизон. При межсортовом скрещивании более высокой интенсивностью продуктивного фотосинтеза обладали те гибриды, у которых в год их получения родительские растения выращивались в разных условиях минерального питания, т. е. один из родителей произрастал на слабо удобренном фоне минерального питания, а другой на сильно удобренном фоне. На несколько более низком уровне был фотосинтез в том случае, если гибрид был получен в результате межсортового скрещивания, но родительские растения произрастали в одинаковых условиях минерального питания.

Это относится как к периоду, когда гибридные растения находились в фазе 6—7 листьев, так и когда происходило цветение первой кисти. Здесь же необходимо отметить, что в опытах предыдущих лет у материнских растений после проведения этого типа опыления наблюдалось сильное увеличение интенсивности продуктивного фотосинтеза. Если учесть, что гибридные растения, которые выращены из семян от этого скрещивания (опыления), обладают высоким фотосинтезом, то создается мнение, что этот признак якобы передан по наследству.

Так же интересным является факт наличия разной интенсивности продуктивного фотосинтеза у растений, которые выращены из семян от различного внутрисортного опыления. Наименьшая интенсивность продуктивного фотосинтеза была у растений, которые получены при самоопылении сорта № 10. Большой интенсивностью ассимиляции СО<sub>2</sub> обладали растения, которые были получены в результате проведения внутрисортного перекрестного опыления родителей, произраставших при одинаковых условиях минерального питания. Еще большая скорость поглощения углекислоты была у растений такого же типа опыления, но при условии, что их родители выращивались в разных условиях питания. Часто интенсивность их ассимиляции СО<sub>2</sub> приближалась к таковой у гибридных растений, которые были получены в результате межсортового скрещивания.

Интенсивность продуктивного фотосинтеза в данных опытах коррелирует как со скоростью прироста, так и с общей величиной ассимиляционной листовой поверхности растений томатов сорта № 10 и гибридов. Таким образом, у гибридных растений наблюдается наиболее удачное сочетание тех показателей, которые обуславливают фотосинтез целого растения. Они отличаются высокой интенсивностью фотосинтеза с единицы листовой поверхности и общей ее величиной. В результате все это приводит к тому, что они фотосинтезируют в 2—2,5 раза больше, чем растения от самоопыления (табл. 3).

Этим же опытом было показано, что указанные гибридные растения являются более скороспелыми, чем их родительские формы. Начало плодоношения у них наступает на 8—10 дней раньше родительских форм.

Таблица 3

## Интенсивность продуктивного фотосинтеза у целого растения

Вариант опыления	Интенсивность продуктивного фотосинтеза за один час	
	в мг	в % от контроля
№ 10 (слабо удобрен) самоопыление	144	100
№ 10 (слабо удобрен) перекрестное опыление	163	113,19
№ 10 (слабо-удобрен) × № 10 (сильно удобрен)	194	134,72
№ 10 (слабо удобрен) × Бизон (слабо удобрен)	320	222,22
№ 10 (слабо удобрен) × Бизон (сильно удобрен)	360	250,00
№ 10 (сильно удобрен) самоопыление	151	100
№ 10 (сильно удобрен) перекрестное опыление	211	139,80
№ 10 (сильно удобрен) × № 10 (слабо удобрен)	255	168,87
№ 10 (сильно удобрен) × Бизон (слабо удобрен)	344	227,82
№ 10 (сильно удобрен) × Бизон (сильно удобрен)	301	199,34

## ЛИТЕРАТУРА

1. Антрашенюк Н. В. Гетерозис, 1961
2. Атабекова А. И. ДАН СССР, 1957, т. 112, № 5.
3. Брежнев Д. Д. Томаты, 1955.
4. Быстров Б. А., Павлова М. Я., Фалькенберг З. А. Физиология растений, 1956, 3, 185.
5. Дарвин Ч. Действие перекрестного опыления и самоопыления в растительном мире, М., 1939.
6. Даскалов Х. О применении гетерозиса при возделывании некоторых овощных культур в Болгарии, 1961.
7. Дорохов Б. Л. Первая научная сессия АН Молдавской ССР, Кишинев, изд-во «Штиинца», 1962.
8. Дорохов Б. Л. ДАН СССР, 1957, т. 112, № 5.
9. Починюк К. Н. Установка для газометрического определения фотосинтеза в естественных условиях. Научные труды Украинского института физиологии растений, 1959, т. 16.

Г. В. Шишкану, Н. В. Семенова

## ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕЗА ГРУШИ И АБРИКОСА

Согласно исследованиям некоторых авторов (1, 2, 6), между разными древесными, в том числе и плодовыми растениями, имеются весьма значительные различия по интенсивности продуктивного (наблюдаемого или кажущегося) фотосинтеза. Так, например, К. М. Голик (1) указывает, что вишня, слива, черешня и абрикос, произрастающие в сравнительно одинаковых условиях (под Киевом), обладают разной интенсивностью фотосинтеза как на протяжении вегетационного периода, так и на протяжении дня.

Между разными сортами одной и той же породы также имеются различия по интенсивности ассимиляции  $\text{CO}_2$  (5). В пределах одного и того же дерева можно обнаружить различия по фотосинтезу у разных листьев (8, 9, 10, 11). А. Гайнике и М. Гоффман (10) указывают, что одинаковые по внешнему виду листья яблони, расположенные в одной части побега, в одно и то же время дня обладали неодинаковым фотосинтезом. В опытах Уо (11) различия по интенсивности фотосинтеза у разных листьев яблони при одинаковых внешних условиях иногда достигали 100%.

Таким образом, опыты указанных исследователей показывают, что в одних и тех же или сходных условиях внешней среды не только у представителей разных групп и сортов, но и у листьев одного и того же растения количественная величина, характеризующая скорость поглощения углекислоты, неодинакова. Все это свидетельствует о том, что интенсивность поглощения  $\text{CO}_2$  плодовыми растениями зависит не только от внешних условий их обитания, но и от ряда еще далеко не выясненных внутренних факторов. На это указывают и результаты исследований, проводившихся с грушей и абрикосом, которые обсуждаются в настоящем сообщении.

Опыты проводились с саженцами груши сорта любимица Клаппа (привитыми на дикой груше) и абрикоса сорта Краснощекий (привитыми на жарделе). Опытные растения в 1961 году в возрасте одного года (однолетки) были посажены в вегетационные сосуды Вагнера и на протяжении 1961—1964 гг. выращивались в одинаковых и контролируемых условиях минерального питания и водного режима. Интенсивность продуктивного (наблюдаемого или кажущегося) фотосинтеза в 1963 и 1964 гг. определялась газометрическим методом в токе атмосферного воздуха у листьев, которые не отделялись от растения (4). Использование установки, состоящей из 16 газовых счетчиков, позволяло проводить изучение фотосинтеза у 13 растений одновременно, т. е. в одинаковых условиях освещения, температуры и содержания  $\text{CO}_2$  в воздухе. Это является важным и необходимым методическим требованием при проведении подобных исследований.

Во время определения фотосинтеза параллельно регистрировались изменения интенсивности освещения, температуры воздуха и содержания в нем углекислоты. При расчетах объемы воздуха приводились к нормальным условиям (при 760 мм рт. ст. и температуре 0°C).

Средние результаты интенсивности продуктивного фотосинтеза у груши и абрикоса в одинаковых условиях внешней среды приведены в табл. 1. Из нее видно, что во всех случаях абрикос обладает меньшей интенсивностью продуктивного фотосинтеза, чем груша. При этом в разные дни степень отличия скорости ассимиляции CO<sub>2</sub> у растений абрикоса и груши была весьма различна. Так, например, 24, 26, 27 июня листья груши фотосинтезировали намного сильнее, чем такие же по ярусу своего расположения листья абрикоса. В июле это различие было меньшим.

Интенсивность фотосинтеза у груши и абрикоса

Дата определения	Время (середина экспозиции)		Количество мг CO <sub>2</sub> , поглощенных 1 дм <sup>2</sup> листа за 1 час		Условия проведения опыта		
	час.	мин.	абрикос	груша	освещенность в лх	температура воздуха	кол-во в CO <sub>2</sub> в воздухе (мг на 1 л)
24-VI	9	05	1,93	22,41	49840	26,4	0,628
26-VI	8	08	1,54	23,69	40600	23,8	0,609
27-VI	8	15	0,92	13,92	51800	26,8	0,583
28-VI	8	45	3,70	16,38	49000	26,7	0,633
5-VII	9	32	4,79	8,03	34720	24,1	0,509
6-VII	8	52	6,42	18,47	56560	21,8	0,581
15-VII	11	07	0,79	0,28	59640	26,7	0,455
17-VII	8	17	7,57	11,51	26320	22,4	0,486
18-VII	8	17	2,74	6,07	25760	24,0	0,584
19-VII	11	12	3,64	8,55	65520	28,5	0,541
22-VII	10	12	6,24	3,70	28000	23,1	0,559

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что было зарегистрировано два случая, когда фотосинтез абрикоса превышал таковой у листьев груши. Трудно объяснить причину такого большого различия интенсивности продуктивного фотосинтеза у этих культур. В равной степени возможно, что она объясняется как разной величиной истинного (или фактического) фотосинтеза, так и неодинаковой интенсивностью процесса дыхания. Для наиболее полного объяснения указанных случаев необходимо проведение специальных исследований по изучению суточных изменений этих процессов. Помимо этого, нужно обратить внимание на строение фотосинтетического аппарата и реакцию растений на изменяющиеся условия внешней среды на протяжении всего вегетационного периода. Некоторые примеры неодинакового реагирования фотосинтеза абрикоса и груши на изменения одних и тех же условий их произрастания можно найти в табл. 1.

Результаты изменения интенсивности продуктивного фотосинтеза у груши в зависимости от освещенности, температуры воздуха и содержания в нем CO<sub>2</sub> приведены в табл. 2 и 3. Данные табл. 2 показывают, что наиболее изменяющимся фактором внешней среды в обсуждаемых здесь исследованиях является освещение. Содержание CO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе во время измерения фотосинтеза было сравнительно высоким и меньше подвержено колебаниям. Только в одном случае оно было ниже, чем 0,5 мг в 1 л воздуха. Температура воздуха также меньше изменялась, чем освещение.

