

71.
ЛАТВИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. ПЕТРА СТУЧКИ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ТОМ 71, 1965

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗВАЙГЗНЕ»
РИГА, 1965



ЛАТВИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. ПЕТРА СТУЧКИ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ТОМ 71, 1965

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ
ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ I



РИГА, 1965

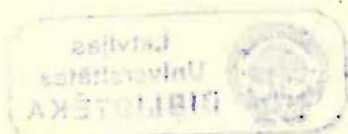
44/5826

УЧЕБНЫЕ ЗАПИСКИ
ИЗДАНИЕ ПЕРВОЕ

УЧЕБНЫЕ ЗАПИСКИ

Редакционная коллегия

Профессор, доктор биологических наук *С. И. Лебедев*,
доцент, канд. биол. наук *Х. А. Мауриня*
(отв. ред.), доцент, канд. биол. наук *М. Ф. Тауя*.



ПРЕДИСЛОВИЕ

«Физиология растений должна стать теоретической основой рационального земледелия» — это искреннее желание К. А. Тимирязева давно уже стало действительностью в нашей стране — в стране, строящей коммунизм. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему развитию биологической науки и укреплению ее связи с практикой» особо подчеркивает, что необходимо развивать исследования по частной физиологии растений, изучать особенности физиологических процессов различных сельскохозяйственных культур. Это особенно важно потому, что перед нашим народом выдвинуты большие задачи по интенсификации сельского хозяйства. Интенсификация сельского хозяйства — это не только обильное внесение минеральных и других удобрений в почву, применение правильной агротехники и всемерное использование механизации, это в первую очередь наиболее интенсивное связывание солнечной энергии в виде органических веществ при помощи сельскохозяйственных культур. Установлено, что потенциальные возможности наших сельскохозяйственных культур примерно в 10 раз больше реализуемых растениями в посевах, дающих средние урожаи. Поэтому все работы по выяснению особенностей роста и развития растений, а также по изучению приемов стимуляции роста растений являются посильным вкладом в решении задач по разработке теоретических основ интенсификации сельского хозяйства.

В течение ряда лет подобные работы проводятся на кафедре физиологии растений Биологического факультета Латвийского государственного университета им. П. Стучки.

Дальнейшее развитие науки в нашей стране требует уделять больше внимания и средств поисковым научным исследованиям. «Возможно, что иное поисковое исследование не сразу принесет «отдачу», но оно ляжет фундаментом, для осуществления новых открытий в будущем.»¹

На нашей кафедре ведутся поисковые исследования особенностей физиологических процессов в онтогенезе растений и по выяснению физиологической сущности явления гетерозиса, а также теоретические обобщения в области роста и развития растений.

Уже несколько лет подряд под руководством доц. М. Тауя

ведутся работы по улучшению качества и увеличению урожая картофеля — одной из наиболее ценных сельскохозяйственных культур. В предлагаемом вниманию читателей сборнике в виде статьи представлено обобщение проведенных ею исследований. Объектом исследований других сотрудников кафедры, а также многих студентов — дипломантов, служила в основном кукуруза, которая благодаря своим биологическим особенностям выдвигается в числе наиболее интенсивных и высокоурожайных сельскохозяйственных культур, но в условиях Латвийской ССР является новой и недостаточно изученной. Результаты этих исследований представлены несколькими статьями. Кроме картофеля и кукурузы на нашей кафедре проводились исследования также с кормовыми бобами (Фишере) и рододендронами (Кондратович, Якобсоне). Микробиологи работают над улучшением качества кормовых дрожжей путем повышения содержания в них витаминов группы В — статья Л. Вулф и М. Дунце.

Наша экспериментальная работа проводится не только на кафедре и ее экспериментальной базе (Ботанический сад ЛГУ гор. Рига), но и в содружестве с другими научными и хозяйственными учреждениями. Искреннюю благодарность за предоставленную возможность проводить опыты на радиационном поле выражаем директору Института Биологии АН Латв. ССР акад. А. Озолу и научным сотрудникам лаборатории радиобиологии т. т. В. Эйзенберге-Киеце и К. Розе. Плодотворное сотрудничество у нас было также с Латвийским научно-исследовательским институтом Земледелия (в Скривери), за что мы искренне признательны директору института тов. Я. Страуме и научным сотрудникам института т. т. Г. Гринблату, А. Лукша, А. Лацис, Я. Лиелманис, Р. Эйдманис и другим. В течение последних лет для наших опытов широкие возможности были представлены в совхозе «Будескалны» Рижского района, за что мы благодарим директора совхоза тов. Р. Цирценис и специалистов сельского хозяйства т. т. Т. Малаховского, А. Калнинь, Ю. Эзергайле, а также многих механизаторов.

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

Редколлегия.

¹ Передовая газ. Правды от 2 декабря 1964 г. № 337.

М. ТАУЯ, ДЖ. ФИШЕРЕ, С. КАТЫНЯ, Н. ОЗОЛИНЯ, Н. КЕСЛЕРЕ

ВЛИЯНИЕ УСТРАНЕНИЯ ЦВЕТЕНИЯ У РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ НА УРОЖАЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛУБНЕЙ

Картофель является одним из важнейших сельскохозяйственных растений, почему понятно то большое внимание, которое оказывается этой культуре. Наряду с изучением общей биологии картофеля отыскиваются средства и приемы поднятия урожая клубней как в количественном, так и в качественном отношении. Предложено даже использовать цветы для добывания важного витамина рутина (Самородова-Бианки, 1958).

Наряду с приемами агротехнического и агрохимического характера в новейшее время встречаются указания на возможность поднятия урожая клубней картофеля, препятствуя развитию цветов и плодов, потребляющих, как известно, большую долю ассимилятов, могущих быть использованными в виде запасных веществ в клубнях. Однако не всегда этот прием давал положительные результаты. Так, Георгиев (1957), работая с девятью сортами, приходит к заключению, что полезно в целях увеличения урожая обламывать у обильно цветущих сортов соцветия, причем повышается и засухоустойчивость картофеля. Митра (Mitra, 1955) же, работая, правда, в довольно различных условиях в Индии, не замечает у сорта Путна никакого поднятия урожая от дефлорации. Вопрос требует пересмотра.

В 1952 г. Медведев публикует работу о росте надземной массы и урожае картофеля под влиянием гетероауксина. Известно, что ростовые стимуляторы оказывают значительное влияние на жизненные процессы различных групп растений. Автор впервые обращает внимание на культуру картофеля. Часть опытов произведена, опрыскивая растения в период бутонизации и начала цветения 0,005%-ным раствором гетероауксина. В результате, в зависимости от степени скороспелости сортов, получено у некоторых сортов повышение урожая.

Упомянутые авторы интересовались вопросом об общем поднятии урожая клубней и ростом надземной массы вообще. Дальнейший вопрос состоит в том, каким образом дефлорация влияет на химический состав этого важного продукта питания и промышленного сырья. О том, что вегетативные части

растений после удаления цветов показывают повышенное содержание различных веществ, в литературе имеются сведения (Егоров, 1915; Smirnow, 1928; Тарановская, 1923, и др.).

В работах о величине и качестве урожая картофеля встречаемся с указаниями на содержание в клубнях полезных для питания и промышленности составных частей — крахмала, белковых веществ, витамина С. Однако давно известно, что как во всем растении картофеля, так и в клубнях имеется токсическое вещество соланин. Как многие ядовитые вещества, соланин в небольших количествах организму не вреден, по некоторым сведениям даже полезен (Hansen, 1919), стимулируя перистальтику и секрецию желудочного сока. Нормально в клубнях картофеля содержание соланина не превышает допустимого процента, т. е. не достигает 20 мг/% на сырой вес. Но при некоторых обстоятельствах оно сильно поднимается и известны случаи отравления картофелем. Петроченко (1956) дает перечень случаев, зарегистрированных в Европе, а Гелл и Изенберг (1960) в Северной Америке.

Поднимается вопрос, если увеличение урожая картофеля, возможно, связано с улучшением качества его в отношении содержания полезных веществ, то не повышается ли вместе с тем и содержание соланина, в особенности у дефлорированных растений, когда не развиваются органы — цветы и плоды, особенно богатые этим веществом, как это установлено еще Бемером и Матисом (Bömer u. Mattis, 1924).

Задачей настоящей работы было пересмотреть в доступных нам условиях влияние дефлорации на урожай клубней картофеля, также на содержание в них крахмала, белкового и небелкового азота и, главным образом, на содержание в них соланина.

ПОСТАНОВКА ОПЫТОВ

Опыты с различными сортами картофеля были заложены в годах 1953, 1954, 1957, 1959 и 1961 в различных местах и при различных условиях произрастания.

В 1953 году опыт, носивший предварительный характер, был поставлен в Опытной станции садоводства Академии наук Латвийской ССР в двух повторностях с гибридным сортом, выведенным селекционером П. Д. Кнаппе под № 4426—51.

В 1954 году три сорта картофеля: вышеупомянутый гибрид, 'Яунвалс' и 'Форан' были высажены в Ботаническом саду университета в легкую песчаную почву, которая в предыдущем году была удобрена фекалиями, а перед посадкой суперфосфатом. Повторность была задумана трехкратной, причем в каждом варианте по пяти кустов. Однако, с течением

времени пришлось некоторые кусты отбросить, так как оказались под вредным влиянием вблизи растущих яблонь.

В 1957 году опыт был произведен в Опытной станции Царникава в полевых условиях с четырьмя сортами картофеля, среднепоздним 'Аквила' более поздним 'Форан', среднеранне-спелым 'Фринудель' и 'Приекульским ранним'. Почва песчаная, в предыдущем году удобрена навозом — 45 кг/га, N — 40 кг/га, P — 80 кг/га, K — 90 кг/га. На поле, где рос сорт 'Аквила', произрастали в предыдущем году яровые хлеба, на остальных — озимые. Повторность опыта трехкратная.

В 1959 году взят также сорт 'Приекульский ранний' и кроме того среднеранне-спелый 'Лаймдота', который высажен в колхозе Марупе в секторе испытания сортов в песчаную почву в открытом поле. Повторность четырехкратная.

Во всех упомянутых опытах урожай определялся с небольшого числа кустов — 5—10. Для большей достоверности в 1961 году был заложен еще один опыт, где для учета урожая было взято по 45 и 65 кустов с каждого варианта в каждой из четырех повторностей. Опыт произведен в Ботаническом саду университета на песчаной почве со следующими показателями:

pH — 7,2, сумма обменных оснований 22,2 мг экв. л., перегной — 23%, K_2O — 14,2 мг, P_2O_5 — 10,4 мг на 100 г почвы. В предыдущем году на опытном поле росли долголетние травы.

Опыты состояли в том, что у части растений перед зацветанием удалялись цветы одним из двух способов, или механическим обрыванием (I вариант), или опрыскиванием 0,005%-ным раствором гетероауксина (II вариант).

Еще в 1949 году Леопольд и Тиман (Leopold and Thimann, 1949) нашли, что вещество типа ауксинов альфанафтилуксусная кислота в более высокой концентрации — 1 мг на литр — предотвращает зацветание ячменя. Рацитин и Овчаров в 1948 году, а также в 1951 году, сделали наблюдение, что при опрыскивании хлопчатника относительно слабыми растворами ростовых стимуляторов бутоны этого растения не развиваются. Медведев (1952) опрыскивает уже картофель 0,005%-ным раствором гетероауксина. Следуя указаниям этого автора, производилось опрыскивание и в наших опытах. В результате бутоны не развивались. Часть растений была оставлена цветущей для контроля.

После уборки картофеля (о времени посадки и уборки будет сказано при описании результатов) произведен учет урожая контрольных и опытных вариантов, и картофель оставлен на зиму в прохладных помещениях, когда производились анализы клубней на содержание в них процента крахмала, общего, белкового и небелкового азота и соланина. В опытах

1959 и 1961 гг. соланин определялся также и в течении вегетационного периода.

Об употребленных методах говорится в начале каждого раздела при описании результатов опытов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ

Урожай клубней картофеля

Опыт 1953 г. Посадка картофеля произведена 23 и 29 мая, а уборка, сообразуясь с местными обстоятельствами, 25 августа и 23 сентября. Средний урожай с четырех делянок, с 11—17 кустами в каждой показан в сводной таблице 1.* К приведенным средним числам относительно общего урожая клубней следует прибавить данные о том, что у гибрида 4426—51 было учтено количество крупных и мелких клубней отдельно. Средний вес крупных (более 12 см в объеме) клубней у дефлорированных растений превысил контроль на 14,7% (13,65 кг против 11,72 кг), между тем как вес мелких был несколько ниже контроля.

Опыт 1954 года. Картофель был высажен 20 мая и убран 20 сентября. Учет урожая произведен со сравниваемых делянок, беря по пяти кустов для каждого варианта. Результаты показаны в сводной таблице 1.

Из приведенных цифр видно, что в общем со всех подопытных растений получен увеличенный урожай клубней, хотя сорта не реагировали одинаково. Наибольший эффект показывает 'Яунвале', у которого по I варианту (с обрыванием цветов) на одной делянке урожай увеличен даже на 65,7%. Сорт 'Форан' мало отзывчив на опрыскивание гетероауксином. Конечно, нельзя считать, что действие, этого вещества ограничивается влиянием на развитие цветов. Наименьшую отзывчивость относительно общего урожая показывает гибридный сорт. Размеры клубней однако больше контрольных. То же самое видно у сорта 'Яунвале'.

Опыт 1957 года. Посадка картофеля различных сортов произведена между 15 мая и 27 мая, уборка между 13 и 15 сентября. Учет урожая сделан с 10 кустов контроля и первого варианта, но со II варианта только с пяти кустов. Как видно из таблицы I, опыт этого года подтверждает результат 1953 и 1954 годов о положительном влиянии дефлорации растения картофеля на урожай клубней, у сорта 'Аквила' в особенности. То же показывает сорт 'Форан'.

Другую картину показывают оба более раннеспелых сорта:

*) За ценный совет относительно группировки материала выражаем благодарность заслуженному деятелю науки ЛССР К. Розе.

у 'Фринудель' вовсе не замечается повышения от дефлорации, а 'Приекульский ранний' дает колеблющийся результат. Ко времени уборки опыта оба первых сорта — 'Аквила' и 'Форан' — имели еще вполне зеленые стебли, значит, не окончили вегетации, между тем как раннеспелые сорта уже пожелтели, значит раньше окончили ассимиляционную деятельность. Возможно, что значение имело и то обстоятельство, что сорт 'Приекульский ранний' цвел менее обильно, чем остальные сорта и поэтому и устранение цветения не могло проявить эффекта.

Таблица 1

Урожай в кг и содержание крахмала в % на сырой вес в клубнях цветущих и дефлорированных растений картофеля

Подопытные сорта	Год опыта	Урожай клубней			Содержание крахмала %		
		кг	относительный К-100		К	I	II
			К	I			
Приекульский ранний	1957	7,50	95,7	110,7	10,72	11,44	10,35
	1959	3,15	98,4	—	—	—	—
	1961	38,90	104,4	—	10,41	10,77	—
Гибрид 4426-51	1953	14,1	111,3	—	16,02	17,37	—
	1954	3,40	110,3	113,2	—	—	—
Фринудель	1957	7,73	102,5	98,7	11,87	12,51	11,54
Лаймдота	1959	6,25	110,7	—	—	—	—
Аквила	1957	7,30	117,4	113,1	13,70	13,66	13,61
Экспорт	1961	21,4	124,3	106,1	14,26	16,19	14,58
Яунвале	1954	3,2	137,5	148,5	20,80	22,6	23,6
Форан	1954	3,4	138,2	100,0	—	—	—
	1957	7,05	109,5	160,6	15,17	12,87	13,88

К — контроль — цветущие растения

I — вариант I — цветы оборваны

II — вариант II — растения опрысканы гетероауксином.

Опыт 1959 года. Для опыта взято два сорта картофеля: среднераннеспелый 'Лаймдота' и 'Приекульский ранний'. Первый сорт высажен 19, а второй 27 мая. 'Лаймдота' убран 26 сентября, а 'Приекульский ранний' 16 сентября при вполне засохших стеблях, между тем как у первого сорта листья только стали желтеть. Учет урожая сделан с пяти кустов контрольных и подопытных растений во всех четырех повторностях. В опыте этого года дефлорация была произведена только по способу обрывания цветов (вариант I). Результат урожая (табл. 1) у 'Приекульского раннего', как и в предыдущем году, колеблющийся и неясен, показывая скорее у вполне вызревших клубней малое значение дефлорации. У 'Лаймдота' же влияние благоприятно и отрицательных цифр нет ни в од-

ной повторности, а превышение урожая относительно контроля достигает 22,2%.

Чтобы исключить такие колебания, которые могли появиться из-за недостаточного количества исследуемых объектов, был поставлен в 1961 году опыт в более крупном масштабе.

Опыт 1961 года. Взяты два сорта картофеля — 'Прикульский ранний' и среднепозднеспелый 'Экспорт'. Первый высажен 24 мая и убран по разным повторностям, которых было четыре, между 17 и 28 сентября. Второй высажен 26 мая и убран 28 и 30 сентября. У обоих сортов стебли при уборке вполне засохшие. И в этом опыте у 'Прикульского раннего' общий урожай клубней повышен незначительно, но, как было замечено и в 1953 г. у опытных растений больше крупных и очень мало мелких клубней.

Именно при общем повышении урожая только на 2,6% перевес на стороне крупных клубней (больше 100 г) был до 50%, в среднем на 21,5%, а мелких даже несколько меньше контроля. У 'Экспорта', при увеличении общего урожая по варианту I на 24,3% и по варианту II на 6,1%, это увеличение достигнуто за счет средних (весом от 50 до 100 г) и мелких (весом ниже 50 г) клубней. Крупных клубней у опытных растений этого сорта по варианту II даже немного меньше, чем у контроля, а средних по варианту I на 58,2% и по варианту II на 31,3% больше. Еще большая разница в мелких клубнях, которых у опытных растений по варианту I больше на 75,9%, а по варианту II на 11,5%, по сравнению с контролем.

Этот последний опыт подтвердил в общем результаты предыдущих лет.

Общий обзор результатов опытов пяти лет приводит к заключению, что удаление цветов у растения картофеля может благоприятно повлиять на урожай клубней. Нами урожай определен в конце вегетационного периода, когда раннеспелые сорта уже вполне вызрели. Дефлорация у всех сортов была произведена в начале зацветания. Раннеспелые сорта к этому времени могли уже почти заключить процесс клубнеобразования.

Но возможно, что, производя удаление только что появляющихся бутонов, эффект показался бы и у раннеспелых сортов. Во всяком случае урожай крупных клубней этих сортов был увеличен, что надо считать положительным результатом.

Что касается способов дефлорации, то, имея в виду действие ростовых стимуляторов вообще на жизнедеятельность растения, необходимы более детальные исследования, чтобы выяснить, почему в некоторых случаях опрыскивание гете-

роауксином имеет меньший эффект, чем обрывание цветов механически (напр. у сорта 'Экспорт') и, наоборот, как например, у сорта 'Форан' в 1957 году.

Химический состав клубней

Произведено определение содержания крахмала, общего и белкового азота, а также соланина в клубнях цветущих и дефлорированных растений картофеля.

К р а х м а л. Определение, за исключением 1961 г., производилось поляриметрически по методу Эверса (Ермаков, 1952). Проба взята в 1953 и 1954 гг. от всех повторностей каждого варианта вместе взятых, а в 1957 г. для каждой повторности в отдельности. Для каждого анализа взяты по три клубня — крупный, средний и мелкий, которые после растирания хорошо перемешаны. В таблице приводятся средние хорошо совпадающих анализов. В 1961 году крахмал был определен по специфическому весу клубней, следуя указаниям Бамберга (1954). Для каждого определения взяты по три клубня среднего размера. В таблице приведены средние от двух хорошо совпадающих наблюдений.

