

109.  
ЛАТВИЙСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. СТУЧКИ

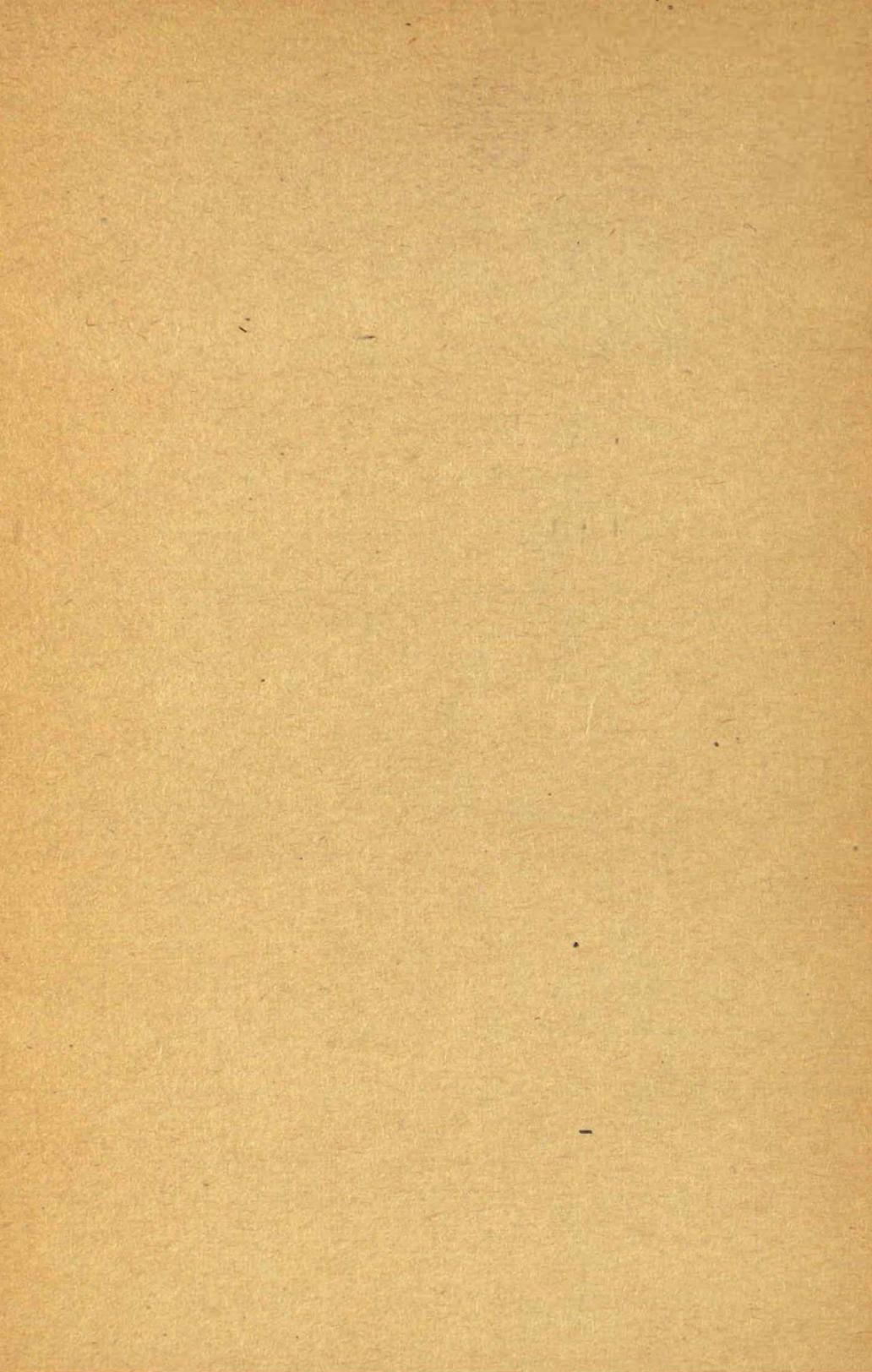
*В*опросы  
**ФИЗИОЛОГИИ  
РАСТЕНИЙ**

УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ  
ТОМ 109

Рига



1969



Biol. № 20  
arkaj. 2

ЛАТВИЙСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. П. СТУЧИКИ

# ВОПРОСЫ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

УЧЁНЫЕ ЗАПИСКИ  
ТОМ 109

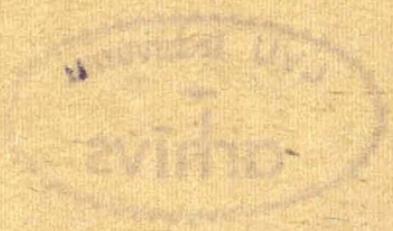
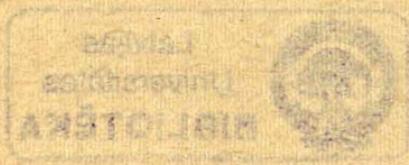


Р и г а, 1968

1

Редакционная коллегия:

Профессор, доктор биологических наук Х. А. Мауриня (отв. ред.),  
доцент кандидат биологических наук Р. Я. Кондратович, и.о.  
д-ца, кандидат биологических наук Д. А. Финере.



## П р е д и с л о в и е

В течение ряда лет на кафедре физиологии растений Латвийского государственного университета им. П. Стучки проводятся исследования по изучению физиологических особенностей растений в онтогенезе; ищутся пути регулирования этих процессов при тех или иных воздействиях на растения. Изучаются особенности развития генеративных органов, изменение физиологических процессов и биохимических показателей на ранних этапах органогенеза ценных декоративных растений — рододендронов (работа Р. Я. Кондратовича и Л. Я. Якобсон) и некоторых других хозяйственно ценных и интересных в теоретическом отношении древесных пород (работа И. К. Лапа). Особое внимание уделяется изучению таких физиологических процессов, которые характеризуют сдвиги сексуализации растений (работы И. К. Лапа, А. Т. Миллера, Р. Н. Спека, Р. В. Берзиня-Берзите, М. Викмане, К. Дзерве). Среди таких процессов особо важное значение занимают окислительно-восстановительные процессы, а в связи с этим и соответствующие ферментативные системы. Поэтому читатель во многих работах здесь найдет соответствующие данные.

Среди других элементов минерального питания по своему влиянию на окислительно-восстановительные процессы видное место занимает калий, значение которого и рассматривается в работах Э. Думпе и А. Марнауза.

Авторы данного сборника свои работы посвящают 50-ой годовщине своего университета. В связи с юбилеем получили также "подарок" — статья В. Власенко и Всесоюзного ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени селекционно-

генетического института, мы ее помещаем в свой сборник, так как в ней освещены другие очень интересные стороны изучаемой нами проблемы.

Сборник рассчитан на биологов, агрономов, учителей биологии, студентов - всех тех, объектом исследований или практической деятельности которых являются растения.

Редколлегия

КОНДРАТОВИЧ Р. Я., ЯКОБСОН Л. Я.

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ И  
СЕМЕНОШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ RHODODENDRON L.  
В ЛАТВИЙСКОЙ ССР

За последнее десятилетие в Латвийской ССР интродуцировано более чем 70 видов рододендрона, которые благодаря обильному цветению декоративностью, в настоящее время успешно применяются в зеленом строительстве республики. Однако обильное цветение не всегда сопровождается хорошим семеношением. Так, например, такие ценные виды как *Rh. ledebourii* Pojark., *Rh. mucronulatum* Turcz., *Rh. japonicum* Sieb. и другие семена практически не дают, но если иногда семена и завязываются, то они являются не полноценными. Для выяснения причин этого явления в 1964-1967 годах проводились морфологические исследования с 15 /таблица I/ и цитозембриологические исследования с 4 видами интродуцированных рододендронов принадлежащих к систематически различным группам рода: *Rh. catawbiense* Michx., *Rh. luteum* Sw., *Rh. ledebourii* Pojark., *Rh. mucronulatum* Turcz.

В литературе имеются данные /Куперман, 1963/, что несмотря на свою специфику все покрытосеменные проходят 12 этапов органогенеза. Первые два этапа проходят до образования генеративных органов. Появление зачатков и дифференцировка генеративных органов проходит на III и IV этапах. Дальнейшая дифференцировка частей цветка и формирование археспориальных тканей проходит на V этапе, который вместе с VI этапом /микро-, макроспорогенез/ составляет период спорогенеза. VI этап характеризуется с образо-

РАЗВИТИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ У  
*Rh. jarolicum* Sur.



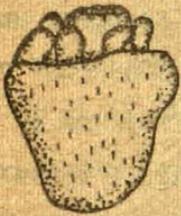
3 VI 66 r



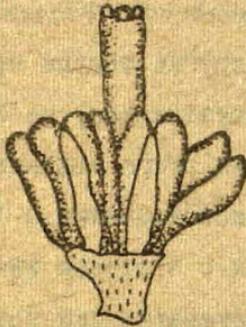
8 VI 66 r



19 VI 66 r

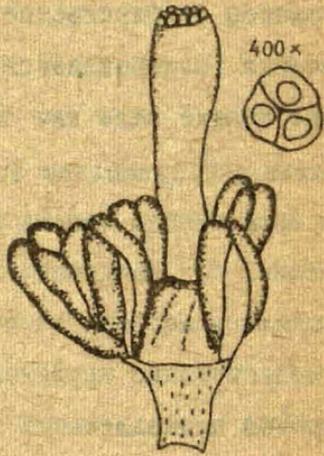


1 VII 66 r



26 VIII 66 r

V этап



20 IX 66 r

VI этап

Рис. 1

ванием тетрад микроспор /пыльцы/. Дальнейшее развитие генеративных органов и окончание формирования пыльцы происходит на УП и УШ этапах, которые составляют период гаметогенеза. На IX этапе происходит цветение, оплодотворение и образование зиготы. На X-XII этапах образуются плоды, семена.

Наши исследования показали, что генеративные органы <sup>как</sup> у листопадных, так и у вечнозеленых рододендронов развиваются в течении одного вегетационного периода /Kondratovičs, 1964/. Микроспоры к концу этого времени находятся в тетрадах т.е. все изученные рододендроны /таблица I/ входят в зимовку на UI этапе органогенеза /Рис. I./.

Скорость дифференцировки частей цветка зависит от вида /таблица I/. Так, например, у *Rh. ponticum* L. дифференцировка происходит через 9, у *Rh. fastigiatum* Franch. через 19, а у *Rh. smirnowii* Trautw. через 20 дней после цветения. У других видов дифференцировка генеративных органов значительно растянуто: у *Rh. ovagolinianum* Rehd. происходит через 63, *Rh. Schlippebachii* Maxim. - 76, *Rh. japonicum* Sieb. через 81 день.

Определенная закономерность выявлена в развитии пыльцы у различных видов рододендрона. Так у вечнозеленых рододендронов, в зависимости от вида, тетрады пыльцы формируются в течении 32-78 дней после цветения а у листопадных в течении 76-117 дней /см. таблицу I/.

Мейоз протекает нормально как при образовании мужского, так и женского гаметофитов. Неправильное расхождение хромосом в мейозе наблюдалось в отдельных случаях, однако на семенооб-

Таблица I

Развитие генеративных органов у некоторых видов рододендрона в 1966 году.

№	Название вида	Время цветения	Сформирование частей цветка		Образование тетрады пыльцы	
			Число	Дней после цвет.	Число	Дней после цвет.
Вечнозеленые:						
1.	<i>Rh. carolinianum</i> Rehd.	20 V-30 V	1	VIII 63	-	-
2.	<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	27 V-10 VI	11	VII 32	26	VIII 78
3.	<i>Rh. caucasicum</i> Pall.	17 V-29 V	11	VII 44	2	VIII 66
4.	<i>Rh. fastigiatum</i> Franch.	17 V-26 V	13	VI 19	11	VIII 78
5.	<i>Rh. ledebourii</i> Pojark.	1 V-12 V	11	VII 61	21	VII 71
6.	<i>Rh. ponticum</i> L.	4 VI-20 VI	28	VI 9	21	VII 32
7.	<i>Rh. smirnowii</i> Trautv.	30 V- 9 VI	28	VI 20	1	VIII 54
Листопадные:						
8.	<i>Rh. canadense</i> Torr.	17 V-27 V	11	VII 45	11	VIII 76
9.	<i>Rh. japonicum</i> Sur.	23 V- 7 VI	26	VIII 81	20	IX 102
10.	<i>Rh. luteum</i> Sw.	17 V-1 VI	21	VII 51	20	IX 112
11.	<i>Rh. micranthum</i> Turcz.	17 VI-1 VII	11	VIII 42	20	IX 82
12.	<i>Rh. mucronulatum</i> Turcz.	29.IV-17 V	11	VII 56	22	VII 67
13.	<i>Rh. Schlippenbachii</i> Maxim.	14 V-28 V	11	VIII 76	20	IX 116
14.	<i>Rh. vaseyi</i> A.Gray	19 V-27 V	22	VII 57	20	IX 117
15.	<i>Rh. viscosum</i> Torr.	13 VI-1 VII	1	VIII 32	-	-

РАЗВИТИЕ ПЫЛЬЦЫ У  
*Rh. luteum* Sw.

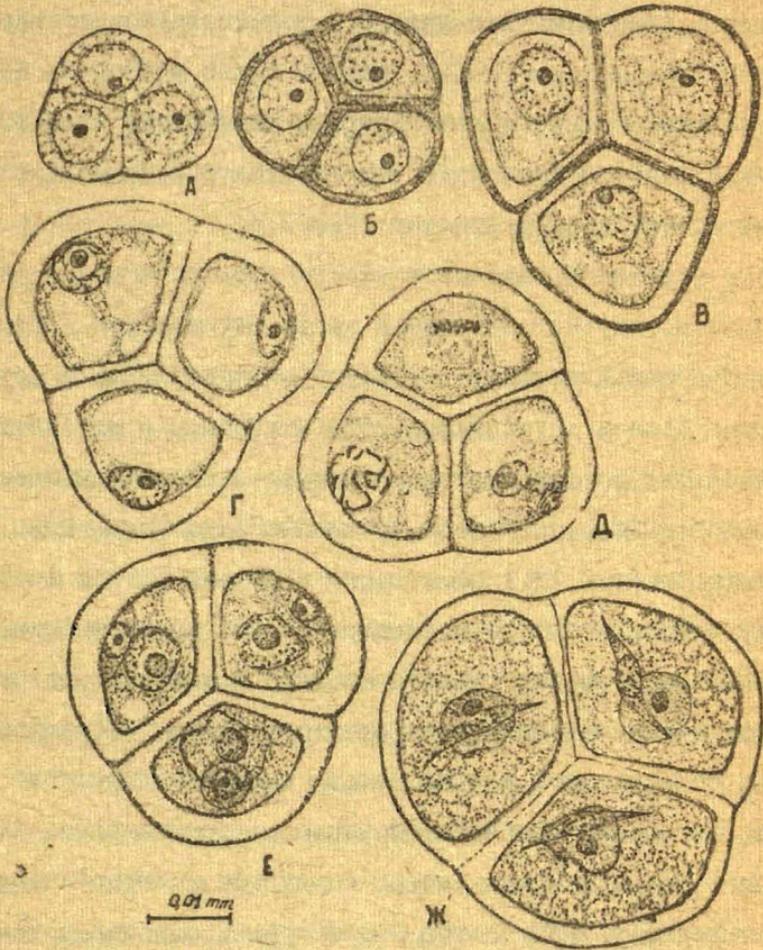


Рис. 2

разование это явление существенно не влияет. Тетрады микроспор не распадаются на отдельные микроспоры.

Двухклеточная пыльца у рододендронов описана Страсбургером /Strasburger, 1884/, однако более подробных исследований о развитии мужского гаметофита в литературе нами не найдено. В связи с этим ниже приводим краткое описание развития мужского гаметофита у рододендронов /Рис. 2./.

Тетрады микроспор быстро увеличиваются в размерах, в начале образуется экзина, а затем интина /рис. 2, А, Б, В/. В таком состоянии тетрады микроспор проводят зимний период покоя. Весной вблизи внутреннего угла микроспор в цитоплазме развивается вакуольная система, которая в последствии заполняет большую часть полости клетки, оттесняя ядро микроспоры к ее внешней стенке /рис. 2, Г/. После этого ядро микроспоры вступает в профазу митоза и быстро совершает первое деление /рис. 2, Д/. В результате дифференциального деления у наружной стенки пыльцевого зерна возникает маленькая, линзообразная генеративная клетка. Ядро генеративной клетки весьма медленно переходит в интерфазное состояние с выделением ядрышка. Вегетативное ядро после своего возникновения быстро переходит в интерфазное состояние, постепенно увеличивается в размерах и отходит к центру вегетативной клетки. Затем генеративная клетка несколько округляется, передвигается во внутрь вегетативной клетки и останавливается в непосредственной близости вегетативного ядра /рис. 2, Е/. Исследования последних лет /Кострюкова, 1947; Полякова, 1961, 1963 и др./ указывают на тесную метаболическую связь, которая име-

ется между вегетативным ядром и генеративной клеткой. Очевидно именно это и является причиной передвижения генеративной клетки к вегетативному ядру, что мы наблюдали у изучаемых рододендронов.

К времени высеваания, тетрады пыльцы еще несколько увеличиваются в размерах. Генеративная клетка приобретает веретеновидную форму /рис. 2, Ж/. Деление генеративной клетки происходит в пыльцевой трубке, в результате чего возникает два многоплазменных спермия /Якобсон, 1968/.

В развитии мужского гаметофита различия между исследованными видами рододендрон не наблюдались.

Развитие женского гаметофита рододендронов совершается по нормальному типу /Samuelsson, 1913; Creech, 1955/. Это происходит весной за 10-20 дней до цветения. Наши исследования по развитию женского гаметофита соответствует литературным данным

К времени опыления у позднее цветущих *Rh. catawbiense* Michx. и *Rh. luteum* Sw. формирование зародышевых мешков почти закончено. Но у ранцветущих *Rh. mucronulatum* Turcz. и *Rh. ledebouri* Pojark. к времени опыления развитие зародышевых мешков достигло одно - четырех ядерное стадии развития. Часто наблюдается дегенерация семязпочек. В результате образуется ничтожное количество семян. Замедленное развитие зародышевых мешков и частая дегенерация семязпочек у ранцветущих рододендронов объясняется вредным действием ночных заморозков.

В 1966 году были исключительно благоприятные условия весны, - начиная с 20 апреля в условиях г. Риги температура не

Смерзешение рододендронов в зависимости  
от условий опыления.

№	Название вида	Варианты опыта	Свободное опыление-контр.			Самоопыление			Перекрестное опыле- ние		
			Число учтен- ных цветков	Число завязав- шихся коробок	%	Число учтен- ных цветков	Число завязав- шихся коробок	%	Число учтен- ных цветков	Число завязав- шихся коробок	%
1	<i>Rh. japonicum</i> Sur.		188	2	1,1	75	-	0	74	60	60,9
2	<i>Rh. luteum</i> Sw.		147	17	11,6	90	2	2,2	142	126	88,7

падала ниже нуля. Этой весной формирование зародышевых мешков у раноцветущих рододендронов протекало нормально и осенью был собран богатый семенной материал.