Таблица 2  
Интенсивность фотосинтеза у груши

Дата определения	Количество мг CO <sub>2</sub> , поглощенных 1 дм <sup>2</sup> листа за 1 час	Условия проведения опыта		
		освещенность в лх	температура воздуха	кол-во CO <sub>2</sub> в воздухе (мг на 1 л)
24-VI	17,39	61568	27,6	0,609
26-VI	16,59	63133	26,2	0,583
27-VI	19,19	60010	29,1	0,569
28-VI	18,97	47413	26,6	0,622
6-VII	17,10	64120	23,6	0,567
16-VII	8,68	47320	21,1	0,481
17-VII	8,28	35400	23,7	0,506
18-VII	7,85	25760	24,0	0,584

Таблица 3

Интенсивность фотосинтеза у груши

Дата определения	Время (середина экспозиции)		Количество мг CO <sub>2</sub> , поглощенных 1 дм <sup>2</sup> за 1 час	Условия проведения опыта		
	час	мин		освещенность в лх	температура воздуха	кол-во CO <sub>2</sub> в воздухе (мг на 1 л)
24-VI	9	05	22,41	49840	26,4	0,628
	10	48	20,12	71680	27,8	0,599
26-VI	11	55	9,65	63000	28,8	0,600
	8	08	23,69	40600	23,8	0,609
	9	33	22,24	58240	26,2	0,580
28-VI	10	45	3,85	70560	28,5	0,560
	7	55	20,78	35000	23,4	0,548
	8	40	16,38	49000	26,7	0,633
10	45	18,77	58240	29,6	0,612	

При интенсивности освещения от 60 000 люкс и выше фотосинтез составлял от 16,59 до 19,19 мг CO<sub>2</sub> на 1 дм<sup>2</sup> за 1 час. При освещении ниже 50 000 люкс фотосинтез был от 8,68 до 7,85 мг. Исключалась относительно высокая интенсивность продуктивного фотосинтеза при сравнительно низкой освещенности. Растение поглощало 18,97 мг CO<sub>2</sub> на 1 дм<sup>2</sup> за 1 час, а освещенность листьев в это время равнялась 47413 люкс. Объясняется это, по всей вероятности, высоким содержанием углекислоты в атмосферном воздухе в момент измерения фотосинтеза. Оно равнялось 0,622 мг на 1 л воздуха, что превышало обычное его содержание в воздухе.

Некоторые результаты определения интенсивности продуктивного фотосинтеза, которые приведены в табл. 3, показывают, что на протяжении времени проведения учета ассимиляции CO<sub>2</sub> одними и теми же листьями она происходит неравномерно. Наиболее интенсивно происходило поглощение углекислоты в ранние утренние часы. Затем оно несколько снижается, несмотря на то что интенсивность освещения увеличивается. Ближе к середине дня, т. е. в среднем в 11 часов, в двух приведенных примерах (24 и 26) было отмечено сильное снижение фотосинтеза по сравнению с предыдущей экспозицией. В опыте, который проводился 28 июня, такого сильного снижения фотосинтеза не наблюдалось. В этот день, наоборот, происходило некоторое его повышение по сравнению с предыдущей экспозицией. При этом не наблюда-

лось столь сильной освещенности, как в другие дни, но температура воздуха и содержание в нем углекислоты были весьма близкими.

Средние результаты определения интенсивности продуктивного фотосинтеза у абрикоса приведены в табл. 4. Из нее видно, что скорость поглощения  $\text{CO}_2$  единицей листовой поверхности зависит от степени освещения листьев. С уменьшением освещенности с 64120 люкс до 25760 люкс поглощение  $\text{CO}_2$  соответственно уменьшилось с 9,71 до 2,74 мг на 1  $\text{дм}^2$  за час.

Таблица 4  
Интенсивность фотосинтеза у абрикоса

Дата определения	Количество $\text{мг CO}_2$ , поглощенных 1 $\text{дм}^2$ за 1 час	Условия проведения опыта		
		освещенность в лк	температура воздуха	кол-во $\text{CO}_2$ в воздухе (мг на 1 л)
26-VI	6,85	56470	26,2	0,583
28-VI	5,52	42000	25,1	0,591
5-VII	9,29	52547	24,8	0,536
6-VII	9,71	64120	23,6	0,567
17-VII	4,95	39200	23,3	0,499
18-VII	2,74	25760	24,0	0,584
19-VII	5,55	53480	25,7	0,577

Таблица 5

Интенсивность фотосинтеза у абрикоса

Дата определения	Время (середина экспозиции)		Количество $\text{мг CO}_2$ , поглощенных 1 $\text{дм}^2$ за 1 час	Условия проведения опыта		
	час	мин		освещенность в лк	температура воздуха	кол-во $\text{CO}_2$ в воздухе (мг на 1 л)
26-VI	8	08	8,13	40600	23,8	0,609
	9	33	8,44	58240	26,2	0,580
28-VI	10	45	3,99	70560	28,5	0,560
	7	55	7,46	35000	23,4	0,548
5-VII	8	45	3,58	49000	26,7	0,633
	8	35	7,36	48720	22,6	0,572
6-VII	9	32	4,79	34720	24,1	0,509
	10	47	15,72	74200	27,7	0,538
17-VII	8	52	4,01	56560	21,8	0,581
	9	47	15,4	71680	25,4	0,554
19-VII	8	17	7,57	26320	22,4	0,486
	10	17	2,30	52080	24,2	0,513
22-VII	8	32	7,46	41440	23,0	0,614
	11	12	3,64	65520	28,5	0,541
	9	07	3,62	36960	24,1	0,538
	10	12	6,04	52080	26,2	0,558

Из табл. 5 видно, что у абрикоса, как и у груши, наиболее интенсивный продуктивный фотосинтез обычно происходил в ранние утренние часы. Ближе к полуденному времени, т. е. примерно к 11 часам, происходило снижение скорости поглощения  $\text{CO}_2$  из воздуха единицей листовой поверхности. Из таблицы видно также, что у абрикоса наблюдались случаи, когда по мере возрастания температуры и освещенности вместо

уменьшения, наоборот, зарегистрировано сильное возрастание интенсивности ассимиляции  $\text{CO}_2$  (5 и 6 июля). Вместе с этим обращает на себя внимание и тот факт, что при одинаковой температуре и весьма близкой интенсивности освещения и содержания углекислого газа в атмосферном воздухе 26 июня и 19 июля листья обладали почти одинаковой скоростью поглощения  $\text{CO}_2$ .

Таблица 6

Интенсивность фотосинтеза у груши

Дата определения	Время (середина экспозиции)		Количество $\text{мг CO}_2$ , поглощенных 1 $\text{дм}^2$ за 1 час		Условия проведения опыта		
	час	мин	9 лист	11 лист	освещенность в лк	температура воздуха	кол-во $\text{CO}_2$ в воздухе (мг на 1 л)
15-VI	8	50	17,42	14,53	30800	24,1	0,590
	9	30	5,16	4,25	36400	25,6	0,564
	10	40	5,12	4,91	42000	27,7	0,558
16-VI	12	40	5,75	3,10	47600	31,1	0,512
	8	30	17,75	12,72	33600	22,7	0,532
	9	10	32,03	20,43	36400	24,3	0,528
	11	10	22,00	7,92	47600	28,2	0,503
	11	50	16,65	19,90	50400	28,9	0,538

В одно и то же время у разных листьев, но расположенных в одинаковых частях побега, интенсивность фотосинтеза была разной (табл. 6). Из данных этой таблицы вытекает, что при одних и тех же условиях внешней среды интенсивность фотосинтеза у рядом расположенных листьев (9 и 11 листья сверху побега) протекает по-разному. Интересно еще и то, что на протяжении всего времени (всех определений) у одного листа интенсивность фотосинтеза была выше, чем у другого. Это указывает на то, что у растения имеются листья, характерной особенностью которых является более высокий фотосинтез, и листья, у которых этот процесс протекает менее интенсивно. К сожалению, природа таких различий еще неизвестна и должна быть решена в ближайшее время. Для определения интенсивности фотосинтеза указанные листья брались не случайно. В данном случае исходим из того, что листья однолетних побегов, расположенные в его средней части, к этому времени практически прекращают свой рост. Как уже известно из литературы (3, 7, 8, 9), они обладают наиболее интенсивным фотосинтезом по сравнению с листьями верхушек, рост которых идет еще усиленно, а также по сравнению со старыми листьями, которые расположены у основания побегов и у которых процессы жизнедеятельности уже замедлены.

Результаты исследований, которые изложены в настоящем сообщении, позволяют прийти к выводам о том, что:

1. У разных плодовых культур интенсивность продуктивного фотосинтеза не одинакова.

2. Не одинаково поглощается  $\text{CO}_2$  различными листьями одной и той же культуры в различные дни и на протяжении одного дня.

3. Интенсивность фотосинтеза зависит как от внешних условий произрастания растений, так и от ряда внутренних, но еще чрезвычайно слабо изученных факторов.

Работа выполнялась под руководством Б. Л. Дорохова.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Голик К. М. Дневная и сезонная динамика интенсивности фотосинтеза у черешни, вишни, сливы и абрикоса. Украинський ботанічний журнал, 1962, т. 19, № 3.
2. Коссович Н. Л. О фотосинтезе и дыхании различных видов некоторых родов древесных растений и о соотношении этих процессов как показателей роста и урожайности. Проблемы фотосинтеза. Изд-во АН СССР, 1959.
3. Мязгалу Х. И. Об особенностях фотосинтетического аппарата яблони в течение вегетации. Автореферат диссертации. М., 1964.
4. Починок Х. Н. Установка для газометрического определения фотосинтеза в естественных условиях. Научные труды Украинского ин-та физиологии растений, 1959, т. 16.
5. Ромашко Я. Д. Фотосинтез дыхания яблони. Наука думка, Тихвінська В. Д. Київ, 1964.
6. Судник Н. С. Некоторые изменения морфологических особенностей и фотосинтезирующего аппарата у однолетних. Вопросы физиологии растений и микробиологии, вып. 2, Минск, изд-во Мин-ва высшего, среднего специального и профессионального образования БССР, 1961.
7. Шишкану Г. В., Семенова Н. В., Дорохов Б. Л. Влияние внекорневых подкормок цинком на интенсивность фотосинтеза груши и абрикоса. Известия АН МССР, 1965, № 4.
8. Friedrich G. Schmidt G. Untersuchungen über das assimilatorische Verhalten von Apfel, Birne, Kirsche und Pflaume unter Verwendung einer neuentwickelten Apparatur. Arch. Gart., 1959, 7, 5—6.
9. Friedrich G., Schmidt G. Weitere Untersuchungen über das assimilatorische und respiratorische Verhalten der Obstgehölze. Arch. Gart., 1963, 9, 3.
10. Heinicke A. J., Hoffmann M. F. The rate of photosynthesis of apple leaves under natural conditions. Cornell. Univ. Agric. Exp. Stat. Bull., 1933, 1, 577.
11. Wagh F. G. Some investigations on the assimilation of apple leaves. Plant. Physiology, 1939, 14, 463—477.