Результаты определений содержания крахмала показаны в таблице I. В 1954 году, по техническим обстоятельствам, анализированы только клубни сорта 'Яунвале', не дифференцируя по повторностям, а в средней пробе. Как видно из таблицы, процент крахмала в данном году вообще высок и по обоим вариантам еще несколько повышен — на 1,8% у варианта I и на 2,8% у варианта II. Подобные результаты были получены от ориентировочных анализов 1953 года сорта гибрид № 4425-51.

У сортов, выращенных в условиях 1957 года, мы видим иные результаты. У сорта 'Аквила' дефлорация на содержание крахмала не оказывает никакого влияния. У более скороспелых сортов 'Фринудель' и 'Приекульский ранний', у которых рост ко времени уборки закончен, заметно по варианту I некоторое повышение содержания крахмала, между тем как у сорта 'Форан' наблюдается понижение этого показателя по обоим вариантам. Условия погоды осенью этого года не были вообще благоприятны для накопления крахмала. К тому этот сорт ко времени уборки еще не вызрел.

В 1961 году 'Приекульский ранний' показывает также довольно низкие цифры, но некоторое повышение у дефлорированных растений. Большое повышение содержания крахмала наблюдается у более позднего сорта 'Экспорт' — до 2,54%, однако только по варианту I. Опрыскивание гетероауксином имеет незначительный эффект.

А з о т: Определение общего и небелкового азота произ-

водилось в опытах 1957 и 1961 гг., по общеизвестному методу Кьельдаля. Результаты показаны в таблице 2, где приведены вычисленные данные относительно белкового азота. В 1954 году были произведены предварительные анализы, которые по незначительному числу наблюдений дали колеблющиеся результаты. Был замечен однако факт, что у сорта 'Форан', который ко времени уборки еще не окончил вегетации, в результате дефлорации по обоим вариантам несколько (на 4—9%) понижен процент белкового азота и сильно повышено содержание небелкового азота — до 50%, по сравнению с контролем. По техническим обстоятельствам, в 1957 году было возможно на азот проанализировать клубней только с двух повторностей каждого сорта. Содержание общего азота у дефлорированных растений в большинстве случаев повышено. Исключение составляет сорт 'Фринудель', у которого от опрыскивания гетероауксином процент общего азота понижен.

Таблица 2

Содержание общего, небелкового и белкового азота в ‰ от сырого веса в клубнях цветущих и дефлорированных растений картофеля

Подопытные сорта	Год опыта	Вариант	Общий азот ‰	Небелковый ‰	Белковый ‰
Прикульский ранний	1957	К	0,278	0,131	0,147
		I	0,290	0,137	0,154
		II	0,290	0,130	0,160
	1961	К	0,258	0,034	0,224
		I	0,272	0,039	0,233
Фринудель	1957	К	0,298	0,103	0,198
		I	0,304	0,102	0,203
		II	0,249	0,071	0,179
Аквила	1957	К	0,263	0,072	0,192
		I	0,292	0,090	0,202
		II	0,270	0,083	0,188
Экспорт	1961	К	0,194	0,022	0,174
		I	0,218	0,025	0,192
		II	0,198	0,022	0,176
Форан	1957	К	0,281	0,075	0,206
		I	0,309	0,092	0,218
		II	0,312	0,090	0,222

К — контроль — цветущие растения

I — вариант I — цветы оборваны

II — вариант II — растения опрысканы гетероауксином.

Что касается небелкового и белкового азота, то у обоих более позднеспелых сортов 'Аквила' и 'Форан' замечается довольно сильно повышенное (до 49%) содержание небелкового азота, причем процент белкового азота повышен гораздо

меньше или даже несколько понижен. У сорта 'Фринудель' эффект незначительный, по варианту II даже отрицательный, а у сорта 'Приекульский ранний' результаты колеблющиеся, как и по другим показателям. В 1961 году от этого сорта были анализированы клубни от четырех повторностей. Увеличение показателей от дефлорации почти совпадает с предыдущими данными. Более поздний сорт 'Экспорт', у которого оказался вообще более низкий процент общего азота, опять показывает повышенное содержание небелкового азота при небольшой разнице в процентном содержании белкового азота между цветущими и дефлорированными растениями.

Соланин. В предварительном опыте 1953 года соланин в клубнях картофеля определялся по весовому методу Бемера и Матиса (Bömer u. Mattis, 1924). Ввиду громоздкости и возможной неточности этого метода, в дальнейшем использован фотометрический метод Пфанкуха, основанный на реакции Альберти, изменения интенсивности окраски растворов соланина в присутствии концентрированной серной кислоты и формальдегида. Определения производились по Прокошеву (Прокошев, Петроченко и Баранова, 1952), приготавливая экстракты соланина из клубней 2%-ной серной кислотой. Интенсивность окраски растворов соланина определялась в электроотколориметре. Пользуясь кривой экстинкции, приготовленной с чистым препаратом соланина, определялось процентное содержание соланина.* Этим методом определяются суммарно соланин и чаконин, но для наших целей подразделение этих двух веществ не было необходимым.

Соланин в клубнях цветущих и дефлорированных растений в 1953, 1954 и 1957 годах определялся после уборки, последующей зимой. Результаты показаны в таблице 3. Цифры являются средними от всех повторностей. Данные 1953 года показали, что от удаления цветов у подопытного гибрида 4426-51 содержание соланина в зрелых клубнях повышено, однако не до такой степени, чтобы картофель стал негодным для употребления. Однако в следующем году тот же гибрид показал повышенные цифры, и пробы по второму варианту достигают предела (19,8 мг/%, в среднем) допустимого содержания соланина. Правда, и у контрольных растений, выросших в условиях 1954 года, оказалось довольно высокое содержание соланина — 15,0 мг/%. У двух остальных сортов — 'Яунвале' и 'Фораи', процент соланина невысокий, и повышение от дефлорации небольшое. Замечается различное отношение сортов к способу дефлорации: у 'Яунвале' более сильное повышение по второму варианту — от опрыскивания гетероауксином, а у 'Фораи' — от обрывания цветов механически.

*) За предоставление препарата соланина выражаем благодарность Биохимическому институту имени А. Н. Баха АН СССР.

Содержание соланина в мг/% на сырой вес в клубнях
цветущих и дефлорированных растений картофеля

Подопытные сорта	13 июля			18—20 июля			26—27 июля			3—23 августа			16—24 сентября			5—15 февраля			
	Средний вес клубней г	Соланин		Средний вес клубней г	Соланин		Средний вес клубней г	Соланин		Средний вес клубней г	Соланин		Средний вес клубней г	Соланин		Средний вес клубней г	Соланин		
		К	Г		К	Г		К	Г		К	Г		К	Г		И		
Прикульский ранний 1959 г.	—	—	—	15	14,1	14,4	2,2	13,5	13,7	47*)	11,5	11,6	67**)	6,0	5,4	—	—	—	
1961 г.	—	—	—	44	19,3	20,0	—	—	—	66*)	12,0	13,2	100***)	7,9	8,2	100	7,6	7,7	
Гибрид 4426-51 1953 г.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,85	11,50	
1954 г.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15,0	17,6	
Лаймдота а1959 б ^о) 1959	12	20,2	22,6	23	16,5	19,0	31	15,35	16,5	38*)	14,6	15,6	77 ^{оо})	8,25	8,65	—	—	—	
Аквила 1957	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,9	15,6	
Экспорт 1961	—	—	—	—	—	—	20	29,5	33,7	62 ^{оо})	14,3	16,4	120*)	11,0	12,7	118	10,0	12,0	
Яунвале 1954	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,2	10,8	
Форан 1954	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,6	12,4	
1957	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20,8	21,6	
																		17,7	

*) Проба взята 3 августа

***) Проба взята 16 сентября

***) Проба взята 16 августа

о) Делянки «б» были опрысканы в начале цветения 1-процентной жидкостью Бордо

оо) Проба взята 24 сентября

ооо) Проба взята 9 августа

*о) Проба взята 23 августа

Такое же отношение видим у обоих сортов в 1957 году, когда у растений варианта II даже меньше соланина, чем у контроля. Высокое содержание соланина в клубнях сорта 'Форан' может быть обусловлено тем, что ко времени уборки стебли этого растения были еще зеленые, и клубни еще не окончили рост.

В 1959 и в 1961 годах соланин был определен несколько раз в течение вегетационного периода. Результаты показаны в таблице 3. В 1959 году анализированы клубни обильно цветущего сорта 'Лаймдота', начиная с 13 июля и до 24 сентября. Начал цвести этот сорт 3 июля. В первый срок анализа средний вес клубней составляет около 12 г и содержание соланина высоко — больше 20%. Постепенно, с приростом клубней процент соланина уменьшается, составляя к 24 сентября лишь около 8 мг/%. В то же время наблюдается понижение разности между контролем и дефлорированными растениями. Сорт 'Приекульский ранний' характеризуется вообще невысоким содержанием соланина, которое и под влиянием удаления цветов повышается немного. И здесь наблюдается постепенное сглаживание в содержании соланина к концу вегетационного периода, притом почвы совсем одинаково на обеих делянках.

В 1961 году, однако, и у этого сорта даже при среднем весе клубней в 44 г содержание соланина высоко — до 20 мг/%, между тем как в 1959 году, при весе в 15 г, оно было только около 14 мг/%. Но уже к 3 августа оно падает до обычного для этого сорта и к 16 августа достигает почти минимума, какой определен зимой у вылежавшихся клубней. Как и в предыдущем случае, у этого сорта почти нет разницы между цветущими и лишенными цветов растениями. Таковая появляется опять у более позднеспелого сорта 'Экспорт', у которого две недели после начала цветения, 26 июля, при среднем весе клубней в 20 г содержание соланина оказывается до 34 мг/%. Однако, еще через две недели, 9 августа, процент соланина быстро спал и показывает максимально 18 мг/%. К 23 августа содержание соланина почти не отличается от наблюдаемого зимой (15 февраля). У варианта I замечается некоторое повышение по отношению к контролю, не достигая однако вредного количества.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследования о влиянии дефлорации на растения показывают, что оно проявляется как в отношении морфологического развития, так и в отношении физиологических процессов обмена веществ. Относительно первого момента особенно бросается в глаза отмеченное у большинства растений всеми исследователями, как бы обновление организма и продление их

жизни, в особенности усиленный вегетативный рост с последующим во многих случаях новообразованием репродуктивных органов, которые, в свою очередь, приостанавливают или замедляют развитие вегетативных органов. Это замечено уже старейшими исследователями в этой области, о чем подробно говорит в своей работе Скрипчинский (1958). В более новое время это явление экспериментально и теоретически рассмотрено у Мурниека (Murnieck, 1926, 1932). В новейшее время этому вопросу посвящает свою работу Скрипчинский (1958), уже вовлекший в круг наблюдений большее число растений, что дает автору возможность установить несколько типов относительно характера отмирания контрольных и дефлорированных растений. Другое, бросающееся в глаза отличие поведения дефлорированных растений — усиленное образование хлорофилла, придающее листьям этих растений более интенсивную зеленую окраску, по сравнению с контрольными. Точные определения хлорофилла находим в работах Елизаряна (1950) и Скрипчинского (1958). Естественно поднимается в связи с этим вопрос о фотосинтезе листьев дефлорированных растений. О прямых определениях фотосинтеза однако в литературе данных немного, и они неоднозначны. Если еще Егоров (1915) находит у овса усиление фотосинтеза в листьях кастрированных растений, то Носов (1957) видит у хлопчатника обратную зависимость — искусственное удаление плодозлементов почти вдвое снижает фотосинтез листьев этого растения. Во всяком случае и это наблюдение свидетельствует о тесной связи процесса фотосинтеза с развитием репродуктивных органов. О другом важнейшем жизненном процессе дыхании в связи с дефлорацией говорит Смирнов (Smirnow, 1928), который изучает интенсивность дыхания в листьях подсолнечника и табака находит, что между тем, как у цветущих растений интенсивность дыхания постепенно нарастает до времени цветения, а затем падает и показывает некоторый подъем только после отцветания, у дефлорированных растений никакого падения интенсивности дыхания не замечается. В листьях этих растений все же вместе с этим не падает и содержание сахаров, что характерно для цветущих экземпляров. В то же время листья опытных растений содержат больше растворимых азотистых веществ, а содержание белка не увеличено, несмотря на то, как структурных элементов азотистых веществ так и углеводов в листьях имеются в большом количестве. Автор объясняет это накопление веществ не только пониженным транспортом вследствие отсутствия цветения, но и тем, что у дефлорированных растений ослаблена деятельность соответствующих ферментов, также и тем, что у нормальных растений во время цветения понижено вступление из почвы питательных веществ, что было найдено

Риппелем и Людвигом (Rippel u. Ludwig, 1926). Подобное явление однако было замечено уже Егоровым, который вместе с тем нашел в кастрированных растениях повышение содержания зольных элементов. Этим автором отмечено также повышение осмотической концентрации клеточного сока у оперированных растений. Позже Сисакян, Кобякова и Васильева (1946) прямо показывают зависимость деятельности синтезирующих и гидролизующих ферментов сахарозы от удаления соцветия у подсолнечника и у других растений. Уделено и внимание содержанию специфических веществ в лекарственных растениях (Буйко, 1959; Heydenreich u. Pfeifer, 1962 и др.) Мотес (Mothes, 1955) дает обзор об алкалоидосодержащих растениях. Если к этим далеко неполным указаниям литературы еще прибавить, что сделаны наблюдения относительно изменения интенсивности транспирации (Пивинский, 1934, 1935) и водоудерживающей силы у растений с удаленными цветами, то видно, что наступление цветения связано с изменениями в ходе физиологических процессов, лишение цветов глубоко врывается во все жизненные проявления растения.

Как известно, сильное влияние на физиологию растения оказывают различные стимуляторы роста и между ними гетероауксин. Подробный обзор этих работ дан в труде Зелинга (1955). Поэтому, если нами использован гетероауксин как средство, препятствующее развитию цветов у картофеля, то результаты, полученные с опрыскиванием этим веществом, вызваны не только дефлорацией, но и под специфическим влиянием этого ростового стимулятора. Тем не менее в подавляющем большинстве случаев оба рода дефлорации дают результаты, если не одинаковые в количественном отношении, то однозначные в смысле повышения показателей.

Суммируя наши результаты относительно влияния дефлорации на урожай клубней картофеля, можно сказать, что вообще оно является положительным. Если общий урожай более раннеспелых сортов, как 'Приекульского раннего', гибрида № 4426-51 и не повышен, зато процент крупных клубней больше. Убедительнее всего это видно по результату 1961 года, когда подсчет был сделан с большего числа кустов, и они убраны после полного окончания вегетации. Более крупные клубни у дефлорированных растений найдены в 1954 году у сорта 'Яунвалё'.

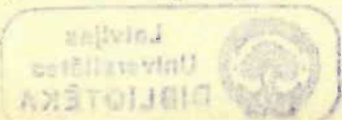
Причин различного реагирования на дефлорацию может быть несколько и они могут разным образом суммироваться. У более ранних сортов было, во-первых, замечено менее обильное цветение, к тому же цветы у этих сортов закладываются более рано и страдают от сухости в начале вегетации, как это было в 1954 и в 1959 гг. Действительно, обильно цве-

тущие сорта, как 'Яунвале' в 1954 году и 'Лаймдота' в 1959 году, были более отзывчивы на дефлорацию. Кроме того, дефлорация была произведена в начале цветения, когда у раннеспелых сортов уже имеются сформировавшиеся клубни, как у 'Приекульского раннего'. Этот сорт при лишении цветов не закладывает новых клубней, хотя по литературным данным и по нашим наблюдениям с другими объектами при дефлорации вегетативный рост возобновляется. Но, как показывают исследования Скрипчинского (1958), даже один и тот же вид может быть отнесен к разным типам по реакции на дефлорацию.

Надо обратить внимание еще на один момент. Учет урожая был сделан у всех сортов одновременно, когда не все находились в одинаковой степени зрелости. Если у раннеспелых сортов засохли не только контрольные, но и оперированные растения, то у позднеспелых наблюдались еще зеленые стебли с вполне жизнеспособными листьями, особенно у дефлорированных экземпляров. Эти растения могли при более поздней уборке дать еще больший прирост клубней.

Обращаясь к химическому составу клубней, видим, во-первых, что дефлорация оказывает в общем небольшое влияние на процентное содержание крахмала в клубнях то в положительном, то в отрицательном смысле. В литературе встречаемся с двумя взглядами на взаимное отношение друг к другу урожайности клубней и содержания в них крахмала. Лорх (цит. по Прокошеву, 1947) высказывает мнение, что процентное содержание крахмала и урожайность обычно изменяются в обратных отношениях. Это мнение оспаривается Семеновым (1952), который считает, что при особом воспитании и особом питании оба показателя могут идти параллельно.

Наши результаты показывают разнообразную картину. У сортов, у которых был наивысший урожай — до 48% выше контроля — наблюдается и наибольшее повышение процентного содержания крахмала — до 13,5%. У сорта 'Аквила' при повышенном урожае содержание крахмала от дефлорации не повышено. У обоих раннеспелых сортов 'Приекульского раннего' и 'Фринудель' цифры колеблющиеся, как и по отношению к урожаю. Сорт 'Форан', при увеличенном урожае клубней, показывает пониженное содержание крахмала в клубнях — до 15%. Различное содержание крахмала в клубнях дефлорированных растений может зависеть от нескольких моментов. Во-первых, транспорт ассимилятов из листьев при отсутствии репродуктивных органов может быть направлен в подземные части. Но при возобновлении интенсивности вегетативного роста — в данном случае при закладке новых клубней или при продолжении роста уже существующих —



ассимиляты могут быть употреблены на эти процессы. Во-вторых, как указано выше, у листьев дефлорированных растений наблюдается более интенсивный фотосинтез, к тому же они сохраняют более продолжительное время свою жизнеспособность. Но и в самих клубнях, в связи с как бы омоложением растения от дефлорации, деятельность синтетических и гидролизующих ферментов может быть различной. Егоров (1915) и Смирнов (Smirnow, 1928) находят в дефлорированных растениях меньше крахмала, но больше растворимых сахаров. А Петрова, Болотина и Кобзева (1953), определяя расщепляющую и синтезирующую активность соков из клубней картофеля в разные сроки вегетационного периода, находят, что по мере созревания клубней, начиная с 20 августа, гидролизующая деятельность падает, а синтетическая усиливается. У дефлорированных растений, как у физиологически более молодых, в клубнях еще может быть поэтому довольно сильно выражена расщепляющая деятельность ферментов. Можно еще привести данные Микульского (1952), который нашел, что в таких условиях произрастания, где происходил наибольший прирост клубней, крахмалистость последних была меньше, но в то же время отношение сахарозы к моносахарам повышено. А сахароза между тем является материалом для синтеза крахмала. К сожалению в наших опытах не были определены растворимые углеводы в клубнях картофеля.

Как видно из описания результатов относительно содержания азота в клубнях цветущих и нецветущих растений, при отсутствии цветения процентное содержание общего азота, за одним исключением (Фринудель), несколько повышено. Как известно, относительно содержания азота сорта вообще различаются и могут к тому показывать различия в зависимости от условий произрастания. Фигурирующий в двух опытах сорт 'Приекульский ранний', росший в различных условиях 1957 и 1961 гг., дал все же очень близкие результаты. У сортов 'Аквила' и 'Экспорт', от опрыскивания гетероауксином выход несколько ниже, чем по варианту I, а у сорта 'Фринудель' даже ниже контроля. Еще менее эффективна дефлорация относительно процента белка. Максимальное повышение по отношению к контролю не превышает 10% (у сорта 'Экспорт'). Зато появляется у более поздних сортов 'Аквила', 'Форан' и 'Экспорт' более заметная разница в содержании небелкового азота, доходя в одном случае до 49%, по отношению к контролю, а в среднем, показывая 25%.