Следовательно, чтобы получить семена у раноцветущих рододендронов ежегодно следует предохранить матечные экземпляры от весенних заморозков.

У поздноцветущих *Rh. luteum* Sw. и *Rh. japonicum* Sur. развитие мужского и женского гаметофитов протекает нормально, но нормальное семенообразование отсутствует. Как показали наши исследования - *Rh. luteum* Sw. и *Rh. japonicum* Sur. совершенно бесплодны при самоопылении /см. таблицу 2/. Только после искусственного перекрестного опыления наблюдается хорошее завязывание семян.

По нашим наблюдениям в условиях Латвийской ССР насекомые слабо посещают цветки *Rh. luteum* Sw. и *Rh. japonicum* Sur. В связи с этим естественное перекрестное опыление у этих рододендронов практически отсутствует и завязывается ничтожное количество семян /таблица 2/. Чтобы получить семена у этих рододендронов следует произвести искусственное перекрестное опыление.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 КОСТРЖКОВА К. П. Развитие генеративной клетки в пыльцевом зерне ланцыша. Советская ботаника, т. 15, № 6, 1947.
- 2 КУПЕРМАН Ф. М. Морфологическая изменчивость растений в онтогенезе. Изд. МГУ, 1963.
- 3 ПОЛЯКОВА Г. Ф. К вопросу о роли вегетативного ядра в развитии мужского гаметофита. Цитология, т. 3, № 3, 1961.
- 4 ПОЛЯКОВА Г. Ф. Изучение вегетативного ядра в пыльцевом зерне у *Echinops sphaerocephalus*. Цитология, т. 5, № II, 1963.
- 5 ЯКОБСОН Л. Я. Спермогенез у *Rhododendron mucronulatum* Turcz. Научные Доклады Высшей школы, сер. Биологические науки, № 6, 1968.
- 6 CREWSON J. L. An Embryological study in the *Rhododendron* subgenus *Anthodendron* Endl. Botanical Gazette, 116, 3, 1955.
- 7 KONDRATOVIČS R. J. *Rhododendronu* introdukcija Latvijas PSR. Autoreferāts, Rīgā, 1964.
- 8 SAMUELSSON G. Studien über Entwicklungsgeschichte einiger Bicornes - Typen. Svensk bot. Tidskr., 7, 1913.
- 9 STRASBURGER E. Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Theorie der Zeugung. Jena, 1884.

ДУМПЕ Э. В.

### ВЛИЯНИЕ КАЛИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ КОРНЕЙ КУКУРУЗЫ.

Центральным звеном в обмене веществ является дыхание. Мнения исследователей о влиянии калия на интенсивность дыхания растений до настоящего времени неравнозначные. Некоторые авторы /1-4/ в своих опытах наблюдали, что калий повышает интенсивность дыхания растений. Удовенко Г. В. и Урбанович Т. А. /3/, исследуя влияние калия на интенсивность дыхания различных растений (кукурузы, озимой ржи, ячменя, гороха, бобов), установили, что калий заметно усиливает интенсивность дыхания, как прораставших семян (на I<sup>2</sup> - 46 %), так и листьев и корней проростков (на II - 20 % по сравнению с контролем). Эти авторы установили также, что в случае отсутствия калия в питательной среде (смесь Гельригеля), резко снижается интенсивность дыхания листьев растений кукурузы в возрасте до 4-х недель.

Совершенно противоположные взгляды о влиянии калия на интенсивность дыхания встречаем в работе Пирсона А. /5/. Автор указывает, что характерным признаком калийного голодания у водорослей является сильное увеличение интенсивности дыхания. В работах Шербакова А. П. /6-8/ установлено, что в проростках гороха отсутствие или недостаток (1/10 нормы) калия в питательной среде усиливает потери органического вещества за счёт дыхания, значит интенсивность дыхания усиливается. Аналогичные наблюдения о том, что отсутствие калия повышает интенсивность дыхания надземных частей или корней растений встречаются и в работах других авторов /9 - 14 и др./. Если исключение калия из питательного раствора вызывает усиление дыхательного процесса, то можно ожидать, что добавление этого элемента или повышение его доз будет снижать интенсивность дыхания. Такого рода наблюдения встречаем в литературе /15 - 17/:

При характеристике влияния недостатка калия на интенсивность дыхания растений, очевидно, необходимо, как отмечает Сабинин Д. А. /18/, указывать степень калийного голо-

дания растений. Правильность такого подхода подтвержда-  
ют наблюдения Берштейн Б.И. с сотрудниками /II, I2, I6/,  
что повышение интенсивности дыхания листьев сахарной  
свеклы происходит только при резком калийном голодании,  
но не наблюдается при I/IO норми калия в питательной сре-  
де. К тому ещё по наблюдениям этих авторов к концу веге-  
тации (23 VIII) повышение интенсивности дыхания, растений  
не получавших калия, установлено только в старых (нижних)  
листьях. В молодых листьях наблюдается даже некоторое  
снижение интенсивности дыхания по сравнению с контролем.  
Курсанов А.Л. и Вискребенцева Э.И. /I9/, изучая метабо-  
лизис корневых систем растений тыквы на фоне усиливающейся  
калиевой недостаточности, установили, что, при постепенном  
уменьшении в клетках запасов калия, наблюдается прямо про-  
тивоположные сдвиги интенсивности дыхания корней. В на-  
чальный период роста растений интенсивность дыхания на  
непродолжительный период ослабевает, а потом начинает  
всё нарастать по сравнению с контролем.

Цель нашей работы была: изучить влияние калия  
на интенсивность дыхания корневых систем кукурузы сорта  
Минусинка в начале онтогенеза.

### М е т о д и к а

I опыт проведен I965 году. Восемидневные про-  
ростки, росшие на водопроводной воде, высаживались на пи-  
тательном растворе Кнопса с различным содержанием калия:  
I/ K - контроль, нормальное содержание калия,  
2/-K - раствор без калия, соли K заменены соответствующими  
количествами солей натрия,  
3/+K - раствор с увеличенной концентрацией калия (I,5 нор-  
мы).

Во всех вариантах добавлялись микроэлементы по  
Арноу /26/. В каждом варианте по 20 вегетационных сосу-  
дов, (в сосуд по 8 растений), интенсивность дыхания корневых  
систем определялась методом Винклера /2I/, через каждые  
пять дней в четырёх повторностях.

II опыт проведен I968 году. Проросшие семена,  
имеющие корешки и coleoptили (трёхдневного возраста), выса-

живались на питательном растворе Кнопа с добавлением микроэлементов. Варианты были такие же, как в первом опыте. Интенсивность дыхания корневых систем растений определялась на аппарате Варбурга по поглощению кислорода /22/ в трёх повторностях через каждые 3-4 дня. Количество растений в каждом варианте такое же, как в предыдущем опыте.

В обоих опытах растения выращивались в лабораторном помещении при нормальном дневном освещении. Питательный раствор продувался и регулировалось pH среды на 5,8-6,0. Во время опыта один раз (через 10 - 12 дней) менялся питательный раствор.

### Результаты и их обсуждение.

Растения различных вариантов в обоих опытах заметно различались по интенсивности роста. Растения, не получавшие калия, имели замедленный рост, меньшую площадь листьев и более тонкую корневую систему, а растения на питательном растворе с повышенным содержанием калия превосходили контрольных растений как по весу, так и площади листьев /20/.

Результаты опытов (таблица I, графики I, 2) показали, что концентрация калия в питательном растворе заметно влияет на интенсивность дыхания корневых систем растений кукурузы. В обоих опытах, несмотря на различные методы определения интенсивности дыхания, у растений не получавших калия, во время опыта наблюдается одинаковая реакция на недостаток калия. В начале опыта, до 10 - 11 дня интенсивность дыхания постепенно снижается по сравнению с контрольными растениями. На 10 - 11 дне после начала опыта корни растений на питательном растворе без калия имеют интенсивность дыхания на 20 - 29 % ниже контрольных растений; во втором опыте эта разница статистически достоверная ( $t_{\text{факт.}} 4,47 > t_{\text{таблиц}} 2,78$ ). На 14-тый день опыта наблюдается крутой подъём интенсивности дыхания; (на 23 % в I опыте и 58 % в II опыте превышает контроль). Повышенная интенсивность дыхания корней растений кукурузы, голодающих по калию, наблюдается и дальше (разница статисти-

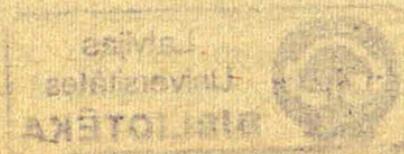


Таблица I

Интенсивность дыхания корней кукурузы в зависимости от обеспечения их калием  
 - (в мг O<sub>2</sub> на I г сухого вещества)  
 Опыт I.

Вариант	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$S \pm S_s$	$t$	*
28 V (5)				
K	3,19 $\pm$ 0,11	0,23 $\pm$ 0,083		
- K	3,01 $\pm$ 0,13	0,26 $\pm$ 0,093	0,55	
+ K	2,92 $\pm$ 0,10	0,20 $\pm$ 0,072	0,89	
2 VI (10)				
K	3,62 $\pm$ 0,14	0,27 $\pm$ 0,096		
- K	2,87 $\pm$ 0,09	0,19 $\pm$ 0,068	1,97	
+ K	2,61 $\pm$ 0,11	0,21 $\pm$ 0,075	2,95	
6 VI (14)				
K	3,43 $\pm$ 0,09	0,18 $\pm$ 0,064		
- K	4,20 $\pm$ 0,12	0,23 $\pm$ 0,082	2,66	
+ K	3,19 $\pm$ 0,11	0,25 $\pm$ 0,075	0,89	
13 VI (21)				
K	1,40 $\pm$ 0,06	0,12 $\pm$ 0,041		
- K	1,77 $\pm$ 0,06	0,11 $\pm$ 0,039	2,31	
+ K	1,35 $\pm$ 0,04	0,07 $\pm$ 0,025	1,07	

- \*  $\bar{x}$  - средняя арифметическая величина  
 $S_{\bar{x}}$  - основная ошибка средней величины  
 $S$  - среднее квадратическое отклонение  
 $S_s$  - средняя ошибка квадратического отклонения  
 $t$  -  $t$  фактическое ( $t_{таблиц}$  при  $P = 0,05 = 2,45$ )  
 (5) - число дней с начала опыта.

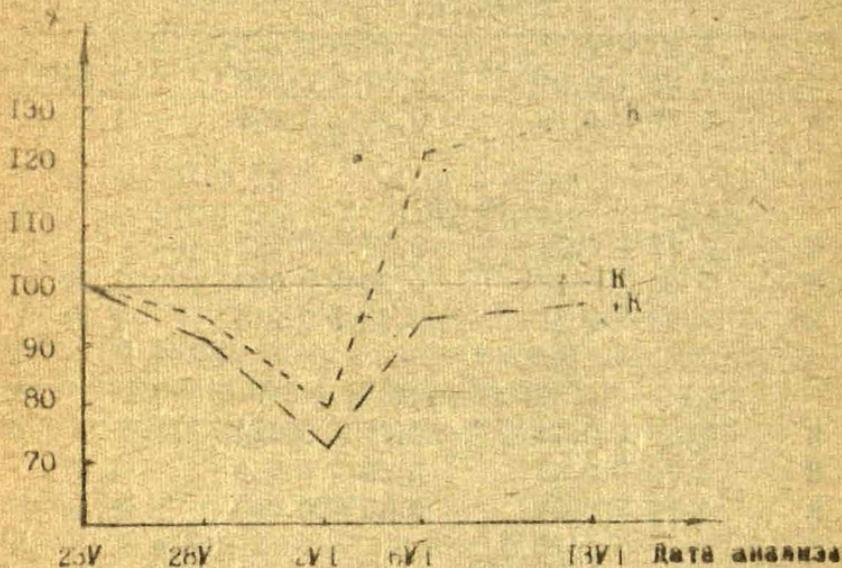


Продолжение таблицы I.

Опыт II

Вариант	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$S \pm S_s$	$t$
II VI (6)			
K	$3,63 \pm 0,17$	$0,28 \pm 0,112$	
- K	$3,93 \pm 0,04$	$0,07 \pm 0,028$	2,00
+ K	$3,77 \pm 0,15$	$0,26 \pm 0,104$	1,07
I4 VI (9)			
K	$3,78 \pm 0,10$	$0,17 \pm 0,068$	
- K	$3,58 \pm 0,12$	$0,20 \pm 0,080$	1,19
+ K	$3,93 \pm 0,12$	$0,21 \pm 0,084$	2,29
I7 VI (11)			
K	$2,37 \pm 0,12$	$0,21 \pm 0,084$	
- K	$1,70 \pm 0,08$	$0,13 \pm 0,052$	4,47
+ K	$2,61 \pm 0,06$	$0,10 \pm 0,040$	2,40
20 VI (14)			
K	$5,24 \pm 0,16$	$0,27 \pm 0,108$	
- K	$3,29 \pm 0,19$	$0,32 \pm 0,128$	12,20
+ K	$5,12 \pm 0,08$	$0,13 \pm 0,080$	0,60
24 VI (18)			
K	$5,65 \pm 0,20$	$0,35 \pm 0,140$	
- K	$7,99 \pm 0,16$	$0,27 \pm 0,108$	9,18
+ K	$5,63 \pm 0,12$	$0,20 \pm 0,080$	0,10

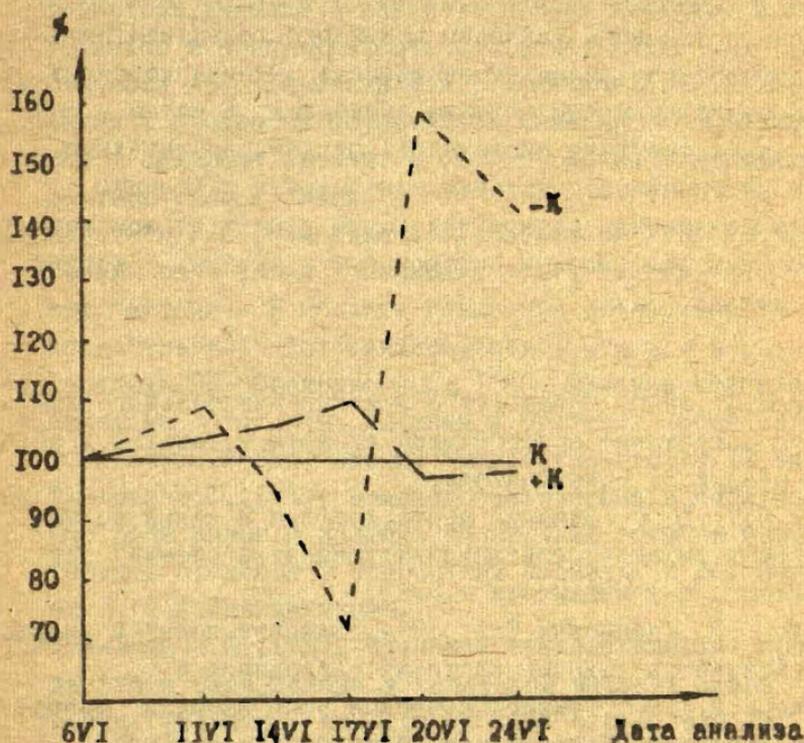
Изменение интенсивности дыхания корней кукурузы в зависимости от снабжения калием (опыт I)



чески достоверная). Крутой подъем интенсивности дыхания корневых систем наблюдается в фазу трёх листьев. В это время на краях нижних листьев обнаруживаются признаки калийного голодания. Возможно активизация дыхательного процесса корневых систем является приспособительной реакцией повышения возможности добывания растениями недостающего калия из трудно растворимых соединений.

На питательном растворе с повышенным содержанием калия в первом опыте (таблица I) растения имеют всё время меньшую интенсивность дыхания корневых систем, чем контрольные. К концу опыта различия становятся незначительными. Во втором опыте не удалось наблюдать статистически достоверных различий. В начале опыта можно говорить даже о некоторой тенденции к повышению интенсивности дыхания (на 5 - 10 % по сравнению с контролем). Различную реакцию

Изменение интенсивности дыхания корней кукурузы в зависимости от снабжения калием (опыт II).



растений обоих опытов на увеличение дозы калия можно объяснить, очевидно, различной температурой воздуха во время опыта: (I опыт +17, +18°C, II опыт +22, +25°C). В литературе /23 -25/ отмечается, что растения более требовательны к калию при более низких температурах.

На наш взгляд, интересным является полученное нами подтверждение противоположной реакции растений на один и тот же фактор - недостаток калия, которое отмечают Курсанов А.Л. и Вискребенцева Э.И. /19/. Установленный факт двойной реакции растений на недостаток калия, даёт возможность в некоторой степени объяснить имеющиеся в литературе противоречивые наблюдения о влиянии недостатка калия на интенсивность дыхания растений. Очевидно, отдельные исследовате-

ли определяли дыхание растений при различной степени калийного голодания.

### В ы в о д ы.

При постепенном усилении калийного голодания (питательный раствор без калия) интенсивность дыхания корневых систем растений кукурузы сначала снижается, а потом в фазе образования третьего листа (на 14-ый день) значительно превышает интенсивность дыхания контрольных растений.

При повышенном содержании калия в питательном растворе в большинстве случаев интенсивность дыхания корней немного снижена.

### Л и т е р а т у р а.

- 1 Цибилов М.П., 1950. К вопросу о влиянии минерального питания на содержание аскорбиновой кислоты в томатах. В сб. Памяти акад. Д.Н. Прянишникова.
- 2 Дорехов Л.М., 1956. Влияние азота, фосфора и калия на интенсивность дыхания сельскохозяйственных растений. Тр. Кишиневского с-х института, т.8.
- 3 Удовенко Г.В., Урбанович Т.А., 1964. Влияние калия и хлора на интенсивность дыхания растений. Агрoхимия № 5.
- 4 Удовенко Г.В., 1965. Физиологическая роль калия и хлора в жизни растений. Автореферат докторск. диссертации.
- 5 Pirson A., 1955. Functional aspects in mineral nutrition of green plants. Ann. rev. plant. physiol. v. 6, 71
- 6 Щербаков А.П., 1945. Нарушение нормального процесса дыхания растений при недостатке калия. Биохимия т. 10, в. 5-6.
- 7 Щербаков А.П., 1946. Калий как регулятор ферментативных процессов растений. Тр. Инст.-та физиол. раст. АН СССР им. К.А. Тимирязева т. 3, вып. 2.
- 8 Щербаков А.П., 1948. Калий как регулятор ферментативных процессов в растениях. Сообщение 2. Тр. Ин-та физиол. раст. АН СССР им. К.А. Тимирязева т. 6, вып. 1.
- 9 Ыскребенцева Э.И., 1964. Влияние калийной недостаточности на биохимические и цитологические изменения в корнях. Тезисы к совещанию. Теоретические основы регул. мин. пит. раст.