С. В. Балтага, Л. В. Яроцкая

### О РАСТВОРИМЫХ САХАРАХ И СВОБОДНОЙ ГАЛАКТУРОНОВОЙ КИСЛОТЕ У КОРМОВОГО АРБУЗА В ПРОЦЕССЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ

Вопросы оценки, особенно количественной, состава растворимых сахаров и изменения их содержания в период вегетации у многих растений, в том числе и некоторых бахчевых, недостаточно полно освещены. Имеющиеся в литературе данные по кормовому арбузу относятся, главным образом, к характеристике растворимых сахаров зрелых плодов и, отчасти, к динамике их созревания (1, 2, 4, 8, 10). Сведений же об этих веществах у вегетативных органов, особенно в процессе роста и развития, почти нет.

Мало данных имеется и в отношении содержания свободной галактуроновой кислоты в растениях. Последняя является, как известно, элементарным звеном макромолекул пектинов и, следовательно, играет исключительную роль в образовании этих и других природных веществ.

Однако до настоящего времени нет ясного представления об образовании, содержании и превращении галактуроновой кислоты в растениях. По данным некоторых исследователей, этого вещества в изучаемых ими растениях было порядка нескольких процентов (7, 11); другие находили галактуроновую кислоту только в незначительных количествах — сотые и тысячные доли процентов (16, 17, 18, 20); в ряде случаев она и вовсе не обнаружена, хотя пектиновые вещества как компоненты клеточных стенок находятся во всех растениях. Противоречивы и данные о содержании галактуроновой кислоты, полученные разными исследователями при изучении одного и того же растительного материала. Нет единого мнения и в отношении места образования этого вещества в растении (3, 5, 7, 9). Как видно, эти вопросы нуждаются в дальнейшем развитии на базе современных методов анализа.

Процессы образования, накопления и взаимопревращения мономеров углеводов и их производных неразрывно связаны с биосинтезом соответствующих полисахаридов (гемицеллюлоз, пектиновых веществ, клетчатки и др.). Центральное место в этом цикле отводится глюкозе (13, 14, 15, 19).

В последнее время изучению биосинтеза структурных компонентов клеточных стенок уделено большое внимание; такое направление развивается и в нашей лаборатории. В связи с этим задачей настоящего исследования явилось изучение состава и изменений в содержании растворимых сахаров и галактуроновой кислоты вегетативных и репродуктивных органов растения кормового арбуза в процессе его роста и развития.

## Экспериментальная часть

Исследования проводились на кормовом арбузе сорта Пектинный, выращенном в 1964 году на экспериментальной базе АН МССР. Этот сорт представляет интерес для наших исследований главным образом в связи с тем, что он характеризуется высоким содержанием пектиновых веществ и гемицеллюлоз.

Для анализа брали листовую пластинку, черешки, плети и плоды. Отбор материала производили в фазу до цветения и в период плодоношения. При первом отборе у растений снимали отдельно 1—5 и 5—10 листья, а плеть делили на две части соответственно отобранным листьям. В фазу плодоношения отбирали плети с четырехдневными и недельными плодами; плети делили по месту крепления плода на две части и с каждой из них отдельно снимали листья и делили на листовую пластинку и черешки. Первой части соответствует плеть от верхнего конца плети с молодым листом до плода; второй — от плодоножки до основания плети. Плоды анализировали в возрасте 2, 4 и 7 дней. Материал обезвоживали спиртом, дополнительно измельчали и пятикратно экстрагировали этанолом. Экстракты предварительно упаривали до небольшого объема при 30—35° в токе воздуха; последующим центрифугированием (16 000 об/мин) при охлаждении освобождали растворы от смолистых осадков хлорофилла и других пигментов. Осветленные растворы дополнительно упаривали в вакууме при остаточном давлении 20 ат. ст. и температуре 25°.

Спирторастворимые вещества хроматографировали в системе растворителей этилацетат — уксусная кислота — вода (9:2:2) и этилацетат — пиридин — вода (5:1:5, верхний слой) до четкого разделения исследуемых веществ.

Для качественной и количественной оценки последних применяли две системы проявителей, окрашенные продукты элюировали уксусной кислотой и колориметрировали с синим светофильтром. Хроматограммы, проявленные однократно 4%-ным спиртовым раствором дифениламина и анилина, а также ортофосфорной кислоты, взятых в соотношении 5:5:1, выдерживали 10 минут при 80°; для второго проявителя (насыщенный водой бутанол — 100 мл, фталиевая кислота 1,66 г и анилин 0,75 мл) хроматограммы нагревали 10 мин при 102°. Техника хроматографирования частично описана нами ранее (6). Расчет содержания сахаров производили по составленным градуировочным графикам. Содержание пектинов определяли объемным методом (12). Результаты исследования приведены в табл. 1 и 2.

Из данных первой таблицы видно, что содержание сухих веществ и характер изменения их количеств у вегетативных и репродуктивных органов в процессе роста и развития различны. В листьях разного возраста сухих веществ накапливается больше, чем в других исследованных органах. Содержание их увеличивается с 17% в фазу до цветения до 23% при плодоношении; причем в молодых листьях даже позднего срока отбора сухих веществ меньше по сравнению с листьями старшего возраста.

В плетях разных фаз развития растения содержание сухого остатка не превышает 13% и изменяется с возрастом от 6,7 до 13,2%. В черешках сухих веществ мало (6—8,4%).

В отличие от вегетативных органов, в плодах относительное количество сухих веществ убывает по мере их роста; в двухдневных плодах их около 10%, но уже спустя 5 дней содержание этих веществ снижается

до 7%. Это вызвано тем, что в процессе роста в плодах аккумулируется много воды.

Количество спирторастворимых сахаров в листьях достигает 0,70% на сырой вес. Данные содержания этих веществ у листьев разного возраста по фазам развития показывают, что сахаров больше в молодых листьях. Так, у 1—5 листьев в период до цветения растения содержание общего количества сахаров составляет 0,58% на сырой вес (3,44% от веса сухих веществ), а у листьев 5—10 всего 0,41% (2,38% на сухой вес); гораздо больше эта разница у листьев, снятых с растения в фазу плодоношения. Можно полагать, что при старении листа это связано с понижением активности фотосинтетического аппарата, а также с усилением оттока сахаров. Усиленное образование и накопление сахаров в листьях при появлении плодов постепенно сменяется более умеренным процессом.

Плети разного возраста также отличаются между собой по содержанию сахаров. В пределах исследованных фаз развития более молодые проводящие органы кормового арбуза накапливают и больше сахаров (% на сухой вес), что коррелирует с повышенным содержанием этих веществ в листьях на данных участках плетей.

Накопление сахаров в проводящих органах существенно отличается от аналогичного процесса у листьев. В отличие от последних, в плетях, особенно в молодых их частях, количество сахаров при появлении и развитии плодов возрастает. Это, видимо, связано с усиливающимся оттоком их из листьев; этим же может быть объяснено и уменьшение содержания сахаров и у черешков к началу роста плодов.

У кормового арбуза вес плодов увеличивается очень быстро. Плоды весом 15—20 г в возрасте двух дней через неделю весили больше 100 г; интенсивно происходило накопление в них и сахаров. В двухдневных плодах количество этих веществ составляло 0,97% на сырой вес, у четырехдневных — 1,54%, а у недельных — 2,33%. Содержание сахаров относительно сухого остатка также быстро увеличивается; у недельных плодов количество их в три раза больше, чем у двухдневных. Развивающимся тканям они необходимы как энергетический материал и исходные вещества для образования структурных компонентов клетки.

Данные хроматографического анализа показывают, что в состав спирторастворимых сахаров входят, в основном, глюкоза, фруктоза и сахароза. Обнаружены также еще два сахара, которые по некоторым показателям (величина  $R_f$  в разных растворителях, окраска) могут рассматриваться как олигосахариды (раффиноза и др.); ввиду малого их содержания и недостаточно четкого разделения количественная оценка им не дана.

Как видно из приведенных данных (табл. 1), основными сахарами у кормового арбуза являются глюкоза и фруктоза; сахарозы мало. Такой состав и соотношение сахаров мы находили во всех исследованных органах кормового арбуза и на всех фазах его роста и развития.

В листьях сахарозы больше, чем в плетях, черешках и плодах; содержание ее у листьев разного срока отбора по фазам развития колеблется в пределах 26—43% от суммы растворимых сахаров. Особенно много сахарозы в молодых листьях.

В плетях сахарозы меньше — всего 7—15% от общего количества сахаров, и содержание ее резко убывает с возрастом растения. Так, в фазу плодоношения сахарозы здесь примерно в два раза меньше, чем у плетей первого срока отбора. Характерно, что количество сахарозы в разных частях плетей данного отбора примерно одинаково. Мало са-

харозы также и в развивающихся плодах; в плоде двухдневного возраста сахароза составляет 11,7%, а у недельного всего 8,6% от суммы сахаров. Данные по содержанию этого дисахарида, а также моносахаридов в разных органах и плодах позволяют заключить, что большую роль в процессе оттока сахаров из ассимилирующих органов к плодам выполняют глюкоза и фруктоза.