Таким образом, наши наблюдения у клубней картофеля аналогичны тем, которые сделаны Егоровым (1915) у овса и Смирновым (1928) у листьев подсолнечника и табака. Констатированные соотношения исследованных фракций азота, повидимому, обусловлены, как уже было сказано при обсуж-

дении содержания крахмала клубня, омолаживающим влиянием дефлорации на растение, особенно, по всей вероятности, под влиянием гетероауксина. Это вещество, являясь одним из стимуляторов роста, и должно направлять стронтельный материал — азотистые вещества — в растущие части растения. Действительно, по варианту II, в большинстве случаев в клубнях азота меньше, чем при простом обрывании цветов. Чтобы получить ясное представление о совершающихся физиологических процессах в цветущих и дефлорированных растениях, обуславливающих содержание тех или иных веществ в них, необходимы более многочисленные исследования, чем мы теперь располагаем.

Если относительно содержания углеводов, азотистых, минеральных и лекарственных веществ в органах некоторых растений под влиянием дефлорации в литературе, как указано выше, имеются сведения, то относительно такого специфического вещества как соланин, мы вступаем в неисследованную область. Можно было предположить, что при отсутствии оттока ассимилятов к репродуктивным органам у дефлорированных растений картофеля таковые будут направлены в развивающиеся клубни, а вместе с ними и соланин. Если это вещество выводится из листьев в нерасщепленном виде. Однако ввиду сложности молекул глюкоалкалоидов надо скорее думать, что на месте происходит его новообразование. Тем более, что Петроченко (1953) находит особый фермент, расщепляющий соланин картофеля и что, как принято почти всеми исследователями (по Mothes, 1955, и по Петроченко, 1956) соланин, по-видимому, принимает важное участие в процессе новообразования клеток и вообще в обмене веществ. Об этом свидетельствует факт высокого содержания соланина в репродуктивных органах и в молодых клубнях, в которых, как уже отмечено давно (Vömer u. Mattis, 1924) по мере созревания клубня процентное содержание соланина падает, достигая минимума ко времени наступления периода покоя, чтобы появиться в большом количестве при прорастании глазков.

Мы задались задачей посмотреть, как изменяется содержание соланина в клубнях картофеля под влиянием устранения цветения. Принимая во внимание то, что дефлорированные растения находятся, как бы в более молодом возрасте, и что вместе с тем и клубни более молоды, можно было ожидать, что содержание соланина в них будет повышено. Если так, то не достигает ли повышение такого процента, при котором возможно отравление картофелем, как это не раз констатировано (по Наумову, 1938, Vömer u. Mattis, 1924). Наши данные показывают, что действительно, как правило, содержание соланина в клубнях дефлорированных растений повышено, но не достигает вредного для здоровья процента.

Правда, такие высокие цифры все же дает сорт 'Форан' в 1957 году, что очевидно, стоит в связи с неблагоприятным состоянием погоды этого года, и с тем, что этот наиболее позднеспелый сорт ко времени уборки не окончил вегетации, почему и в контрольных растениях содержание соланина очень высоко. Ни в коем случае однако это нельзя считать признаком сорта 'Форан', так как в 1954 году этот самый сорт показывает гораздо более низкие цифры. Различное содержание соланина по двум годам видим и у сорта гибрид № 4426-51.

Можно отметить, что у растений, опрысканных гетероауксином, в опытах в 1957 и 1961 гг. соланина несколько меньше, чем у экземпляров, обработанных по способу обрывания цветов. Возможно, что при стимуляции обмена веществ гетероауксином и потребление соланина повышено. О различном содержании соланина в молодых клубнях одного и того же сорта в разные годы произрастания свидетельствует также сорт 'Приекульский ранний'. В 1959 году еще 18 июля при весе в 15 г содержание соланина в контроле равняется 14,1 мг/%, тогда как в 1961 году, при сырой погоде, 20 июля клубни весом в 44 г показывают 19,3%. Понижение к осени однако в обоих случаях почти одинаково. У более позднеспелых сортов, 'Лаймдота' и 'Экспорт', соответствующие цифры гораздо выше. Если у 'Лаймдота' уже 27 июля при весе клубня в 31 г соланина в контроле 15,5 мг/%, а в дефлорированных 16,5 мг/%, и значит картофель уже пригоден для употребления, то у 'Экспорта' к этому времени при весе клубней в 20 г соответствующее содержание соланина равняется 29,5 мг/% и 33,7 мг/% и только к 9 августа, когда клубни достигли веса в 62 г, содержание соланина снизилось до 14,3 мг/% и 16,4 мг/%.

Из этого можно заключить, что практически молодые клубни раннеспелого сорта 'Приекульский ранний' можно употреблять в пищу уже при незначительных размерах клубней, тогда как с незрелыми клубнями позднеспелых сортов следует быть осторожным. Правда, в индивидуальных огородах, где часто практикуется прием обрывания цветов у картофеля, в целях повышения урожая, позднеспелые сорта не будут сажаться.

ВЫВОДЫ

Под влиянием устранения цветения у растения картофеля замечается:

1) Увеличение общего урожая клубней более позднеспелых сортов, а у раннеспелых — увеличение числа крупных экземпляров.

2) Процентное содержание крахмала в клубнях у большинства сортов несколько повышено, но наши данные не показывают определенной зависимости от величины урожая.

3) Содержание общего азота в клубнях несколько повышено, главным образом у более позднеспелых сортов. Для клубней дефлорированных растений этих сортов характерно повышенное содержание, по отношению к контролю, небелкового азота.

4) Содержание соланина увеличено. В зрелых клубнях процент соланина не достигает однако размеров, чтобы картофель стал непригодным для употребления в пищу.

5) Основываясь на том, что от дефлорации увеличивается урожай клубней картофеля, повышается в них содержание крахмала и азота, а процент соланина в зрелых клубнях повышен немного, прием дефлорации картофеля можно оценить в положительном смысле.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Буйко Р. А. 1959. Бот. журн. 44, в. 12 стр. 1741.
2. Георгиев Г. 1957. Реф. жур. Биол. № 13—14 стр. 140.
3. Егоров М. А. 1915. Журн. оп. агрон. XVI в 4 стр. 270.
4. Елизарян А. М. 1950. Тр. Бот. инст. АН Армянск. ССР т. VII.
5. Ермаков А. И. 1952. Методы биохимического исследования растений.
6. Зединг Г. 1955. Ростовые вещества растений.
7. Медведев П. Ф. 1952. ДАН СССР т. 84 в. 2 стр. 355.
8. Миккульский А. А. 1952. ДАН СССР т. 82 В. 5 стр. 789.
9. Митра А. К. 1955. Реф. журн. № 5 стр. 130.
10. Наумов В. М. 1938. Вопр. пит. т. 7 стр. 208.
11. Носов А. К. 1957. Вторая всесоюзн. конф. по фотосинтезу. Тезисы докладов.
12. Петроченко Е. И. 1953. ДАН СССР т. 90 в. 6 стр. 1091.
13. Петроченко Е. И. 1956. Усп. совр. биол. т. 42 в. 1/4 стр. 19.
14. Прокошев С. М. 1947. Биохимия картофеля.
15. Прокошев С. М., Петроченко Е. И. и Баранова В. С. 1952. Биохим. т. 7 в. 3 стр. 362.
16. Ракитин и Овчаров К. Е. 1948. ДАН СССР т. 59 № 9 стр. 165.
17. Ракитин Ю. В. и Овчаров К. Е. 1951. ДАН СССР т. 80 № 1 стр. 117.
18. Сабиниц Д. А. 1955. Физиологические основы питания растений.
19. Самородова-Буанки Г. Б. и Мурри М. К. 1958. Докл. ВАСХНИЛ № 12 стр. 16.
20. Семенов С. Д. 1952. Селек. и семеноводство № 7 стр. 28.
21. Сисакян Н. М., Кобякова А. М., Васильева Н. Л. 1946. Биохим. т. II в. 5 стр. 413.
22. Скрипчинский В. В. 1958. Тр. Ставропольск. с.-х. инст. в. 8 стр. 69.
23. Тарановская В. Г. (цит. по Murneek, 1932).
24. Цивинский В. И. 1935. ДАН СССР т. 2 № 1 стр. 76 цит. по Сабинину 1955.
25. Bambergs K., 1954., Latv. PSR ZA Vēstis, Nr. 12.
26. Bomer A., Mattis H., 1924., Ztschr. Unters. Nahrungs u. Genussmitt., Nr. 97, S. 1.
27. Gull a. Isenberg, 1960. Proceed. Am. Soc. Hortic Sc., 75 p., 545.
28. Hansen, 1919, Z. Exp. Path. u. Therapie, Bd. 20, S. 385.

ДЖ. ФИШЕРЕ

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ КОРМОВЫХ БОБОВ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ОСВЕЩЕНИЯ

Согласно задач, выдвинутых перед нашим народом Программой КПСС и решениями XXII съезда КПСС, дальнейшее развитие сельского хозяйства в нашей стране должно идти по пути интенсификации его. В материалах XXII съезда КПСС указано, что особое внимание необходимо обратить на возделывание таких сельскохозяйственных культур, которые богаты белком. Исследования многих авторов (Чеканова, 1962, и др.) показывают, что среди других бобовых культур по содержанию белка первое место занимают бобы. Однако на полях колхозов и совхозов Латвийской ССР более значительные площади кормовые бобы стали занимать только после соответствующих решений январского и мартовского Пленумов ЦК КПСС 1961 года.

В литературе очень мало данных об особенностях роста и развития, об образовании элементов структуры урожая этой важной культуры в различных и в меняющихся условиях внешней среды. Среди других факторов внешней среды наиболее важным является свет — источник энергии для всех жизненных процессов. Но именно этот фактор значительно изменяется качественно и количественно (интенсивность) как на протяжении вегетационного периода, так и по годам. Кроме того, в различных условиях освещения растения находятся при разной густоте, при разных сроках сева, т. е. при различной агротехнике. Поэтому выяснение особенностей роста, развития и других физиологических процессов сельскохозяйственных растений в различных условиях произрастания является очень важным для разработки агротехники высоких урожаев. В связи с этим мы выдвинули перед собой следующие задачи исследования.

1. Изучить рост и развитие растений кормовых бобов с различной длиной вегетационного периода в одних и тех же и в различных метеорологических условиях.
2. Исследовать влияние разной интенсивности освещения на разных стадиях развития на рост и образование элементов структуры урожая кормовых бобов.
3. Выяснить влияние качества света на рост и развитие

кормовых бобов, выращивая их на разных стадиях на утренне-вечернем или полуденном освещении.

4. Установить влияние сроков сева кормовых бобов на рост и образование элементов структуры урожая.

5. Определить влияние условий освещения при разной густоте травостоя на рост, развитие и формирование урожая;

а) в чистых посевах кормовых бобов,

б) в смешанных посевах с овсом.

6. Исследовать влияние внекорневой подкормки калием и бором на урожай зерна кормовых бобов в условиях недостаточного освещения.

Методика

Для решения первой задачи исследования были использованы раннеспелые местные конские бобы *Vicia faba* L. var. тајог и кормовые бобы *Vicia faba* L. var. minog, из которых использовался сорт 'Мейер' с длинным периодом вегетации (выведенный в Польше) и сорт 'Лиелплатонес', выведенный на Лиелплатонской селекционной станции из местных кормовых бобов и районированные в Латвийской ССР.

Для решения всех остальных задач исследования использовались только 'Лиелплатонес' кормовые бобы, так как именно они имеют наибольшее значение для кормопроизводства в нашей республике.

Для выяснения хода развития и продолжительности этапов органогенеза бобов с различной продолжительностью периода вегетации и в различных метеорологических условиях опыты проводились в 1961 и в 1962 гг в Ботаническом саду Латвийского государственного университета им. Петра Стучки на делянках в 20 кв м., а в 1963 и 1964 гг. в Латвийском научно-исследовательском институте Земледелия (ЛНИИЗ) на делянках в 30 кв. м.

Пробы для определения продолжительности этапов органогенеза и стадий развития, состоящие из 10 растений, брались через каждые 2—3 дня, начиная с прорастания растений, кончая цветением, так как именно в этот период развития образуются все элементы структуры урожая. По морфологическим признакам конуса нарастания и развивающихся соцветий определялся этап органогенеза и стадия развития (Куперман, 1961, 1962, 1963).

Для решения второй задачи исследования растения выращивались в пластмассовых вегетационных сосудах типа Митчерлиха в почвенной культуре в Ботаническом саду ЛГУ в 1962 году. Каждый сосуд вмещал в себе 5,2 кг. абсолютно сухой почвы, в которую перед набивкой вносились удобрения 3 г. аммиачной селитры, 3 г. суперфосфата и 0,5 г хлористо-

го калия. В течение всей вегетации в сосудах поддерживалась влажность почвы около 60% от полной влагоемкости. В начале каждой стадии развития (на III, V, VII этапах органогенеза) часть сосудов с растениями были перемещены в условиях сниженной интенсивности света. Для этого использовался трехслойный марлевый домик, который пропускает около 20% от нормального естественного света. (Филиппов, 1950, Мошков, 1961.)

В марлевом домике растения находились в течение всей соответствующей стадии.

Жизненность пыльцы определялась по методу Шардакова (1940). Пыльцу брали в начале цветения первого нижнего соцветения. Интенсивность фотосинтеза определялась по методу Олифика-Целлера (1951). Анализ элементов структуры урожая проводился в конце вегетации, когда нижние стручки были уже черные. С каждого варианта анализировались 15 растений.

Для решения третьей задачи были заложены опыты в 1963 году в ЛНИИЗ в Скривери. Растения выращивались на делянках. На каждой делянке в 1 кв. м. размещались 20 растений, каждое из которых впоследствии учитывалось и анализировалось. В опыте были следующие варианты:

1. Контроль — нормальное освещение весь период вегетации.

2. у-в — утренне-вечернее освещение всего 12 часов в день на II стадии развития.

2. п — полдненное освещение 12 часов в день на II стадии развития.

3. у-в — утренне-вечернее освещение всего 12 часов в день на III стадии развития.

3. п — полдненное освещение 12 часов в день на III стадии развития.

4. у-в — утренне-вечернее освещение всего 12 часов в день на IV стадии развития.

4. п — полдненное освещение 12 часов в день на IV стадии развития.

у-в — утренне-вечернее освещение 12 часов в день от всходов до цветения.

п — полдненное освещение 12 часов в день от всходов до цветения.

Исключение соответствующих часов дневного освещения для определенных вариантов осуществлялось при помощи черных внутри и белых снаружи фанерных ящиков.

Четвертая задача наших исследований решалась в опытах, которые проводились в 1963 и в 1964 гг в ЛНИИЗ (Скривери) в полевых опытах. Площадь одной делянки 30 кв. м. в пяти повторностях. Почвенные условия — как в

вышеуказанных полевых опытах. Посев проводился в 1963 году 6, 8, 18 и 28 мая (первый срок сева с 28 IV откладывался на 6 V в связи с неблагоприятными почвенными условиями).

В этом опыте так же, как и во всех выше указанных в течение вегетационного периода измеряли рост, следили за ходом развития, а в конце вегетации провели анализ структуры урожая растений разных вариантов.

Для решения пятой задачи наших исследований полевые опыты проводились в ЛНИИЗ в 1963 и в 1964 гг (в Скривери). В опыте были 4 варианта, которые различались по количеству растений размещаемых на 1 кв. м. занимаемой ими площади. Так, в I вар. — 15; 2 вариант — 25, 3 вар. — 30 и 4 вар. — 50 растений на 1 кв. м.

Площадь одной делянки 54 кв. м. в 5 повторностях. Почва на опытном участке дерновая, слабо-подзолистая супесь, РН-5,2, гидролитическая кислотность 4,2 м. экв./100 г, сумма обменных оснований 12,7 м. экв./100 г, органических веществ (по Тюрину) 4,3%, K_2O (по Эгнеру) 6,0 м/100 г, P_2O_5 — (по Эгнеру) 5,0 мг/100 г. Перед посевом в почву было внесено 3 ц/га суперфосфата и 2 ц/га хлористого калия.

Посев производится сухими протравленными гранозаном семенами.

Интенсивность освещения на разной высоте травостоя в течение вегетации определялась при помощи люксметра (тип Ю-16).

Чистая продуктивность фотосинтеза определялась по формуле Кидда, Веста и Бригса (Ничипорович, Строгонова, Чмора, Власова 1961). Так как проба для определения чистой продуктивности фотосинтеза брались в начале каждой стадии развития, то полученные данные являются средними для данной стадии развития. Площадь листьев определялась по весовому методу (Ничипорович и др. 1961). Сырой протеин по методу Гинсбурга (1963) и сахара по Бертрану (Петербургский, 1963) определялись в тех же пробах, которые использовались для определения чистой продуктивности фотосинтеза. Материал для анализа фиксировался в термостате при 80—90°C в течение 20 минут.

Урожай зерна в вегетативной массе в ц/га определялся путем взвешивания всей массы урожая и зерна с 30 кв. м. делянок. Определялась себестоимость урожая, полученного из разных вариантов опыта.

Для выяснения условий роста и развития кормовых бобов в смешанных посевах с овсом опыты проводились также в ЛНИИЗ в 1963 и в 1964 гг на такой же почве, как и предыдущий опыт, на делянках размером 36 кв. м. в 5 повторностях. В опыте были 2 варианта:

1. Кормовые бобы в чистом посеве из расчета нормы высева 150 кг/га;

2. В смеси с овсом (60% бобы, 40% овес). Чистая продуктивность фотосинтеза, увеличение площади листьев, сырой протеин и сахара определялись вышеуказанными методами.

Для решения шестой задачи наших исследований опыты проводились в 1962 году в Ботаническом саду ЛГУ имени Петра Стучки, а в 1963 и в 1964 гг в ЛНИИЗ (в Скривери).

В опытах 1962 года растения выращивались в пластмассовых вегетационных сосудах типа Митчерлиха в почвенной культуре (подобно опытам для решения второй задачи исследования).

В каждом сосуде росли по 10 растений, количество которых до цветения постепенно уменьшалось до 5. Все сосуды с растениями в начале вегетации были распределены в 3 группах А, Б и В. Каждая из этих групп состояла из 6 вариантов:

1. Растения опрыскивались водой и росли на естественном свету — контроль.

2. Растения опрыскивались 1% KCl и росли на естеств. свету.

3. Растения опрыскивались 0,02% H_3BO_3 и росли на естеств. свету.

4. Растения опрыскивались водой и росли в марлевом домике.

5. Растения опрыскивались 1% KCl и росли в марлевом домике.

6. Растения опрыскивались 0,02% H_3BO_3 и росли в марлевом домике.

Растения группы «А» соответственно опрыскивались и помещались в соответствующих условиях освещения в начале II стадии развития и находились там до конца этой стадии, т. е. 11 дней. С растениями группы «Б» то же проводилось в начале III стадии развития и они находились в соответствующих условиях до конца III стадии, т. е. 9 дней. Растения группы «В» соответствующее опрыскивание получили и были перемещены в предусмотренные методикой условия освещения в начале IV стадии развития и находились там до конца этой стадии (до цветения), т. е. 11 дней.