- 10 Курсанов А., Вискребенцева Э., Свешникова М., Красавина М., 1965. Дезорганизация энергетического обмена в корнях при калийном голодании. Докл. АН СССР Т. 162, № 1.
- 11 Берштейн Б.И. 1965. Влияние калия на интенсивность фотосинтеза, дыхания и элементы обмена веществ. В сб. Фотосинтез и продуктивность растений. Киев.
- 12 Оканенко А.С., Берштейн Б.И., Пшеничная А.К., 1965. Роль калия в процессах фотосинтеза, дыхания и фосфорилирования у сахарной свеклы. В сб. Фотосинтез и пигменты как факторы урожая. Киев.
- 13 Берштейн Б.И., Оканенко А.С., Пшеничная А.К., 1967. Изучение роли калия в реакциях фосфорилирования у высших растений. В сб. Пути повышения интенсивности и продуктивности фотосинтеза. Киев.
- 14 Берштейн Б.И., Оканенко А.С., 1966. Влияние недостатка калия на фотосинтез, дыхание и фосфорный обмен в онтогенезе сахарной свеклы. Физиология раст. т. 13, вып. 4.
- 15 Туркова Н.С., 1950. Влияние соотношения в питательном растворе калия и кальция на азотный обмен и окислительные процессы в проростках пшеницы. В сб. Памяти акад. Д.А. Прянишникова.
- 16 Стеклова М.М., 1959. Изучение физиологических причин действия бора, железа и калия при высоких дозах извести. Тр. Ботан. ин-та АН СССР сер. 4, вып. 13.
- 17 Елисеева О.Н., 1962. Окислительно - восстановительный режим в листьях некоторых растений в зависимости от источников калийного питания. Тр. Молдавск. н-и ин-та орошаемого земледел. и овощеводства т. 4, № 1.
- 18 Сабинин Д.А., 1940. Минеральное питание растений.
- 19 Курсанов А.Л., Вискребенцева Э.И., 1967. Метаболизм растения в условиях калийной недостаточности. Агрохимия № 1.
- 20 Думпе Э.В., 1968. Некоторые особенности ростовых процессов кукурузы в зависимости от обеспечения калием. В сб. Вопросы биологии, изд. Зинатне.
- 21 Баславская С.С., Трубецкова О.И., 1964. Практикум по физиологии растений.

- 22 Вознесенский В. Л., Заленский О. В., Семихатова О. А., 1965.  
Методы исследования фотосинтеза и дыхания растений.
- 23 Russel E. J., 1928. Ernährung der Pflanzen.
- 24 Hart S., 1949. Plant and Soil. 1.3.
- 25 Демолон А., 1961. Рост и развитие культурных растений.
- 26 Хьюитт Э., 1960. Песчаные и водные культуры в изучении  
питания растений.

ЛАПА И.К.

СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ И ДЕГИДРОАСКОРБИНОВОЙ  
КИСЛОТ В ЛИСТЬЯХ ОСИНЫ И ЯСЕНЯ ПЕНСИЛЬВАНСКОГО  
В СВЯЗИ С ИХ СЕКСУАЛИЗАЦИЕЙ.

Среди натуральных соединений-производных сахаров - важную роль играет аскорбиновая кислота. К важнейшим свойствам аскорбиновой кислоты причисляется её способность к окислительно-восстановительным реакциям. Отщепляя водород, она переходит обратно в дегидроаскорбиновую кислоту. Этим она играет важную роль в окислительно-восстановительных процессах. Аскорбиновая кислота встречается почти во всех растительных и животных тканях. С начала аскорбиновую кислоту обозначали витамином С в связи с её антискорбутным действием, но позже выяснилось, что этим же свойством обладает и дегидроаскорбиновая кислота. В настоящее время под названием "витамин С" понимают сумму аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислот ( Franke W., 1956 ).

В литературе имеются данные о том, что содержание аскорбиновой кислоты в растениях тесно связано и с их сексуализацией ( Pugh<sup>1</sup> A. N., Nanda K. K., 1966 ).

Исследуя содержание аскорбиновой кислоты в листьях и побегах тополя ( P o r u l u s S o z n o v s k u j ) Джапаридзе наблюдал, что зимой, весной и летом содержание аскорбиновой кислоты у женских особей выше, но осенью разница выравнивается. Дегидроаскорбиновой кислоты ни в одном случае не найдено ( Джапаридзе Л.И., 1965 ). Кезели нашёл что

в листьях тополей в июне аскорбиновой кислоты у мужских особей значительно больше чем у женских ( 391 мг% у мужских особей и 240 мг% у женских особей ), а в июле больше у женских особей - соответственно 302 мг% и 295 мг% (Кезели Т.А. и Тарасовых К.М., 1947). Эти данные, повидимому, можно объяснить тем, что обмен веществ тесно связан с особенностями развития растений.

Так как литературные данные не дают окончательного представления о содержании различных форм аскорбиновой кислоты в растениях в связи с их сексуализацией, целью нашей работы ставилось определить содержание аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислот в листьях особей разной сексуализации осины (*Populus tremula* L. ) и ясени пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh. ).

#### Материал и методика

Пробы для анализа брались из трёх деревьев каждого пола в трёх повторностях в августе и сентябре 1968 года. Данный период совпадает с третьим и четвёртым этапами органогенеза, т.е. периодом дифференциации осей соцветия и закладки и дифференциации лопастей соцветия. Пробы брались по утрам в 9<sup>00</sup>. Для анализа брались листья одинакового возраста расположенные на ветвях одинакового яруса. Аскорбиновая кислота определялась по методу описанному Петербургским ( Петербургский А.В., 1954).

### Результаты

Результаты о содержании аскорбиновой кислоты ( АК ), легилроаскорбиновой кислоты ( ДАК ) и других соединений восстанавливающих 2,6-дихлорфенолиндофенол ( ДИФРС ) в листьях осины помещены в таблице 1. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях деревьев с женской сексуализацией больше чем у особей с мужской сексуализацией. Легилроаскорбиновая кислота преобладает у мужских особей. Содержание легилроаскорбиновой кислоты в листьях осины по сравнению с аскорбиновой кислотой незначительное (таблица 2).

Количество легилроаскорбиновой кислоты  
в % от суммы витамина С в листьях осины.

Таблица 2

Вариант	ДАК в % от суммы витамина С	
	13 III	12 IX
♂	0,43	0,45
♀	0,23	0,33

Кроме витамина С в листьях осины найдено большое количество других соединений способных восстанавливать 2,6-дихлорфенолиндофенол. У осины большинство 2,6-дихлорфенолиндофенола восстанавливается именно этими веществами (таблица 3).

У осины в листьях растений с женской сексуализацией аскорбиновая кислота составляет большую часть всех восстанавливающих соединений. Другая картина наблюдается у растений мужской сексуализации.

Содержание аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислот, суммы витамина С и других соединений восстанавливающих 2,6-дихлорфенолиндофенол в листьях осины.

Таблица I

Восстанавливающие в-ва в мг%

Вариант	13. август								12 сентябрь							
	АК		ДАК		Сумма вит. С	ДФРС		АК		ДАК		Сумма вит. С	ДФРС			
	биол. повт.	средн.	биол. повт.	средн.		биол. повт.	средн.	биол. повт.	средн.	биол. повт.	средн.		биол. повт.	средн.		
♂ 1	97,3		4,2		101,3	288,8			-		-					
♂ 2	94,5	97,0	4,1	4,3	101,3	286,1	289,5	78,8	78,0	3,5	3,55	81,55	276,3	281,2		
♂ 3	99,1		4,5			293,7		77,2		3,7			285,0			
♀ 4	118,8		3,1			280,9				-						
♀ 5	120,0	118,9	3,3	3,1	122,0	281,5	280,5	95,8	91,3	3,1	3,1	94,4	184,9	178,4		
♀ 6	117,9		3,0			279,4		85,9		3,1			171,8			

Количество аскорбиновой кислоты в % от суммы соединений восстанавливающих 2,6-дихлорфенолиндофенол в листьях осины.

Таблица 3

вариант	ЛХ в % от общего количества восстанавливающих соединений	
	13 VIII	12 IX
♂	33,4	20,1
♀	42,5	51,0

В листьях ясеня пенсильванского количество аскорбиновой, дегидроаскорбиновой кислот и других восстанавливающих соединений по сравнению с осиной значительно меньше. Сравнивая полученные данные у мужских и женских особей, оказалось, что общие закономерности соотношения отдельных соединений такие же как у осины. В листьях с мужской сексуализацией дегидроаскорбиновой кислоты больше (таблица 4).

В конце лета в листьях женских особей количество дегидроаскорбиновой кислоты относительно увеличивается. В листьях мужских особей количественное соотношение форм аскорбиновой кислоты значительно не изменяется (таблица 5).

В отличие от осины, в листьях ясеня пенсильванского, аскорбиновая кислота составляет большую часть из всех соединений восстанавливающих 2,6-дихлорфенолиндофенол (таблица 6).

В сентябре содержание аскорбиновой, дегидроаскорбиновой кислот и других восстанавливающих соединений в листьях осины и ясеня пенсильванского снижается.

Содержание аскорбиновой кислоты, дегидроаскорбиновой кислоты и других соединений восстанавливающих 2,6-дихлорфенолиндофенол в листьях ясеня пенсильванского.

Таблица 4

Вариант	Восстанавливающие вещества в мг%														
	I4 VIII					I6 IX									
	АК		ДАК		Сумма вит.	АК		ДАК		Сумма вит.	ДИФРС				
	биол. повт.	средн.	биол. повт.	средн.	С	биол. повт.	средн.	биол. повт.	средн.	С	биол. повт.	средн.			
♂	1	7,25		0,11				11,13		3,69		0,09		9,36	
♂	2	8,15	8,21	0,16	0,12	8,33	11,76	11,30	5,78	5,56	0,07	0,08	5,64	10,52	10,62
♂	3	8,24		0,09			11,02		7,21		0,08			11,99	
♀	4	9,29	8,91	0,04	0,04	8,95	11,53	12,25	6,65	6,11	0,05	0,05	6,16	10,66	10,93
♀	5	8,53		0,03			13,47		5,58		0,05			11,20	

Количество дегидроаскорбиновой кислоты в % от суммы витамина С в листьях ясеня пенсильванского.

Таблица 5

Вариант	ДАК в % от суммы витамина С	
	14 VIII	16 IX
♂	1,46	1,44
♀	0,46	0,82

Количество аскорбиновой кислоты в % от суммы веществ восстанавливающих 2,6-дихлорфенолиндифенол в листьях ясеня пенсильванского.

Таблица 6

Вариант	АК в % от суммы восстанавливающих веществ	
	14 VIII	16 IX
♂	72,5	52,3
♀	72,7	55,8

Выводы.

- 1 Содержание аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислот тесно связано с сексуализацией древесных растений.
- 2 Содержание аскорбиновой кислоты в листьях осины и ясеня пенсильванского выше у растений женской сексуализации.
- 3 Содержание дегидроаскорбиновой кислоты выше у мужских особей. Количество дегидроаскорбиновой кислоты по сравнению с суммой витамина С очень незначительно.
- 4 Кроме аскорбиновой кислоты, листья осины и ясеня пен-

сильванского содержат большое количество других соединений восстанавливающих 2,6-дихлорфенолиндофенол.

- 5 В конце лета количество аскорбиновой кислоты и других восстанавливающих соединений в листьях древесных растений снижается.

#### Литература

- 1 ДЖАПАРИДЗЕ Л.И. Пол у растений. Ч.2. 1965.
- 2 КЕЗЕЛИ Т.А. и ТАРАСВИХИ К.М. Изменение содержания аскорбиновой кислоты у некоторых двудомных растений. "Сообщ. АН Груз.ССР", 1947, т. II, вып. 1-2.
- 3 ПЕТЕРБУРГСКИЙ А.В. Практикум по агрохимии. М. 1954.
- 4 FRANKF W. Ascorbinsäure. Modern Methods of Plant Analysis. Vol. II. 1956.
- 5 PUROHIT A.N., NANDA K.K. Seasonal variation in ascorbic acid content of shoot apex and its relationship with extension growth of *Callistemon viminalis*. "Plant and Cell Physiol.", 1966, 7, № 3.

БИКМАНЕ М., ДЗЕРВЕ К.

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ  
ПОКАЗАТЕЛИ СОРТОВ И ГИБРИДОВ ПОМИДОРОВ В  
СВЯЗИ С ГЕТЕРОЗИСОМ.

Гетерозис широко и успешно в настоящее время используется при возделывании почти всех сельскохозяйственных культур.

При получении гетерозисных гибридов очень важным моментом является подбор родительских пар для скрещивания. До настоящего времени подбор родительских форм в большинстве случаев производится чисто эмпирическим путем.

С целью прогнозирования комбинационной способности многие исследователи предлагают различные методы оценки гибридов и их родительских растений на разных стадиях развития. Наряду с генетической оценкой родительских растений гибридную мощностъ их потомства многие авторы сочетают с комплексом физиологических и биохимических показателей (Рубцова, 1960, Мацков, Манзюк, 1961, Красников, 1968).

Цель нашей работы: сравнивать некоторые физиологические и биохимические показатели родительских растений и их гибридов.

Материал и методика.

В опытах в качестве исходных родительских форм были использованы сорта Маяк, Перемога, Плановий, Пушкинас, Китайский и их простые сортовые и межсортовые гибриды  $1/4$ .

Опыты проводились в 1957 - 1958 гг. Растения выращивались в полевых условиях на экспериментальной базе Латвийской сельскохозяйственной академии "Елгава". Растения исходных сортов и гибридов выращивались квадратно-гнездовым способом с площадью питания 60 x 60 см. Повторность от четырех до шестикратной. Почва - суглинок.

В опытах определялись следующие биохимические и физиологические показатели родительских и гибридных растений:

1 Интенсивность ферментов пероксидазы и полифенолоксидазы определялась по Бояркину (Бояркин, 1951, 1954), изоцитрикодегидрогеназы, алкогольдегидрогеназы, сукциндегидрогеназы методом Сбарска и Солонцова с модификациями Остапенко (Остапенко, 1954).

2 Содержание хлорофиллов и каротиноидов определялись на ОФ-4 с вычислением по формулам Комар, Цзшейле и Веттштейн (Comar, Zscheile, 1942).

3 Определялся фотосинтез и его продуктивность (Ничипорович и др., 1961).

#### Результаты исследований.

По активности окислительно-восстановительных ферментов можно судить об особенностях окислительно-восстановительных процессов и интенсивности дыхания. Установлено, что имеется связь между содержанием хлорофиллов и активностью окислительных ферментов (Granič, Bogorad, 1952). В последнее время сложилось представление о том, что пероксидаза выполняет в растениях не только защитную

Функцию, но и участвует в общем метаболизме (DeKock, Comings, Farmer, Inkson, 1960, Воронов, 1967).

Данные полученные разными авторами, работая с разными культурами, об активности окислительных ферментов в родительских растениях и гибридах носят иногда противоречивый характер (Рубцова, 1960, Ерина, 1966, Ткаченко, 1968).

По результатам наших исследований активность полифенолоксидазы в фазе всходов низка. Нам не удалось установить характерные изменения этого показателя в гибридах и родительских растениях. В последующих фазах развития все ферменты отличаются своей активностью (таблица I).

Проведенные анализы показывают, что активность таких окислительных ферментов, как пероксидаза и полифенолоксидаза в вегетативных органах гибридов не превышает активность в родительских растениях, за исключением гибрида Плановый х Пушкинас. Новидимому, это связано с тем, что процессы ассимиляции-диссимиляции у всех остальных гибридов направлены в сторону синтеза (Ткаченко, 1968). Сорта Пушкинас и Маяк, с более выраженной женской сексуализацией характеризуются пониженной активностью пероксидазы и полифенолоксидазы в фазе цветения по сравнению с сортами Плановый, Китайский и Чермога.

Данные активности исследованных дегидрогеназ, в фазе цветения, свидетельствуют о том, что различия между гибридами и их родительскими растениями не наблюдаются.

По содержанию хлорофиллов гибриды превышают свои родительские растения или занимают промежуточное положе-

ние. Такое же соотношение наблюдается у большинства гибридов и по содержанию каротиноидов.

Активность окислительно-восстановительных ферментов в листьях сортов и гибридов помидоров в фазе цветения (в относит. едн.).

1968 г.

Таблица I

Сорт, гибрид	Перокси- даза	Полифе- нолок- сидаза	Алкоголь- дегидро- геназа	Изоцит- рикоде- гидро- геназа	Сукцин- дегидро- геназа
Пушкинас	2,72	2,74	0,65	0,72	0,72
Китайский	3,16	3,15	0,65	0,39	0,40
Плановый	5,51	2,90	1,52	1,26	2,58
Перемога	6,40	6,60	1,15	3,25	3,94
Маяк	2,30	3,00	0,65	0,94	0,57
Пушкинас х Китайский	2,65	0,48	0,76	0,80	0,92
Пушкинас х Китайский + + Пушкинас	2,34	0,28	0,84	1,15	0,80
Пушкинас х Пушкинас	2,01	0,85	0,77	1,34	0,40
Пушкинас х Плановый	2,66	1,27	1,16	0,56	0,91
Плановый х Пушкинас	5,04	5,30	0,78	0,52	0,56

Содержание пигментов в вегетативных органах помидоров (мг % на сырой вес). 1968 г.

Таблица 2

Сорт, гибрид	Образование тетраэд- пыльцы		Фаза цветения	
	хлорофилл а + б	кароти- ноиды	хлорофилл а + б	кароти- ноиды
Пушкинас	72,31	38,31	56,36	36,46
Китайский	55,16	25,12	51,30	24,80
Цановий	58,72	26,99	54,47	26,18
Перемога	54,17	28,40	56,67	32,99
Маяк	58,87	30,90	59,69	34,40
Пушкинас х Китайский	81,11	38,30	60,30	26,56
Пушкинас х Китайский + + Пушкинас	75,17	31,89	66,62	29,14
Пушкинас х Пушкинас	81,71	41,50	62,85	33,05
Пушкинас х Цановий	73,64	31,41	66,72	36,62
Цановий х Пушкинас	72,13	29,30	61,72	29,98

В вегетативных тканях гибридов многие авторы нашли повышенное содержание витаминов, фитогормонов, ауксинов и других ростостимулирующих веществ (Рубцова, 1960, Мацков,

Манзук, 1961; Молокоедова, 1962). Эти вещества, повидимому, способствуют синтезу пигментов. По сравнению с сортами Плановый и Китайский сорт Пушкинас (с более выраженной женской сексуализацией) характеризуется повышенным содержанием каротиноидов и хлорофиллов в вегетативных органах в период образования тетрад материнских клеток пыльцы и цветения. Также сорт Маяк по содержанию обоих пигментов превышает сорт Перемога. В фазе цветения понижается содержание хлорофиллов и каротиноидов почти у всех исследованных объектов. Очевидно, это связано с активацией окислительно-восстановительных процессов в генеративных органах и более интенсивным оттоком органических веществ в генеративные органы.

В фазе образования тетрад пыльцы ассимилирующая поверхность и сухая масса вегетативных органов гибридов не превышает этих показателей у родительских растений. В последующих фазах развития ассимилирующая поверхность и прибавка сухой массы у гибридов происходит гораздо быстрее и достигает больших величин, чем у родительских растений. Чистая продуктивность фотосинтеза гибрида Маяк х Перемога оказалась больше, чем у рецiproчного гибрида этих же сортов. Это позволяет предполагать, что фотосинтезирующий аппарат гибридов отличается не только быстрым, интенсивным ростом, но в сравнении с родительскими растениями, имеет еще и качественное превосходство.