Таблица 1

Содержание сухих и спирторастворимых веществ в вегетативных органах и плодах кормового арбуза (сорт Пектинный)

Анализируемые органы растения	% сухих веществ	Сумма сахаров в % на вес		Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Галактуроновая кислота
		сырой	сухой				
<b>До цветения</b>							
Листья 1—5 (пластинка) . . . . .	17,0	0,58	3,44	25,0	31,7	43,3	нет
Листья 5—10 (пластинка) . . . . .	17,3	0,41	2,38	26,5	36,9	36,6	нет
Плети с 1 до 5 листа . . . . .	6,7	1,04	15,6	34,6	51,4	14,0	нет
Плети с 5 до 10 листа . . . . .	8,7	1,08	12,4	35,5	49,3	15,2	нет
Черешки 1—5 листа . . . . .	6,0	0,71	11,8	74,6	18,6	6,8	нет
<b>В фазу плодоношения</b>							
<b>А. Растения с 4-дневными плодами</b>							
Листья* I части плети . . . . .	20,8	0,77	3,72	33,1	40,8	26,1	нет
Плети I часть . . . . .	10,4	2,03	19,6	40,9	53,6	5,5	нет
<b>Б. Растения с семидневными плодами</b>							
Листья* I части плети . . . . .	19,2	0,50	2,66	31,8	31,2	37,0	нет
Листья* II части плети . . . . .	23,2	0,26	1,14	35,1	28,0	36,9	нет
Плети I часть . . . . .	10,6	2,18	22,6	45,6	47,1	7,3	нет
Плети II часть . . . . .	13,2	2,36	17,9	54,3	37,1	8,6	нет
Черешки I части плети . . . . .	8,4	0,77	9,15	38,1	49,0	12,9	нет
<b>П л о д ы</b>							
Двухдневные . . . . .	9,6	0,97	10,1	49,5	38,8	11,7	нет
Четырехдневные . . . . .	7,8	1,54	19,8	40,3	51,0	8,7	нет
Семидневные . . . . .	7,0	2,33	32,7	52,6	38,8	8,6	нет

\* — листовая пластинка

Моносахариды в листьях разного возраста и срока отбора составляют 56—73% от суммы сахаров. Еще в большем количестве находятся они у плетей (89—94%); примерно столько же этих веществ и у плодов (87—97%). Соотношение содержания глюкозы и фруктозы меняется в процессе вегетации. У молодого растения в листьях и плетях количественно преобладает фруктоза; при этом у плетей отличия в содержании моносахаридов выражены более резко (табл. 1). Аналогичные же соотношения сохраняются у растений и в начале плодоношения. Как видно, в раннем возрасте более интенсивно протекают процессы биосинтеза фруктозы. Позже, по мере роста и развития, отличия содержания глюкозы и фруктозы в разных органах сглаживаются, а в листьях и плетях старшего возраста уже преобладает глюкоза.

В семидневных плодах глюкозы также больше (52,6%), чем фруктозы (38,8%); в плодах более молодых установлено переменное количественное преобладание этих сахаров. Это, вероятно, связано с меняющейся интенсивностью вовлечения отдельных моносахаридов в процессы обмена.

Увеличивающееся количество фруктозы и глюкозы в плетях в период плодоношения, а также интенсивное накопление этих веществ в плодах в начальный период их роста позволяет заключить, что оба моносахарида притекают в плоды из листьев. Фруктоза как более лабильное вещество при диссимляции сахаров, по-видимому, непосредственно используется в процессах дыхания. Глюкоза же служит главным образом исходным материалом для биосинтеза полисахаридов; в растениях кормового арбуза нами не найдены другие монозы, из которых обычно построены макроцепи гемицеллюлоз.

Результаты хроматографического анализа показали (табл. 1), что ни в одном из спиртовых экстрактов исследованных материалов не содержится также и галактуроновая кислота.

Это оказалось неожиданным, поскольку в растениях кормового арбуза, особенно в плодах, накапливаются значительные количества пектиновых веществ, элементарным звеном которых является, как известно, галактуроновая кислота (табл. 2).

Таблица 2

Содержание пектиновых веществ в плодах кормового арбуза в начальных фазах роста и развития, % на сухой вес (сорт Пектинный, урожай 1964 года)

Возраст плода	Воднорастворимый пектин	Протопектин	Сумма пектин. в-в	% протопектина от суммы
Двухдневные . . . . .	0,14	2,41	2,55	94,5
Четырехдневные . . . . .	0,29	3,32	3,61	91,9
Недельные . . . . .	0,36	3,98	4,34	91,7
Двухнедельные . . . . .	0,63	4,91	5,54	88,5

Как видно из табл. 2, количество пектиновых веществ увеличивается с ростом плода и в недельном возрасте достигает 4,5% на сухой вес. В дальнейшем эти вещества накапливаются еще более интенсивно.

Не обнаружив галактуроновую кислоту, естественно было допустить, что она, возможно, входит в состав какого-либо соединения, удерживается веществами спиртного экстракта или, наконец, разрушается в принятых нами условиях опыта. Для проверки этого подготовленные к исследованию спиртовые экстракты подвергали гидролизу соляной кислотой разной концентрации (0,5; 1 и 2%) в течение различной продолжительности (0,5; 1; 1,5 и 2 часа) при температуре кипящей водяной бани. Кроме того, в исходные спиртовые экстракты (неупаренные) из плодов разного возраста вводили определенные количества галактуроновой кислоты. Эти растворы затем концентрировали в принятых вначале условиях. Для хроматографирования брали 0,01—0,02 мл из экстракта, содержащего 10—40 γ в 0,01 мл галактуроновой кислоты, и из экстрактов до и после гидролиза, в которые кислота «свидетель» не вводилась. Хроматографирование проводили в двух указанных выше системах растворителей. Пиридиновым растворителем удается на большое



расстояние отделить сахара от галактуронової кислоты; в этом главное его преимущество.

Многочисленными опытами с различными концентрациями исследованных веществ показано, что во всех случаях, когда в растворы вводили галактуроновою кислоту, последняя свободно отделялась от сахаров и четко обнаруживалась на хроматограммах. У экстрактов же, в которых не вводили галактуроновою кислоту, а также в гидролизатах это вещество не обнаружено ни на одной из хроматограмм. Следовательно, сделанные нами в ходе эксперимента допущения не подтвердились. Опыты с введением галактуронової кислоты в исследуемые экстракты показали, что она хорошо хроматографируется в смеси с веществами экстракта, отделяется от сложного комплекса сопутствующих веществ и отчетливо обнаруживается в количестве даже 10γ. Хроматографируемые нами растворы были достаточно концентрированными, что позволяло бы обнаружить галактуроновою кислоту при содержании ее в количестве нескольких сотых процента.

Но галактуроновая кислота, как уже отмечалось, не была обнаружена в этих опытах; не найдена она и при более высокой концентрации рабочих растворов.

Отсутствие сколько-нибудь заметных количеств галактуронової кислоты в разных органах кормового арбуза убеждает прежде всего в том, что это вещество не накапливается в растении в процессе его роста и развития.

В специальной литературе более раннего периода высказано предположение, что пектиновые вещества в плодах и корнеплодах образуются из галактуронової кислоты, притекающей из листьев (3,5). В наших опытах это не удалось установить, по-видимому, отток ее из ассимилирующих органов не имеет места. Не обнаружено галактуронової кислоты и в плодах разного возраста, в которых идет интенсивный процесс образования пектиновых веществ.

Но поскольку пектиновые вещества как компоненты клеточных стенок присутствуют в растении с самого раннего возраста и с развитием последних накапливаются в значительных количествах, то неизбежно непрерывное образование и галактуронової кислоты.

Необнаружение же ее приводит к выводу, что галактуроновая кислота, образовавшись, по-видимому, в процессе превращения какого-то вещества, мгновенно мобилизуется на синтез пектина. Этот процесс протекает во времени очень быстро и является необратимым; только при этом галактуроновая кислота не будет накапливаться в растении.

В связи с вышесказанным интерес представляют вопросы о предшественнике и пути образования галактуронової кислоты, а также использование ее в синтезе пектина.

Отсутствие в растении мономеров, из которых построены пектины и гемицеллюлозные полисахариды, делает вполне вероятным предположение относительно образования их в результате ферментативного превращения сходных по строению веществ.

Исследованиями последних лет установлено, что исходным веществом в образовании моносахаридов и уоновых кислот, участвующих в построении компонентов клеточных стенок, может рассматриваться глюкоза (13, 14, 15, 19).

Полученные нами данные по динамике содержания глюкозы и пектиновых веществ в плодах кормового арбуза показывают, что усиливающимся процессу образования пектиновых веществ соответствует и более интенсивное накопление глюкозы (табл. 1 и 2).

Еще раньше В. В. Арасимович при исследовании образования пектиновых веществ у кормового арбуза высказано предположение, что пектины синтезируются из галактуронової кислоты, которая, по-видимому, образуется из глюкозы (3,5).

Новейшие работы в этой области (13, 14, 15, 19 и др.) показывают, что глюкоза и производные от нее вещества претерпевают известные превращения, находясь в соединении с уридиндифосфатом. Будучи в «тисках» дифосфатуридина, монозы и урииды становятся очень лабильными и легко поддаются модификации: относительно несложные преобразования в пространственном расположении спиртовых групп у глюкозы дают начало галактозе и манозе; окисление первичной спиртовой группы у галактозы превращает ее в галактуроновою кислоту, декарбоксилирование которой приводит к образованию арабинозы. Такова же схема превращения глюкозы в глюкуроновою кислоту и далее в ксилозу.

Образовавшиеся мономеры мгновенно используются в биосинтезе таких полимеров, как пектиновые вещества, гемицеллюлозы и клетчатка; эти необратимые процессы осуществляются, как установлено, соответствующими трансглюкозидазами. Как видно, глюкоза в этих процессах играет ведущую роль.

Наши результаты по изучению содержания свободных сахаров и уоновых кислот в вегетативных и репродуктивных органах растения кормового арбуза усиливают вероятность такого пути в биосинтезе пектиновых веществ.