Опрыскивание всех групп и вариантов растений проводилось два раза с двухдневным интервалом. Для опрыскивания растений каждого сосуда израсходовалось 50 мл раствора или воды. Регулярно измеряли рост растений, следили за ходом развития. Интенсивность фотосинтеза и жизнеспособность пыльцы определяли выше указанными методами. В конце вегетации был проведен анализ структуры урожая.

В 1963 году полевые опыты проводились в ЛНИИЗ. В опытах были включены 4 варианта, которые различались по

количеству растений (15, 25, 30 и 50) на I кв. м. Площадь делянки, занимаемой одним вариантом, 24 кв м. Повторность пятикратная. Каждая делянка с соответствующей густотой растений в начале вегетации разбивалась на 7 микроделянок:

1. Контроль — никакой обработки не получила.
2. В начале II стадии развития опрыскивался 1% КСI.
3. В начале II стадии развития опрыскивался 0,02% H_3BO_3 .
4. В начале III стадии развития опрыскивался 1% КСI.
5. В начале III стадии развития опрыскивался 0,02% H_3BO_3 .
6. В начале IV стадии развития опрыскивался 1% КСI.
7. В начале IV стадии развития опрыскивался 0,02% H_3BO_3 .

Измеряли рост, следили за ходом развития, определяли чистую продуктивность фотосинтеза, увеличение листовой поверхности, прирост сухого вещества, содержание сырого протеина и сахаров выше указанными методами. В конце вегетации анализировались элементы структуры урожая.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Особенности роста и развития кормовых бобов

Во время первых двух этапов органогенеза у бобов образуются зачатки вегетативных частей — стеблей, листьев, побегов кущения. На III и IV (2-я стад.), V и VI (3-я стад.) этапах органогенеза происходит закладка и дальнейшее образование и рост генеративных органов, частей цветка, зачатков тычинок и завязи, а на VII и VIII (4-я стад. по Куперман, 1959) этапе органогенеза происходит образование микро- и макроспор. Выяснилось, что основное различие в развитии позднеспелых бобов сорта 'Мейер' и раннеспелых конских бобов в основном создают первые 4 этапа органогенеза. При появлении всходов бобы 'Мейер' находились уже на IV этапе органогенеза, который после всходов продолжался еще 8 дней. Конские бобы прорастали на два дня позже, но они при этом были уже на V этапе органогенеза. Таким образом в развитии бобов выявляется характерная особенность — они проходят первые этапы органогенеза еще до прорастания. В литературе также находим сведения о том, что в семенах, богатых запасными веществами первые этапы органогенеза проходят до прорастания (Куперман, Ржанова, 1963, Lane, Butler 1958). Значительно различается у обоих исследованных сортов бобов также продолжительность VII этапа органогенеза: у бобов 'Мейер' продолжительность этого этапа 11 дней, а у конских бобов — только 2 дня.

Продолжительность тех или иных этапов органогенеза не

является только биологической особенностью определенных сортов бобов, она в значительной мере зависит также от условий внешней среды. Об этом свидетельствуют данные, полученные в двух, различающихся по метеорологическим условиям годам с кормовыми бобами 'Лиелплатонес'.

В 1962 году с начала вегетационного периода до цветения бобов (II декада июля) сумма активной температуры была 1138°, а сумма осадков — 309 мм. В 1963 году за этот же период сумма активных температур была 1395°, а сумма осадков — только 83 мм. В 1962 году бобы 'Лиелплатонес' зацвели на 49-й день после всходов, а в 1963 году на 15 дней раньше — на 34-й день после всходов. Вегетационный период бобов в 1963 году закончился на 36 дней раньше. Это был результат значительно меньшей продолжительности отдельных этапов органогенеза (табл. 1).

Таблица 1

Продолжительность этапов органогенеза кормовых бобов 'Лиелплатонес' в днях в опытах 1962 и 1963 г.г.

Год	Продолжительность этапов органогенеза в днях						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1962	3	2	6	13	4	12	10
1963	—	3	5	5	7	3—4	8

В теплом 1963 году 'Лиелплатонес' кормовые бобы II этап органогенеза проходили уже до появления всходов. Значительное различие по годам наблюдалось также в продолжительности V и VII этапов. Так как условия температуры в обоих годах в течение этих этапов различались незначительно, то можно предполагать, что это результат воздействия условий освещения. В опытах 1962 года во время II и VII этапов была в основном пасмурная погода, а в 1963 году — солнечная.

2. Влияние сниженной интенсивности света на развитие кормовых бобов

Результаты опытов по выяснению влияния интенсивности света на развитие кормовых бобов 'Лиелплатонес', показали, что бобы больше всего реагируют на снижение интенсивности света на 3-й и 4-й стадиях развития, что совпадает с V, VI, VII и VIII этапами органогенеза (Новиков, 1953, Куперман, 1959). Данные, иллюстрирующие сказанные, приводятся в табл. 2.

При затенении растений на III стадии развития, число

цветков снижается на 17,9%, а урожай зерна — на 11,8%. Затенение растений на 4-й стадии развития снижает количество цветков на 37,4% и урожай зерна на 17%. Полученные нами результаты совпадают с литературными данными, полученными в работах с другими культурами (Новиков и Филиппов, 1950, Новиков и Баранникова, 1950, 1951, Мауриня 1955 и др.). 4-ю стадию развития растений Новиков (1953) называет «критическим периодом» в отношении к интенсивности света. В литературе также имеются данные, свидетельствующие о чувствительности растений к интенсивности света и на III стадии развития (Куперман, 1955, Шангина, 1956, Мауриня, 1960). Повидимому, бобы принадлежат к такой группе растений, которые требуют интенсивный свет для нормального развития уже на III стадии развития.

Таблица 2

Влияние сниженной интенсивности света на образование цветков и зерен у кормовых бобов

Вариант	Цветки на I растен.		Стручки на I растен.		Сухое зерно на I растен.	
	число	%	число	%	в. г.	%
1. Контроль	30,2	100,0	7,7	100,0	8,78	100,0
2. Затенение на 2-й стад.	28,8	95,3	8,3	107,8	8,19	93,3
3. Затенение на 3-й стад.	24,8	82,1	6,9	89,6	7,74	88,2
4. Затенение на 4-й стад.	19,0	62,6	5,7	74,0	7,29	83,0

Как оказалось в наших опытах, одной из причин сниженных урожаев зерна в условиях затенения на 3-й и 4-й стадиях развития уменьшенная жизнеспособность пыльцы. Подобные указания встречаем и в литературе в отношении других сельскохозяйственных культур (Гжесюк, 1955, Новиков, 1956, Мауриня, 1955). Если у контрольных растений кормовых бобов в наших опытах жизнеспособность пыльцы была 88%, то при затенении на 3-й стадии развития она снизилась до 78%, а на 4-й стадии — даже до 61%.

Вышеупомянутые авторы в работах с другими культурами установили, что основной причиной сниженной жизнеспособности пыльцы и отмирания зачатков цветков в условиях затенения на 4-й стадии развития является передвижение ассимилятов из листьев в развивающиеся генеративные органы, так как в условиях сниженной интенсивности света нормальное передвижение веществ нарушается. Повидимому и у кормовых бобов это имеет место.

3. Рост и развитие кормовых бобов в зависимости от качества света

В работах многих авторов убедительно показано, что наряду с интенсивностью освещения, не менее важное значение для развития растений имеет также качество света, получаемое растениями. (Разумов 1933, 1961, Куперман, Ржанова, 1963, Шаин, 1960, Шаин и другие 1963, Капитанова, 1962 и др).

В естественных условиях как в течение дня, так и по временам года непрерывно меняется как интенсивность, так и качество света. Свет в утренне-вечерние часы является менее интенсивным и более богатым длинноволновой радиацией (Разумов, 1960, Шаин и др. 1963). В наших опытах установлено, что наибольший урожай зерна, 'Лиелплатонес' кормовые бобы дали в таком случае, если они во время 2-й стадии развития получают свет, характерный утренне-вечернему освещению; на дальнейших же стадиях свет должен быть более интенсивным и богатым коротковолновой радиацией (табл. 3). При получении утренне-вечернего освещения непрерывно со всходов до цветения кормовых бобов наблюдается этиоляция, междоузлия стебля вытягиваются. У этих растений образуется небольшое количество цветков и урожай зерна у них на 22,8% ниже, чем у контроля (табл. 3).

Таблица 3

Образование вегетативной массы и зерна у кормовых бобов в зависимости от качества света на разных стадиях их развития

Части растений	Варианты								
	Конт- роль	2 у-в	2 п	3 у-в	3 п	4 у-в	4 п	у-в	п
Вес воздушно сухой вегет. массы в г.	7,82	10,80	10,70	7,50	10,40	6,20	12,00	7,50	12,00
в % от конт- роля	100,0	138,8	136,8	95,9	133,0	79,3	153,4	95,9	153,4
Вес сухого зер- на в г.	8,15	15,25	11,53	8,03	10,76	8,39	11,52	6,29	2,82
в % от конт- роля	100,0	187,1	141,5	98,5	132,0	102,9	141,4	77,2	34,6

Как видно из данных таблицы 3, если кормовые бобы от всходов до цветения получили только полдневный свет, а утренне-вечерние часы были исключены, то растения образовали большую вегетативную массу — на 53,4% больше, чем у контроля. Листья у этих растений были интенсивно зеленые. междоузлия укорочены, соцветия большие, состоящие из 9—12 цветков. Однако урожай зерна у этих растений самый

низкий (на 65,4% ниже контроля). При уборке осенью эти растения были еще зеленые, не закончили вегетацию.

Наши данные согласуются с данными Кашманова (1961). Из полученных данных вытекает, что на протяжении всего периода образования элементов структуры урожая бобы не требуют одинаковых условий освещения. Оказалось, что во время дифференциации частей цветка лучшее влияние на развитие бобов оказывает свет богатый длинно-волновой радиацией, хотя меньшей интенсивности. Во время же образования археспориальной ткани и половых клеток (3-я и 4-я стадия развития) растения требуют уже свет более богатый коротковолновой радиации и большей интенсивности.

4. Влияние сроков сева на образование урожая кормовых бобов

Экспериментальные данные, рассмотренные в предыдущей главе, подтверждаются результатами, полученными в опытах по выяснению роста и развития кормовых бобов в зависимости от сроков сева. Оказалось, что в поздние сроки сева, когда растения уже с начала вегетации сразу получают более интенсивной и богатой коротковолновой радиацией свет у кормовых бобов усиливаются процессы роста, образуется более мощная вегетативная масса, но урожай зерна у них низкий (табл. 4) (подобно тому, как это было на полдневном освещении).

Таблица 4

Влияние сроков сева на урожай и количество зерна кормовых бобов 'Лиелплатонес'

Сроки сева	Урожай зерна			Вес 1000 зерен		Энергия прорастания %	Всхожесть %
	ц/га \pm m	m %	% от контр.	г	%		
6 V	28,3 \pm 1,3	4,8	100	388	100,0	78	98,0
8 V	25,7 \pm 1,4	5,6	91	387	99,5	75	97,5
18 V	11,8 \pm 1,1	9,4	41	373	96,2	76	94,5
28 V	7,1 \pm 0,5	6,7	25	313	80,7	62	88,0

При поздних сроках сева уменьшился не только урожай зерна (на 75%), но ухудшилось и его качество. (Вес 1000 зерен на 19,3%, энергия прорастания — на 16%, всхожесть — на 10% ниже чем у растений раннего срока сева.)

Это свидетельствует о том, насколько важно в сельскохозяйственной практике соблюдать для кормовых бобов ранние сроки сева. Только при ранних сроках сева кормовые бобы, наряду с благоприятной комбинацией других факторов внеш-

ней среды (влажность почвы, условия температуры) получают и свет необходимого качества и интенсивности для оптимального развития на III стадии развития.

5. Изменение условий освещения при разной густоте травостоя чистых и смешанных посевах кормовых бобов

В производственных посевах условия освещения до некоторой степени можно регулировать при помощи норм высева на единицу площади. В густых травостоях нижние и средние листья получают свет меньшей интенсивности, но относительно более богатой коротковолновой радиации (рассеянный свет).

В наших опытах установлено, что в посевах кормовых бобов разной густоты травостоя условия освещения более менее значительно начинают различаться только в конце 3-й и в начале 4-й стадии развития. Так, в редком посеве (15 растений на 1 кв. м) в то время до листьев нижних ярусов проходит 69% этого освещения, которое получают верхние листья, в густом посеве (50 растений на 1 кв. м.) — 55%. Эта разница постепенно увеличивается и максимум достигает во время полного цветения. Во время цветения листья средних ярусов растений редкого посева получают 45%, а нижних ярусов — 30% от получаемого верхними листьями освещения. В густом посеве соответствующие цифры — 12% и 6%. Такая разница (в 4—5 раз) в получаемом освещении создает различие и в процессах роста и развития — образования урожая. Так, до начала 4-й стадии развития высота растений как редкого, так и густого посева почти одинакова (31,5 и 34,5 см). В дальнейшем эта разница увеличивается и во время цветения высота растений редкого посева была 61,0 см, а густого — 86,1 см. В большей степени условия освещения в редком и густом посеве влияли на образование листового аппарата. Во время 2-й и 3-й стадии развития площадь листьев в растениях одинакова как в редком, так и в густом посевах.

Начиная с 4-й стадии развития увеличение листового аппарата растений густого посева начинает отставать и в период созревания первых стручков она составляет только 47% от площади листьев одного растения редкого посева. Несмотря на то, что на 1 га густого посева количество растений на 233% больше, чем на 1 га редкого посева, во время созревания первых стручков общая площадь листьев на 1 га только на 55% больше, чем на 1 га редкого посева.

В зависимости от условий освещения в редком и густом посевах изменялась чистая продуктивность фотосинтеза и содержание сухого вещества. Так, у растений редкого посева

чистая продуктивность фотосинтеза во время цветения была 6,69 г/м² в сутки, а густого посева — 4,94 г/м² в сутки. Одно растение редкого посева во время созревания первых стручков содержало 34,2 г сухого вещества, а густого посева — 17,4, т. е. на 49,2% меньше.

Косвенное доказательство тому, что в посевах разной густоты различается не только интенсивность, но и качество света, дают данные о содержании сырого протеина и сахаров в частях растений с посевов разной густоты. Указания на то, что коротковолновая радиация способствует образованию белковых веществ встречаются в литературе (Воскресенская, 1962, 1963). Оказалось, что растения из загущенного посева содержат относительно больше сырого протеина и меньше сахаров, чем растения редкого посева. Так, во время цветения в листьях растений редкого посева было 28,41% сырого протеина и 19,40% сахаров от абсолютно сухого веса, а в листьях растений густого посева в это же время соответственно — 31,47% и 13,81%.

Измененные условия освещения в изреженных и в загущенных посевах влияют и на образование урожая кормовых бобов. Одно растение редкого посева имело вес 12,30 г воздушно сухой массы и 15,26 г сухого зерна, а одно растение густого посева соответственно — 8,36 г и 7,84 г. Это свидетельствует о том, что в густых посевах растения реализовали только половину своих возможностей. В связи с этим сбор урожая зерна с 1 га с густого посева $22,11 \pm 1,36$ ц/га — на 16,2% больше, чем с 1 га редкого посева ($19,01 \pm 0,83$ ц/га), несмотря на то, что количество растений на га здесь больше на 233%.

В связи с тем, что в загущенном посеве не реализуется физиологическая возможность растений в образовании вегетативной массы и зерна, себестоимость полученного урожая увеличивается. Так, по подсчетам специалистов ЛНИИЗ производственные расходы на 1 га редкого посева составляет 174,59 рублей, а на 1 га густого посева — 225,35 рублей. Себестоимость 1 ц зерна изреженного посева 9,20 руб., загущенного посева — 10,2 руб. (на 11% больше). Полученные данные свидетельствуют о том, что в условиях нашей республики загущенные посевы кормовых бобов себя не оправдывают.

В сельскохозяйственном производстве нередко выращивают кормовые бобы в смесях с другими культурами — кукурузой, овсом и др. Установлено, что на развитие растений в смешанных посевах в большой степени влияют условия освещения (Шаин и др. 1963). Имеются также наблюдения, что в нашей республике урожай со смешанных посевов значительно колеблется (Rudze 1960., Antonijs, 1961) по годам в зависимости от климатических условий.

В наших исследованиях выяснилось, что в чистых посевах кормовых бобов условия освещения начинают ухудшаться на 4-й стадии развития — приблизительно с фазы бутонизации. В смешанном посеве с овсом худшие условия освещения создаются уже во время 2 и 3 стадий развития. Во время 4-й стадии развития и цветения — наоборот — условия освещения опять улучшаются. Это отражается на рост растений. В начале вегетации более интенсивно кормовые бобы растут в смешанных посевах (больше затенены), а в фазу бутонизации их рост уменьшается. Кормовые бобы в чистом посеве начинают более интенсивно расти именно в фазу бутонизации, когда ухудшаются условия освещения. Площадь листьев одного растения в начале больше в чистом посеве (на 3-й стадии развития в чистом посеве. — 55,8 см², в смешанном — 50,9 см²), а позднее картина изменяется (во время цветения в чистом посеве 984,2 см², в смешанном — 1038,1 см²). Подобно изменяется и содержание сухого вещества одного растения (на 3-й стадии развития с чистого посева содержало 0,268 г, со смешанного посева — 0,262; а во время цветения соответствующие цифры 7,120 г и 7,340 г). В течение всего периода вегетации кормовые бобы в смешанном посеве содержали больше сырого протеина и сахаров, чем бобы в чистом посеве.

6. Стимулирование образования урожая кормовых бобов при помощи внекорневого питания калием и бором

Рассмотренные в предыдущих главах экспериментальные данные убедительно показали, насколько большое значение для образования урожая зерна кормовых бобов имеют условия освещения. К сниженной интенсивности света кормовые бобы особенно чувствительны на 3-й и 4-й стадиях развития, когда происходит образование археспория и половых клеток. В естественных условиях, особенно в густых посевах именно в этот период значительно ухудшаются условия освещения. Это нарушает нормальный обмен веществ и передвижение ассимилятов с листьев к местам их потребления, и развивающимся генеративным органом. Данные литературы говорят о том, что эти процессы можно стимулировать при помощи химических соединений, содержащих калий (Егоров 1923, Головкин, 1936, Владимиров, 1948, Новиков, 1955, Маурица, 1960) и бор (Stail, 1949, Школьник, 1950, Gauch a. Dugger 1953, 1956).

В наших вегетационных опытах 1962 г. оказалось, что опрыскивая кормовые бобы в начале 2-й стадии развития 1% КСl или 0,02% Н₃ВО₃, как в условиях нормального, так и

сниженного освещения способствовало образованию вегетативной массы. Увеличился также урожай зерна. Так, у растений, получивших опрыскивание 1% КСl в начале 2-й стадии развития, высота растений в конце вегетации была на 8,2%, вес растения — на 28,1%, а вес зерна одного растения на 12,8% больше, чем у контроля. Получаемое кормовыми бобами опрыскивание хлористым калием или борной кислотой на 3-й стадии развития увеличило не только вес вегетативной массы, но и способствовало развитию цветков в соцветиях.

Если количество нормально развитых цветков затененных на 3-й стадии растений составило только 66,6% от контроля, то после опрыскивания КСl или H_3BO_3 в условиях затенения количество нормально развитых цветков увеличилась почти до уровня контроля (93,0% и 91,9%). Если вес зерна с затененных на 3-й стадии развития растений составил 79,0% от контроля, то у получивших опрыскивание этот показатель приблизился к контролю (97%).