Сопоставляя данные таблиц 3 и 4, видно, что более быстрый рост ассимилирующей поверхности гибридов Маяк х

Продуктивность фотосинтеза и площадь листьев  
на разных фазах развития помидоров 1968 г.

Таблица 3

Сорт, гибрид	фаза развития	Чистая продукт. фотосин- теза г/м <sup>2</sup> сутки	Площадь листьев 1 раст. см <sup>2</sup>	Сухая мас- са всего растения (г)
Маяк	Образ. тетрад пыльцы		223,8	2,017
	Цветение	8,61	482,0	5,055
	Начало разв. плодов	8,87	1124,1	15,033
Перемога	Образ. тетрад пыльцы		103,5	1,062
	Цветение	7,78	464,2	3,270
	Начало разв. плодов	8,88		
Маяк х Перемога	Образ. тетрад пыльцы		170,0	1,440
	Цветение	10,81	628,1	5,811
	Начало разв. плодов	10,48	1798,3	23,613
Перемога х Маяк	Образ. тетрад пыльцы		214,2	2,033
	Цветение	8,79	675,3	5,936
	Начало разв. плодов	8,94	1429,4	19,125

х Перемога, полученных при прямом скрещивании, вместе с по-  
вышенной продуктивностью фотосинтеза обеспечивает и по-

Урожай межсортовых гибридов и их родительских растений. 1967 г.

Таблица 4

Сорт, гибрид	Урожай плодов 1 растения (кг)
Перемога	0,83
Маяк	0,60
Маяк x Перемога	1,08
Перемога x Маяк	0,85

вышение их урожая по сравнению с урожаем родительских растений и гибридов Перемога x Маяк, полученным при обратном скрещивании.

Выводы

- 1 В фазе цветения у исследованных нами сортов помидор активность пероксидазы и полифенолоксидазы в вегетативных органах меньше у сортов с более выраженной женской сексуализацией, а также у гибридов Пушкинас x Китайский, Пушкинас x Плановий, Пушкинас x Пушкинас.
- 2 По содержанию хлорофиллов и каротиноидов гибриды помидоров в фазах образования тетрад пыльцы и цветения в большинстве случаев превосходят свои родительские растения или занимают промежуточное положение. Сорта с более выраженной женской сексуализацией характеризуются повышенным содержанием каротиноидов и хлорофиллов.

3 Изученные нами гибриды помидоров развивают большую ассимилирующую поверхность и характеризуются вышей продуктивностью фотосинтеза, чем родительские сорта. Благодаря этому, гибридные растения дают больший урожай.

Список литературы

- 1 БОЯРКИН А.Н. Быстрый метод определения активности пероксидазы. Ж. Биохимия т. 16, вып. 4, 1951 г.
- 2 БОЯРКИН А.Н. Быстрый метод определения активности полифенолоксидазы. Тр. Института физиологии растений АН СССР т. VIII, вып. 2, 1954 г.
3. БУРОНОВ А. А. О биологической роли и механизме действия пероксидазы. Ж. Сельскохозяйственная биология т. II, № 9, 1967 г.
- 4 ДОРНИКОВ П.И. Гетерозис у овощных культур в условиях Молдавии. В книге "Гетерозис в овощеводстве" Л., 1968 г.
- 5 ЕРИНА О.И. Некоторые физиологические особенности сортов и гибридов томатов в связи с явлением гетерозиса. В книге "Гетерозис в овощеводстве" Л., 1968 г.
- 6 КРАСНИКОВ Б.В. О направлениях в работе по гетерозису у овощных и бахчевых культур. В книге "Гетерозис в овощеводстве" Л., 1968.
- 7 МАЦКОВ Ф.Ф., МАНЗЮК С.Г. О роли физиологически активных веществ в явления гетерозиса у кукурузы. Ж. Физиология растений т. 8, вып. I, 1961 г.
- 8 ОСТАПЕНКО Д.И. Физиологические и биохимические особенности гетерозисных гибридов кукурузы и их родительских

форм. Авторская дис. насоиск.уч. степ. канд. биол. наук. К.,  
1964 г.

- 9 МОЛОКОЕДОВА Л.Р. Некоторые биологические и физиологические особенности гетерозисных гибридов огурца. Ж. Физиология растений т.9, вып. I, 1962 г.
- 10 РУБЦОВА М.С. Некоторые физиологические особенности гибридов и исходных самоопыленных линий кукурузы. Ж. Физиологии растений т.7, вып. 6, 1960 г.
- 11 ТКАЧЕНКО Ф.А. Исследования по гетерозису овощных и бахчевых культур на Украине. В книге "Гетерозис в овощеводстве" Л., 1968 г.
- 12 SOMAR S.Z., ZSCHERLE F.P. Plant Physiology, 17, 198, 1942.
- 13 ГЕКОСК Р.С., COMISSONG K., FARMER V.C., HANSON R.H.E. Plant Physiology, 35, Nr. 5, 1960.
- 14 GRANICE S., BOGORAD L. Int. Congr. Biochem., 11, 323 - 324, 1952.

Миллер А.Т., Спика Р.Н.

## ВЛИЯНИЕ МАГНИЯ НА ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ У ШПИНАТА И ГРЕЧИХИ.

Исследования о необходимости магния для нормального развития растений проводятся в широком масштабе. Установлено, что магний входит в состав хлорофилла и принимает участие в фотохимических реакциях. Но как указывает Циммерман и Шиллинг (Zimmerman, 1947, Шиллинг, 1962), в связанном виде в хлорофилльной молекуле находится только около 10 % от всего магния в растениях. Остальное количество находится в неорганической, в воде растворимой, ионной форме или связан с другими соединениями.

Имеется целая группа ферментативных реакций, на которых металлы действуют своим присутствием в среде, т.к. никаких соединений металлов с ферментами не удастся обнаружить. К таким металлам принадлежит магний, который активирует отщепление и перенос фосфатных групп разными ферментами. Магний активирует около 80 ферментов (McElroy, Nason, 1954, Диксон Уэбб, 1961, Школьник, 1963). Все это несомненно говорит о большом значении магния в обмене веществ.

Растение, которое больше обеспечено магнием, более выносливое к неблагоприятным условиям внешней среды и разным болезням (Oland, Orland, 1956, Валикова, 1964).

Это явление очевидно использовали исследователи, которые связывают радиочувствительность растений с содержа-

нием минеральных элементов в семенах растений ( Bower, Sawze, 1962 г.).

Установлено, что под влиянием ионизирующей радиации изменяются окислительно-восстановительные процессы в организме (Березина, Кузин, 1963).

Однако о влиянии магния непосредственно на окислительно-восстановительные процессы еще имеется много неясностей. Весьма важно также выяснить роль магния при применении резко окисляющих факторов.

Цель нашей работы: изучить окислительно-восстановительные процессы в облученных и в необлученных растениях в зависимости от обеспечения их магнием.

#### Материал и методика

В работе использовали растения чувствительные к недостатку магния, шпинат сорт Виктория и гречиху сорт Валик ( Саголюс, 1934 ). Воздушносухие семена облучали гамма лучами в реакторе. Доза облучения для шпината была 35 Крад, а для гречихи 20 Крад, мощность дозы 10 рад/сек. Предварительные исследования на проростках показали, что такие дозы тормозят рост гречихи и шпинат одинаково.

Семена проращивали в чашках Петри в дистиллированной воде. Когда длина проростков была около 1 см их пересаживали на кристаллизаторы в питательном растворе Кнопа, который был разбавлен на половину. Через неделю растения пересаживали на полном растворе Кнопа на вегетационные со-

суды, емкостью 5 литров. Схема опыта:

	+Mg (Полн.раств. Кюпа)	- Mg (без магния)
Контроль	x	x
Облученные раст.	x	x

Сульфат магния в растворе замещали сульфатом кальция. В каждом сосуде росли по пять растений. Повторность шестикратная. О влиянии магния и облучения на эти растения судили по морфофизиологическими и некоторыми биохимическими показателями.

Пероксидазная система является одной из важнейших систем в окислительно-восстановительном процессе. Пероксидаза может окислять многие важные для жизни растений соединения. Изменение активности пероксидазы под влиянием какого-либо неблагоприятного фактора является характерной ответной биохимической реакцией растений (Рубин, Ладыгина, 1966).

В работе определяли длину и вес растений и корней, активность пероксидазы, окислительно-восстановительный потенциал ( $E_h$ ) и кислотность клетки (рН) в листьях. Все эти показатели определяли в начале цветения.  $E_h$  и рН определяли при помощи лампового потенциометра. Активность пероксидазы определяли по методу Бояркина (Бояркин, 1951).

Результаты

Результаты, проведенных опытов показаны в таблицах.

Влияние магния и  $\gamma$ -облучения (35 Крад)  
на рост и развитие шпината.

Таблица I

Показатели	+ Mg			- Mg			
	Конт.	Обл.	% от конт.	Конт.	% от конт.	Обл.	% от конт.
Длина раст. (см)	5,47	2,00	36,5	2,58	47,1	1,46	26,6
Колич. междузлей	2,50	1,40	56,0	2,10	84,0	1,10	44,0
Колич. листьев	6,30	4,10	56,0	5,40	85,7	3,10	49,2
Колич. женск. экз. на сосуд.	3,60	5,00	138,8	2,00	55,5	4,10	113,8

Из данных таблицы I видим, что облучение семян в дозе 35 Крад  $\gamma$ -лучами сильно тормозит рост и развитие шпината. Так длина растения в начале цветения в облученном варианте снижена на 64 % чем в контрольном варианте, но число женских экземпляров повышается.

Недостаток магния тоже задерживает рост и развитие шпината. Магний очевидно влияет на какие-то звенья процесса обмена веществ, которое определяет пол у растений, потому что в присутствии магния число женских экземпляров увеличивается. Сходные результаты с двудомными растениями коноплей получила Мазаева (Мазаева, 1957). Недостаток магния усиливает действие  $\gamma$ -излучения на шпинат. Возможно, что присутствие магния в растениях помогает растению лучше приспособливаться к неблагоприятным условиям роста. Сходную картину видим и у гречихи.

Влияние магния и  $\gamma$ -облучения (20 Крад) на  
рост и развитие гречихи.

Таблица 2

Показатели	+ Mg			- Mg			
	Конт.	Обл.	% от конт.	Конт.	% от конт.	Обл.	% от конт.
Длина надземн. части (см)	20,05	16,95	84,5	6,59	32,8	6,08	30,3
Длина корней (см)	15,90	14,60	91,8	5,75	36,1	6,00	37,7
Вес надземн. части (г)	3,28	2,94	89,6	0,36	10,9	0,27	8,2
Вес корней (г)	1,25	1,24	99,2	0,16	12,8	0,14	11,2

Недостаток магния сильно влияет на рост гречихи. Гречиха очевидно чувствительнее к недостатке магния чем шпинат.  $\gamma$ -облучение в дозе 20 Крад тормозит рост гречихи на 15%, но при недостатке магния усиливающее действие облучения достигает 70%. Наблюдаемый синергизм между облучением и недостатком магния в известной мере указывает на участие этого элемента в окислительно-восстановительных системах растений.

Известно, что магний имеет большое значение в обмене веществ и энергии поэтому при недостатке магния разные звенья этих процессов могут быть изменены. Мы изучали влияние магния на некоторые окислительно-восстановительные показатели. Окислительно-восстановительный потенциал хорошо показывает изменения в обмене веществ (Работнова, 1957).

Влияние магния на Eh, pH и активность пероксидазы у гречихи.

Таблица 3

Показатели	+ Mg		- Mg	
	В листьях	В корнях	В листьях	В корнях
Eh (mv)	200	190	225	175
pH	5,75	5,95	5,15	6,10
Актив. пероксидазы (услов. единицы)	3,30	16,50	5,20	12,50

Недостаток магния влияет на окислительно-восстановительный потенциал и pH клетки. При недостатке этого элемента Eh в листьях повышается, а pH снижается. Это может изменять и соотношение в отдельных звеньях ферментативного комплекса и в свою очередь вызывать сдвиги во всех процессах обмена. Как видим из данных таблицы 3, при недостатке магния активность пероксидазы в листьях повышается. Интересно отметить, что в корнях эти показатели под влиянием магния изменяется по иному. Возможно, что при недостатке магния в растениях обмен веществ идет по такому пути, в котором  $\gamma$ -облучение действует сильнее.

Выводы.

1. Изучено влияние магния на рост развитие и некоторые показатели окислительно-восстановительных процессов в растениях шпината и гречихи.
2. Установлено, что недостаток магния сильно влияет на рост и развитие шпината и гречихи.

- 3 Недостаток магния в листьях гречихи усиливает окислительно-восстановительные процессы и влияние  $\gamma$ -облучения.

Литература

- 1 БЕРЕЗИНА Н. М., КУЗИН А. М. В сб. "Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур". 1963.
- 2 БОЯРКИН А. М. "Изохимия", т. 16, вып. 4, 1951.
- 3 ВАЛИКОВА Г. Ж. "Агрохимия", №5, стр. 73-82, 1964.
- 4 ДИКСОН М. УЭББ Ферменты, 1961.
- 5 МАЗАЕВА М. М. Ботанический журнал № 4, стр. 571-582, 1957.
- 6 РАБОТНОВА И. Л. Роль физико-химических условий (рН и в жизнедеятельности микроорганизмов, 183, 1957.
- 7 РУБИН Е. А., ЛАДЫГИНА М. Е. Энзимология и биология дыхания растений, 67, 1965.
- 8 ШИЛЛЫНГ Г. В сб. "Микроэлементы и естественная радиоактивность почв," стр. 89-91, 1962.
- 9 ШКОЛЬНИК М. Я. "Тимирязевские чтения XXIII", 1963.
- 10 BOWER H. CAWSE P. "Rad<sup>1</sup>at. Bot", No 1, vol. 3, 1962.
- 11 CAROLUS R. L. Proc. Amer. Hort. Sci., vol. 31, 610-614, 1934.
- 12 MCELROY W. D. & NASON A. Ann. Rev. Plant Physiol. v. 5, 1-30, 1954.
- 13 OLAND K., OPLAND B. Physiologia Plantarum, vol. 2, 1956
- 14 ZIMMERMAN M. Soil Science, No 1, 1-13, vol. 63, 1947.

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЯХ РАСТЕНИЙ  
ПОД ВЛИЯНИЕМ ОКИСЛИТЕЛЕЙ И ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ

Половые различия у растений проявляются на основе различий в биохимических структурах и в обмене веществ. Физиологические исследования сексуализации у растений свидетельствуют о том, что ткани мужских и женских особей различаются по физиологическим показателям, причем эти различия имеют не столько качественный, сколько количественный характер. Они могут измениться под влиянием внешних и внутренних факторов. Каждая особь, клетки, гамета бисексуальна, т.е. обладает материальными потенциями и в определенных условиях может развить признаки противоположного пола (1 - 3). Вопрос о направлении и напряженности сексуализации у растений имеет очень большой интерес как с чисто теоретической, так и с практической точки зрения. Чтобы получить мощные гибриды, необходимо подбирать родительские формы для гибридизации с четко выраженными признаками мужской или женской сексуализации. урожай многих сельскохозяйственных культур (кукурузу, тыквенных и др.) имеет прямую зависимость от напряженности женской сексуализации.

Одним из показателей сексуализации растений в литературе часто упоминается количество пигментов в листьях. По данным Шульгина, Купенрман, Вислоуха, и Шербиной /4/, содержание хлорофилла в листьях гибрида и родительских форм свидетельствует о возможности гетерозиса в гибридном поколении. на разное содержание пигментов в листьях компонентов гетерозисных гибридов указыв-

вают также и другие авторы [4; 5]. Системам пигментов в растениях в связи с гетерозисом уделяется много внимания, но пока единодушия в этом вопросе нет. Одни авторы [6; 7; 8] отмечают, что материнские растения характеризуются более высоким содержанием хлорофилла в листьях, другие [10; 11] считают, что в одних случаях более высокое содержание хлорофилла может быть в материнских, а в других - в отцовских растениях. Имеются также данные, что более высоким содержанием хлорофилла характеризуются отцовские растения [4; 5; 12]. Столь противоречивые данные, очевидно, можно объяснить неоднородностью исследуемых объектов - растений разных видов, сортов, разного возраста, этапа органогенеза, сезона, а также тем, что брались листья разных ярусов. Овечкин, Симочкина, Залюбовская [6] указывают, что в верхних листьях кукурузы более высокое содержание хлорофилла имеется у материнских, а в нижних - у отцовских растений.

Не менее противоречивы и литературные данные о содержании каротиноидов в листьях растений в связи с сексуализацией. Быстрое накопление каротинов в растениях перед цветением свидетельствует об их большой роли в процессах оплодотворения [13; 14; 15; 16; 17; 18]. Джапаридзе [11] указывает, что каротиноиды являются предшественниками соединений, характеризующих пол растений. Большинство авторов [4; 5; 11; 16; 19] по содержанию каротиноидов признают преимущество женских растений, но имеются также данные [9], что лучшим отцовским растением является растение с более

высоким содержанием каротиноидов в генеративных органах. По данным Джаларидзе [11], листья женских растений по содержанию каротиноидов всегда превосходят листья мужских растений, но в генеративных органах некоторых растений каротиноидов может быть больше и у мужских экземпляров.

Цель нашей работы - исследование изменения количества пигментов в листьях огурцов и кукурузы под влиянием окислителей и восстановителей в связи с сексуализацией. Опыты проводились в 1966-1967 гг. в Ботаническом саду им. П. Стучки. Кукуруза выращивалась в полевых условиях квадратно-гнездовым способом (60x60 см). Почва - песок с pH, равным 6,2, содержание гумуса по годам 2,8 - 3,0; N - 0,15-0,17%; K<sub>2</sub>O - 20-25 мг; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 27,5 - 28,3 мг на 100 г сухой почвы. Каждый вариант выращивался на площади 15-20 м<sup>2</sup> в четырех повторностях.

Огурцы выращивались в вегетационных сосудах емкостью 8,5 кг почвы. Почва - компост, pH = 5,7, содержание гумуса - 6,2 - 7,0%; N - 0,32-0,35%; K<sub>2</sub>O - 97,0 мг; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 100 мг на 100 г сухой почвы. Для каждого варианта бралось по 7-10 сосудов, в каждом по 4 растения.

В работе использовали кукурузу сорта Воронежская-80 и огурцы сорта Нежинские местные. Во время образования генеративных органов, что совпало с появлением у кукурузы седьмого, а у огурцов - второго настоящего листа, растения опрыскивались растворами окислителей или восстановителей. Опрыскивали всего 5 раз с интервалами в 3-4 дня, всегда в одно и то

же время - после 18.00. Употребляли следующие растворы:

- 1)  $H_2O$  - контроль,
- 2)  $KMnO_4$  - 0,01% у огурцов, 0,02% у кукурузы,
- 3)  $H_2O_2$  - 0,03% у огурцов, 0,05% у кукурузы,
- 4) гидрохинон - 0,1% у огурцов, 0,05% у кукурузы,
- 5) метиленовая синька - 0,02% у огурцов, 0,03% у кукурузы.