#### ВЫВОДЫ:

1. Изучены состав, соотношение и количественные изменения спирто-растворимых сахаров, а также содержание свободной галактуронової кислоты у кормового арбуза в процессе роста и развития.
2. Сахара представлены в основном глюкозой, фруктозой и в небольшом количестве сахарозой.
3. Сахарозы в листьях больше, чем в плетях и плодах; содержание ее в вегетативных органах убывает с началом плодоношения. Глюкоза же к этому периоду количественно значительно возрастает; содержание фруктозы после некоторого увеличения уменьшается. Из моноз в вегетативных органах молодого растения преобладает фруктоза; по мере роста и развития отличия в их содержании сглаживаются, позже глюкозы становится больше. В плодах соотношение этих веществ также варьирует.
4. Галактуроновая кислота не накапливается в растении кормового арбуза; ни в одном из исследованных органов она не обнаружена.
5. По-видимому, галактуроновая кислота и другие монозы, из которых построены полисахариды группы гемицеллюлоз, у кормового арбуза также образуются из глюкозы, и эти новообразования тотчас же используются в биосинтезе пектиновых веществ и гемицеллюлоз.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Арасимович В. В. Биохимия арбуза. Биохимия культурных растений, т. IV, М., 1938.
2. Арасимович В. В. Эволюционная биохимическая изменчивость Cucurbitaceae. Сооб. I. Сравнительная биохимическая характеристика культурных и диких форм бахчевых. Известия Молд. филиала АН СССР, 1957, № 6 (39).
3. Арасимович В. В., Раик С. Я. Пектиновые вещества бахчевых. Сооб. I. Образование и превращение пектиновых веществ в плодах бахчевых. Известия Молд. филиала АН СССР, 1958, № 5 (50).
4. Арасимович В. В. Эволюционная изменчивость некоторых биохимических признаков у бахчевых. Вопросы эволюции, генетики и селекции. Сб., посвященный 70-летию со дня рождения акад. Н. И. Вавилова. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1960.
5. Арасимович В. В. К вопросу об образовании и роли пектиновых веществ в растении. Сб. Углеводы и углеводный обмен. М., Изд-во АН СССР, 1962.
6. Балтага С. В., Смыкова Н. А. Гемиллелюзы растений кормового арбуза и количественные изменения их состава при вегетации и хранении плодов. Сб. Полисахариды плодов и овощей и их изменчивость при созревании и переработке. Кишинев, 1965.
7. Гапоненко Т. К. О биосинтезе пектиновых веществ в растениях. Биохимия, 1957, т. 22, вып. 3.
8. Корейша Э. И. Биохимическая характеристика бахчевых культур. Превращения веществ при созревании и хранении плодов бахчевых культур. Сб. научных работ по бахчевым культурам. Ташкент, 1952.
9. Кизель А., Яцына Р. К вопросу об образовании пектиновых веществ в растении. «Бюллетень Московского общества испытателей природы» (Отд. биологии), 1936, т. 45 (6).
10. Попова Э. Т., Сосенская Е. Ю. Химическая характеристика видов арбузов и дынь. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Серия III, 15, 1936.
11. Раик С. Я. Пектиновые вещества бахчевых. Сооб. 4. Фракционный состав пектиновых веществ в растении кормового арбуза. Известия Молд. филиала АН СССР, 1959, № 5 (59).
12. Раик С. Я. Объемный метод количественного определения пектинов у кормового арбуза. Известия Молд. филиала АН СССР, 1958, № 5 (50).
13. Altermatt H., Neisch A. Die Bildung von Cellulose und Xylan aus radioaktiven Monosacchariden in Weizenpflanzen. Chimia, 1956, 10, N 7, 157—164.
14. Albersheim P. Hormonal control of myoinositol incorporation into pectin. I. Biol. Chem., 1963, v. 238, p. 1608.
15. Deuel H. E., Stutz F. Pectic substances and pectic enzymes. Advances Enzymol., 1958, v. 20.
16. Harris T. H. Der Galakturonsäuregehalt von Apfelsaft. J. Assoc. Off. Agricult. Chem., 1948, v. 31, p. 501.
17. Henglein F. A. Die Uron und Polyuronsäure (Pektin und Alginsäure). In: Handbuch der Pflanzenphysiologie, 1958, Bd. 6, s. 405.
18. John H., Mc. Clendon, Woodmansee C. W., Somers G. F. Of the occurrence of free galacturonic acid in apples and tomatoes. Plant Physiology, 1959, v. 34, N 4.
19. Neisch A. D., Altermatt H. The biosynthesis of cell wall carbohydrates. Canad. J. Biochem. and physiol., 1956, 34, N 3, 405; 1958, 36, N 2, 187—193.
20. Sinclair W., Jolliffe V. Free galacturonic acid in citrus fruits. Bot. Gaz. 1958, 120, N 2.

Л. С. Павлова, В. Г. Клименко

### ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКОВ ПРИ СОЗРЕВАНИИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЧИНЫ

Рядом исследований установлено, что в процессе созревания семян гороха, кормовых бобов, чечевицы и нута происходит снижение содержания низкомолекулярных азотистых веществ вообще и свободных аминокислот в частности с соответствующим повышением содержания белков (1, 2, 3, 4, 5). Особый интерес представляют данные изменчивости при созревании семян глобулиновых компонентов, составляющих суммарный глобулин семян некоторых бобовых растений (6, 7, 8, 9). Так, суммарные глобулины, состоящие из двух электрофоретических белковых компонентов семян молочной спелости, изменяют количественное соотношение глобулиновых компонентов по сравнению с суммарными глобулинами семян полной спелости. Как правило, в семенах молочной спелости гороха и конского боба глобулин, мигрирующий при электрофорезе в сторону катода — вицилин превалирует над глобулином, мигрирующим к аноду — легумином, а в семенах полной спелости устанавливаются обратные соотношения белковых компонентов, т. е. легумин количественно превалирует над вицилином.

Относительно изменчивости содержания азотистых веществ в созревающих семенах такой важной сельскохозяйственной культуры, как чина, мы ничего не знаем. Те сведения, которые касаются состава суммарных глобулинов семян полной спелости чины, следует признать ориентировочными (10), так как они относятся к суммарным глобулинам, не касаясь других белков, присутствующих в семенах молочной и полной спелости и могущих количественно меняться при созревании семян.

Целью настоящих исследований было изучить характер изменчивости небелкового и белкового азота, а также методом электрофореза на бумаге проследить за количественным и качественным составом глобулиновых компонентов, составляющих суммарный глобулин при созревании семян некоторых видов чины.

#### Материал и методы исследования

Для исследования созревающих семян было взято четыре вида чины: посевная (*L. sativus*), нутовая (*L. cicer*), танжерская (*L. tingitanus*) и душистый горошек (*L. odoratus*). Растения выращивали в строго одинаковых почвенно-метеорологических условиях биологической станции Кишиневского университета. Для исследований были взяты семена молочной спелости, содержащие 80—85% влаги и полной спелости. В фазе молочной спелости исследованию подвергали свежие и высушенные семядоли и цельные семена; анализировали также семядоли и цельные семена фазы полной спелости. В свежих и высушенных семядолях и се-

менах молочной и полной спелости (в основном обезжиренной муке) определяли содержание небелкового азота и азота белковых фракций по методам, принятым в нашей лаборатории (3). Выделение суммарных глобулинов из семян молочной и полной спелости и исследование их методом электрофореза на бумаге также производили методами, принятыми в нашей лаборатории (11, 12). Семена для настоящих исследований были взяты от урожая 1964 года. Определяемые азотсодержащие вещества пересчитывали на абсолютно сухой вес исследуемого материала.

#### Экспериментальные данные и их обсуждение

Данные содержания форм азота в семенах молочной и полной спелости видов чины приведены в табл. 1. Как и следовало ожидать, обезжиренные семядоли полной спелости всех видов чины содержат несколько больше общего азота по сравнению с обезжиренными семенами. Причиной этому являются примеси кожуры, содержащей мало общего азота. По содержанию общего азота в семенах молочной и полной спелости между видами обнаружены различия. Максимум общего азота находится в семенах чины танжерской. В последних трех колонках табл. 1 представлены процентные доли форм азота, составляющие общий азот исследуемого материала.

Как видно из приведенных данных, доля азота плотного остатка — стромы независимо от фазы созревания семян, а также состояния материала (свежевысушенный) представлена сравнительно малыми величинами. Обнаруженные колебания содержания азота плотного остатка в свежих и высушенных семенах — семядолях фазы молочной спелости не дают оснований для суждений о различиях между видами и фазами созревания семян. Однако фаза созревания и состояние исследуемого материала оказывают исключительное влияние на содержание экстрактивного небелкового азота, который остается в растворе после осаждения белков растворами трихлоруксусной кислоты. Так, экстрактивного небелкового азота в семядолях — семенах молочной спелости в два-три раза больше по сравнению с семядолями полной спелости, а в связи с этим соответственно меньше белкового азота. Если принять во внимание, что азот плотного остатка семян в зависимости от фазы их созревания меняется незначительно, то изменчивость экстрактивного небелкового азота будет прямо сказываться на белковом азоте исследуемого материала, т. е. количество белкового азота будет находиться в обратной зависимости от экстрактивного небелкового. Этот факт сам по себе имеет большое значение как показатель превращений одной формы азота в другую.

Обращают внимание новые факты, что в свежих семядолях фазы молочной спелости всех видов чины содержание экстрактивного азота несколько меньше, чем в свежих семенах той же фазы созревания. Это явление может быть объяснено тем, что в кожуре семян доля этой формы азота больше, чем в семядолях (13). Также можно допустить влияние веществ самой кожуры на превращение низкомолекулярных форм азота в белки. Любопытные данные получены по содержанию экстрактивного небелкового азота в свежих и высушенных семядолях молочной спелости. Независимо от вида чины, количество экстрактивного небелкового азота в свежих и высушенных семядолях является практически одинаковым. Выходит, что в процессе высушивания устанавливаются условия, при которых низкомолекулярные азотистые вещества не превращаются в белки, а белки не расщепляются на не осаждающиеся трихлоруксусной кислотой азотсодержащие вещества.