Опрыскивание растений на 4-й стадии развития в условиях затенения уже не увеличивало число развитых цветков по сравнению с затененными растениями, не получившим опрыскивание. Однако как под влиянием калия, так и бора увеличилось количество фертильных цветков. В результате вес зерна с одного растения затененного на 4-й стадии и не получившего опрыскивания на 16,8% ниже, чем у контроля, а у затененных на IV стадии и получивших опрыскивание калием и бором — соответственно только на 8,1% и 5,1% ниже, чем у контроля.

Рассмотренные результаты согласуются с данными, полученными в полевых опытах. Оказалось, что внекорневое питание 1% КСl или 0,02% H_3BO_3 способствует образованию листовой поверхности, увеличению чистой продуктивности фотосинтеза, накоплению сухого вещества в густом посеве, в котором начиная с 4-й стадии развития значительно ухудшаются условия освещения. Внекорневое питание калием увеличило водоудерживающие силы в растениях. Об этом свидетельствует отношение между свежим и сухим весом растений. Так, на 4-й стадии развития у растений редкого посева это отношение было 8,7, у получивших внекорневое питание калием — 10,2. На густом посеве соответствующие цифры были 9,8 и 11,3. У растений, получивших опрыскивание КСl на 3-й и 4-й стадиях развития, увеличилось содержание сырого протеина и сахаров. Под влиянием бора увеличилось только содержание сахаров.

Полученные данные показали, что опрыскивание кормовых бобов калием и бором на разных стадиях развития увеличило физиологическую активность растений, а в результате — об-

разование более высокого урожая как в редком, так и в густом посеве. (Табл. 5).

Таблица 5

Влияние опрыскивания растений калием и бором на разных стадиях развития на образование урожая

Число растений	Вариант	Высота раст. в см	Воздушно-сухой вес вегет. массы		Вес сухого зерна		% фертильных цветков
			г	%	г	%	
15 (редкий посев)	Контроль	101,7	12,30	100,0	15,26	100,0	14,9
	KCl на 2 стадии	105,2	14,43	117,2	17,36	113,7	14,3
	H ₃ BO ₃ на 2 стадии	104,9	14,23	115,6	15,91	104,2	14,7
	KCl на 3 стадии	102,2	16,16	131,3	19,49	127,7	18,1
	H ₃ BO ₃ на 3 стадии	102,7	16,66	135,4	20,26	132,7	18,1
	KCl на 4 стадии	104,4	18,42	149,7	21,07	138,0	18,5
50 (густой посев)	H ₃ BO ₃ на 4 стадии	104,9	18,62	151,3	21,03	137,8	19,6
	Контроль	105,3	8,36	100,0	7,84	100,0	10,5
	KCl на 2 стадии	110,3	9,34	111,7	8,30	105,8	11,0
	H ₃ BO ₃ на 2 стадии	107,7	10,09	120,7	10,71	136,6	13,5
	KCl на 3 стадии	110,1	10,10	120,8	10,88	138,7	13,5
	H ₃ BO ₃ на 3 стадии	109,9	9,83	117,5	9,26	118,1	10,7
	KCl на 4 стадии	108,2	9,95	119,0	10,09	128,7	13,1
	H ₃ BO ₃ на 4 стадии	110,1	10,16	121,5	9,75	124,3	12,1

Как видно из данных таблицы 5, внекорневое питание кормовых бобов калием или бором способствовало образованию элементов структуры урожая, увеличило % фертильных цветков не только в густом посеве, но и в редком. Это свидетельствует о том, что в условиях нашей республики не только в густых, но и в редких посевах потенциальные возможности растений полностью не проявляются. Поэтому при помощи внекорневого питания калием или бором удастся значительно увеличить урожай зерна кормовых бобов, особенно, если опрыскивание проводится на III—IV стадиях развития.

Выводы

1. Образование элементов структуры урожая у кормовых бобов происходит в периоде до цветения на восьми этапах органогенеза, которые попарно входят в 4 стадии развития.

Первые этапы органогенеза у них протекают очень быстро, нередко даже до появления всходов. К изменению факторов внешней среды (освещение, температура и др.) особенно чувствительными являются II, V и VII этапы органогенеза.

2. Кормовые бобы 'Лиелплатонес' к сниженной интенсивности света особенно чувствительны на 3 и 4 стадиях развития (V по VIII этапы органогенеза), когда происходит дифференциация половых клеток. Затенение на 3-й стадии развития

уменьшает количество нормально развитых цветков на 17,9%, вес зерна — на 11,8, а на 4-й стадии — соответственно на 37,4% и 17%. При затенении растений на 3-й и 4-й стадии наблюдается уменьшение жизнеспособности пыльцы, что повидимому является следствием нарушения притока ассимилятов.

3. Большое значение для роста и развития кормовых бобов имеет качество света. Кормовые бобы наибольший урожай зерна дают в таком случае, если на 2-й стадии развития свет, получаемый растениями, обогащен длинноволновой радиацией. Во время III и IV стадий на развитие бобов более благоприятно влияет освещение, обогащенное коротковолновой радиацией. Если бобы от всходов до цветения получают свет большой интенсивности и обогащенный коротковолновой радиацией, образуется мощная вегетативная масса, много цветков, но урожай зерна очень низкий. Получая от всходов до цветения свет, обогащенный длинноволновой радиацией, бобы этиолируются, образуют мало цветков и зерна. Таким образом установлено, что после 2-й стадии развития кормовые бобы изменяют свои требования к условиям освещения.

4. Для получения более высоких урожаев зерна кормовые бобы следует сеять в ранние сроки сева, в таком случае в достаточной мере удовлетворяется их требование на 2-й стадии развития к освещению обогащенному длинноволновой радиацией.

5. На посевах разной густоты условия освещения значительно начинают различаться, только начиная с 4-й стадии развития. С 4-й стадии развития (фаза бутонизации) на густых посевах условия освещения ухудшаются, а в связи с этим растения образуют меньшую листовую поверхность, чистая продуктивность фотосинтеза у них снижается. У этих растений образуется меньше нормально развитых цветков и урожай зерна с одного растения на 49% ниже, чем на редких посевах. Несмотря на то, что с густых посевов сбор зерна на 16% (3 ц/га) больше, чем с редких посевов, экономически в условиях Латвийской ССР густые посевы кормовых бобов не выгодны, так как себестоимость зерна с них больше (на 11%).

6. Для получения более высоких урожаев зерна кормовых бобов можно рекомендовать проверенный нами в полевых условиях способ — опрыскивание растений 1% КС1 или 0,02% H_3VO_3 на 3-й и 4-й стадиях развития (примерно в фазу бутонизации). Если опрыскивание проводится в начале вегетации (2-я стадия развития), увеличивается в основном вегетативная масса растений кормовых бобов. Опрыскивание на 3-й стадии способствует передвижению ассимилятов к развивающимся генеративным органам, обеспечивая их нормальное развитие даже в условиях сниженной интенсивности света. Опрыскивание же на 4-й стадии увеличивает % фертильных

цветков и урожай зерна при недостаточно интенсивном освещении. Использованию калия для опрыскивания растений то преимущество, что этот элемент увеличил водоудерживающие силы растений, что имеет большое значение в засушливых условиях.

7. Данные наших экспериментов вскрывают биологические закономерности формирования урожая кормовых бобов и послужат теоретической основой при разработке агротехники для получения высоких этой ценной культуры урожаев в Латвийской ССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Antonijš A.* 1961. Ieteikumi pākšaugu audzēšanas uzlabošanai. Latv. PSR Lauks. min., Ogrē.
2. *Gauch H. G., Dugger W. M.* 1953. The role of boron in the translocation of sucrose. *Plant Physiol.* 28, Nr. 3.
3. *Lane G. R., Butler R. D.* 1958. Effect of a Single Light Exposure on Germinating Broad Beans Seeds. Vol. 181, Nr. 4615.
4. *Mauriņa H.* 1960. Vide un augu attīstība. LVI, Rīgā.
5. *Rudze M.* 1960. Pākšaugu audzēšana mistros ar labībām. Latv. PSR Lauks. min., R.
6. *Владимиров А. В.* 1948. Физиологические основы применения азотистых и калийных удобрений. М.
7. *Воскресенская Н. П.* 1953. Влияние условий освещения на состав продуктов фотосинтеза. Тр. Ин-та физиологии растений, 8, № 1.
8. *Воскресенская Н. П.* 1953. Значение спектрального состава света для фотосинтетического образования веществ, Докл. АН СССР, 93, № 5.
9. *Гжесюк С.* 1955. Критический период в отношении к интенсивности света у проса. Зап. ЛСХИ, вып. 9.
10. *Гинсбург К. Е., Щеглова Т. М., Вульфшус Е. В.* 1963. Ускоренный метод сжигания почв и растений. Почвоведение № 5.
11. *Головко Д. М.* 1936. Влияние азотистого и калийного питания на интенсивность фотосинтеза у подсолнечника, Химизация соц. земледелия, № 12.
12. *Егоров М. А.* 1923. Роль и значение калия, Вопросы зольного питания растений. Харьков, 1923.
13. *Капитанова Т. А.* 1962. Особенности биологии развития кукурузы в условиях Московской области. Автореферат, М.
14. *Кашманов А. А.* 1961. Влияние различных режимов освещения на рост и развитие картофеля и его клубней как посадочного материала. Морфогенез растений, т. 2. МГУ.
15. *Куперман Ф. М.* 1955. К вопросу о роли света на разных этапах органогенеза пшеницы, ржи и ячменя. Тр. И-та физиологии растений, 10.
16. *Куперман Ф. М.* 1959. О закономерностях стадийных, возрастных и органообразовательных процессов и их взаимосвязь в жизненном цикле высших покрытосеменных растений. Итоги и перспективы исследований развития растений. Изд. АН СССР.
17. *Куперман Ф. М.* 1961. Теория индивидуального развития и пути управления природой организма. Изд. МГУ.
18. *Куперман Ф. М.* 1962. Основные закономерности морфофизиологической изменчивости растений. Лекции из курса «Биология развития растений», Изд. МГУ.
19. *Куперман Ф. М.* 1963. Морфофизиологическая изменчивость растений в онтогенезе. Изд. МГУ.

20. Куперман Ф. М. 1963. Закономерности индивидуального развития растений в зависимости от условий внешней среды. Изд. МГУ.
21. Куперман Ф. М., Ржанова Е. И. 1963. Биология развития растений. Изд. Высшая школа, М.
22. Мауриня Х. А. 1955. Определения конца световой стадии и развитие колоса у ржи Вятка. Зап. ЛСХИ, вып. 9.
23. Мошков Б. С. 1961. Фотопериодизм растений. Сельхозгиз.
24. Ничипорович А. А., Строгонова Л. Е., Чмора С. Н., Власова М. П. 1961. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.
25. Новиков В. А., Баранникова З. Д. 1950. Критический период в отношении к интенсивности света у овса. Докл. АН СССР, т. 75, № 2.
26. Новиков В. А., Баранникова З. Д. 1951. Критический период в отношении к интенсивности света у кукурузы. Докл. АН СССР, т. 76, № 6.
27. Новиков В. А., Филиппов А. В. 1950. Критический период в отношении к интенсивности света у яровой пшеницы. Докл. АН СССР, т. 72, № 2.
28. Новиков В. А. 1953. Некоторые особенности стадийного развития растений и образование новых форм у хлебных злаков. Агробиология, № 4.
29. Новиков В. А. 1955. Повышение устойчивости растений к снижению интенсивности света в критический период. Зап. ЛСХИ, вып. 9.
30. Новиков В. А. 1956. Третья и четвертая стадия развития растений. Зап. ЛСХИ, вып. 11.
31. Петербургский А. В. 1963. Практикум по агрономической химии. М.
32. Разумов В. И. 1933. Значение качественного состава света в фотопериодической реакции. Тр. по прикладной ботан., генет. и селекции. сер. 3, № 8.
33. Разумов В. И. 1961. Среда и развитие растений. М. Л.
34. Стайлс В. 1949. Микроэлементы в жизни растений и животных. Изд. Иностран. лит.
35. Филиппов А. В. 1950. Влияние недостаточной интенсивности света на содержание углеводов и белка в листьях и развивающихся колосьях яровых пшениц. Докл. АН СССР, т. 75, № 1.
36. Чеканова Н. И. 1962. Бобы — ценная кормовая культура. М.
37. Шаин С. С. 1960. Свет и развитие растений. Изд. «Знание».
38. Шаин С. С., Богданов П. И., Кашманов А. А., Косарева Е. Г. и др. 1963. Свет и развитие растений. М.
39. Шангина З. И. 1956. Критический период в отношении к интенсивности света у томатов. Зап. ЛСХИ, вып. II.
40. Шардаков В. С. 1949. Реакция на пероксидазу как показатель жизнеспособности пыльцы растений. Докл. АН СССР, т. 26, № 3.
41. Школьник М. Я. 1950. Значение микроэлементов в жизни растений и в земледелии. Изд. АН СССР.

Х. МАУРИНЯ, Л. РАУДЗЕПА, М. ЮРАЖА

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ СОРТОВ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЛАТВИЙСКОЙ ССР

На широких полях колхозов и совхозов нашей республики кукуруза имеет только десятилетнюю историю. Районированные у нас сорта и гибриды выведены в других, как правило, более южных районах СССР. Ассортимент сортов и гибридов кукурузы в нашей стране исключительно большой. Притом с каждым годом он еще расширяется. Но при возделывании одних и тех же сортов и гибридов кукурузы в различных географических районах они растут и развиваются по разному. Поэтому возникает необходимость в новых районах возделывания кукурузы исследовать особенности роста и развития сортов и гибридов кукурузы, характерных различной продолжительностью вегетационного периода. Имея в виду, что многие сорта и гибриды достигают значительной величины, темп роста их должен быть большим. А в связи с этим интенсивно должны протекать и процессы синтеза пластических веществ. Но с другой стороны, эти процессы во многом зависят от условий внешней среды конкретного района возделывания этой культуры.

Работами многих исследователей (Вейдеман, 1931; Заблуда, 1948; Новиков, 1953, 1956; Куперман, 1953; Куперман и др., 1955; Мауриня, 1955, 1956, 1957, 1960; Гжесюк, 1956; Grzesiuk, 1957 и др.), с различными сельскохозяйственными культурами установлено, что образование одних или других органов растений продолжается определенный промежуток времени. Так, листья формируются только на этапе формирования листьев, цветки в соцветии — на этапе формирования цветков и т. д. Если захотим, применяя соответствующую агротехнику, увеличить число цветков в соцветии после завершения этапа образования цветков, когда уже идет формирование других органов, то в результате у нас получится не увеличенное количество цветков, а улучшенное качество, или увеличенное количество тех органов, которые в тот момент образовывались. Поэтому управлять развитием данного организма мы в состоянии только в том случае, если знаем весь ход формирования и роста его.

В последние годы в литературе появилось много работ характеризующих особенности роста и развития различных сор-

тов и гибридов кукурузы в других новых районах возделывания кукурузы (Балюра, 1955, 1959, 1960, 1963; Капитанова, 1960; Лобочкая, 1962; Куперман и др., 1956; Шевелуха, 1964; Рубин, Андреевко, 1958; Соколов, 1962; Harper, 1955; Jones and Huntington, 1935; Gilmore and Rogers, 1958). Все эти работы дали очень много для понимания особенностей роста и развития кукурузы в новых районах ее возделывания. Об особенностях роста и развития кукурузы в условиях Латвийской ССР также находим некоторые сведения в литературе (Мауриня, 1956, 1957, 1960; Grīnblats, 1958; Roze, 1960; Lucāns, 1960; Лукша, 1960; Eihe, Lucāns, Beļikova, 1955; Козловский, Гайлитис, Лукша, 1961; Zariņš, 1956, и др.).

В наших прежних работах (Мауриня, 1956, 1957, 1960) рассмотрены исследования, проведенные в 1955 и 1956 гг. Дана картина развития генеративных органов кукурузы, а также особенности роста и развития некоторых сортов и гибридов кукурузы в условиях Латвийской ССР. В своих исследованиях мы в основном обратили внимание на ход развития и оргоанообразование кукурузы до цветения, так как именно в этот период создаются все предпосылки будущего урожая как зеленой массы, так и початков. В этот период кукуруза также наиболее резко реагирует на различное воздействие внешней среды.

В 1961 и 1963 годах нами проводились опыты по выяснению темпа роста и некоторых других физиологических особенностей сортов и гибридов, различающихся разной скороспелостью. Опыты 1961 года проводились в Ботаническом саду Латвийского госуниверситета им. П. Стучки (г. Рига). В них были использованы следующие, полученные из Даугавпилсского опорного пункта Тиранской селекционной станции, сорта и гибриды: в группе раннеспелых — 1) 'Пундурис', 2) 'Леяскурземес 6', 3) 'Леяскурземес 8', 4) 'Леяскурземес 3', 5) 'Мандорфская', 6) 'Черновицкая 21'; в группе среднеспелых и среднепоздних — 7) 'Омская 1', 8) 'Московская 3', 9) 'Скороспелка 2', 10) 'Скороспелка 3', 11) 'Буковинский 2', 12) 'Буковинский 1', 13) 'Славгородская 270', 14) 'Померансмаис', 15) 'Золотая пагода', 16) 'Браунер', 17) 'Гудстер', 18) 'Боец', 19) 'Закарпатская желтая', 20) 'Саулайнская ранняя', 21) 'Партизанка', 22) 'Чинквантино', 23) 'Пионер 388', 24) 'Кингскрост КФ', 25) 'ВИР-25', 26) 'ВИР-355'. На каждой делянке размещались 25 учетных гнезд кукурузы по 2 растения в гнезде. Повторность 3-х кратная. Учетных гнезд из каждой делянки при уборке 12. Почва на опытном участке легкая супесь рН=7,0. Содержание K_2O (по Пейве) 15,3 мг, P_2O_5 (по Кирсанову) 7,3 мг, общего азота 20,5 мг на 100 г абсолютно сухой почвы, сумма обменных оснований 32,5 м-эк, гумуса 4%. Предшественник — гладиолусы. Посев был произведен

20 мая квадратно-гнездовым способом 65×65 см. Всходы появились 31 мая. Через неделю после появления всходов на всем участке производилось прореживание, — оставлено по 2 одновременно взошедших и одинаковых растений в гнезде. На каждой делянке было отмечено 10 растений, систематическим измерением которых определялась динамика роста. Для выяснения хода развития через каждые 2—3 дня брали пробы, состоящие из 3—5 растений каждой делянки. У этих растений отпрепарировали точки роста, или зачатки соцветий, и при помощи бинокулярной лупы установили этип органогенеза. Пользуясь шкалой хода развития генеративных органов кукурузы (Мауриня, 1957; Мауриня, 1960), установили, на какой стадии развития растение находится. Руководствуясь указаниями В. А. Новикова (1956, 1962) и Ф. М. Куперман (1959), этапы органогенеза объединены по стадиям в зависимости от того, какие условия внешней среды являются ведущими для нормального развития растений. Так, на I стадии происходит образование зачатков листьев и других вегетативных частей, на II стадии — зачатков важнейших частей цветка — тычинок и завязи. Как известно, образование зачатка завязи наблюдается и в метелках кукурузы, только обычно этот зачаток дальше не развивается. На II стадии развития образуются зачатки всех частей метелки. На III стадии в пыльниках развивается археспориальная ткань и материнские клетки пыльцы, а также происходит дифференциация частей цветка женского соцветия. IV стадия начинается редукционным делением материнских клеток пыльцы, которому следует дальнейшее развитие половых клеток. Описанные Ф. М. Куперман (1959) 8 этапов органогенеза, предшествующих цветению, попарно входят во все 4 вышеназванные стадии.