Во время цветения в листьях определяли следующие пигменты: хлорофилл "а", хлорофилл "б", сумма каротиноидов. Для анализов брались листья: у кукурузы третий сверху, у огурцов - четвертый снизу.

Таблица I

Влияние окислителей и восстановителей на содержание пигментов в листьях растений

Объект	Вариант	Содержание пигментов, %			
		а	б	а+б	каротиноиды
Воронежская-80	Контроль	28,0	32,1	60,1	60,0
Воронежская-80	$KMnO_4$	40,1	32,1	92,2	79,5
Воронежская-80	$H_2O_2$	32,9	38,0	70,9	68,5
Воронежская-80	гидрохинон	28,0	32,0x	60,0x	62,8
Воронежская-80	метиленовая синька	28,5	36,0	64,5x	60,1x
Нежинские м	Контроль	20,5	23,2	43,7	48,0
Нежинские м	$KMnO_4$	28,0	26,3	54,3	63,4
Нежинские м	$H_2O_2$	22,1	24,5	46,6	52,3
Нежинские м	гидрохинон	18,6	22,8x	41,4	48,0
Нежинские м	метил. синь	20,0	28,1x	48,1	44,1

Обозначения: а - хлорофилл "а"; б - хлорофилл "б"; а+б - хлорофилл а + хлорофилл б; x - достоверность разницы между контролем и данным вариантом  $< 0,95$ .

Пигменты определялись спектрофотометрически в спиртовых вытяжках. Из данных таблицы I видно, что под влиянием окислителей содержание всех исследуемых пигментов в листьях растений увеличилось, причем более эффективным оказалось опрыскивание раствором  $KMnO_4$ . Достоверность результатов с окислителями во всех случаях больше 0,95. Менее яркие результаты получены в опытах с восстановителями. Под влиянием восстановителей суммарное количество хлорофилла а и хлорофилла б снизилось по сравнению с контролем, однако достоверность этих результатов только 0,92 - 0,94 (только у огурцов под влиянием гидрохинона сумма хлорофиллов снизилась с достоверностью более 0,95). Еще более неодинаковые данные по хлорофиллу а и хлорофиллу б в отдельности. Сумма каротиноидов во всех случаях повысилась (достоверность более 0,95) под влиянием окислителей, а под влиянием восстановителей у огурцов снизилась, а у кукурузы незначительно повысилась. По предыдущим данным [20], под влиянием окислителей в упомянутых концентрациях усиливаются женская сексуализация у кукурузы и у огурцов. Значит, у этих растений женская сексуализация сопровождается более высоким содержанием пигментов в листьях.

#### Л и т е р а т у р а

1. Поляков И. М. Пути смещения пола у сельскохозяйственных растений. Сб. + Генетика - сельскому хозяйству. М., 1963.
2. Молчан И. М. Половые различия генеративных органов и гетерозис растений. Докл. ТСХА. Вып. 122. 1966.
3. Минина Е. Г. и Сутонская И. В. Окислительный уровень мицелия и кривидий в связи с сексуализацией *Phytophthora infestans* de Bary. Физиол. раст. Т. II. В. 2. 1964.

4. Остапенко Д.И. Динамика содержания фотосинтетических пигментов у гетерозисных гибридов кукурузы. Тр. молодых ученых УСХА. В. 8. 1963.
5. Остапенко Д.И. Физиологические и биохимические особенности гетерозисных гибридов кукурузы и их родительских форм. Автореферат канд.дисс. Киев, 1964.
6. Овечкин С.К., Симочкина Н.Я., Дмитриева А.Н., Залобовская Н.П. исследования по физиологии и биохимии самоопыленных линий и гетерозисных гибридов кукурузы. Тр. украинского н.-и.ин-та растениеводства, селекции и генетики. т. 4, 1959.
7. Гюббенет Е.Р. растения и хлорофилл. м., 1951.
8. Красинский Н.П., Волутина В.А., Пряхина-Конькова Е.А., Фузина Е.К. Влияние интенсивности света на скислительно-восстановительный режим растений в связи с фотосинтезом. Физиол. растений, т. 2, вып. I, 1955.
9. Голынская Е.Л., Григоренко Т.М., Михалко С.Н., Стеценко Н.М. физиолого-биохимические особенности вегетативных и генеративных органов кукурузы в связи с гетерозисом. Физиол. раст. т. 12, вып. 3, 1965.
10. Демина О.К. Некоторые физиологические и биохимические особенности гетерозисных гибридов табака. Сб. Гетерозис в растениеводстве. Ставрополь, 1966.
11. Джапаридзе Л.И. Пол у растений. ч. II, Тбилиси, 1965.
12. Барановский П.М., Гарис Э.И. Физиолго-биохимическая природа гетеросиза как основа разработки методов диагностики подбора пар кукурузы для скрещивания на гетерозис. Сб. Гетерозис в растениеводстве. Ставрополь, 1966.
13. Орел Л.И., Самородова-Брянки Г.Б. Содержание каротиноидов и процесс оплодотворения в гинецеях разного возраста у томата и картофеля. Докл. АН СССР, т. 109, 1956, № 2.

14. Овчаров К.Е. Витамины в жизни растений. М., 1955.
15. Самородова-Бианки Г.Б. Фертность пыльцы и содержание каротиноидов в пыльниках и листьях ряда видов, форм и сортов картофеля. Бюлл. Всесоюзного ин-та растениеводства, 1961, № 9.
16. Лебедев С.И. О содержании каротина в пыльце и влиянии его на рост пыльцевых трубок. ДАН СССР. т. 59, 1948, № 5.
17. Крылова М.И. Каротиноиды в генеративных органах фертильных и стерильных растений лука. Ботанический журнал, т. 52, 1967, № 9.
18. Лебедев С.И. Об изменениях содержания каротина в растении. ДАН СССР, т. 58, 1947, № 1.
19. Лебедев С.И. Физиологическая роль каротина в растении. Киев, 1953.
20. Берзина-Берзите Р.В. Влияние окислителей и восстановителей на некоторые показатели, характеризующие окислительно-восстановительный режим в тканях растений. (В печати).

ВЛАСЕНКО В.С.

ОБ ИЗМЕНЕНИИ НУКЛЕИНОВОГО ОБМЕНА У ОГУРЦОВ  
НА КОРОТКОДНЕВНОМ ФОТОПЕРИОДЕ В СВЯЗИ С  
СЕКСУАЛИЗАЦИЕЙ

Изучение физиолого-биохимических процессов в связи со смещением пола у растений является интересным с точки зрения решения многих теоретических и практических вопросов. Считается установленным, что любая особь, клетка бисексуальны, т.е. обладают возможностью в определенных условиях развивать признаки противоположного пола. Однако смещение пола у растений физиологически изучено еще недостаточно.

Рассматривая формирование половых признаков как результат действия физиологически активных соединений на протоплазму клеток в точке роста, Д.А.Сабинин допускал возможность глубоких изменений метаболизма у растений, подвергшихся воздействию фактора, смещающего половые признаки [1]. Известно, что нуклеиновые кислоты, являясь физиологически активными веществами [1-6], занимают центральное место в процессах роста, развития и морфогенеза. Поэтому вполне возможно, что нуклеиновый обмен является одним из решающих звеньев в цепи реакций, обуславливающих сексуализацию [7]. Сведения о содержании нуклеиновых кислот у разных полов немногочисленны, они касаются животных тканей [8; 9], грибов [10; 11] и высших растений [12-17]. У растений они определялись, в основном, в цветках.

В обширных исследованиях по фотопериодизму было детально изучено влияние напряженности и качества света, а также температурных условий на характер сексуализации различных растений, в том числе о огурцов / 18-22/.

В настоящей работе рассматриваются результаты влияния короткодневного фотопериода на нуклеиновый обмен в тканях огурцов при фенотипическом смещении пола.

#### Материал и метод

Для изучения были взяты три сорта огурцов /Тираспольский, Вязниковский 37 и Должик 105/. При выборе режимов освещения исходили из того, что коротковолновая радиация и относительно низкая температура воздуха сдвигает пол у тыквенных в сторону женской сексуализации, а длинноволновая радиация и высокая температура - в сторону мужской сексуализации / 4; 21-23/. Учитывая изменение солнечной радиации в течение суток как качественно, так и количественно /22/, огурцы выращивали в открытом грунте на 10-часовом утренне-полдненном освещении для смещения пола в женскую сторону и на 10-часовом утренне-вечернем освещении - в мужскую. Как показал предварительно поставленный опыт, в условиях Харькова у огурцов утренне-полдненное освещение сильнее смещает пол в женском направлении, чем полдненное освещение, хотя и первое освещение несколько беднее второго коротковолновой радиацией. Это объясняется тем, что на утренне-полдненном режиме коротковолновой радиации сопутствует

относительно пониженная температура воздуха.

Фотопериодическое воздействие с экспозицией в 10 и 20 дней начинали в фазе появления первого настоящего листа. Продолжительность освещения в часах отсчитывали, начиная с гражданских сумерек, по астрономическому календарю. Опытные растения затемняли светонепроницаемыми кабинками, покрытыми черной бумагой. Контрольные растения росли на естественном дне, продолжительность которого в мае-июне составляет в Харькове примерно 17 часов /включая гражданские сумерки/. У каждого сорта в варианте опыта было по 40 выравненных растений, на которых проводились ежедневный подсчет цветков разного пола, взятие листьев и верхушек побегов для анализа, а также изучение морфологических признаков. Подсчет цветков проводили в течение 20 дней, начиная с распускания первого бутона.

Пробы для анализа собирали в начале бутонизации/что совпадало с окончанием воздействия/ и в начале цветения. На главном побеге брали молодые, физиологически зрелые листья /24/, наиболее активные в восприятии фотопериодизма / в начале бутонизации - 4-й лист (снизу), в начале цветения - 6-й лист/, а также и верхушки побегов в начале цветения; с одного растения отбирали по одному листу. Свежеобраный материал в количестве 7-10 г фиксировали в течение 10 минут в кипящем 96 %-ном этиловом спирте. Перед фиксацией определялся вес сырых листьев и содержание сухого вещества в них для расчета общего/абсолютного/содержания нуклеиновых кислот на один лист. Нуклеиновые кис-



лоты определяли в двух повторениях по методу Шмидта и Танхаузера /25/ в модификации Шнейдера /26 / ; фосфор нуклеиновых кислот определяли по Аллену /27/ с колориметрированием.

Следует отметить, что характер настоящей работы позволяет сравнивать не только каждый вариант опыта с контролем, но и опытные варианты между собой. Такое сравнение возможно потому, что, во-первых, растения опытных вариантов по отношению друг к другу находились в более сходных условиях освещения, чем растения опытных вариантов по отношению к растениям контрольным, и, во-вторых, потому что половая дифференциация у растений опытных вариантов выражена сильнее.

### Р е з у л ь т а т ы

Как видно из приведенных данных /табл. I/, на 10-часовом дне получен ожидаемый эффект: утренне-полдневное освещение сместило пол у растений в сторону женской сексуализации, а утренне-вечернее - в сторону мужской сексуализации. При этом на опытных растениях наблюдалось некоторое снижение общего числа цветков. Если под влиянием утренне-полдневого освещения в целом по растениям отношение женских цветков к мужским уменьшается лишь незначительно, то на главном побеге растения отношение женских цветков к мужским падает значительно, что показательно для смещения пола у огурцов / 28; 29 /. Исходя из того, что различие в содержании воды является твердо установленным кри-

терием разделения полов /30/, можно предположить, что у растений окончательное формирование изменной сексуализации произошло на фазе цветения /табл.2/.

Таблица 2

Влияние разных режимов освещения на содержание сухого вещества в листьях огурцов /в % /

Фаза	Тираспольский		Вязниковский		Должик 105				
	37								
	Варианты освещения								
	К	У-П	У-В	К	У-П	У-В			
	/20/	/20/	/20/	/20/	/20/	/20/			
Бутонизация	17,2	20,0	17,1	17,8	17,7	17,1	16,9	17,9	16,8
Цветение	17,3	16,1	18,8	15,6	15,2	17,5	19,1	17,6	19,8

Известно, что изменение содержания нуклеиновых кислот у растений находится в тесной связи с процессами роста и развития /2; 5; 81-83 /. Если о скорости развития огурцов судить по появлении женских цветков /34/, то в нашем опыте утренне-полдненное освещение на формировании женских цветков отразилось мало, а утренне-вечернее освещение задержало появление их на неделю /в среднем по сортам/.

В ряде исследований было показано; что смещение пола у растений в сторону женской сексуализации /34-37 / и воздействие короткодневным фотопериодом

Таблица 3.

Изменение морфофизиологических признаков у  
огурцов на разных режимах освещения  
/начало цветения/.

Сорт	: Вариант : : освеще- : : ния :	: Длина расте- : : ния /см./ :	: t :	: Число ли- : : стьев на : : растении. :	: t :	: Площадь ли- : : стовой по- : : верхности : : /см. 2/ :	: t :	: Вес растения : : /г./ :	: t :
Гирасполь-К слив ранний	У-П/20/	57,4±2,35	-	15,7±0,51	-	1223,2±59,9	-	107,2±3,21	-
	У-В/20/	26,0±0,59	13,0	9,0±0,17	12,4	432,0±8,6	13,1	31,0±0,46	23,4
	У-В/20/	14,0±0,39	18,2	6,7±0,17	16,7	165,3±3,14	17,6	12,0±0,27	29,4
БЯЗНИКОВ- слив 37 К	У-П/20/	32,6±1,43	-	10,0±0,46	-	550, ±27,5	-	43,3±1,94	-
	У-В/20/	25,5±0,53	4,67	9,0±0,16	2,13	465±12,0	2,84	34,0±0,74	4,5
	У-В/20/	10,8±0,28	15,1	6,0±0,13	8,7	162±4,7	13,9	10,0±0,22	17,5
Должик 105 К	У-П/20/	47,2±1,55	-	14,3±0,57	-	1057±38,0	-	88,0±3,34	-
	У-В/20/	31,4±0,37	9,9	10,0±0,2	7,2	457,1±10,5	15,3	39,4±0,74	14,3
	У-В/20/	13,8±0,83	19,4	6,7±0,15	13,1	218,6±4,15	22,0	13,3±0,31	22,6

Таблица 4

Влияние разных режимов освещения на относительное содержание НК в листьях  
огурцов в начале бутонизации (в мкг фосфора НК на 1 г сухого веса)

С о р т	Вариант освещения	Р Н К	t	Д Н К	t	Р Н К	
						+ Д Н К	Д Н К
Тирасполь- ский ран- ний	К	728±9,4	-	67±0,4	-	795	10,9
	У-П/20/	908±5,7	16,1	102±2,2	15,7	1010	8,9
	У-В/20/	965±7,6	19,7	81±0,0	35,0	1046	11,9
Взяников- ский 37	К	1053±5,7	-	101±0,9	-	1154	10,4
	У-П/20/	1060±0,6	1,2	119±0,8	15,0	1179	8,9
	У-П/20/	1145±3,8	13,5	99±0,6	1,9	1244	11,6
Должик 105	К	885±0,6	-	84±2,9	-	949	10,3
	У-П/20/	870±2,6	1,9	101±0,1	5,9	971	8,6
	У-В/20/	964±5,4	14,5	87±2,5	0,8	1051	10,1

Таблица

Влияние разных режимов освещения на относительное содержание НК  
в листьях огурцов в начале цветения  
(в мкг фосфора НК на 1 кг сухого веса)

С о р т	Вариант освещения	Р Н К	t	Д Н К	t	Р Н К	Р Н К
						+ Д Н К	Д Н К
Тирасполь- ский ран- ний	К	844 ± 2,3	-	71 ± 0,6	-	915	11,9
	У-П/20/	766 ± 3,4	16,5	61 ± 0,6	11,3	837	12,7
	У-В/20/	791 ± 2,5	16,0	68 ± 1,9	1,5	858	11,6
Вязников- ский 37	К	912 ± 2,5	-	88 ± 3,5	-	1000	10,4
	У-П/20/	672 ± 11,0	21,4	72 ± 1,3	4,3	744	9,3
	У-В/20/	662 ± 6,9	32,0	60 ± 0,6	8,0	722	11,0
Должик 105	К	853 ± 11,9	-	74 ± 0,5	-	927	11,5
	У-П/20/	674 ± 7,5	13,2	78 ± 1,9	2,1	752	8,6
	У-В/20/	710 ± 6,8	13,3	70 ± 2,0	2,0	780	10,1

на растения короткого дня /34; 38-41/ связаны с затуханием ростовых процессов. Аналогичное явление наблюдается и в нашем опыте, однако в случае изменения сексуализации огурцов в мужскую сторону угнетение роста выражено наиболее резко (табл. 3).

Е.Г.Мининой /35/ было установлено, что "листьям принадлежит первенствующая роль в процессах, определяющих пол". В настоящей работе мы исходили также и из того, что органом, непосредственно воспринимающим фотопериодическую стимуляцию, является лист /24/. Ранее нами было отмечено преобладание нуклеиновых кислот в листьях огурцов женского типа в начале цветения /17/, что согласуется с данными П.И.Кубарева по содержанию их у конопли в листьях матерки и поскони /16/.

Материал, приведенный в таблице 4, показывает, что в начале бутонизации относительное содержание РНК выше в листьях растений, получавших утренне-вечернее освещение. Исследованиями Н.С.Турковой и Л.А.Ждановой /41; 42/ показано увеличение содержания РНК в листьях в верхушках побегов растений на благоприятном фотопериоде. В данном случае 10-часовое утренне-полднее освещение является благоприятным фотопериоде. Содержание ДНК выше в листьях растений благоприятного фотопериода. К началу цветения содержание РНК в листьях опытных растений резко снижается, что является, вероятно, результатом влияния продолжительного фотопериодизма; в это время закономерных различий между опытным вариантом не обнаружено.

Таблица 5.

Влияние разных режимов освещения на общее  
содержание НК в листьях огурцов  
/ в МКГ фосфора НК на один лист/.

С о р т	Вариант освеще- ния	Начало бутонизации				Начало цветения			
		Бес I листа в сухом вещест- ве /мг/:	РНК	ДНК	РНК + ДНК	Бес I листа в сухом веществе / мг /	РНК	ДНК	РНК + ДНК
Тирасполь- ский ранний	К	177	129	12	141	323	275	23	298
	У-П/20/	150	136	15	152	224	174	14	187
	У-В/20/	87	84	7	91	194	154	13	167
Вязниковский 37	К	146	154	15	169	232	214	19	232
	У-П/20/	120	127	14	142	170	114	10	125
	У-В/20/	65	74	6	81	131	87	8	95
Доляки 105	К	179	155	15	170	427	364	32	396
	У-П/20/	120	104	12	117	276	186	22	208
	У-В/20/	73	70	6	77	193	137	14	151

Необходимо отметить, что широко используемый аналитический метод, характеризующий содержание нуклеиновых кислот на единицу сухого вещества, не может быть единственным показателем интенсивности нуклеинового обмена. Против такого метода возражали некоторые исследователи /5; 43/. При изучении явлений, связанных с ростом, данные, характеризующие общее содержание нуклеиновых кислот на структурную единицу организма, более убедительны. Так, при пересчете полученных результатов на один лист (табл. 5) между опытными вариантами устанавливается значительное и устойчивое различие в пользу благоприятного фотопериода и женской сексуализации.