Таблица 1  
Содержание форм азота в семенах молочной и полной спелости видов чины  
(в % на сухой вес)

Виды чины	Фаза созревания	Материал	Общий азот	% форм азота по отношению к общему азоту		
				плотного остатка	экстрактивного небелков.	белкового
Посевная	молочная	Свежие семядоли . . . . .	4,70	5,1	46,2	48,7
		» Свежие семена . . . . .	4,62	3,9	75,5	20,6
		» Высушенные семядоли обезжир. . .	4,73	3,6	46,5	49,9
		» Высушенные семена обезжир. . .	5,42	2,9	59,8	37,3
	полная	» Высушенные семядоли необезжир. .	4,64	2,6	43,7	53,7
		» Семядоли обезжиренные . . . . .	4,77	1,5	17,4	81,1
Нутовая	молочная	» Семена обезжиренные . . . . .	4,51	2,7	20,6	76,7
		Свежие семядоли . . . . .	5,08	7,0	43,9	44,1
		» Свежие семена . . . . .	4,51	8,7	60,7	30,6
		» Высушенные семядоли обезжир. . .	4,92	4,9	47,8	48,0
	полная	» Высушенные семена обезжир. . . .	4,68	6,3	52,3	41,4
		» Высушенные семядоли необезжир. .	4,80	3,8	38,9	57,3
		» Семядоли обезжиренные . . . . .	4,56	2,6	16,9	80,5
		» Семена обезжиренные . . . . .	4,39	3,9	17,3	78,8
Танжерская	молочная	Свежие семядоли . . . . .	7,02	4,5	53,8	41,7
		» Свежие семена . . . . .	6,40	5,3	55,6	39,6
		» Высушенные семядоли обезжир. . .	8,27	1,9	54,8	43,3
		» Высушенные семена обезжир. . . .	7,47	3,4	59,4	37,2
	полная	» Высушенные семядоли необезжир. .	7,87	1,4	57,2	41,4
		» Семядоли обезжиренные . . . . .	7,58	1,8	29,9	68,3
Душистый горошек	молочная	» Семена обезжиренные . . . . .	6,72	2,7	28,9	68,4
		Свежие семядоли . . . . .	5,67	3,3	55,5	41,1
		» Свежие семена . . . . .	4,73	9,1	56,9	34,0
		» Высушенные семядоли обезжир. . .	5,54	4,5	54,0	41,5
	полная	» Высушенные семена обезжир. . . .	5,09	4,7	55,4	39,9
		» Семядоли обезжиренные . . . . .	5,04	1,6	17,5	80,9
		» Семена обезжиренные . . . . .	4,31	4,9	19,0	76,1

Таблица 2

Содержание азота белковых фракций в семенах молочной и полной спелости видов чины (в % на сухой вес)

Виды чины	Фаза созревания	Материал	Белковый азот	Сумма азота белковых фракций	Разница	% азота белковых фракций к суммарному белковому азоту		
						альбуминов	глобулинов	глутелинов
Посевная	молочная	Свежие семядоли . . .	2,29	2,30	+0,01	9,6	83,9	6,5
		Свежие семена . . .	0,95	0,96	+0,01	19,8	65,6	14,6
		Высушенные семядоли обезжиренные . . .	2,36	2,30	-0,06	19,6	53,5	33,9
		Высушенные семена обезжиренные . . .	2,02	2,09	+0,07	14,4	47,8	37,8
	полная	Высушенные семядоли необезжиренные . . .	2,49	2,41	-0,08	10,0	59,3	30,7
		Семядоли обезжиренные	3,87	3,82	-0,05	14,4	79,3	6,3
		Семена обезжиренные .	3,46	3,38	-0,08	9,2	81,6	9,2
Нутовая	молочная	Свежие семядоли . . .	2,22	2,13	-0,09	11,7	82,1	6,2
		Свежие семена . . .	1,48	1,44	+0,06	7,6	6,3	86,1
		Высушенные семядоли обезжиренные . . .	2,36	2,36	± 0,00	10,2	54,2	35,6
		Высушенные семена обезжиренные . . .	1,94	2,04	+0,10	3,4	0,00	96,6
	полная	Высушенные семядоли необезжиренные . . .	2,75	2,73	-0,02	9,9	68,1	22,0
		Семядоли обезжиренные	3,67	3,65	-0,02	8,5	83,6	7,9
		Семена обезжиренные .	3,46	3,45	-0,01	8,4	80,3	11,3
Танжерская	молочная	Свежие семядоли . . .	2,93	2,87	-0,06	0,7	90,6	8,7
		Свежие семена . . .	2,51	2,45	-0,06	13,1	7,3	79,6
		Высушенные семядоли обезжиренные . . .	3,58	3,63	+0,05	4,1	77,7	18,2
		Высушенные семена обезжиренные . . .	2,78	2,71	-0,07	4,8	14,0	81,2
	полная	Высушенные семядоли необезжиренные . . .	3,26	3,26	0,00	9,2	73,9	16,9
		Семядоли обезжиренные	5,18	5,26	+0,08	4,6	90,5	4,9
		Семена обезжиренные .	4,60	4,64	+0,04	2,9	79,9	17,2
Душистый горошек	молочная	Свежие семядоли . . .	2,33	2,26	-0,07	3,6	69,9	26,5
		Свежие семена . . .	1,61	1,55	-0,06	10,3	11,0	78,7
		Высушенные семядоли обезжиренные . . .	2,30	2,25	-0,05	10,1	66,9	23,0
		Высушенные семена обезжиренные . . .	2,03	2,02	-0,01	10,4	0,0	89,6
	полная	Семядоли обезжиренные	4,08	4,03	-0,05	8,9	85,1	6,0
		Семена обезжиренные .	3,28	3,30	+0,02	5,8	81,5	12,7

Иное явление по состоянию экстрактивного небелкового азота наблюдается в свежих и высушенных цельных семенах. В свежих семенах молочной спелости чины посевной, нутовой и душистого горошка этой формы азота несколько больше, чем в высушенных семенах. Исключением составляют семена чины танжерской, у которой в высушенных семенах молочной спелости экстрактивного азота больше по сравнению со свежими семенами. О причинах такого рода поведения свежих и высушенных семян в отношении динамики превращений низкомолекулярных форм азота сказать что-либо определенное трудно; может быть, в этом явлении участвуют особенности характера видового обмена, а может быть вещества кожуры семян оказывают влияние на соотношение небелковый-белковый азот. Нельзя не обратить внимания и на то, что семена полной спелости чины танжерской содержат минимум белкового и максимум небелкового азота по сравнению с семенами полной спелости других видов чины.

Прежде всего обращает внимание вполне удовлетворительное соответствие суммарного белкового азота с суммой азота белковых фракций — альбуминов, глобулинов и глутелинов. В последних трех колонках табл. 2 представлены процентные доли каждой белковой фракции по отношению к сумме азота белковых фракций.

Под азотом альбуминов мы понимаем белки, полипептиды и другие азотистые вещества, которые остаются в надосадочной жидкости после диализа водных или солевых экстрактов семян. В эту белковую фракцию входит весьма сложная смесь недиазируемых азотистых веществ, среди которых значительная часть смеси альбуминов. Как нами установлено, глутелины семян бобовых растений не представляют отдельной белковой группы, а являются частью глобулинов, которые прочно фиксированы веществами плотного остатка семян и не извлекаются растворами нейтральных солей (14). Следовательно, в нашем случае под глутелинами нужно подразумевать количество глобулинов, извлекаемых из муки семян разбавленными растворами сильных оснований.

Полученные нами данные по влиянию фазы созревания и состоянию анализируемого материала указывают на то, что оба эти фактора, несомненно, оказывают влияние на содержание азота белковых фракций. За исключением свежих семядолей молочной спелости чины нутовой, свежие семядоли остальных видов чины содержат азота альбуминов меньше по сравнению с высушенными. Такое явление можно объяснить тем, что в процессе высушивания происходит частичное разложение белков, которые не переходят в осадок при диализе, а остаются в надосадочной жидкости и имитируют альбумины. Часть продуктов разложения глобулинов связывается с веществами плотного остатка, из которого не извлекается водой и солевыми растворителями, и таким образом повышают содержание азота глутелинов. Свежие семена молочной спелости, по сравнению с высушенными, содержат больше азота альбуминов и глутелинов. По всей вероятности, это явление можно объяснить тем, что часть распавшихся глобулинов остается в надосадочной жидкости, а значительная часть продуктов разложения глобулинов и сами глобулины связываются с веществами плотного остатка, повышая, таким образом, азот глутелинов.

Свидетельством тому, что глобулины адсорбируются веществами плотного остатка, являются факты отсутствия их или присутствия незначительного количества в высушенных семенах молочной спелости чины нутовой и душистого горошка, в которых белковый азот представлен в основном глутелинами. В этих условиях на растворимость белков оказывает влияние кожура семян, в которой продукты превращений

Таблица 3

Влияние растворителей на извлечение глобулинов и экстрактивного небелкового азота из семян молочной и полной спелости видов чины (в% на сухой вес)