В таблице 1 отражена продолжительность стадий развития, охватывающих период онтогенеза перед цветением использованных в наших опытах сортов и гибридов кукурузы.

Из таблицы I видим, что продолжительность I стадии развития у разных сортов и гибридов значительно различается. Если у раннеспелых сортов продолжительность ее 8—9 дней, то у среднеспелых — 12—14, а у среднепоздних — даже 15—21 день. Так как на этой стадии образуются зачатки листьев и других вегетативных частей, то в зависимости от продолжительности этой стадии их образуется больше или меньше. Продолжительность II стадии развития различается меньше, колебаясь от 9 до 17 дней. Продолжительность ее меньше отражается на скороспелости. На этой стадии развития, как мы уже отмечали раньше, образуется мужское соцветие. Но зато продолжительность III стадии у различных сортов и гибридов значительно различается. Так, у 'Леяскурземес 8' и 3, а также у 'Мандорфской' продолжительность этой стадии была в 4 раза

меньше, чем у 'ВИР-355' и 'Кингскрост КФ' и 3 с лишним раза меньше, чем у 'Московской 3', 'Гудстер', 'Саулайнской ранней', 'Партизанки', 'Чинквантино', 'Пионера' и 'ВИР-25.' Это значительно отразилось на скороспелости. Продолжительность периода от образования тетрад материнских клеток пыльцы до цветения опять у разных сортов и гибридов различается мало — от 15—23 дней. Только 'Славгородская 270' и 'Гудстер' имели продолжительность этого периода 10—11 дней. Поэтому, несмотря на довольно продолжительные предыдущие стадии развития, эти сорта зацвели одновременно с более ранними сортами кукурузы. Наиболее продолжительный период от появления всходов до цветения был у 'Чинквантино', 'Пионер 388' и 'ВИР-355' — 62 дня, самый короткий — у 'Пундурис' — 42 дня, т. е. на 20 дней короче. Большинство испытанных сортов и гибридов зацвели через 45—50 дней после всходов.

Таблица 1

Продолжительность стадий развития. Данные 1961 г.

Сорт или гибрид	Продолжительность в днях			Образовались тетрады пыльцы	Зацвела метелка	Дней от пророст. до цветения метелки
	I ст.	II ст.	III ст.			
1. Пундурис	8	9	6	23 VI	12 VII	42
2. Леяскурземес 6	8	9	8	25 VI	14 VII	44
3. Леяскурземес 8	9	11	4	24 VI	16 VII	46
4. Леяскурземес 3	8	11	4	23 VI	16 VII	46
5. Мандорфская	8	11	6	25 VI	17 VII	47
6. Черновицкая 21	8	12	10	1 VII	19 VII	49
7. Омская 1	12	12	10	4 VII	17 VII	45
8. Московская 3	12	15	12	9 VII	24 VII	54
9. Скороспелка 2	8	12	10	1 VII	19 VII	49
10. Скороспелка 3	14	15	12	11 VII	27 VII	35
11. Буковинский 2	14	10	8	2 VII	20 VII	50
12. Буковинский 1	12	12	8	2 VII	24 VII	52
13. Славгородская 270	12	15	10	7 VII	17 VII	47
14. Померансманс	14	10	10	4 VII	27 VII	55
15. Золотая пагода	14	10	13	7 VII	27 VII	50
16. Браунер	12	10	14	6 VII	24 VII	47
17. Гудстер	15	13	17	16 VII	27 VII	50
18. Боец	14	10	13	7 VII	24 VII	47
19. Закарпатская желтая	14	10	13	7 VII	27 VII	50
20. Саулайнская ранняя	15	14	18	17 VII	1 VIII	56
21. Партизанка	19	14	17	20 VII	4 VIII	59
22. Чинавантино	21	16	16	23 VII	7 VIII	62
23. Пионер 388	21	17	15	23 VII	7 VIII	62
24. Кингскрост КФ	15	14	17	16 VII	3 VIII	58
25. ВИР-25	15	15	14	14 VII	29 VII	54
26. ВИР-355	17	16	17	20 VII	7 VIII	62

Большое значение для дальнейшего развития имеет продолжительность I стадии развития. Так, те сорта, которые имели продолжительность этой стадии 21 день, были из всех

наиболее позднеспелые — они образовали на стебле по 16 листьев, но початки их не достигли даже молочной спелости. Эти сорта медленно проходили также период развития от образования тетрад до цветения.

Интересная взаимосвязь наблюдалась между ходом развития и темпом роста растений разных сортов и гибридов кукурузы (табл. 2).

Таблица 2

Динамика прироста в длину (в см) разных сортов и гибридов кукурузы в 1961 году

Сорт или гибрид	18 VI— 26 VI	26 VI— 3 VII	3 VII— 10 VII	10 VII— 17 VII	17 VII— 27 VII	27 VII— 5 VIII
1. Пундурис	5,9	13,2	22,0	2,7	1,3	—
2. Леяскурземес 6	6,6	13,4	19,1	20,5	2,9	—
3. Леяскурземес 8	4,4	15,9	17,6	16,2	2,0	—
4. Леяскурземес 3	4,0	16,5	18,3	20,8	68,3	5,1
5. Мандорфская	5,2	13,7	29,2	29,2	59,2	2,9
6. Черновицкая 21	6,2	6,7	5,4	44,0	11,3	2,9
7. Омская 1	6,1	6,5	6,4	9,5	21,6	4,2
8. Московская 3	10,8	14,2	16,0	20,0	2,1	—
9. Скороспелка 2	10,2	14,0	35,1	29,2	29,7	2,6
10. Скороспелка 3	4,7	9,4	10,6	23,6	23,7	2,9
11. Буковинский 2	8,7	15,8	14,5	16,0	31,4	1,5
12. Буковинский 1	11,4	15,7	18,1	18,5	55,6	2,2
13. Славгород- ская 270	3,2	9,6	17,5	19,2	28,8	2,6
14. Померансманс	4,7	9,6	13,6	14,2	3,2	—
				10 VII— 27 VII	27 VII— 5 VIII	5 VIII— 15 VIII
15. Золотая пагода	26,2	19,5	22,2	25,9	34,7	4,5
16. Браунер	7,4	9,8	18,7	39,5	7,4	4,0
17. Гудстер	6,3	14,5	15,0	33,2	4,3	1,5
18. Боец	10,8	16,9	17,5	20,2	37,5	7,9
19. Закарпатская желтая	9,6	10,2	12,3	31,6	22,5	5,2
20. Саулайнская ранняя	6,6	13,6	21,3	51,4	3,5	1,7
21. Партизанка	4,6	10,6	15,9	37,4	20,0	6,4
22. Чанквантино	1,7	9,2	20,2	38,6	38,2	5,1
23. Пионер 388	5,9	22,8	15,9	38,8	19,6	1,3
24. Кингскрост КФ	4,5	7,9	9,8	7,6	4,6	0,6
25. ВИР-25	7,6	19,3	21,7	37,9	19,0	6,5
26. ВИР-355	7,9	10,6	15,7	16,0	14,4	2,7

Из данных таблицы 2 видим, что прирост в длину кукурузы связан с ходом развития растений. Как у ранних, так и у среднеранних и среднепоздних сортов наибольший прирост в длину наблюдается именно на IV стадии развития т. е. в период перед цветением. У кукурузы 'Леяскурземес 3' и 'Мандорфская' наибольший прирост в длину наблюдался в период

непосредственно перед цветением метелок. Некоторые сорта и гибриды растут более или менее равномерно. ('Омская 1', 'Московская 3', 'Скороспелка 2', 'Золотая пагода', 'Боец', 'Кингскрост КФ' и др.), другие же дают большой скачкообразный прирост в длину ('Леяскурземес 3', 'Мандорфская', 'Буковинский 1', 'Черновицкая 21', 'Браунер', 'Саулайнская ранняя' и др.). Так, у 'Саулайнской ранней' прирост в длину во время III—IV стадий развития в течение 7 дней достиг 51,4 см, т. е. в среднем более 7 см в сутки.

Осенью при уборке, определяя некоторые наиболее характерные элементы структуры урожая, подводится как бы итог особенностям развития и роста различных сортов и гибридов кукурузы. Полученные данные помещены в таблице 3.

Из данных таблицы 3 видим, что для образования урожая решающее значение имеет именно темп роста. Имеет значение также продолжительность тех стадий развития, на которых происходит образование или рост вегетативных частей — листьев, стеблей.

Если сравним показатели 4-х сортов кукурузы — 'Мандорфская', 'Славгородская 270', 'Браунер' и 'Боец' — все они имеют продолжительность периода до цветения 47 дней, — то мы обнаружим зависимость урожайности сорта от темпа роста на определенных стадиях развития:

Сорт	I стадия развития	Прирост в начале вегетации в среднем за 1 сутки в см	Вес листьев в конце вегетации в г	% листьев от всего растения
'Мандорфская'	8 дней	0,65	176	30
'Славгородская 270'	12 „	0,40	171	31
'Браунер'	12 „	0,91	321	31
'Боец'	14 „	1,33	426	32

Благодаря более быстрому темпу роста в начале вегетации, 'Мандорфская' даже за более короткую, чем 'Славгородская 270', I стадию развития заложила хорошую основу и образовала такой же листовой аппарат, как и 'Славгородская'. 'Браунер', который имел также, как и 'Славгородская 270', продолжительность I стадии развития 12 дней, но темп роста в 2 раза больше, листовой аппарат образовал также в 2 раза больше. Самый большой листовой аппарат из всех названных сортов образовал 'Боец', у которого продолжительность I стадии была 14 дней и темп роста был 4 раза больше, чем у 'Славгородской 270', и в 2 раза больше, чем у 'Мандорфской'. Интересные различия у этих сортов мы видим и по другим показателям:

Сорт	Продолжительность в днях от начала III стадии до цветения	Темп роста в среднем см/сутки в период максим. роста	Длина растения в см	Средний вес	
				початков главного стебля в г	всего растения в г
'Мандорфская'	30	4,3	146,2	157	584
'Славгородская 270'	20	2,6	139,7	153	550
'Браунер'	32	5,6	185,9	193	1008
'Боец'	30	2,9	201,7	256	1296

Опять наблюдаем, что длина растений, а также вес початков зависят от темпа роста в период от начала стеблевания до цветения. Если этот период короткий и темп роста небольшой, растение не достигает большой величины ('Славгородская 270'), и наоборот — при быстром темпе роста мы получаем высокие растения с большим весом зеленой массы и початков. Сорт 'Боец' представляет собой исключение. На его примере мы видим, насколько большое значение имеет равномерный рост в течение всей вегетации: благодаря равномерному, хотя и не очень большому темпу роста, растения этого сорта достигли значительной величины, превосходя в этом другие упомянутые сорта.

Из всего сказанного вытекает вывод о том, что для новых районов кукурузосеяния необходимы такие сорта и гибриды кукурузы, которые имели бы наряду с быстрым ходом развития ускоренный темп роста. Поэтому понятны попытки многочисленных исследователей ускорить темп роста кукурузы.

Ход развития и особенности роста разных сортов и гибридов кукурузы исследовались также и в 1963 г. в Институте земледелия Латвийской ССР в Скривери, студенткой-практиканткой нашей кафедры М. Юража, разрабатывавшей там свою курсовую работу.

В 1963 году опыты были заложены на пойменной низине берега реки Даугава. Почва — супесь, рН 6,5. Содержание гумуса 2,8%. Предшественник — кукуруза. В предыдущую осень (26 X 1962 г.) на опытном поле вывезен навоз из расчета 20 тонн на га и заделан в почву.

3 мая 1963 года проведена культивация, 6 мая внесены минеральные удобрения из расчета 4 ц/га суперфосфата и 3 ц/га калийной соли под культиватор. 9 мая проводилась маркировка поля и посев. До появления всходов проведено боронование, а 30 и 31 мая — рыхление междурядий. С 6—10 июня проведена прополка и рыхление мотыгой. Потом проведено прореживание, оставляя в каждом гнезде по 3 растения. Гнезда размещались 60×60 см.

Во время II стадии развития у большинства в опыте использованных сортов и гибридов была внесена подкормка в виде аммиачной селитры расчета 3 ц/га. После этого прово-

дилось повторное рыхление междурядий. В первую декаду июля повторно проведено рыхление мотыгой. В таблице 4 приводятся данные фенологических наблюдений, а также других показателей для использованных образцов кукурузы.

Таблица 3
Элементы структуры урожая кукурузы 1961 г.

Сорт или гибрид	Длина раст. в см	Початки гл. стебля			Вес 1 растения в г	В т. ч. вес листьев в г	Вес листьев в % от общего веса
		кол-во	вес	спелость			
1. Пундурис	128,1	2	136	полн.	695	225	32
2. Леяспурземсе 6	111,9	2	130	"	452	158	34
3. Леяспурземес 8	140,9	1,6	151	"	505	237	46
4. Леяспурземес 3	150,4	2	153	"	890	246	27
5. Мандорфская	146,2	2	157	"	584	176	30
6. Черновицкая 21	130,3	1,6	161	желт.	752	298	39
7. Омская 1	124,7	1,3	179	"	566	174	30
8. Московская 3	149,8	2	151	"	688	275	39
9. Скороспелка 2	185,1	1,3	133	"	771	270	35
10. Скороспелка 3	173,4	1,7	209	"	863	255	29
11. Буковинский 2	159,3	1,0	261	"	1003	277	27
12. Буковинский 1	197,9	1,4	220	"	1082	383	35
13. Славгородская 270	139,7	2	153	"	550	171	31
14. Померансманс	175,1	1,3	230	"	1155	326	28
15. Золотая пагода	201,3	2,6	303	мол. желт.	2114	637	30
16. Браунер	185,9	1,6	193	"	1008	321	31
17. Гудстер	175,6	1,4	185	"	1154	423	36
18. Боец	201,7	1,5	256	мол.	1296	426	32
19. Закарпатская желтая	215,0	2	166	"	1191	480	40
20. Саулайнская ранняя	196,0	2	236	м.-ж.	1259	473	37
21. Партизанка	198,5	2	232	мол.	1393	564	40
22. Чинавантино	175,2	2	87	зел.	640	274	42
23. Пионер 388	192,2	2	208	"	1398	521	37
24. Кингскрост КФ	192,0	1,3	148	мол.	823	243	29
25. ВИР-25	205,8	1,4	235	"	1426	376	26
26. ВИР-355	190,9	1,7	344	"	1637	579	36

Из данных таблицы 4 видим, что среднеранние и среднепоздние сорта и гибриды кукурузы взошли несколько раньше, чем ранние. Это свидетельствует об их способности прорастать при более низких температурах. Например, 'Воронежская 80', 'Воронежская 6', 'Воронежская 3', 'Гудстер 601', 'Гудстер 603', 'Лимбургская 615', К-38, К-62, К-42 и др.

Уже с самого начала развития ранняя кукуруза развивалась быстрее и обгоняла более поздние сорта и гибриды, хотя по темпу роста отличалась мало.

Между различными сортами и гибридами наблюдалась большая разница в отношении продуктивности, хотя по длине вегетационного периода некоторые из них были весьма близки. Так, у пяти из них — 94×95, ИНРА-416, Голден Бьюти, g-e и

Особенности роста и развития различных сортов, гибридов и линий в опытах 1963 г. в Скривери

Сорт, гибрид или линия	Всходы	Цветение		Дней от всход. до початка	II+III стад. в дн.	Урожай ц/га*			Кормов.* ед- ниц с га	Характеристика образца
		метелки	початка			зеленой массы	сухого в-ва	в т. ч. сухого з-ва зерна		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Воронежская 80 (станд.)	29 V	23 VII	3 VIII	66	41	219,9	71,5	18,2	6991	ж. кремнистая, исполь. Скриверская репродукц.
2. 94×95	1 VI	23 VII	26 VII	55	39	150,1	50,7	7,0	4545	ж. кремнистая, получена из ВИР-а, Скриверская репр.
3. ИНРА 416	1 VI	19 VII	26 VII	55	34	184,2	58,2	9,6	5333	ж. кремн.-зубов. Скривер- ская репродукция
4. Воронежская 6	29 V	19 VII	1 VIII	64	37	128,4	47,0	14,7	4786	ж. кремнист. отобрана в Скривери из ВИР
5. Воронежская 3	29 V	22 VII	1 VIII	64	37	147,0	42,3	2,8	3578	„ „ „
6. Баденская желтая 3	29 V	22 VII	1 VIII	64	37	157,3	43,3	—	3467	ж. крем. из коллекции ВИРа, Скриверск. репр.
7. Рапийский гибрид	1 VI	23 VII	4 VIII	65	32	62,8	19,7	—	1574	ж. белая кремн. получ. из Эст. ССР
8. Гоудстер	31 V	22 VII	3 VIII	65	35	147,1	46,9	—	3752	ж. кремн-зубов. из кол- лекц. ВИР, Скриверская репр.
9. Гоудстер 601	27 V	23 VII	3 VIII	67	37	140,2	45,9	2,3	3752	„ „ „