Однако по общему содержанию нуклеиновых кислот в листьях не выявляется преимуществ фотопериода, благоприятного для женского пола, по сравнению с естественным освещением, что вызвано, по-видимому, угнетением роста на коротком дне (табл. 4 и 6). Особенно отрицательно сказывается на росте утренне-вечернее освещение с весьма низкой интенсивностью светового потока. А как известно, положительное влияние света на рост и образование нуклеиновых кислот осуществляется через фотосинтез, недостаток света снижает поступление фосфора в растение и введение его в нуклеиновый обмен /2; 5; 31; 33; 41/. В то же время роль фотосинтеза в фотопериодической реакции еще недостаточно ясна. На сложную зависимость накопления ассимилятов от продолжительности фотопериода и фотосинтетической работы указывал еще Д.А.Сабинин /1/. В последнее время установлено, что в основе

Таблица 6

Влияние разных режимов освещения на относительное содержание  
 НК в верхушках побегов огурцов  
 (начало цветения, в МКТ фосфора НК на 1 г. сухого веса)

С о р т	Вариант освещения	РНК	t	ДНК	t	Р Н К		РНК ДНК
						+	Д Н К	
Тирапольский ранний	К	1490 $\pm$ 7,0	-	179 $\pm$ 2,3	-		1669	8,3
	У-П/10/	1639 $\pm$ 7,3	14,8	177 $\pm$ 1,4	0,7		1816	9,3
	У-П/20/	1563 $\pm$ 9,6	11,8	161 $\pm$ 3,0	4,8		1725	9,7
	У-В/20/	1470 $\pm$ 5,3	2,3	173 $\pm$ 2,7	1,7		1643	8,5
Взяников- ский 37	К	1513 $\pm$ 8,2	-	139 $\pm$ 1,3	-		1652	10,9
	У-П/10/	1661 $\pm$ 7,0	13,7	176 $\pm$ 2,1	15,1		1837	9,4
	У-П/20/	1502 $\pm$ 9,0	0,9	153 $\pm$ 0,8	9,3		1655	9,8
	У-В/20/	1332 $\pm$ 8,9	15,1	139 $\pm$ 0,7	0,0		1471	9,6
Должик 105	К	1371 $\pm$ 7,1	-	157 $\pm$ 2,6	-		1528	8,7
	У-П/10/	1516 $\pm$ 8,2	13,4	161 $\pm$ 1,8	1,3		1677	9,4
	У-П/20/	1396 $\pm$ 9,6	2,1	158 $\pm$ 0,9	0,4		1554	8,8
	У-В/20/	1281 $\pm$ 5,4	10,1	144 $\pm$ 2,9	3,3		1425	8,9

фотопериодизма лежат иные фотопериодические реакции, чем при фотосинтезе, и что соотношение эффективности отдельных участков спектра при фотопериодизме другое /44,45/. Однако следует согласиться с Н.П.Воскресенской, что фотосинтез можно рассматривать не только как источник органической энергии, "но и как своего рода регуляторную систему, определяющую направление обмена веществ и через него и морфогенез" /45/.

Придавая большое значение свету для синтеза нуклеиновых кислот /1/. Д.А.Сабинин писал, что "фотосинтетическая деятельность растения - основное условие, основной двигатель тока веществ" /46/. Поэтому можно предпологать, что повышенное относительное содержание РНК в листьях растений неблагоприятного фотопериода является следствием снижения активности важнейших метаболических процессов, что в свою очередь приводит к замедленному передвижению РНК из листьев в другие органы. В литературе приводятся данные о передвижении нуклеиновых кислот по растению /47 - 50/. Таким образом, весьма неблагоприятные условия на утренне-вечернем режиме освещения препятствуют формированию женских цветков, для заложения которых необходимо высокое содержание РНК в апикальной меристеме /13/.

Интересно отметить, что установленная Н.С.Турковой и Л.А.Хдановой /51/, а позже и Зеевартом /52/ большая роль интенсивного синтеза ДНК для реализации фотопериодического

воздействия, находит подтверждение и в нашем опыте. Так, максимальное относительное содержание ДНК наблюдается на фазе бутонизации в листьях растений благоприятного фотопериода. Показано, что на коротком дне число клеток в листьях огурцов остается без изменений /34/, поэтому можно думать, что повышенное содержание ДНК означает ее метаболической функции в листьях.

При изменении сексуализации в сторону женского пола статистически достоверное увеличение РНК и суммы нуклеиновых кислот наблюдается в верхушках побегов лишь на 10-дневном фотопериоде. Это говорит об отрицательном влиянии на содержание нуклеиновых кислот более продолжительного 20-дневного фотопериода. Однако у огурцов в условиях полевого опыта, если фотопериодическое воздействие непродолжительно, смещение пола не всегда удается. Сопоставляя содержание нуклеиновых кислот в верхушках побегов растений разных вариантов освещения, снова приходим к выводу о преобладании их у феминизированных огурцов.

Сообщение данные говорят о сложном влиянии коротко-дневного фотопериода на развитие пола и нуклеиновый обмен в тканях огурцов.

Автор выражает глубокую признательность члену-корреспонденту АН УССР, профессору И.М.Полякову, под руководством которого проведена настоящая работа.

## ВЫВОДЫ

1. При двустороннем смещении пола у огурцов на короткодневном фотопериоде максимальное угнетение роста наблюдается в случае смещения сексуализации в мужскую сторону.
2. В начале бутонизации, что совпадает с окончанием фотопериодического воздействия, относительное содержание ДНК выше, а РНК - ниже в листьях растений, выращенных на фотопериоде, благоприятном для женской сексуализации и роста. Предполагается, что повышенное содержание РНК в листьях растений неблагоприятного фотопериода следствием снижения уровня метаболических процессов и, в частности, замедленного передвижения РНК из листьев в другие органы.
3. В условиях разных режимов освещения на 10-часовом дне по общему количеству в листьях РНК и ДНК наблюдаются значительные различия в пользу благоприятного фотопериода и женской сексуализации. Положительное влияние благоприятного фотопериода сказывается также и на содержании нуклеиновых кислот в верхушках побегов.
4. Исходя из содержания в листьях сухого вещества, можно предположить, что окончательное формирование сексуализации, измененной на коротком дне, происходит в начале цветения или спустя две недели по окончании фотопериодического воздействия.

Литература.

1. Д.А. Сабинин. Физиология развития растений. Изд. АН СССР, 1963.
2. В.Г. Конарев. Нуклеиновые кислоты, их состояние и роль в обмене веществ у растений. Сб. Биология нуклеинового обмена у растений, "Наука", 31, 1964.
3. Ж.Браше. Биохимическая цитология, ИЛ, 1960.
4. Э. Синнот. Морфогенез растений, ИЛ, 1963.
5. К.М. Сытник. Физиолого-биохимические основы роста растений, "Наукова думка", К., 1966.
6. R.M. Smillie and G. Krotkov. Ribonucleic acid as an index of the metabolic activity of pea leaves. *Biochim et biophys. acta*, 35, 2, 350, 1959.
7. Е.Г. Минина. Значение смещения пола у растений для селекции. Журн. общей биологии, 26, № 4, 416, 1965.
8. И. Лесли. Содержание нуклеиновых кислот в тканях и клетках. Сб. Нуклеиновые кислоты, ИЛ, стр. 7, 1957.
9. Л.М. Жмурин. Содержание нуклеиновых кислот в органах и тканях эмбрионов в связи с дифференциацией пола под влиянием аминокислот. С.-х. биология, 1, № 4, 503, 1966.
10. G. Turian. Nucleic acid and sexual differentiation in *Allomyces*. *Nature*, 190, n. 4773, 825, 1961.
11. G. Turian. Differential Synthesis of Nucleic acid in sexual differential of *Allomyces*. *Nature*, 196, n. 4853, 493, 1962.
12. Н.А. Сатарова. О нуклеиновых кислотах в тканях цветочных культур. Сб. Биология нуклеинового обмена у растений, Уфа, 55, 1959.
13. Е.Г. Минина. Определение пола у деревьев. Автореф. докт. дис. Изд. МГУ, 1962.
14. Е.Л. Гольнская и др. Физиолого-биохимические особенности вегетативных и генеративных органов кукурузы в связи с гетерозисом. Физиол. растений, 12, в.3, 448, 1965.
15. П.И. Кубарев. О различиях между мужскими и женскими соцветиями кукурузы по содержанию нуклеиновых кислот. Физиол. растений, 12, 6, 968, 1965.

16. П.И. Кубарев. Изменение сексуализации растений в онтогенезе. Зап. ЛСХИ, 105, в. 7, 75, 1967.
17. В.С. Власенко. Характер нуклеинового обмена у огурцов разной сексуализации. Тезисы III Всес. конф. по нуклеиновым кислотам растений, Уфа, 62, 1966.
18. V. A. Tiedjens. Sex variation in cucumber flowers as affected by different conditions of soil and light. *J. Agric. Res.*, 36, 8, 1928.
19. J. H. Schaffner. Sex reversal and the experimental production of neutral tassels in Zea mays. *Bot. Gaz.*, 90, n. 8, 1930.
20. Y. Nitsch, et al. The development of sex expression in cucurbit flowers. *Amer. J. Bot.*, 39(1), 32, 1952.
21. Y. Heslop-Harrison. The experimental modification of sex expression in flowering plants. *Phil. Rev.*, 32, n. 1, 38, 1957.
22. С.С. Шаин и др. Свет и развитие растений, "Сельхозгиз", 1963.
23. Факторы, определяющие сексуализацию у японского огурца. IX. Влияние азота и полива при различной длине дня и ночной температуре. 27, п. I, II, 1958.
24. В.С. Мошков. Фотопериодизм растений, "Сельхозгиз", 1961.
25. L. Schmidt, S. J. Phannhauser. A method for the determination of deoxyribonucleic acid, ribonucleic acid and phosphoproteins in animal tissues. *J. Biol. Chem.* 61, 83, 1945.
26. W. Y. Schneider. *Biol. Chem.*, 164, 747, 1946.
27. R. Allen. *Biochem. J.*, 34, 858, 1949.
28. А.Д. Якимович и П.В. Шереметевский. Огурцы, "Сельхозгиз", 1938.

29. *Oved Shifriss and Ezra Galun. Sex expression in the cucumber. Proc. Amer. Soc. Hort. Science, 67, 449, 1956.*
30. Л.И. Джапаридзе. Пол у растений, ч.2, "Мецниереба", Тбилиси, 1965.
31. В.Г.Конарев. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. "Высшая школа", 1959.
32. Р.Г.Бутенко. Интенсивность синтеза нуклеопротеидов в верхушках стеблей сои и люпина на различной длине дня. Сб. Биология нуклеинового обмена у растений. Изд. АН СССР, Уфа, 13, 1959.
33. Г.И. Семененко. К биохимии обмена нуклеиновых кислот у высших растений. Изд. ХГУ, 1964.
34. Г.В.Боос. К фотопериодической реакции огурца. Тр. по приклад. бот., ген. и сел., 35, в.2, 94, 1963.
35. Е.Г.Минина. Смещение пола у растений воздействием факторов внешней среды. Изд. АН СССР, 1952.
36. П.Д. Углов. Влияние азота на соотношение мужских и женских цветков у огурца при различной влажности почвы. Уч. зап. каф. бот. ЛПИИ им. Герцена, 192, 185, 1959.
37. Ф.И. Механик. Действие газообращных веществ на смещение пола у огурцов. Труды БСХА, 32, 2, 112, 1960.
38. И.П. Гирировский. Влияние временного воздействия коротким днем на развитие и рост огурцов. Уч. зап. СГПИ, 1, 1939.
39. М.С. Єфімов. Вплив різних фонів і скороченого /10-годинного/ світлового дня на ріст і розвиток рослин огірків. Анотації доповідей II Укр. респ. конф. з фізіол. та біох. рослин. "Наукова думка", К., 263, 1964.
40. Т.А. Эмих. Влияние короткого дня на нуклеиновые кислоты в точках роста проса. Сб. Биология нуклеинового обмена у растений, "Наука", 152, 1964.
41. Н.С. Туркова. Изменение нуклеинового обмена в онтогенезе растений при разных условиях выращивания. Сб. Биология нуклеинового обмена у растений. "Наука", 85, 1964.
42. Л.А. Жданова. Влияние обработки гетероауксином и длины дня на обмен веществ растений разных фотопериодических групп. Сб. Ростовские вещества и их роль в процессах роста и развития, Л., 32, 1959.

43. М.Г.Зайцева. О способах расчета аналитических данных при проведении физиологических исследований. Ботан.ж., 36, 299, 1951.
44. Н.С.Туркова. Основные этапы онтогенеза и развитие генеративных органов цветковых растений. Физиология сельскохозяйственных растений, 2, изд. МГУ, 407, 1967.
45. Н.П. Воскресенская. Фотосинтез и спектральный состав света, "Наука", 1965.
46. Д.А.Сабинин. Минеральное питание растений. Изд. А.Н.СССР, 1940.
47. D. Hess. Die Beteiligung spezifischer Ribonuclein-säure an der Blühinduktion. *Planta*, 57, 1, 29, 1961.
48. Н.Д. Тарасенко, С.П.Коваленко. О передвижении соединений типа нуклеиновых кислот по проводящей системе растений. Физиол. растений, 9, в.2, 245, 1962.
49. L. Ledema, R. Huart. Translokation of ribonucleic acids. *Biochim. et biophys. acta*, 61, n.2, 1962.
50. В.И.Северин. К изучению физиологических основ гетерозиса. Цитология и генетика, 1, № 5, 1967.
51. Н.С.Туркова и Л.П. Аданова. Особенности нуклеинового обмена при подготовке растений к цветению. Сб. Итоги и перспективы исследования развития растений. Изд. АН СССР, М.-М., 160, 1959.
52. J. A. D. Zeervaart. DNA multiplication as a requirement for expression of floral stimulus in *Pharbitis nil*. *Plant Physiol.*; 37, 3, 296, 1962.
-

ВЛИЯНИЕ КАЛИЯ И НИТРАТНОГО АЗОТА НА СОДЕРЖАНИЕ И  
ДИНАМИКУ УГЛЕВОДОВ В КОРМОВЫХ БОБАХ, ЛЮПИНЕ И НА ЭФ-  
ФЕКТИВНОСТЬ СИМБИОЗА

Урожай бобовых культур в значительной мере определяется развитием клубеньков на их корнях и активностью клубеньковых бактерий. Эффективность симбиоза бобовых с клубеньковыми бактериями зависит от условий питания растений. Для жизнедеятельности клубеньковых бактерий необходимы углеводы. Роль нитратного азота, особенно калия, в симбиотических отношениях бобового растения с клубеньковыми бактериями изучена недостаточно.

В данной работе исследовалось влияние калия и нитратного азота на содержание и динамику углеводов в корнях и листьях кормовых бобов и люпина.

Методика исследований

Для решения изложенной выше задачи были поставлены вегетационные опыты с кормовыми бобами и люпином. Растения выращивались в вегетационных сосудах типа Вагнера в песчаных чашках на питательной смеси Гельригеля.

Образцы растений кормовых бобов брали во время цветения, образования бобов и в конце вегетации, а люпина — только во

время цветения. Средняя биологическая проба составлялась из растений, выращиваемых в 3 сосудах.

Содержание углеводов определяли в фиксированном, воздушносухом растительном материале. Содержание углеводов /моносахариды, сахароза, мальтоза, крахмал, гемицеллюлоза/ в листьях и корнях растений определяли по Ильину.

В опытах использовались кормовые бобы сорта Лиелплатоне и лупин сорта Быстро растущий - 4.

#### Обсуждение результатов

Процентное и абсолютное содержание углеводов в листьях кормовых бобов в фазах цветения растений и образования бобов в вариантах с уменьшенной дозой нитратного азота было меньше, чем в вариантах с двукратной дозой азота по Гельригелю /таблица 1,2 /. Процентное содержание углеводов в листьях кормовых бобов в вариантах с двукратной дозой нитратного азота и калия /табл.1/ было на 5-6% больше, чем в вариантах с уменьшенной дозой нитратного азота. При недостатке калия в питательной среде такого влияния нитратного азота не наблюдалось.

Абсолютное количество углеводов в листьях растений увеличивалось от фазы цветения до фазы образования бобов /табл.1, 2/.

Из углеводов в листьях кормовых бобов преобладали моносахариды и дисахариды.

Эффективность деятельности клубеньковых бактерий во многом зависит от содержания углеводов, особенно моно- и диса-

харидов, в корнях бобового растения. Понижение содержания углеводов в корнях кормовых бобов и люпина отрицательно влияло на содержание симбиотически ассимилированного азота в растениях. Более подробно баланс азота кормовых бобов рассмотрен в работе / 5 /.

Дефицит калия в питательной среде растений отрицательно влиял на процентное и абсолютное содержание углеводов в корнях и листьях кормовых бобов и люпина как на повышенном так и на пониженном фоне нитратного азота. При дефиците калия изменения содержания углеводов в листьях и корнях кормовых бобов и люпина на повышенном фоне нитратного азота были сильнее выражены, чем на пониженном. Так, например, если листья растений в фазе образования бобов / табл. 2 / на пониженном фоне нитратного азота в варианте с недостатком калия / 1-й вариант / содержали углеводов на 811 мг меньше, чем в варианте с достаточным количеством калия. / 2-й вариант /, то на повышенном фоне азотного удобрения эта разница была большей - 1442 мг углеводов.

Полная / 468 мг К на сосуд / и двукратная / 936 мг К на сосуд / доза калия по Гельригену в субстрате способствовала образованию углеводов в листьях и корнях кормовых бобов и люпина, тем самым создавая хорошие условия для фиксации атмосферного азота.

Количество углеводов за период от цветения до образования бобов в корнях растений резко увеличилось. В вегетационном опыте 1962 г. / табл. 1 / количество углеводов в корнях

Влияние калия и нитратного азота на содержание

Дата взя- тия образ- ца	Варианты опыта		Содержание углеводов в листьях					на со- суд, мг				
	№	дозы азо- та и ка- лия на со- суд мг	моно- сахариды	диса- хариды	поли- сахариды	всево						
							на сухое вещество, %					
							К		К			
	1	100,8	187	3,49	4,36	3,37	11,22	583				
Цве- тение	2	100,8	936	3,23	6,14	2,90	12,27	825				
	3	1008	187	3,63	6,50	3,47	13,60	827				
буль- и	4	1008	936	4,19	9,66	4,50	18,35	1274				
	1	100,8	187	5,13	5,58	5,24	15,95	3557				
Обра- зова- ние бобов 1 У111	2	100,8	936	5,30	5,64	4,93	15,87	3193				
	3	1008	187	5,35	3,58	4,33	13,26	1794				
	4	1008	936	6,10	7,97	6,76	20,83	3710				
Пол- ная спе- кость 19 IX	1	100,8	187	4,74	3,14	1,76	9,64	1605				
	2	100,8	936	5,74	5,25	1,98	12,97	2169				
	3	1008	187	4,48	3,78	1,91	10,17	1408				
	4	1008	936	4,89	5,50	1,74	12,13	1917				

X Сахароза + мальтоза.