Виды чины	Фаза созревания	Материал	Суммарный азот		% азота глобулинов, извлекаемого		% экстрактивного небелкового азота извлекаемого	
			глобулинов	экстрактив. небелк.	водой	1 М NaCl	водой	1 М NaCl
Посевная	молочная	Свежие семядоли . . . . .	1,93	2,17	49,2	50,8	94,5	5,5
		Свежие семена . . . . .	0,63	3,49	87,3	12,7	90,8	9,2
		Высушенные семядоли обезжиренные . . . . .	1,23	2,20	21,9	78,1	93,6	6,4
	полная	Высушенные семена обезжиренные . . . . .	1,00	3,24	31,0	69,0	89,2	10,8
		Высушенные семядоли необезжиренные . . . . .	1,43	2,03	19,6	80,4	95,6	4,4
		Семядоли обезжиренные . . . . .	3,03	0,83	77,5	22,5	91,6	8,4
Нутовая	молочная	Семена обезжиренные . . . . .	2,76	0,93	40,9	59,1	84,9	15,1
		Свежие семядоли . . . . .	1,75	2,46	85,7	14,3	93,9	6,1
		Свежие семена . . . . .	0,09	2,74	11,1	88,9	89,4	10,6
	полная	Высушенные семядоли обезжиренные . . . . .	1,28	2,35	12,5	87,5	89,4	10,6
		Высушенные семена обезжиренные . . . . .	—	2,45	—	—	90,6	9,4
		Высушенные семядоли необезжиренные . . . . .	1,86	1,87	17,2	82,8	80,2	19,8
полная	Семядоли обезжиренные . . . . .	4,05	0,77	52,8	47,2	80,5	19,5	
	Семена обезжиренные . . . . .	2,77	0,76	35,4	64,6	81,5	18,4	
Танжерская	молочная	Свежие семядоли . . . . .	2,60	3,78	92,3	7,7	93,9	6,1
		Свежие семена . . . . .	0,18	3,55	88,9	11,1	92,9	7,1
		Высушенные семядоли обезжиренные . . . . .	2,82	4,53	72,3	27,7	98,2	1,8
	полная	Высушенные семена обезжиренные . . . . .	0,38	4,44	81,1	28,4	89,9	10,1
		Высушенные семядоли необезжиренные . . . . .	2,41	4,50	53,9	46,1	96,9	3,1
		Семядоли обезжиренные . . . . .	4,76	2,27	96,4	3,6	94,3	5,8
Душистый горошек	молочная	Семена обезжиренные . . . . .	3,71	1,94	73,6	26,4	90,7	9,3
		Свежие семядоли . . . . .	1,58	3,15	87,3	12,7	98,1	1,9
		Свежие семена . . . . .	0,17	2,69	94,1	5,9	94,8	5,2
	полная	Высушенные семядоли обезжиренные . . . . .	1,54	2,99	71,4	23,6	97,0	3,0
		Высушенные семена обезжиренные . . . . .	—	2,82	—	—	97,2	2,8
		Семядоли обезжиренные . . . . .	3,43	0,88	97,1	2,9	92,0	8,0
полная	Семена обезжиренные . . . . .	2,69	0,82	77,7	22,3	84,1	15,9	

углеводов типа полифенолов снижают растворимость белков в воде и растворах солей. Следовательно, для характеристики влияния фазы созревания на количество азота белковых фракций необходимо принимать во внимание данные, полученные на тщательно очищенных от кожуры семядолях молочной и полной спелости, но не на семенах, кожура которых в зависимости от фазы созревания может влиять на поведение белков в растворах и извратить данные по растворимости белковых фракций в свободных семядолях.

Несомненный интерес могли бы представить данные о влиянии фазы созревания семян и их состояния на степень извлечения глобулинового и экстрактивного небелкового азота водой и 1М NaCl. Аналитические данные этой серии опытов представлены в табл. 3.

Как следует из приведенных данных, в зависимости от видовой принадлежности свежих семядолей фазы молочной спелости вода извлекает 49,2—92,3% азота глобулинов. Из высушенных семядолей той же фазы созревания извлечение водой азота глобулинов снижается по сравнению со свежими, и это снижение лимитируется видовыми особенностями семядолей. Так, из высушенных семядолей чины нутовой вода извлекает только 12,5% азота глобулинов, чины посевной 21,9%, душистого горошка 71,4% и чины танжерской 72,3%. Эти данные заслуживают специального изучения в плане выяснения причин, лежащих в основе этого интересного явления. По-инному ведут себя в отношении извлечения водой суммарных глобулинов свежие цельные семена. Прежде всего по степени извлечения водой глобулинов между семядолями и семенами обнаружены существенные различия. Из семян одних видов вода извлекает больше глобулинов, чем из семядолей (чина посевная, душистый горошек), а других видов (чина нутовая и танжерская) меньше. Из семядолей и семян фазы полной спелости вода извлекает неодинаковое количество азота глобулинов. Как правило, независимо от видовой принадлежности чины, кожура ее семян препятствует полноте извлечения азота глобулинов, но степень извлечения их, безусловно, зависит от природы вида чины.

Мнение, что водой может быть извлечен из муки семян весь экстрактивный небелковый азот, лишено достаточных оснований. Наши данные (последние две колонки табл. 3) указывают на то, что действительно вода извлекает 80—98% низкомолекулярных форм азота, но при этом остаются и такие азотистые вещества, которые не переходят в водные растворы, а для их извлечения требуются растворы нейтральных солей. Мы допускаем, что нерастворимые в воде азотистые вещества, по всей вероятности, являются полипептидами, которые могут быть растворены только в солевых растворителях. Правда, таких веществ очень немного в материале.

Дальнейшим этапом наших исследований было выделение из муки семядолей (свежих и высушенных, обезжиренных и необезжиренных) молочной и полной спелости суммарных глобулинов и изучение их качественного состава методом электрофореза на бумаге. Полученные электрофореграммы подвергали денситометрированию на денситографе EiR-10 (Carl Zeiss). Данные электрофореза суммарных глобулинов семядолей молочной и полной спелости приведены на электрофореграммах, представленных на рис. 1 и соответствующих им денситограммах, представленных на рис. 2. Из электрофореграмм и денситограмм следует, что суммарные глобулины семян молочной спелости независимо от видовой принадлежности растений состоят из трех электрофоретических глобулиновых компонентов, два из которых мигрируют в сторону катода, а один в сторону анода. Это указывает на то, что по качествен-

ному составу суммарных глобулинов семян молочной спелости, относящихся к различным видам, различий нет. Иные данные получены по суммарным глобулинам семян молочной спелости. Если суммарный глобулин семян душистого горошка состоит из двух электрофоретических глобулиновых компонентов, то суммарные глобулины семян остальных видов чины состоят по меньшей мере из трех электрофоретических глобулиновых компонентов.

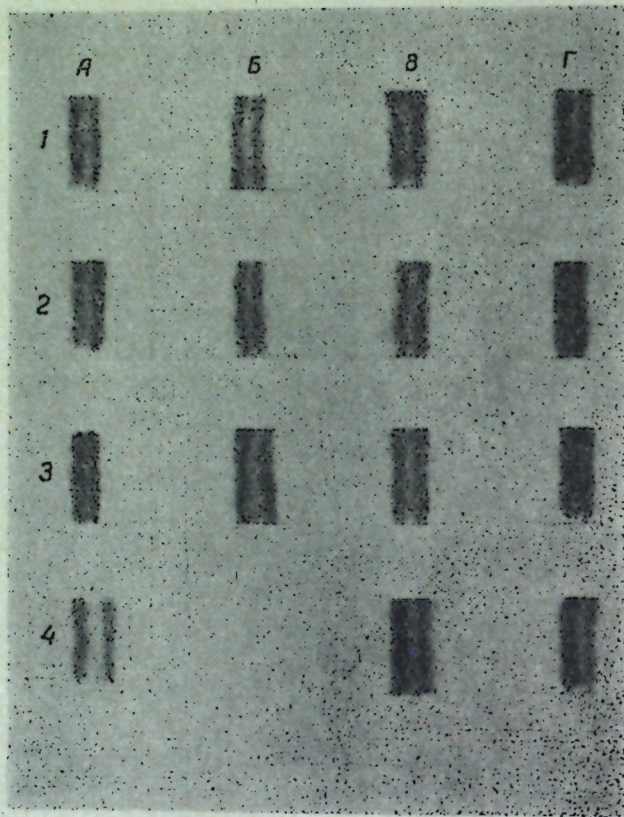


Рис. 1. Электрофореграммы суммарных глобулинов семян видов чины:

- 1 — чина посевная, 2 — чина пуповая, 3 — чина танжерская, 4 — душистый горошек;  
 А — свежие семена молочной спелости,  
 Б — высушенные семена молочной спелости обезжиренные,  
 В — высушенные необезжиренные семена молочной спелости,  
 Г — семена полной спелости.

Необходимо обратить внимание еще на одно важное обстоятельство — в суммарных глобулинах семян молочной спелости доминирующим электрофоретическим глобулином является белок, мигрирующий в сторону анода, чего нельзя сказать о глобулиновых компонентах семян молочной спелости некоторых видов чины. Если между суммарными глобулинами высушенных обезжиренных и необезжиренных семян видов чины качественный состав является практически одинаковым, то между суммарными глобулинами свежих семян видов чины различия проявляются довольно отчетливо. Так, если анодные глобулиновые компоненты в суммарных глобулинах чины посевной и душистого горошка преобладают над катодными, то в суммарных гло-

булинах чины пуповой и танжерской, наоборот, один из катодных глобулинов преобладает над анодным, а в процессе высушивания происходит «досинтез» анодного глобулинового компонента. Эти различия в количественном составе глобулинов свежих и высушенных семян молочной спелости указывают на то, что для установления истинного содержания глобулиновых компонентов при их биосинтезе в семенах необходимо принимать во внимание семена не высушенные, а только свежие или производить лиофильную сушку исследуемого материала.

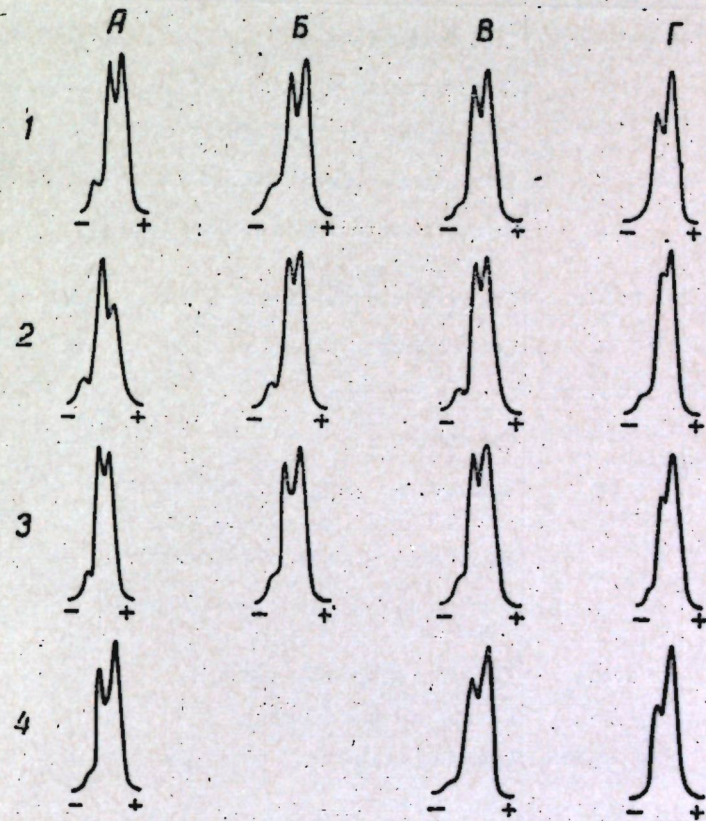


Рис. 2. Денситограммы электрофореграмм суммарных глобулинов семян видов чины. (Обозначения те же, что и на рис. 1).