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10. Гoudстер 603	28 V	23 VII	3 VIII	66	38	128,2	42,7	3,6	3663	ж. кремн.-зубов. из кол- лекц. ВИР Скриверская репр. (оба отобраны из коллек- ции ВИРА)	
11. Лимбургская 615	27 V	22 VII	25 VII	60	38	214,9	58,5	31,0	6845	ж. кремн.-зубовидн., получ. из ВИР, Скрив. реп. (отобрана в Скриве- рах из полученной из ВИРА)	
12. Шиндельмейзер	30 V	25 VII	1 VIII	63	36	248,1	75,1	9,1	6638	ж. кремн. выведена в Германии. Скривер. репр.	
13. Неретский гибрид	31 V	23 VII	1 VIII	62	35	107,6	31,8	1,7	2668	ж. кремн. выведена в Не- ретской ср. школе	
14. Ранницкий гибрид	31 V	23 VII	27 VII	57	35	68,8	25,5	3,7	2298		
15. Голден Майн	1 VI	25 VII	1 VIII	61	38	112,0	34,4	7,1	3252	ж. сахарная, Канадский сорт	
16. Голден Бьюти	1 VI	23 VII	26 VII	55	38	215,8	69,6	28,3	7548	" " "	
17. К-38	29 V	23 VII	26 VII	58	47	168,2	59,2	15,0	5784	ж. кремн. получена из Канады	
18. К-42	29 V	23 VII	1 VIII	63	41	117,7	42,5	7,7	3938	ж. кремн. получена из Канады Скриверск. ре- продукц.	
19. К-62	29 V	24 VII	1 VIII	63	41	189,6	59,5	13,8	5727	" " "	
20. 38-1-5	29 V	23 VII	27 VII	58	42	138,8	43,5	13,9	4446	" " "	
21. 42-13	31 V	23 VII	1 VIII	62	38	166,6	53,2	15,2	5309	" " "	
22. g — 3	31 V	23 VII	27 VII	58	39	133,5	41,8	9,2	3993	ж. кремн. получена в Гер- мании Скриверск. репр.	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
23. g — 10	31 V	25 VII	1 VIII	62	39	193,1	47,3	10,7	4529	ж. кремн. плуч. в Германии. Скриверская репродукц.
24. g — 14	30 V	26 VII	1 VIII	63	40	203,5	72,5	15,5	6881	„ „ „
25. g — 15	31 V	26 VII	1 VIII	62	39	124,8	25,3	—	2022	„ „ „
26. W — 85	31 V	27 VII	3 VIII	65	39	73,6	15,9	—	1273	ж. кремнистая из США Скриверская репродукц.
27. P — J — 1	31 V	29 VII	3 VIII	65	39	252,1	71,5	17,7	6958	ж. кремн. изкол. ВИРа
28. g — e	1 VI	25 VII	26 VII	55	39	145,7	50,9	21,0	5543	ж. зубовидная из Канады
29. K-389	30 V	23 VII	27 VII	58	40	195,7	70,0	25,1	7351	ж. кремн. местная из Полесья
30. Китайская желтая	1 VI	30 VII	1 VIII	61	45	228,9	61,2	12,3	5757	ж. зубовид. получ. из Китая
31. Хуанси — Кунак	1 VI	29 VII	1 VIII	61	38	248,8	77,6	21,6	7717	ж. зубовид. получ. из Китая
32. Бощёбутская	30 V	25 VII	1 VIII	63	40	203,8	63,5	19,8	6463	ж. зубовид. получ. в Югославии
33. Ранняя-7	30 V	27 VII	3 VIII	66	36	277,6	82,4	21,3	8084	ж. зубовид. получ. в Голландии
34. СВ-47	31 V	29 VII	1 VIII	62	46	216,4	66,5	20,3	6742	ж. кремн. зубовид. получ. в Голландии
35. Белоярое пшено	31 V	19 VII	20 VII	51	34	46,7	15,6	4,0	1528	т. краси. кремнист. местная Сибирская
36. Средне-ранняя 23	30 V	27 VII	3 VIII	66	40	186,7	51,8	12,1	4986	ж. кремнист, вывел. в Голландии. Скрив. репр.
37. Стерлинг	30 V	29 VII	5 VIII	68	47	241,1	63,3	7,1	5600	бел. зубовиди.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
38. Черновицкая 21 (лин.)	31 V	26 VII	1 VIII	62	33	144,0	39,8	7,5	3709	ж. зубов. вывед. в Черно- вицкой сел. ст., самая ранняя лин. СССР
39. ВИР-26 (линия)	31 V	3 VIII	10 VIII	71	неопр.	142,6	27,8	0,4	2252	бел. зубовидн. получена из Молдавского ин-та с/х
40. ВИР-27 (линия)	1 VI	3 VIII	3 VIII	64	„	120,2	25,1	4,6	2330	„ „
41. ВИР-44 (линия)	30 V	3 VIII	8 VIII	70	„	152,6	29,8	4,1	2671	ж. кремн. „
42. ВИР-44 (линия) ранняя	30 V	30 VII	3 VIII	66	46	179,6	47,9	8,3	4413	„ „
43. К-11522	30 V	19 VII	23 VII	54	неопр.	129,6	49,3	16,8	5120	ж. кремнист. местная Са- халинская
44. К-106 (линия)	31 V	30 VII	3 VIII	64	„	121,6	32,4	3,7	2851	ж. зубовидн. получена из США
45. V — 3 (линия)	4 VI	5 VIII	8 VIII	65	„	13,3	3,7	—	296	„ „ „
46. Гибр. 26×44	28 V	1 VIII	3 VIII	67	49	293,3	66,3	5,7	5703	ж. зубовидн. из Молдав- ского ин-та с/х-ва
47. Гибр. 44×26	31 V	1 VIII	3 VIII	64	неопр.	274,9	67,0	7,5	5885	„ „ „
48. Гибр. 44×11	30 V	1 VIII	3 VIII	66	47	280,5	59,2	4,5	5051	„ „ „
49. Английская белая	31 V	23 VII	26 VII	56	39	329,4	111,2	20,6	10385	ж. белая кремнист. полу- чена из коллекции ВИР, Скриверская репродукция
50. Лимбургская	30 V	23 VII	27 VII	58	40	268,5	82,8	15,7	7723	ж. зерная, кремн.-зубов. получена из ВИР Скриверская репродукц.

*) Данные урожайности получил научный сотрудник Ин-та земледелия тов. А. Я. Лукша, после окончания срока студенческой практики студ. М. Юража.

'Английская белая' — характерно, что продолжительность II и III стадии у 3-х из них была 39 дней, у ИНРА-416 — 34 дня и у 'Голден Бьюти' — 38. Если сравним полученный от них урожай зеленой массы и початков, то видим, что 'Английская белая' имеет перед другими большие преимущества. Это свидетельствует о том, что она в данных условиях могла более полно проявлять свои потенциальные способности. Более того, 'Английская белая' по урожайности превзошла даже более поздние сорта и гибриды — такие, у которых период от всходов до цветения был 60 и более дней.

Данные таблицы 4 показывают, что наиболее высокие урожаи зеленой массы и початков, а также кормовых единиц дали следующие сорта и гибриды: 'Воронежская 80', 'Шинделмейзер', 'Лимбургская', g-14, PJ-1, K-389, 'Хуанси-кунак', 'Бокее-бутская', 'Ранняя 7', СВ-47, 'Английская белая', 'Лимбургская 615'. Больше сухого вещества початков дали 'Лимбургская 615', 'Голден Бьюти', K-389, g-e, 'Хуанси-кунак', 'Ранняя 7', СВ-47, 'Английская белая', 'Боцеёбутская', 'Воронежская 80'. Неплохие урожаи початков дали также 'Лимбургская', g-14 и PJ-1, которые отличались достаточно высокими урожаями как зеленой массы, так и кормовых единиц с га. Таким образом, преимущественным оказались среднеранние сорта и гибриды кукурузы, которые имели достаточно быстрый темп роста. 'Английская белая' имела самый короткий период от всходов до цветения, однако, благодаря мощному темпу роста она образовывала не только большую зеленую массу, но и достаточно большой урожай початков, занимая по урожаю кормовых единиц, первое место из всех испытанных образцов. Интересно сравнить между собой отмеченные по урожайности 'Шинделмейзер' и 'Ранняя 7'. Всходы у них появились одновременно — 30. V. Цветение у 'Шинделмейзера' началось через 63 дня после всходов, а у 'Ранней 7' — через 66 дней. Продолжительность II и III стадий развития у них одинаковые — 36 дней. По урожаю зеленой массы эти оба сорта были приблизительно одинаковы, но значительно различались как по развитию женских соцветий во время цветения, так и по темпу созревания початков, поэтому урожай початков этих сортов резко различается. Как уже указывалось в наших прежних работах (Мауриня, 1957; Маурица, 1960), у тех сортов кукурузы, у которых во время цветения главный (верхний) початок больше по размерам и содержит больше сухого вещества, значительно лучшего развития достигли также под ним лежащие нижние початки, созревание початков происходит также быстрее и полученный урожай спелых початков больше. Иначе обстоит дело с такими сортами и гибридами, которые до цветения образуют большой по размерам и количеству цветков зачаток початка, но содержание сухого вещества

в нем меньше. Такой початок и после оплодотворения продолжает медленный рост и до осени не созревает.

Для новых районов кукурузосеяния очень важно использовать (из имеющихся), а также вывести новые сорта и гибриды с таким сочетанием продолжительности стадий развития и темпов роста, чтобы обеспечивался одновременно как высокий урожай зеленой массы, так и початков. Опыт лучших совхозов и колхозов республики доказывает, что это вполне возможно, используя среднеспелые сорта и гибриды, выращенные в южных районах нашей Родины. Мы склонны думать, что результаты будут еще лучше, если будут выведены сорта и гибриды кукурузы, специально пригодные для почвенных и климатических условий нашей республики.

Выводы

1. Исследованные сорта, гибриды и линии кукурузы значительно различаются как по скорости развития, так и по темпу роста.

2. Большие урожаи зеленой массы и початков образуют те сорта и гибриды кукурузы, у которых после относительно длительной I стадии развития быстро протекают последующие стадии развития, благодаря чему растения во-время зацветают и успевают созреть початки. Одновременно с быстрым темпом развития у таких сортов и гибридов должен быть также мощный рост.

3. Хорошие результаты могут давать не только сорта с быстрым скачкообразным темпом роста на некоторых из стадий развития, но и такие, у которых темп роста менее быстрый, но протекает выровненно во весь вегетационный период.

4. При выведении новых сортов и гибридов кукурузы важно достичь такого сочетания процессов роста и развития, чтобы растение не только образовывало большую вегетативную массу, но дало и хороший урожай зрелых початков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балюра В. И. Чему учит опыт возделывания кукурузы и черноземной полосе в 1955 г. Земледелие, № 12, 1955.

2. Балюра В. И. Вегетационный период кукурузы в нечерноземной полосе. Вестн. с-х. науки, № 4, 1959.

3. Балюра В. И. Площадь листьев и густота стояния растений. Кукуруза, № 6, 1960.

4. Вейдеман М. Г. Микроморфологическое исследование колосков ржи и пшеницы. Записи Л-дского с/х института, 1931.

5. Заблуда Г. В. Влияние условий роста и развития на морфогенез и продуктивность хлебных злаков. Агробиология, № 1, 1948.

6. Гжесюк С. Развитие зачаточной метелки у проса. Зап. Ленинградского с/х ин-та, вып. 9, 1955.
7. Капитанова Т. А. Влияние длины дня и качества света на вегетационный период и урожай кукурузы. Вестник с/х науки, № 8, 1960.
8. Козловский В., Гайлитис Э., Лукша А. Биологические особенности и агротехника возделывания кукурузы. Сб. ст. Вырастим высокий урожай кукурузы. ЛГИ, 1961.
9. Куперман Ф. М. Биологические основы культуры пшеницы, часть II. Изд. МГУ, 1953.
10. Куперман Ф. М., Дворянkin Ф. А., Ростовцева З. П., Ржанова Е. И., Капитанова Т. А. Этапы формирования органов плодоношения злаков, т. I. Изд. МГУ, 1955.
11. Куперман Ф. М., Лучшев А. А., Шульгин А. М. Некоторые закономерности развития и роста кукурузы в новых районах ее возделывания. Изв. АН СССР, сер. биол., № 4, 1956.
12. Куперман Ф. М. О закономерностях стадийных, возрастных и органообразовательных процессов и их взаимосвязях в жизненном цикле высших покрытосемянных растений. В сб. Итоги и перспективы исследований развития растений. М.—Л., 1959.
13. Лобочкая Л. И. Вопросы методики селекции гибридной кукурузы в условиях средней полосы БССР. Автореферат канд. диссертации. Минск, 1962.
14. Мауриня Х. А. Развитие колоса озимой ржи и накопление сухого вещества в нем. Тр. Латв. Сельскохозяйственной академии, т. IV, 1955.
15. Мауриня Х. А. Ход развития некоторых сортов и гибридов кукурузы в Латвийской ССР. Агробиология, № 5, 1956.
16. Мауриня Х. А. Развитие генеративных органов кукурузы. Тр. Латв. Сельхоз. академии, I, VII, 1957.
17. Новиков В. А. Некоторые особенности стадийного развития растений и образование новых форм у хлебных злаков. Изв. АН СССР, сер. биол., № 4, 1953.
18. Новиков В. А. Третья и четвертая стадии развития расчленил. Записки Л-дского с/х ин-та, вып. II, 1956.
19. Рубин Б. А., Андреев С. С. Некоторые вопросы физиологии кукурузы. Вестник с-х. науки, № 7, 1958.
20. Соколов Б. П., Домашнев П. П. К вопросу о классификации кукурузы по длине вегетационного периода. Кукуруза, № 11, 1962.
21. Шевелуха В. С. Условия внешней среды и урожай. Кукуруза, № 4.
22. Eihe E., Lucāns J., Beļikova A. Kukurūzas audzēšana Latvijas PSR apstākļos. LVI, 1955.
23. Gilmor E. C. and Rogers J. S. Heat Units as a Method of Measuring Maturity in Corn. «Agronomy Journal», T. 50, № 10, США, 1958.
24. Grinblats G. Kukurūzas audzēšanas pieredze. LVI, 1958.
25. Grzesiuk Stanisław. Morfologiczne wskaźniki stadium świetlengo u kukurydzy. Zeszyty naukowe wyższej Szkoły rolniczej w Olsztynie. Nr. 2, 1957.
26. Grzesiuk Stanisław. Sojka Eugeniusz. Rozwój kwiatostanu oraz reakcja fotoperiodyczna łubinu żółtego (*Lup. luteus* L.). Zeszyty Naukowe Wyższej szkoły Rolniczej w Olsztynie, t. 8, Nr. 58, 1958.
27. Harper J. Problems involved in the extension of maize cultivation into northern temperate regions. «World Crops». США, т. 7, № 3, 1955.
28. Jones D. F. and Huntington E. The adaptation of corn to climate. Journal of the American Society of Agronomy, т 27, № 4, 1935.

29. *Lukša A.* Kukurūzas audzēšanas izmēģinājumu rezultāti Daugavpils lupīnas atbalsta punktā. R. krāj. Kukurūza Pad. Latvijā, LVI, 1960.
30. *Lucāns J.* Kukurūzas audzēšanas rezultāti LLA māc. un pētīj. s-bā «Vecauce» no 1954. līdz 1959. gadam. R. krāj. Kukurūza Pad. Latvijā, LVI, 1960.
31. *Mauriņa H.* Vide un augu attīstība. LVI, 1960.
32. *Roze K.* Kukurūzas augšanas un attīstības tempu paātrināšanas iespējas PSR apstākļos. Latv. PSR ZA Vēstis, Nr. 3, 1960.
33. *Zariņš J.* Kukurūza un tās audzēšana Latvijas PSR apstākļos. LVI, 1956.

Э. СВИМПУЛЕ

ДИНАМИКА ПОГЛОЩЕНИЯ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ОНТОГЕНЕЗЕ КУКУРУЗЫ

Выдающийся физиолог растений К. А. Тимирязев (1948) еще 1897 году указывал, что для получения хорошего урожая, нужно «прежде всего, конечно, знакомство с потребностями растений и умение их удовлетворить» (стр. 45). В области минерального питания растений, несмотря на большое количество проведенных работ, физиологам еще предстоит многое выяснить и изучить. Связи с химизацией сельского хозяйства необходимость исследовать потребности растений в минеральных элементах возрастает. Можно полагать, что при нормальном развитии потребности растений в определенных биогенных элементах являются довольно постоянными (Демолон, 1961) и изменяются в зависимости от вида растений, внешних условий и физиологического состояния растений. Как отмечает З. И. Журбицкий (1961), потребность растений в различных элементах минерального питания во время вегетации может также значительно изменяться от условий роста и развития различных органов.

Выявление оптимальных соотношений элементов минерального питания в течение отдельных этапов вегетационного периода сельскохозяйственных растений — одна из ближайших задач физиологов растений.

В условиях Латвийской ССР кукуруза сравнительно новая культура. Для получения плановых урожаев важно изучить динамику поглощения ею основных питательных элементов. Этот вопрос представляет интерес и с теоретической точки зрения, поскольку изменяя условия корневого питания, можно в значительной степени влиять на другие физиологические процессы растений.

На кафедре физиологии растений ЛГУ им. П. Стучки начиная с 1961 года ведутся исследования по изучению динамики поглощения азота, фосфора и калия кукурузой в онтогенезе. Опыты проводились в водных культурах на питательной смеси Кнопа с кукурузой сорта 'Минусинка'. За ростом и развитием растений следили не только по измерениям длины растений, но и по морфологическим изменениям точки роста и зачаточных генеративных органов (Куперман, 1962). В конце каждой стадии* раствор менялся и определялось количество

оставшегося в нем NO_3 колориметрическим методом с дисульфобензойной кислотой, P_2O_5 по Дениже (вариант Шмука и Курило) (Агрохим. мет. иссл. почв 1960) и K_2O кобальтнитритным методом (модификация Ринкиса) (Rinķis, 1961)). Поглощение N, P и K, рассчитана на миллилитр объема корней в сутки, что мы называем интенсивностью поглощения элементов.

Таблица 1.

Интенсивность поглощения N, P, K кукурузой в онтогенезе
(в мг элемента на мл объема корней)

Стад. развития*	N	P	K
I 19 VI — 26 VI	0,61±0,016	1,02±0,070	2,37±0,060
II 27 VI — 14 VII	0,50±0,014	0,09±0,023	0,81±0,023
III 15 VII — 27 VII	0,56±0,026	0,27±0,005	0,97±0,039
IV 28 VII — 14 VIII	0,38±0,019	0,17±0,012	0,39±0,022
цвет. 15 VIII — 28 VIII	0,57±0,010	0,21±0,018	0,51±0,034
после цвет. 29 VIII — 17 IX	0,31±0,020	0,10±0,008	0,27±0,023

- * I стад. развит. — дифференциация стебля и закладка листьев,
 II стад. развит. — дифференциация соцветий,
 III стад. развит. — макро- и микроспорогенез,
 IV стад. развит. — гаметогенез (Куперман 1962).

Из таблицы 1 видно, что самая высокая интенсивность поглощения N, P и K кукурузой наблюдается во время дифференциации стебля и листьев (I стадия развития). Если сравнить интенсивность поглощения отдельных элементов, то видно, что интенсивнее всего в это время растения поглощают K — в два раза больше чем P и почти в четыре раза больше чем N. Во время второй и третьей стадий развития поглощение K и N остаются на довольно высоком уровне, интенсивность поглощения K также превышает интенсивность поглощения N. Во время образования гамет (IV стадия) уровень интенсивности поглощения N и K заметно снижается и выравнивается. Во время цветения наблюдается небольшой подъем интенсивности поглощения всех основных элементов питания (N, P, K) причем N в большей степени чем K; эта тенденция сохраняется и после цветения. В этот период интенсивность поглощения P составляет $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$ по отношению к K.

Однако динамика поглощения какого-либо элемента минерального питания, в пересчете на объем или вес корней, еще не дает нам достаточного представления о потребностях растений в этом элементе, поскольку у молодых растений почти вся поверхность корней поглощает питательные вещества, а у более старых только 20—30% всей поверхности корней состав-

ляют рабочую поглощающую поверхность (Колосов, 1962). Ниже в таблице 2 приводим данные поглощения элементов минерального питания одним растением.

Из приведенных данных видно, что количество поглощенного кукурузой N, P, K на одно растение в сутки в течение вегетации увеличивается, за исключением второй стадии в которой наблюдается снижение поглощения P. Резкий подъем в поглощении N, P и K наблюдается во время формирования генеративных органов кукурузы (III и IV стадия). Самое большое количество N, P, K в сутки кукуруза поглощает во время цветения, когда наиболее интенсивно проходят основные физиологические процессы.

Таблица 2.

Количество поглощенного кукурузой N, P, K
(в мг на одно растение)

Стад. развит.	N		P		K	
	в сутки	за стадию	в сутки	за стадию	в сутки	за стадию
I	0,74	6,66	1,24	11,16	3,07	27,63
II	2,43	46,15	0,40	7,65	3,89	73,91
III	10,30	133,90	4,99	64,87	17,97	233,61
IV	16,98	305,62	7,62	137,16	17,49	314,82
цвет.	27,12	379,68	10,08	141,12	24,71	345,94
после цвет.	20,54	410,80	6,80	136,00	17,92	358,40

Количество поглощенного растением кукурузы N, P, K во время отдельных стадий в течение вегетации увеличивается (график 1, таблица 2). Если сравнить количество поглощенных N, P, K, то видно, что до образования тетрад (первые четыре стадии) кукуруза поглощает больше K чем N, только во время цветения и после него количество поглощенного N превышает количество K. Количество же поглощенного P является наименьшим.

Наши результаты получены в условиях водных культур, но возникает вопрос насколько эти закономерности сохранятся при выращивании растений в почве? Согласно литературным данным растения кукурузы, выращенные как в условиях водных так и в почвенных культурах в начале вегетации усваивают больше K чем N (Линник 1961, Колесник 1941, Куздин и др. 1961, Журбицкий 1962, Sayge 1948). Однако, некоторые авторы (Подвалкова 1958) высказывают предположение, что критический период в отношении поглощения калия наблюдается несколько позже по сравнению с азотом и фосфором. По-видимому, усиленное поглощение калия кукурузой в начале вегетации связано с особенностями роста кукурузы и физиологическим значением калия.