XX Крахмал + гemicеллюлоза.

Таблица 1  
углеводов в кормовых бобах /вегетационный опыт, 1962 г./

Угле- водо- азот- ное со- отно- шение	Содержание углеводов в корнях					Угле- водо- азотое соот- ноше- ние	Симбио - тически - ассими - лирован- ный азот, мг
	моно- саха- риды	диса- хари- ды	поли- саха- риды	все- го	на сосуд,  мг		
	на сухое вещество, %						
2,1	4,04	2,04	2,01	8,09	447	2,7	495
2,3	3,56	3,43	2,26	9,25	480	3,7	520
3,0	3,39	2,36	1,80	7,55	458	2,2	141
4,5	3,39	4,40	2,04	9,38	508	3,0	82
3,6	7,68	3,65	2,40	13,73	2672	5,5	2289
3,8	8,41	4,48	2,67	15,56	2670	6,3	2219
3,2	4,01	5,31	1,86	11,21	1767	4,9	736
5,9	5,42	3,97	1,98	11,37	1865	4,1	995
3,0	1,73	3,19	2,66	7,58	1129	2,6	3775
4,8	2,50	3,08	2,69	8,27	1150	2,7	4186
3,0	2,04	3,14	2,66	7,84	1166	2,5	1931
4,4	2,45	3,85	3,16	9,46	1617	4,5	3092

Влияние калия и нитратного азота на содержание

Дата взя- тия образ- ца	Варианты опыта		Содержание углеводов в листьях					
	№	дозы азота и калия на сосуд, мг	моно- сахариды	диса- хариды X	поли- сахариды XX	всего	на сосуд, мг	
								на сухое вещество, %
	1	50,4	46,8	6,39	7,59	1,49	15,47	947
Цве- тенке 24 У1	2	50,4	468	6,77	7,64	1,99	16,40	1497
	3	1008	46,8	5,07	9,76	1,57	16,47	1108
	4	1008	468	5,67	10,54	2,21	18,03	1875
Обра- зова- ние бобов 14 У11	1	50,4	46,8	5,13	7,61	1,35	14,09	1248
	2	50,4	468	5,77	6,71	1,95	14,43	2059
	3	1008	46,8	4,87	8,27	1,28	14,30	1160
	4	1008	468	4,75	10,59	1,62	17,06	2602
Пол- ная спе- кость 10 У111	1	50,4	46,8		10,93	1,76	12,69	906
	2	50,4	468		12,85	1,43	14,28	1492
	3	1008	46,8		10,12	1,61	11,73	1052
	4	1008	468		9,11	2,00	11,11	1344

X Сахароза + мальтоза.

XX Крахмал + гемицеллюлоза.

XXX Моносахариды + дисахариды.

Таблица 2

углеводов в кормовых бобах /вегетационный опыт, 1964 г./

Угле- водо- азот- ное соот- ноше- ние в листьях	Углеводы в корнях					на оо- суд,  мг	Угле- водо- азот- ное соот- ноше- ние в корнях	Симбо- личе- ские ассими- лирова- нный азот,  мг
	моно- сахар- иды	диса- хариды	поли- сахар- иды	всего	на оо- суд,  мг			
	на сухое вещество, %							
2,7	3,74	2,06	2,57	8,37	357	2,6	501	
2,6	3,99	2,91	3,01	9,91	652	2,7	924	
3,3	2,06	3,86	2,10	8,02	415	2,3	67	
3,4	2,75	3,20	2,20	8,15	622	2,4	132	
2,4	7,82	3,50	2,98	14,10	1083	4,3	1037	
2,6	9,34	3,50	3,27	16,11	2103	4,9	1840	
3,5	3,27	3,37	2,27	8,91	561	2,7	117	
3,8	7,58	3,37	3,13	14,08	2218	4,0	1207	
3,3	4,16	2,46	2,85	9,47	572	3,2	1160	
4,8	7,72	5,20	2,85	15,78	2529	5,4	2360	
4,4	5,75	2,75	2,75	11,29	1020	4,5	436	
3,1	9,95	2,77	3,02	15,74	2181	7,0	1610	

растений увеличилось в 3,5 - 6,0 раз. Увеличение количест-  
ва углеводов происходило главным образом за счет образования  
моно - и дисахаридов.

**Влияние интратного азота на содержание углеводов**

Влияние калия и нитратного азота на содержание

Фаза рос- та	Варианты опыта		Содержание углеводов в листьях						Всего
	У	дозы азота и калия, мг	моно- сахариды	сахара роза	маль- тоза	крах- мал	геми- цел- люло- за		
								Н	
	1	50,4	46,8	1,73	0,72	0,15	0,10	0,70	3,40
Цве- те -	2	50,4	468	4,00	1,60	6,50	1,60	2,40	17,00
ние	3	1008	46,8	3,00	1,40	2,90	1,20	0,30	7,80
	4	1008	468	3,20	2,00	2,70	2,90	0,30	11,00

в листьях и корнях зависело от концентрации азота в субстрате кормовых бобов. В листьях содержание углеводов под влиянием больших доз нитратного азота увеличивалось, в корнях - снижалось. Это явление хорошо наблюдалось в фазе образования бобов.

При обильном удобрении нитратным азотом углеводы расходуются главным образом в надземных частях бобового растения поэтому содержание углеводов в корнях уменьшается /1,3/, что в свою очередь, отрицательно влияет на образование клубеньков и азотфиксацию.

В процессе образования клубеньков и фиксации атмосферного азота большое значение имеет углеводо-азотное соотношение в растениях / 2,4 /.

Таблица 3  
углеводов в люпине /вегетационный опыт, 1966 г./

на со- суд, мг	Содержание углеводов в корнях						Сухое	
	моно- сахариды	сахара- роза	маль- тоза	крах- мал	геми- цел- люло- за	всего	на сосуд,	вещест- во на на сосуд,г
	на сухое вещества, %						мг	
255	1,50	0,60	2,50	1,00	2,60	8,30	298	17,5
2975	2,70	2,40	2,80	1,60	2,60	12,00	852	43,0
640	2,80	2,10	0,50	0,30	3,00	8,60	232	14,0
1243	3,90	2,40	2,10	0,70	3,71	12,80	576	26,6

Необходимо определенное соотношение между концентрацией углеводов и азота в тканях корней кормовых бобов, чтобы условия образования клубеньков и фиксация атмосферного азота были оптимальными.

В различные фазы роста растений независимо от дозы нитратного азота полная и двукратная нормы калия положительно влияли на углеводо - азотное соотношение в корнях и листьях кормовых бобов: оно всегда было больше, чем при недостатке калия.

Резкое повышение содержания углеводов в корнях кормовых бобов от цветения до образования бобов соответствует интенсивному накоплению симбиотически связанного азота кормовыми бобами, что указывает на активную азотфиксирующую деятельность клубеньковых бактерий.

### Выводы

1. Эффективность симбиоза клубеньковых бактерий с кормовыми бобами и люпина во многом зависит от содержания углеводов в корнях растений.
  2. В обеспечении корней кормовых бобов и люпина углеводами большую роль играет калий. Дефицит калия отрицательно влияет на содержание углеводов в корнях и листьях кормовых бобов и люпина.
  3. Большие дозы нитратного азота способствуют снижению содержания сахаров в корнях кормовых бобов и повышению их в листьях.
  4. Пониженное обеспечение корней углеводами при недостатке калия и больших дозах нитратного азота является причиной низкой эффективности симбиоза клубеньковых бактерий с кормовыми бобами. Углевод - азотное соотношение в корнях кормовых бобов при достаточном содержании калия в питательной среде растений увеличивается, при больших дозах нитратного азота - уменьшается.
- Интенсивная ассимиляция атмосферного азота кормовыми бобами характеризуется повышением углеводо - азотного соотношения.
5. Самая интенсивная фиксация атмосферного азота клубеньковыми бактериями происходит в период между цветением и образованием бобов. В это время наблюдается повышение содержания углеводов в корнях кормовых бобов.

Литература

1. Allison F.E. and Ludwig C.A. Legume nodule development in relation to available energy supply. - I. Amer. Soc. Agronomy, Vol. 31, 1939, Nr. 2, p. 149-158.
2. Kalniņš A. Stāpekļa savienojumu ietekme uz gumīpbaktēriju un taurīpzīžu savstarpējām attiecībām. - LLA Raksti, XII sēj., 1963, 1 pp. 29-41.
3. Orcutt P.S. and Wilson P.W. The effect of nitrate nitrogen on the carbohydrate metabolism of inoculated soybeans. Soil Sci., Vol. 39, 1935, Nr. 4, p. 289-296.
4. Wilson P.W. The biochemistry of symbiotic nitrogen fixation. - Madison, Univ. of Wisconsin Press, 1940.
5. Марнаузе А.А. Влияние азотного и калийного питания на образование клубеньков и ассимиляцию атмосферного азота кормовыми бобами. - Труды Латвийской сельскохозяйственной академии, выпуск XV111, 1967, стр. 191 - 200.

МАРНАУЗА А. А.

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ КАЛИЯ И НИТРАТНОГО АЗОТА НА СОДЕРЖАНИЕ И ДИНАМИКУ КАЛИЯ В КОРМОВЫХ БОБАХ

Имеется много данных о важной роли калия в жизнедеятельности растений. Известно, что калий играет положительную роль в синтезе белков / 1,4,6 /, углеводов / 5,8,9 / в процессе окислительного фосфорилирования / 7 /.

Данных о содержании и динамике калия в кормовых бобах очень мало.

### Методика исследований

Содержание и динамика калия в кормовых бобах / сорт Лиеплатоне / изучалось в условиях вегетационных опытов с песчаными культурами.

Образцы растений брали во время цветения, образования бобов и в конце вегетации.

При определении калия воздушно сухой растительный материал озоляли, золу растворяли в 20 % - ом растворе соляной кислоты, разбавляли дистиллированной водой и содержание калия определяли пламенным фотометром / модель "III Carl Zeiss Jena" /. В таблицах 2 - 4 приведены средние данные химическому анализам.

Схема вегетационных опытов представлена в таб. 1.

Таблица 1

## Схема вегетационных опытов

Год	Варианты опыта			Содержания калия, мг всего на сосуд
	№	дозы азота и калия на со- суд, мг		
		Н	К	
1962	1	108,8	187,2	212
	2	108,8	936	961
	3	108,8	1872	1897
	4	1008	187,2	212
	5	1008	936	961
	6	1008	1872	1897
1963	1	50,4	46,8	72
	2	50,4	468	493
	3	50,4	936	961
	4	504	46,8	72
	5	504	468	493
	6	504	936	961
1964	1	50,4	46,8	72
	2	50,4	468	493
	3	50,4	936	961
	4	1008	46,8	72
	5	1008	468	493
	6	1008	936	961

\* Семена содержали в среднем 25 мг калия.

### Обсуждение результатов

Результаты вегетационных опытов показали, что процентное и абсолютное содержание калия в кормовых бобах при внесении больших доз калия, независимо от концентрации нитратного азота в субстрате, увеличивается.

Наибольшее процентное содержание калия в кормовых бобах было во время цветения растений, наименьшее - в конце периода вегетации. При созревании растений процентное содержание калия уменьшилось, особенно в листьях и корнях.

Процентное содержание калия в семенах кормовых бобов под влиянием различных доз калия изменялось меньше, чем в других частях растений.

Сравнительно много калия содержалось в корнях и клубеньках кормовых бобов в фазах цветения и образования бобов. В этом периоде отмечалось увеличение углеводов в корнях растений / 2 /, что создавало благоприятные условия для деятельности клубеньковых бактерий. Тот факт, что клубеньки в фазах цветения и образования бобов содержали калия больше, чем корни, позволяет думать, что калий играет важную роль в процессе фиксации атмосферного азота.

Из данных опытов видно, что самое интенсивное усвоение калия кормовыми бобами происходило до цветения растений, но так как абсолютное количество калия в растениях достигало максимальной величины в конце вегетации, можно сделать вывод, что усвоение калия кормовыми бобами происходит в течение всего вегетационного периода.

Влияние различных доз калия и нитратного азота на

Дата взя- тия образ- ца	№	Содержание							
		на сухое вещество, %							
		ли- стья	стеб- ли	бобы	семе- на	над- зем- ные час- ти	кор- ни	клу- бень- ки	кор- ни + клу- бень- ки
	1	1,31	1,88			1,60	1,66	1,06	1,59
Цве-	2	2,16	3,09			2,66	3,04	2,90	3,02
те -	3	2,53	3,64			3,08	3,50	3,59	3,51
ние	4	1,02	1,00			1,01	0,92	1,01	1,00
6 У11	5	2,12	3,27			2,68	2,76	1,98	2,69
	6	2,53	4,24			3,39	4,29	2,40	4,14
	1	0,55	0,33	0,91		0,46	0,48	1,47	0,55
Обра-	2	0,97	0,60	1,00		0,76	0,86	2,63	1,07
зова-	3	1,52	1,15	1,07		1,47	1,42	2,72	1,57
ние	4	0,49	0,24	0,79		0,36	0,42	0,74	0,43
бобов	5	1,15	0,81	1,76		1,01	0,90	1,89	0,95
1 У111	6	2,21	1,37	1,53		1,62	1,28	1,94	1,34
	1	0,13	0,22	0,32	0,68	0,42	0,39	0,50	0,40
Под-	2	0,19	0,39	0,98	0,87	0,68	0,45	0,60	0,46
ная	3	0,84	1,02	1,63	0,96	1,06	0,84	0,62	0,83
спе-	4	0,29	0,22	0,35	0,62	0,39	0,31	0,51	0,34
лость	5	0,34	0,42	1,29	0,83	0,70	0,67	0,70	0,68
19 IX	6	1,08	1,32	2,06	0,92	1,21	0,96	0,74	0,94

Таблица 2

содержание калия в кормовых бобах /вегетационный опыт, 1962г./

калия в растениях								всего	
на сосуд, мг								на сухое	
ли- отья	отб- ли	бо- бы	семя- на	над- зем- ные ча- сти	кор- ни	клу- бень- ки	кор- ни + клу- бень- ки	вещество	
								мг	%
80	118			198	92	8	100	298	1,60
152	196			348	158	22	180	528	2,77
167	231			398	213	29	242	640	3,23
62	58			120	60	5	65	185	1,00
174	214			361	142	10	152	513	2,68
179	302			481	281	12	293	774	3,64
122	115	67		304	93	24	117	421	0,48
196	239	87		522	147	61	208	730	0,83
355	458	81		894	257	64	321	1215	1,50
66	65	32		163	65	6	71	234	0,38
205	304	124		633	148	17	165	798	1,00
446	579	167		1192	236	37	237	1465	1,56
22	61	49	307	439	58	4	62	501	0,42
31	106	170	502	809	63	6	69	878	0,66
136	282	307	534	1259	118	7	125	1384	1,04
40	44	28	152	264	46	4	53	317	0,38
54	119	167	413	753	115	7	122	875	0,70
143	339	298	425	1205	119	9	128	1333	1,17

Влияние различных доз калия и нитратного азота на

Дата взя- тия образ- ца	№	Содержание							
		на сухое вещество, %							
		ва- ри- ан- та	ли- стья	стеб- ли	бо- бы	ооо- на	над- зем- ные час- ти	кор- ни	клу- бель- ки
	1	1,42	0,75			1,10	1,11	1,29	1,267
Две-	2	1,44	1,13			1,51	1,36	2,07	1,43
те-	3	1,93	1,36			1,61	2,17	2,49	2,20
ние	4	0,62	0,49			0,57	0,68	1,89	0,72
15 У11	5	1,53	1,29			1,21	1,25	2,17	1,32
	6	1,94	1,94			1,94	1,98	3,04	2,06
	1	0,48	0,64	2,25	1,44	1,10	0,39	0,40	0,38
Пол -	2	0,37	1,31	2,63	1,50	1,36	0,48	0,70	0,50
ная	3	0,86	1,69	2,49	1,35	1,52	0,58	0,90	0,60
оно -	4	0,24	0,57	2,67	1,20	0,81	0,41	0,40	0,40
ность	5	0,40	1,08	3,50	1,36	1,15	0,61	0,60	0,51
1 IX	6	0,89	1,32	2,81	1,30	1,40	0,86	0,80	0,89

Содержание калия в кормовых бобах зависало также от до-  
зы нитратного азота в питательной среде. Во всех фазах роста  
растений, получавших недостаточное количество калия, абсолютное  
количество калия в кормовых бобах при больших дозах нитратно-  
го азот чдо меньше, чем при малых дозах нитратного азота.

Таблица 3

содержание калия в кормовых бобах /вегетационный опыт, 1963 г./

калия в растениях								всего	
на оссул, мг								на сухое	
ли - отья	стеб- ли	бо- бы	семе- на	над- зем- ные час- ти	кор- ни	клу- бень- ки	кор- ни + клу- бень- ки	вещество мг	%
73	36			109	41	5	46	155	1,10
188	154			402	149	26	175	577	1,48
256	214			470	216	31	247	717	1,78
46	25			71	44	5	49	120	0,63
153	129			285	128	18	146	431	1,24
223	307			530	215	25	240	770	1,64
26	98	88	259	470	13	2	15	485	1,04
38	242	173	304	757	51	5	56	814	1,22
87	341	187	340	955	56	6	62	1018	1,39
17	82	106	200	385	25	3	28	413	0,76
46	248	215	276	285	52	4	56	841	1,06
111	391	230	344	1076	84	5	89	1166	1,34

Если концентрация калия и азота в субстрате была высокой то абсолютное количество калия в растениях было большим, чем при малых дозах нитратного азота. Процентное содержание калия при высоких дозах нитратного азота, было меньшим, чем при малых дозах нитратного азота.