В связи с тем, что количественное содержание глобулиновых компонентов, составляющих суммарный глобулин семян, имеет значение для характеристики скорости биосинтеза глобулинов при созревании семян, возникла необходимость произвести количественную оценку полученных электрофореграмм, что нами и было сделано. Для получения усредненных данных содержания глобулиновых компонентов количественной оценке подвергали 8—10 электрофореграмм. Эти данные приведены в табл. 4. Ввиду того, что под влиянием веществ, находящихся в кожуре семян некоторых видов, не было возможности получить суммарный глобулин, а значит и электрофореграммы (чина пуповая, танжерская и душистый горошек), мы ограничились количественной оценкой электрофореграмм суммарных глобулинов свежих и высушенных

Таблица 4

Содержание глобулиновых компонентов в суммарных глобулинах семян молочной и полной спелости видов чины (в %)

Виды чины	Фаза созревания	Материал	% глобулиновых компонентов		
			анодный	1-й катодный	2-й катодный
Посевная	молочная	Свежие семядоли . . . . .	58,5	37,4	4,1
		» Свежие семена . . . . .	33,7	56,3	10,0
		» Высушенные семядоли обезжиренные	55,3	42,4	2,3
		» Высушенные семена обезжиренные	48,0	46,6	5,4
		» Высушенные семядоли необезжиренные . . . . .	50,3	45,3	4,4
	полная	Семядоли обезжиренные . . . . .	65,0	33,1	1,9
»	Семена обезжиренные . . . . .	59,7	38,0	2,3	
Нутовая	молочная	Свежие семядоли . . . . .	26,1	70,6	3,3
		» Свежие семена . . . . .	—	—	—
		» Высушенные семядоли обезжиренные . . . . .	50,7	46,2	3,1
		» Высушенные семена обезжиренные	—	—	—
		» Высушенные семядоли необезжиренные . . . . .	51,0	45,7	3,3
	полная	Семядоли обезжиренные . . . . .	60,9	37,4	1,7
»	Семена обезжиренные . . . . .	57,7	39,8	2,5	
Танжерская	молочная	Свежие семядоли . . . . .	47,6	50,4	2,0
		» Свежие семена . . . . .	—	—	—
		» Высушенные семядоли обезжиренные . . . . .	52,6	45,1	2,3
		» Высушенные семена обезжиренные	—	—	—
		» Высушенные семядоли необезжиренные . . . . .	52,5	44,7	2,8
	полная	Семядоли обезжиренные . . . . .	76,2	22,3	1,5
»	Семена обезжиренные . . . . .	68,0	29,2	2,8	
Душистый горошек	молочная	Свежие семядоли . . . . .	58,8	38,3	2,9
		» Свежие семена . . . . .	—	—	—
		» Высушенные семядоли обезжиренные	61,9	35,2	2,9
		» Высушенные семена обезжиренные	—	—	—
		полная	Семядоли обезжиренные . . . . .	75,3	24,7
	»	Семена обезжиренные . . . . .	71,7	28,3	—

семядолей молочной спелости и семядолей и семян полной спелости, данные по которым приведены в табл. 4.

Как видно из приведенных данных, характер исследуемого материала оказывает безусловное влияние не только на качественное, но и на количественное содержание отдельных электрофоретических глобулиновых компонентов. По содержанию анодных глобулиновых компонентов свежих семядолей между видами обнаружены различия, которые менее отчетливо проявляются в суммарных глобулинах высушенных семядолей. Суммарные глобулины исследованных нами семядолей-семян содержат незначительное количество второго катодного глобулинового компонента, за исключением душистого горошка, суммарный глобулин которого состоит только из двух белковых компонентов. Наличие кожуры семян оказывает влияние на суммарные глобулины не только молочной, но и полной спелости семян видов чины. Так, содержание анодного глобулинового компонента в суммарном глобулине семядолей всех видов чины больше по сравнению с семенами, а первых катодных компонентов соответственно меньше.

#### ВЫВОДЫ:

Было изучено влияние фаз созревания семян на изменчивость содержания форм азота, азота белковых фракций, извлечение суммарных глобулинов и экстрактивного небелкового азота водой и 1M NaCl, а также электрофоретический состав суммарных глобулинов.

В процессе созревания семян происходит уменьшение содержания низкомолекулярных азотистых веществ с соответствующим увеличением белков.

В процессе созревания азот суммарных альбуминов меняется незначительно, а азот глобулинов и глютенинов весьма изменчив. В семенах молочной спелости значительная часть глобулинов фиксирована веществами плотного остатка по сравнению с семядолями и семенами полной спелости.

Вода извлекает из муки семян значительную часть глобулинов и экстрактивного небелкового азота. Однако в семенах присутствуют низкомолекулярные соединения азота, которые не растворяются в воде и для их извлечения необходимы растворы нейтральных солей.

Суммарные глобулины семядолей-семян чины посевной, нутовой и танжерской состоят из трех электрофоретических глобулиновых компонентов, а душистого горошка — из двух. На количество глобулиновых компонентов оказывают влияние фаза созревания и состояние исследуемого материала (свежевысушенный).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пинегина Р. И. и Клименко В. Г. Труды по химии природных соединений Кишиневского университета, 1962, 5, 19.
2. Клименко В. Г. и Пинегина Р. И. Биохимия, 1964, 29, 377.
3. Клименко В. Г. и Березовиков А. Д. Биохимия, 1963, 28, 238.
4. Клименко В. Г., Березовиков А. Д. и Леонова Г. Б. Биохимия, 1964, 29.
5. Raacke J. D. BIOCHEM. J. 101, 1957.
6. Danielsson K. E. Acta Chem. Scand. 6, 149, 1952.
7. Snelman C., Danielsson K. E. Exptl Cell. Res 5, 436, 1953.
8. Клименко В. Г., Гофман Ю. Я. и Баранова Т. А. Труды по химии природных соединений Кишиневского университета, 1960, 3, 27.
9. Гофман Ю. Я. и Вайнтрауб И. А. Биохимия, 1960, 25, 1049.
10. Березовиков А. Д. и Клименко В. Г. Укр. біохім. ж., 1964, 36, 739.
11. Клименко В. Г. Тезисы докладов второй Всесоюзной отчетно-координационной конференции по химии природных соединений, Ташкент, 1964, стр. 36.

## СОДЕРЖАНИЕ

Б. И. Библина, Э. Н. Кириллова, В. Ф. Пинкевич, М. Н. Шетина.	3
Влияние длины дня на обмен веществ и закладку цветочных почек у яблони.	
Б. И. Библина, Э. Н. Кириллова. Влияние подвоя на некоторые стороны обмена веществ у яблони.	15
Е. И. Максименко, М. В. Михайлов. Влияние осенне-зимних условий на водный режим однолетних побегов сливы.	24
М. Н. Жулавская. Изменение содержания аскорбиновой кислоты в листьях и однолетних побегах абрикоса в годичном цикле.	30
М. В. Михайлов, А. М. Скуртул, В. А. Селезнев, Б. Г. Вакарь. Влияние условий минерального питания на некоторые стороны водного обмена виноградной лозы в период вегетации и зимовки.	37
М. В. Михайлов, А. Ф. Кириллов, Т. Х. Левит. Изменение содержания фосфорных соединений под влиянием формировки куста и их роль в морозостойкости виноградной лозы.	46
Б. Л. Дорохов, А. Д. Неврянская, З. Н. Ленинк. Изменение содержания азотистых веществ в онтогенезе кукурузы.	52
Б. Л. Дорохов, И. И. Баранина, С. Н. Махаринен. Фотохимическая активность хлоропластов и содержание хлорофиллов у кукурузы.	59
Б. Л. Дорохов, Е. П. Иовва. Ассимиляционная поверхность и интенсивность фотосинтеза у первого поколения гибридов томатов сорта № 10.	62
Г. В. Шишкану, Н. В. Семенова. Особенности фотосинтеза груши и абрикоса.	67
С. В. Балтага, Л. В. Яроцкая. О растворимых сахарах и свободной галактуроновой кислоте у кормового арбуза в процессе роста и развития.	73
Л. С. Павлова, В. Г. Клименко. Изменение содержания белков при созревании семян некоторых видов чины.	81

Академия наук Молдавской ССР

ИЗВЕСТИЯ № 6

Редакторы С. Сырцова, И. Мучник. Художественный редактор Л. Кирик.  
Технический редактор В. Павлова, Н. Милан. Корректоры Ю. Цуркан, Н. Свинкина

Сдано в набор 1/IV 1966 г. Подписано к печати 3/IX 1966 г. Формат бумаги 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печатных листов 8,05. Уч.-изд. листов 6,94. Тираж 500. АБ04659. Цена 45 коп. Заказ № 1092.

Издательство «Карти Молдовеняскэ», Кишинев, ул. Жуковского, 44.

Полиграфкомбинат, Кишинев, ул. Т. Чорбы, 32.

## ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строчка		Напечатано	Следует читать
	сверху	снизу		
4	10		(5—6) от верхушки	(5—6 от верхушки)
5	2		0,001 КJО <sub>2</sub>	0,001 N КJО <sub>2</sub>
6 Табл. 2	колонки 9 и 11 строка 3		—	% к контролю
	колонка 3 строка 8		55,3	55,7
8 Табл. 4	колонки 9 и 11 строка 3		—	% к контролю
15	21		И. В. Коломпец	И. А. Коломпец
46	8		определяющий прохождение	определяющих прохождение