Влияние различных доз калия и нитратного азота на

Дата взя- тия образ- ца	№ ва- ри- ан- та	Содержание							
		на сухое вещество						%	
		ли- стья	стеб- ли	бо- бы	семе- на	над- зем- ные час- ти	кор- ни	клу- бень- ки	кор- ни+ клу- бень- ки
	1	0,79	0,93			0,85	0,73	1,66	0,81
Цве -	2	1,25	1,85			1,52	1,13	2,90	1,34
тение	3	1,91	2,13			2,02	2,46	3,23	2,53
24 У1	4	0,67	0,58			0,64	0,70	1,60	0,71
	5	1,39	1,09			1,29	1,19	3,16	1,32
	6	1,83	2,13			1,98	2,16	2,76	2,20
Обра -	1	0,22	0,35	0,77		0,32	0,37	0,97	0,43
зова -	2	0,65	0,58	1,55		0,69	0,83	1,89	0,93
ние	3	1,11	0,78	1,96		1,02	1,10	2,03	1,17
бобов	4	0,28	0,32	0,72		0,32	0,46	0,84	0,47
14 У11	5	0,62	0,60	1,39		0,71	0,54	1,76	0,51
	6	1,02	0,62	1,70		0,88	0,93	1,81	0,97
Пох -	1	0,29	0,27	0,50	1,00	0,54	0,34	0,60	0,37
ная	2	0,25	0,29	1,11	1,04	0,71	0,34	0,60	0,39
оче -	3	0,83	0,71	1,64	1,22	1,16	0,69	0,97	0,72
ность	4	0,22	0,20	0,29	0,97	0,47	0,37	0,60	0,38
10 У111	5	0,32	0,19	0,79	1,00	0,62	0,31	0,60	0,33
	6	0,69	0,40	1,64	1,07	0,89	0,49	0,60	0,50

Таблица 4

содержание калия в кормовых бобах/вегетационный опыт, 1964 г./

калия в растениях								всего на	
ли- стья	стеб- ли	бо- бы	се- ме- на	над- зем- ные час- ти	кор- ни	клу- бень- ки	корни + клубень- ки	сухое ве- щество	
								мг	%
48	45			93	31	8	39	132	0,83
114	140			254	76	27	103	357	1,47
207	230			437	171	28	199	636	2,16
46	26			72	36	2	38	130	0,66
159	140			299	92	16	108	407	1,25
250	274			524	196	17	213	737	2,03
20	30	9		68	29	6	35	103	0,35
93	123	52		268	107	24	131	399	0,75
183	215	106		506	161	26	187	691	1,06
23	33	7		63	30	2	32	95	0,36
95	183	99		377	85	12	97	477	0,68
174	227	148		549	151	16	167	716	0,90
21	28	15	104	188	21	4	25	193	0,52
26	53	82	303	464	60	7	67	531	0,64
137	133	140	294	704	82	10	92	796	1,09
20	24	11	119	174	33	3	36	210	0,45
39	47	79	326	491	43	6	49	540	0,57
91	102	202	333	728	73	5	78	806	0,83

Песок, применявшийся в вегетационных опытах, содержал калий /  $0,032 \%$   $K_2O$  в  $20 \%$  - ной вытяжке соляной кислоты /. Этим объясняется, почему кормовые бобы в вариантах с недостатком калия уже во время цветения / а в опыте 1964 г. - с полной дозой калия в конце вегетации / содержали больше калия, чем его дано в виде удобрений. Так как в вегетационном опыте 1963 г. из-за недостатка дистиллированной воды растения, начиная с фазы цветения, поливали и колодезной водой /  $55 \text{ мг } K_2O$  на  $5 \text{ л}$  воды / кормовые бобы в полной спелости во всех вариантах опыта содержали повышенное количество калия.

Не смотря на то что в песке содержался калий, в вариантах опытов с малыми дозами калия растения испытывали его дефицит. Общее количество сухого вещества в урожае кормовых бобов в этом случае было в  $1,1 - 2,1$  раза меньше, чем при больших дозах калия /  $3 \%$  /.

Высокое содержание калия в кормовых бобах при внесении его в больших дозах свидетельствует о том, что в процессе образования органического вещества кормовые бобы используют много калия.

### Выводы

1. С увеличением доз калия процентное и абсолютное содержание калия в кормовых бобах возрастает. При увеличении доз нитратного азота в питательной среде растений процентное содержание калия уменьшается.

2. Наибольшее процентное содержание калия в расте -

ниях наблюдается во время цветения. В зависимости от доз калия в субстрате его содержание колеблется в широких пределах: в сухом веществе растений - 0,67 - 3,64 %, в листьях - 0,67 - 2,53 %, в стеблях - 0,58 - 4,24%, в корнях - 0,70 - 4,29, в клубеньках - 1,60 - 3,59 %.

3. Процентное содержание калия в растениях кормовых бобов при их созревании уменьшается. Семена кормовых бобов содержали от 0,62 до 1,52 % калия.

4. Усвоение калия кормовыми бобами происходит в течение всей вегетации, но особенно интенсивно - до цветения растений.

#### Литература

1. Владимирова А.В. Физиологические основы применения азотных и калийных удобрений. - Сельхозгиз, М., 1948.

2. Марнауза А.А. Влияние калия и нитратного азота на содержание углеводов в кормовых бобах и эффективность симбиоза. - Вторая биохимическая конференция прибалтийских республик и Белорусской ССР, изд. "Зинатне", Рига, 1965.

3. Марнауза А.А. Влияние азотного и калийного питания на образование клубеньков и ассимиляцию атмосферного азота кормовыми бобами. - Труды Латвийской сельскохозяйственной академии, выпуск XV111, 1967, изд. "Зинатне", Рига, 1967, стр. 191 - 200.

4. Туркова Н.С. Влияние соотношения в питательном растворе калия и кальция на азотный обмен и окислительные процессы в проростках пшеницы. - В КН: Памяти академика

Д.Н. Прянишникова, М.-Л., Изд. АН СССР, 1950.

5. Шербаков А.П. Влияние калия на углеводный обмен у гороха в условиях естественного освещения. - Изв. АН СССР, Сер, биол., 1938, 2, стр. 355 - 380.

6. Gregory and Sen P. Physiological studies in plant nutrition. VI The relation of respiration rate to the Carbohydrate and nitrogen metabolism of the barley leaf as determined by nitrogen and potassium deficit. - Ann. Bot., N.S., Vol. 1, 1937, p. 521.

7. Jatzko E. Die Funktion des Kaliums im Stoffwechsel der energiereichen Phosphate pflanzlicher und tierischer Organismen. - Agrochimica III, 1959, 2, S. 148-164.

8. Scheck H. Über den Einfluss des Kaliums auf den Kohlenhydratstoffwechsel und auf die Carbohydrasen bei Kulturpflanzen. - Ztschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, Bd. 60, 1953, H. 3, S. 209 - 220.

9. Scheffer F. und Ottermann A. Über Zucker in grünen Erbsen bei unterschiedlicher Kali- und Phosphorsäureversorgung der Pflanzen. - Qual. Plantarum Material Veget., Vol. 8, 1961, 3/4, p. 284 - 305.

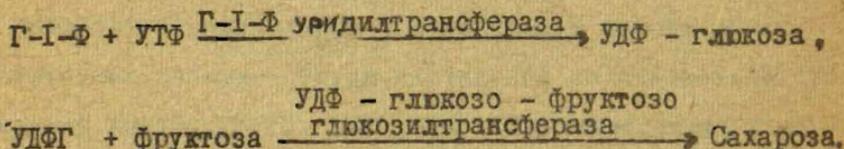
МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКООЧИЩЕННОГО ПРЕПАРАТА  
ДИКАЛИЕВОЙ СОЛИ  $\alpha$ -D - ГЛЮКОЗО - I - ФОСФАТА.

Исследования биохимических процессов в организмах животных и растений связано с применением высокоочищенных биохимических препаратов. Важным этапом в этих исследованиях является изучение углеводного обмена.

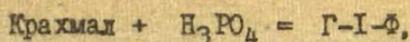
Основным звеном в углеводном обмене как у растений так и у животных, является  $\alpha$ -D - глюкозо - I - фосфат (Г-I-Ф). Через Г-I-Ф происходит образование важнейших запасных веществ растений и животных - крахмала и гликогена, а также распад этих соединений при энергетическом обмене.

При синтезе углеводов под действием фермента фосфо-риказы от Г-I-Ф отщепляется неорганический фосфат, а остаток глюкозы присоединяется к невосстановленной части полисахаридной цепи (Чичибабин А.Е., 1963).

Г-I-Ф один из компонентов при биосинтезе уридинди-фосфатглюкозы (УДФГ) - вещества занимающего центральное место в углеводном обмене растений. Из УДФГ и фруктозы в процессе фотосинтеза образуется сахароза:



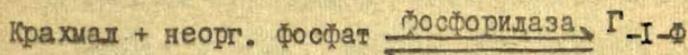
Распад полисахаридов также как и синтез проходит с образованием Г-I-Ф, который является промежуточным соединением при дальнейшем распаде углеводов в гликолитическом цикле:



По данным ряда авторов углеводный обмен и количественное содержание углеводов является важным показателем при изучении сексуализации растений (Минина Е.Г., 1952, Мауриня Х.А., 1965, Козубов Г.М. и др., 1967).

В своей работе по изучению физиологических и биохимических особенностей древесных растений с различной сексуализацией была поставлена задача характеризовать их углеводный обмен. Для этого был использован метод бумажной хроматографии и в связи с этим возникла острая необходимость иметь высокоочищенный препарат дикалиевой соли Г-I-Ф (Г-I-Ф·K<sub>2</sub>) как свидетель. В связи с этим и возникла задача данной работы: разработать легко реализуемый в любой лаборатории метод получения высокоочищенного препарата дикалиевой соли Г-I-Ф. По данным литературы известны два основных способа получения Г-I-Ф·K<sub>2</sub> (Gebaurova A., Tomašek K., 1957, Mc Cready R.M., Nassid W.Z., 1955). Эти методы имеют ряд недостатков - большие затраты реактивов, большое количество операций при выделении и малый выход препарата.

Разработанный нами метод получения Г-I-Ф·K<sub>2</sub> основывается на ферментативном расщеплении крахмала, одновременным фосфорилированием последнего ферментом фосфоорилазой в присутствии неорганического ортофосфата:



Образовавшийся в результате реакции Г-I-Ф можно отделить

от остатков крахмала, неорганического фосфата и источника фосфорилазы - картофельного сока, получая чистый препарат. Равновесие реакции при pH 6,5 устанавливается с соотношением 4 частей ортофосфата к 1 части Г-І-Ф. Оптимальная продолжительность реакции 16-20 часов при 27°C. От остаточного фосфата освобождаются освобождением его в виде комплексной соли магний-амониевого фосфата. Г-І-Ф осаждают в виде бариевой соли, так как бариевая соль характеризуется очень низкой растворимостью в воде и это способствует полному осаждению препарата из большого объема реакционной смеси. Бариевую соль растворяют в уксусной кислоте и дальнейшую очистку препарата производят на колонке заполненной анионитом АВ-17 или ЭДЭ-ІОП в гидроксильной форме. Присутствие слабой кислоты в большой концентрации способствует адсорбции Г-І-Ф на ионите. Колонку с ионитом промывают большим количеством дистиллированной воды для удаления примесей. Г-І-Ф элюируют с КОН и Г-І-Ф·K<sub>2</sub> осаждают добавляя этиловый спирт.

#### Приготовление реактивов и материалов.

А Приготовление фосфатного буфера pH 6,5 - 6,7.

35 г (0,2 моля) K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> и 27 г (0,2 моля) KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> растворяют в 500мл дистиллированной воды.

Б Приготовление раствора крахмала.

20 г сухо растворимого крахмала перемешивая, добавляют к 100 мл кипящей воды, кипятят 3 мин. и охлаждают до комнатной температуры.

В Приготовление ферментного препарата.

300 г очищенного картофеля размельчают вместе с 300 мл дистиллированной воды и через ткань выжимают сок. После осаждения крахмальных зёрен, сок центрифугируют и получают 400 - 500 мл разбавленного водой 1:1 картофельного сока.

#### Г Приготовление анионита.

Ионообменную смолу размельчают и собирают фракцию оставшуюся между ситами 150 и 200 меш. Полученную фракцию смолы промывают водой и декантируют до полного освобождения от пылевидных частиц. Смолу помещают в делительной воронке над стеклянной ватой и промывают десятикратным объёмом 15 % HCl, пропуская со скоростью 5 - 10 мл в минуту. Потом смолу промывают дистиллированной водой до нейтральной реакции (рН воды вытекающей из делительной воронки по лакмусу). Далее смолу промывают десятикратным объёмом ацетона и дистиллированной водой до исчезновения запаха ацетона. Для выделения Г-И-Ф·К<sub>2</sub> готовят стеклянную колонку (20 x 1,5 см). 2/3 колонки наполняют смолой из делительной воронки и готовят в ОН<sup>-</sup> форме, пропуская 200 мл 5 % NaOH со скоростью 3 - 5 мл в минуту. От избыточной щелочи избавляются промывая колонку дистиллированной водой до рН 8,9 (рН воды вытекающей из колонки по рН - метру). Так как колонка щелочная, а раствор Г-И-Ф кислый, при пропускании его через колонку, смола набухает, что мешает дальнейшей адсорбции Г-И-Ф. Для устранения этого недостатка, колонку уравнивают, пропуская 200 мл 0,01N NH<sub>4</sub>Cl. После этого колонка готова к

работе.

Ход работы.

К фосфорному буферу (500 мл) прибавляют охлаждённый раствор крахмала (100 мл) и картофельный сок (500 мл). К реакционной смеси добавляют несколько мл толуола и помещают в термостат при  $27^{\circ}\text{C}$ . Через 16 - 20 часов реакцию прекращают быстро подогревая до  $95^{\circ}\text{C}$ . Раствор охлаждают до комнатной температуры и фильтруют. К легко мутному раствору прибавляют 86 г уксуснокислого магния и 20 % раствором аммиака доводят до pH 8,5, центрифугируют и осадок выбрасывают. К надосадочной жидкости (около 1000 мл) добавляют 40 г твёрдого уксуснокислого бария и перемешивая полностью растворяют. После этого добавляют три объёма этилового спирта и оставляют при температуре 0 до  $4^{\circ}\text{C}$ . Через три часа собирают выпавший осадок центрифугированием. Осадок растворяют в 150 мл 5 % уксусной кислоты концентрированной муравьиновой кислотой доводят до pH 1,6. Мутный раствор центрифугируют. Полученную прозрачную, желтовато-коричневую, жидкость пропускают через колонку с анионитом со скоростью 2 - 3 мл в минуту. После адсорбции Г-І-Ф на колонке, её промывают с 500 мл дистиллированной воды. Г-І-Ф элируют с 5 % КОН и собирают фракцию с pH 3,5 - 12,3. Получают 50 - 75 мл элюата. Г-І-Ф·К<sub>2</sub> кристаллизуют добавляя три объёма (около 200 мл) этилового спирта. Для улучшения кристаллизации полученный раствор помещают при температуре от 0 до  $4^{\circ}\text{C}$  и стенки кристаллизатора времени от времени протирают стеклянной палочкой. Г-І-Ф·К<sub>2</sub> кристаллизуется в виде

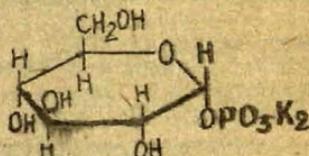
ромбических призм.

Для лучшего очищения препарата делают перекристаллизацию. Для этого полученные кристаллы растворяют в небольшом объеме воды и добавляют три объема этилового спирта. После трёхкратной перекристаллизации получают 6-8 граммов препарата 98 - 100 % чистоты.

О количестве Г-І-Ф в процессе выделения судят по количеству гидролизуемого фосфата. Испитуемый раствор нагревают в кипящей водяной бане 10 мин. с 1н НС. В это время происходит полный гидролиз Г-І-Ф. Определяя количество неорганического фосфора до и после гидролиза, находят количество фосфора отщепленного от Г-І-Ф. Зная, что Г-І-Ф·K<sub>2</sub> содержит 8,33 % фосфора, можно определить количество гидролизованного вещества. Неорганический фосфор определяют по методу описанному Мак Креди и Хассидом (Mc Cready H.M., Hassid W.Z., 1955).

Характеристика препарата.

Структурная формула:



Суммарная формула: C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>5</sub>PO<sub>4</sub>K<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O.

Молекулярный вес : 372,35.

Физические и химические свойства:

ромбические кристаллы, очень хорошо растворимые в воде, не растворяются в органических растворителях;

элементарный анализ, P = 8,33 %,

оптическая активность,  $[\alpha]_D^{20} = + 78$  (4 % раствор в воде),

в присутствии фосфоорилазы картофеля образует продукт, дающий синюю окраску с  $J_2 + KJ$ .

#### Выводы.

По сравнению с известными способам описанным в литературе, разработанный нами метод имеет следующие преимущества:

- получен препарат высокой степени чистоты с хорошим выходом,
- метод характеризуется малой затратой рабочего времени и материалов,
- метод легко воспроизводим в любой лаборатории.

#### Литература.

- 1 КОЗУБОВ Г.М., ГАНЮШКИНА Л.Г., ЕВДОКИМОВ А.М. Цитоморфологические и физиолого - биохимические исследования репродуктивных органов сосны обыкновенной. В сб. "Вопр. селекции, семеноводства и физиологии древесн. пород Севера." Петрозаводск, 1967.
- 2 МАУРИНЯ Х.А. Влияние некоторых факторов воздействия на образование генеративных органов кукурузы и развитие потомства. В сб. "Общие закономерности роста и развития растений." Вильнюс, 1965.
- 3 МИНИНА Е.Г. Смещение пола у растений воздействием факторов внешней среды. Изд. АН СССР, М., 1952.
- 4 ЧИЧИГАБИН А.З. Основные начала органической химии. т. I. Москва, 1963.

- 5 GEBAUROVA A., TOMALEK K. Studium Harden - Youngovho efektu. II. Priprava a izolacia fosforylovaných esterov cukrov /FEC /. "Chemicke zvesti", 1957, XI, 9.
- 6 Mc Cready R.M., Hassid W.Z.  $\alpha$ -D - Glucose -1- Phosphate. "Biochemical Preparations", 1955, vol.4.

### О г л а в л е н и е

Предисловие .....	3
КОНДРАТОВИЧ Р.Я., ЯКОБООН Л.Я. Формирование генеративных органов и семеношение некоторых видов <i>Rhododendron</i> L. в Латвийской ССР .....	5
ДУМПЕ Э.В. Влияние кадмия на интенсивность дыхания корней кукурузы .....	15
ЛАПА И.К. Содержание аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислот в листьях осины и ясеня пенсильванского в связи с их сексуализацией .....	25
ВИКМАНЕ М., ДЗЕРВЕ К. Некоторые физиологические и биохимические показатели сортов и гибридов помидоров в связи с гетерозисом .....	33
МИЛЛЕР А.Т., СПЕКА Р.Н. Влияние магния на окислительно-восстановительных процессах у шпината и гречихи .....	43

Власкин В.С. Об изменении  
нуклеинового обмена у огурцов  
на короткодневном фотопериоде

БЕРЗИНЯ-БЕРЗИТЕ Р.В. Изменение содержания пигментов  
в листьях растений под влиянием окислителей и вос-  
становителей ..... 50

МАРНАУЗА А.А. Влияние калия и нитратного азота на  
содержание и динамику углеводов в кормовых бобах,  
лупине и на эффективность симбиоза ..... 77

МАРНАУЗА А.А. Влияние удобрений калия и нитратного  
азота на содержание и динамику калия в кормовых  
бобах ..... 88

ЛАПА И.К. Метод получения высокоочищенного препарата  
дикалиевой соли - - глюкозо -I- фосфата..... 100

Оглавление ..... 107

УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ ТОМ № 109

‘ ВОПРОСЫ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ ‘

Редактор Х.А.Маурица  
Корректор С.И.Зеленко

Подписано к печати 09.01.1969 г. ЯТ18510. Зак. №101. Т. 400.  
Ф/Б 60X84/16. Газетная, Фиа. п. л. 7,0. Учетно изд. листов 4,8.  
ЦЕНА 48 коп.

Отпечатано на роталпринте, г. Рига, Ц. бульв., Раймиса, 19.  
Латвийский государственный университет имени П. Стучки.

связи с сексуализацией.  
стр. 57-76 стр., с  
табл.

32145

0.48

*Handwritten signature or initials*

44 / 1210

ЦЕНА. 48 КОП.

LATVIJAS UNIVERSITĀTES BIBLIOTĒKA



0508043518