Известно, что калий участвует в углеводном обмене растений: повышает интенсивность фотосинтеза (Дорохов 1964), способствует образованию большей поверхности листьев (Головко 1955) и усиливает отток ассимилятов в корни (Леонтьева и Анисимов 1964). Усиленный приток ассимилятов, по-видимому, вызывает и усиленное поглощение минеральных веществ и в первую очередь азота. Калий имеет важное значение в обмене белковых веществ, при недостатке калия наблюдается накопление свободных аминокислот в тканях растений (Дадыкин и Игумнова 1956, Пешков и др. 1957). По данным А. Л. Курсанова (1962) калий участвует в энзиматической реакции образования амидов, в трансминировании и в синтезе пептидных связей.

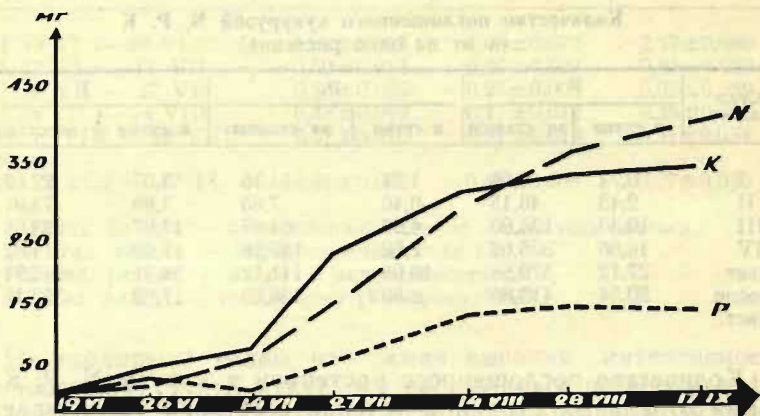


График № 1.
Динамика усвоения N, P, K кукурузой в онтогенезе.

Можно полагать, что в начале вегетации у кукурузы идет сравнительно интенсивно углеводный обмен, но синтез белков в связи с замедленным ростом тормозится. Поэтому и растения в первые периоды поглощают больше калия чем азота. Это подтверждается наблюдениями Ю. С. Карпилова (1961), когда при усиленном питании кукурузы азотом в начале вегетации последний оказывал даже отрицательное действие на развитие растений. Кроме того роль калия в обмене веществ увеличивается при пониженных температурах (Керимов и Рустамбеков 1946), поэтому калийное питание растений в северных районах приобретает большое значение. Особенно велика роль калийных удобрений в холодные и дождливые годы с малым числом солнечных дней (Russel 1928, Hart 1949).

По-видимому, в условиях Латвийской ССР следует обратить внимание на обеспечение потребностей растений в калии,



—K

+K

K

Фотография 1. 'Минусинка', — K — растения без калия в начале вегетации, +K — с дополнительным содержанием калия, K — контроль.



K

+K

Фотография 2. 'Буковинский-3' K — контрольные растения, +K — растения с дополнительным содержанием калия в питательной смеси в начале вегетаций.

что особенно важно для такой теплолюбивой культуры как кукуруза.

В соответствии с изложенным, нами исследовалось влияние повышенного содержания калия в питательной смеси на рост и развитие кукурузы в первые периоды вегетации. Наблюдения показали, что в этих условиях растения образовали более длинные и широкие листья, также имели большее содержание хлорофила (фотография 1 и 2). Согласно данным получены с повышенной дозой калийных удобрений в полевых опытах. Растения в этом случае содержали больше калия, а в урожае вес початков был на 11% больше, листьев на 16% и длина растений была больше на 27 см по сравнению с контрольными растениями.

Из полученных данных можно сделать выводы:

1. В первые периоды развития кукурузы (во время формирования стебля и листьев, происходит наиболее интенсивное поглощение азота, фосфора и калия, за тем наблюдается снижение и вновь возрастает во время цветения.

2. Соотношение поглощенного кукурузой количества азота, фосфора и калия на разных стадиях развития различное. В начале вегетации растения поглощают больше калия, чем азота, а во время и после цветения больше азота чем калия.

3. Количество поглощенного растением кукурузы фосфора составляет примерно $\frac{1}{3}$ по отношению к калию, за исключением второй стадии, когда наблюдается снижение поглощения фосфора.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Агрохимические методы исследования почв, М 1960.
2. Биологический контроль в сельском хозяйстве. Под ред. Куперман М. Ф. М 1962.
3. Головки Д. М. Влияние калийного питания на рост и продолжительность жизни листьев подсолнечника. Физ. раст. т. 2, вып. 2 1962.
4. Дадыкин В. П. и Игумнова З. С. Содержание свободных аминокислот в молодых растениях пшеницы при изолированном питании. Физ. раст. т. 3, вып. 5 1956.
5. Демолон А. Рост и развитие культурных растений. М 1961.
6. Дорохов Л. М. О связях минерального питания с фотосинтезом растений. Сб. Роль минеральных элементов в обмене веществ и продуктивности растений. М 1964.
7. Журбицкий З. И. Физиологическая характеристика минерального питания растений. Изв. АН СССР 6, 1961.
8. Журбицкий З. И. Теоретические основы применения азотных удобрений, Изв. АН СССР 5, 1962.
9. Карпилов Ю. С. Об изменениях требований кукурузы к азотному питанию в онтогенезе в связи с особенностями обмена веществ, Тезисы докладов конференции. Корневое питание в обмене веществ и продуктивности растений. 1961.

10. Керимов А. Д. и Рустамбеков М. Р. Влияние К и Р на синтез азотистых веществ при разных температурах. Докл. АН Азерб. ССР т. 2, 7, 1946.
11. Колосов И. И. Поглощительная деятельность корневых систем растений, М 1962.
12. Колесник И. А. Некоторые вопросы повышения урожайности кукурузы, Опытная агрономия 1, 1941.
13. Куздин Ю. К., Чернявская Н. А., Тржецесская Э. К., Гончарова Н. Н. Питание кукурузного растения. Кукуруза 1, 1964.
14. Курсанов А. Л. Метаболизм первичной ассимиляции ионов и теория клеточных переносчиков. Изв. АН СССР 5, 1962.
15. Линник Э. Ф. Из практики возделывания кукурузы в США. Кукуруза 2, 1962.
16. Леонтьева А. Н. и Анисимов А. А. К вопросу о влиянии калия на передвижение ассимилятов. Сб Роль минеральных элементов в обмене веществ и продуктивности растений, 1964.
17. Подвалкова И. А. Потребность яровой пшеницы в азоте, фосфоре и калии на разных стадиях развития, 1958 (Диссертация).
18. Пешков Б. П., Ивачко Ш., Антонова Г. В. Влияние условий питания на содержание свободных аминокислот в листьях фасоли. Докл. АН СССР т. 117, 6, 1957.
19. Тимирязев К. А. Физиология растений как основа рационального земледелия. Избр. соч. 1948.
20. Hart S. Plant and Soil. 1, 3, 1949.
21. Riņķis J. LPSR ZA Vēstis 2, 1961.
22. Russel E. J. Ernährung der Pflanzen 1928.
23. Sayre J. D. Plant Physiology, 23, 3, 1948.

В. ЭГЛИТ, И. ЗВАЙГЗНИТЕ

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ НА СОДЕРЖАНИЕ САХАРОВ В ПЕРИОД ОБРАЗОВАНИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ

Кукуруза распространена в очень различных по климатическим условиям районах, поэтому естественно, не должно быть шаблонного подхода к задачам ее выращивания. Если в южных районах Советского Союза кукурузу в основном возделывают на зерно, то в средней полосе ставится задача получения силосной массы, а где это возможно — початков молочно-восковой и восковой спелости. Возделывание кукурузы в новых районах, изменившееся направление в использовании ее урожая поставили задачу разработки и применения наиболее пригодных в каждом районе агротехнических приемов. Разработка этих методов будет наиболее успешной только в случае знания биологических особенностей кукурузы, ее физиологии, требований к комплексу внешних условий, реакции на их изменение.

Для Латвийской ССР кукуруза является сравнительно новой культурой. Это вызывает необходимость серьезных исследований биологии, физиологии, агротехники кукурузы в условиях Латвийской ССР.

Как известно, процесс индивидуального развития растений характеризуется рядом периодов или стадий, во время которых растения изменяют свои требования к внешней среде. Только при наличии полного комплекса необходимых условий в каждом периоде обеспечивается нормальное, исторически сложившееся, характерное для данного вида, развитие растений.

В настоящее время многие исследователи в онтогенезе различают пять стадий развития, которые, в свою очередь, состоят из ряда этапов. (Куперман Ф. М. и Ржанова Е. И., 1963 г. и др.). Наиболее изучены первая и вторая стадии онтогенеза, наименее — пятая. До сих пор является спорным вопрос о границах третьей и четвертой стадии. (Новиков В. А. 1956 г., Куперман Ф. М. и Ржанова Е. И. 1963 г.). Некоторые авторы высказывают сомнения вообще о существовании третьей стадии развития (Разумов В. И., 1961 г.).

Руководствуясь данными, обобщенными Куперман Ф. М. и

Ржановой Е. И. (1963), Мауриня Х. А. (Maugira H., 1960), Новиковым В. А. (1956 г.), Разумовым В. И. (1961 г.) о третьей и четвертой стадиях развития, можно вкратце сказать следующее.

Во время третьей стадии происходит дифференциация цветка и формирование пыльников и завязей. В этот период повышается чувствительность растений к спектральному составу света, увеличивается требование к повышенным температурам, снижается требование к длине дня, изменяются требования к некоторым химическим элементам, в том числе и к микроэлементам.

Четвертая стадия начинается с появлением в первых цветках соцветия тетрад материнских клеток пыльцы и продолжается до цветения (Новиков В. А., 1956 г.). Этот период характеризуется чувствительностью к недостатку влаги в почве и воздухе, повышенными требованиями к интенсивности света, к калийному питанию и некоторыми другими показателями.

Накопленных до настоящего времени физиологических и биохимических данных еще недостаточно для полного обоснования специфики требований растений в данные периоды развития. Этим, повидимому, и объясняется существующее некоторое противоречие во мнениях специалистов.

Изменение внешних условий влечет за собой изменение физиологических процессов, хода развития растений, биохимического состава. В зависимости от изменений площади питания растений (при различной густоте посева) изменяется целый комплекс внешних условий, воздействующих на растения. В каждом частном случае существует оптимальная густота стояния и способ расположения, зависящие от особенностей роста и развития данного растения в рассматриваемой среде. По А. Демалону (1961 г.) оптимальная густота посева зависит от нормального развития корневой системы выращиваемого растения, от снабжения его водой и минеральными веществами. А. С. Оканенко (1954 г.), А. А. Ничипорович с сотрудниками в целом ряде своих работ (1961 г. и др.), В. И. Балюра (1963 г.) и др. установили, что определение оптимальной густоты посевов в конкретных условиях является одним из важных условий для обеспечения максимальной продуктивности фотосинтеза, а в конечном счете и величины урожая.

Основным продуктом фотосинтеза являются углеводы. Изучение динамики углеводного обмена представляет интерес как с теоретической, так и с практической точек зрения. Тем не менее, изменения углеводного обмена в онтогенезе и, особенно, в зависимости от густоты стояния изучены сравнительно мало. Результаты исследований нередко противоречивы. Поэтому уверенно говорить о каких-либо общих закономерностях пока нельзя.

У кукурузы основным запасным веществом являются углеводы. В практике сельского хозяйства в условиях нашей республики иногда определяется содержание сахаров и крахмала при уборке урожая (Федоров А. 1960 г., Лушка А. 1960 г. и др.). Данные же по содержанию углеводов на более ранних стадиях развития, также как и в различных по густоте посевах, найти не удалось.

В нашей работе мы сделали попытку, не вычлняя из общего комплекса условий какой либо фактор, проследить влияние густоты посева на содержание сахаров в период образования генеративных органов.

Работа проводилась в 1961 г. совместно с кафедрой Растениеводства Латвийской сельско-хозяйственной академии в учебно-опытном хозяйстве «Вецауце» Добельского района.

Использовался двойной межлинейный гибрид кукурузы ВИР-25, выведенный Всесоюзным институтом растениеводства и принадлежащий к группе среднепоздних сортов и гибридов (Калинин М. С., 1960 г.).

Сумма эффективных температур (выше 10°C), необходимая для достижения фазы молочно-восковой спелости для гибрида ВИР-25 в условиях Латвии, должна быть от 1900 до 2000 $^{\circ}\text{C}$. В южных районах республики сумма эффективных температур в среднем составляет 1800 $^{\circ}\text{C}$, а в северных районах — 1600 $^{\circ}\text{C}$ (Козловский В., 1960). Значит для полного вызревания среднепозднего гибрида ВИР-25 в Латвии тепла недостаточно. Тем не менее, по данным Я. Луцана (1960 г.) из 45 сортов и гибридов в районах юга и юго-запада республики лучшими оказались гибриды ВИР-25 и 'Буковинский-3'. Гибрид ВИР-25 независимо от условий погоды дает стабильные урожаи (91,9—99,6 ц/га сух. вещества, что составляет 7370—7990 кормовых единиц), достигая фазы молочной спелости, а в неблагоприятные годы — формирования зерна. Аналогичные данные в условиях нашей республики получены и другими исследователями.

Семена ВИР-25 пригодны для раннего посева, т. к. способны прорасти при пониженной температуре (Онорин П. М., 1960 г.). Поражение болезнями растений ВИР-25 незначительное (Федорова А., 1961 г.). Гибрид ВИР-25 рекомендован как один из лучших для районирования в Латвии. Несмотря на это, многие вопросы агротехники, в том числе и наиболее целесообразное количество растений на гектар, требуют дополнительного изучения (Козловский В., 1960 г.).

Кукуруза высевалась на ровном по рельефу участке с дерново-карбонатной суглинистой почвой; реакция почвы нейтральная. В соответствии с ранее полученными данными

об оптимальных сроках посева для западных и южных районов республики (Луцанс Я., 1960 г., Креслинь А., Гайлитис Э., 1960 г. и др.) и об оптимальной глубине заделки семян на подобных почвах (Сидоров Ф. Ф., 1960 г., Кузьян З. Г., 1960 г., Козловский, 1960 г. и др.), посев был произведен 18 мая с глубиной заделки семян 4—6 см. Кукуруза высевалась квадратно-гнездовым способом при расстоянии между гнездами 60×60 см. в двух вариантах: редкий посев — по 2 растения в гнезде (кв-2) и густой посев — по 5 растений в гнезде (кв-5). В каждом варианте было четыре повторности. Величина участка в каждой повторности 12×3,6 м. Участки расположены по методу Е. Мичерлиха, в два ряда.

Во время вегетационного периода проводились систематические наблюдения за ростом и развитием кукурузы.

Стадии развития определялись на основании исследования морфогенеза конуса нарастания (Мауриня Х. А., 1957 г., Андреевко С. С. и Куперман Ф. М., 1959 г.).

Для определения сахаров в каждом варианте брали 20 растений, без выбора из 1—3 гнезд в каждой повторности фиксировали паром, после чего расчленяли на отдельные органы и высушивали при 60° С. Растения расчленялись на стебли, листья (молодые, средние, старые) и листовые влагалища. Причем, в группу старых листьев выделялись листовые пластинки всех листьев нижних ярусов с ярко выраженными листовыми влагалищами; в группу молодых листьев — 3 самых верхних листа каждого растения и, наконец, в группу средних листьев остальные листья средних ярусов, в пазухах которых у ВИР-25 образуются початки. Одновременно у каждого растения определялась стадия развития (таблица I) и в соответствии с ней растения каждого варианта и по органам были сгруппированы по стадиям (в соответствии с данными Новикова (1956 г.)). Формирование генеративных органов (на III и IV стадиях развития) охватывает период развития приблизительно за 10 дней до выметывания и начало выметывания метелок.

По методу Бертрана (Ермаков А. И. и др., 1952 г.) в воздушносухом материале определялась сумма общих сахаров, редуцирующие сахара и сахароза. Материал с 4 участков каждого варианта объединялся в 2 группы (I и II повторности и III и IV повторности). В каждой группе анализы проводились в 2 химических повторностях. В результате сахара определялись в 20 вариантах, отличающихся между собой густотой посева, стадией развития и, наконец, частью растения. Для каждого варианта средние выводились из 4 химических повторностей.

Результаты работы

1. К моменту взятия проб для определения сахаров (24. VII в редком посеве большинство растений достигли IV стадии развития (таблица 1). В густом посеве развитие кукурузы отстает от развития в редком посеве.

2. Общее количество сахаров в листьях кукурузы (таблица 2, рисунок 1) как на третьей, так и на четвертой стадии развития и в редком и в густом посеве увеличивается с возрастом листьев. Значит эта закономерность в распределении общих сахаров в листьях кукурузы в этот период меньше зависит от стадийного развития, от густоты стояния и является явлением возрастного характера. Можно предположить, что такое распределение сахаров связано с более интенсивным ростом молодых листьев на обеих стадиях, а отсюда с активизацией многих физиологических процессов, в первую очередь интенсивности дыхания, а значит и большим расходом сахаров являющихся основным энергетическим материалом дыхания. Подтверждение большего потребления углеводов в листьях клевера при более интенсивном росте получено в работе Корякиной В. Ф. (1953 г.).

Таблица 1.

Развитие кукурузы в зависимости от густоты посева к 24 VII

Варианты	Количество растений	в % к общ. кол-ву растений	
		III стадия разв.	IV стадия разв.
Кв-2	19	36,8	63,2
Кв-5	20	50,0	50,0

В листовых влагалищах и стеблях такой явной закономерности как в листьях в распределении общих сахаров нет, хотя в общих чертах можно сказать, что в листовых влагалищах и стеблях общих сахаров меньше, чем в старых листьях. (табл. 2, рис. 1).

3. На IV стадии развития (табл. 2, рис. 2) количество общих сахаров в редком посеве во всех органах значительно выше (от 114% в стеблях до 162% в молодых листьях), чем на III стадии развития. Полученные результаты соответствуют данным Витковской В. В. (1954 г.) о накоплении углеводов в листьях яровой пшеницы вплоть до конца IV стадии развития. Аналогичные данные об увеличении содержания сахаров в соответствующий период развития у яровой пшеницы имеются в работе Гунара И. И. и Крастиной Е. Е. (1952 г.). В распределении общих сахаров в листьях в этот период наблюдается определенная закономерность: количество сахаров увеличивается больше всего в молодых листьях (162% от III стадии) и меньше всего — в старых (118%).

Количество общих сахаров в вегетативных органах кукурузы в зависимости от густоты посева и стадийного развития

Виды посева	Стадия разв.	Количество общ. сахаров в мг/г возд. сух. в-ва				
		мол. л.	ср. л.	стар. л.	л. влаг.	стебли
Кв-2	III	44,91	113,54	135,81	100,78	124,56
	IV	72,50	153,56	159,94	143,81	141,72
Кв-5	III	60,09	108,32	138,58	142,07	134,30
	IV	69,94	101,36	152,40	140,80	110,64

В листовых влагалищах увеличение общих сахаров на IV стадии развития довольно значительно (143% от III стадии), а в стеблях — меньше (114%), чем во всех остальных частях растения.

Интересно, что у растений достигших к моменту анализа той же самой IV стадии развития, но произрастающих в других условиях — условиях густого посева (кв-5) — увеличение количества общих сахаров при переходе от III к IV стадии развития происходит только в старых и молодых листьях, причем, количество сахаров увеличивается несколько меньше по сравнению с редким посевом (старые листья: в густом посеве

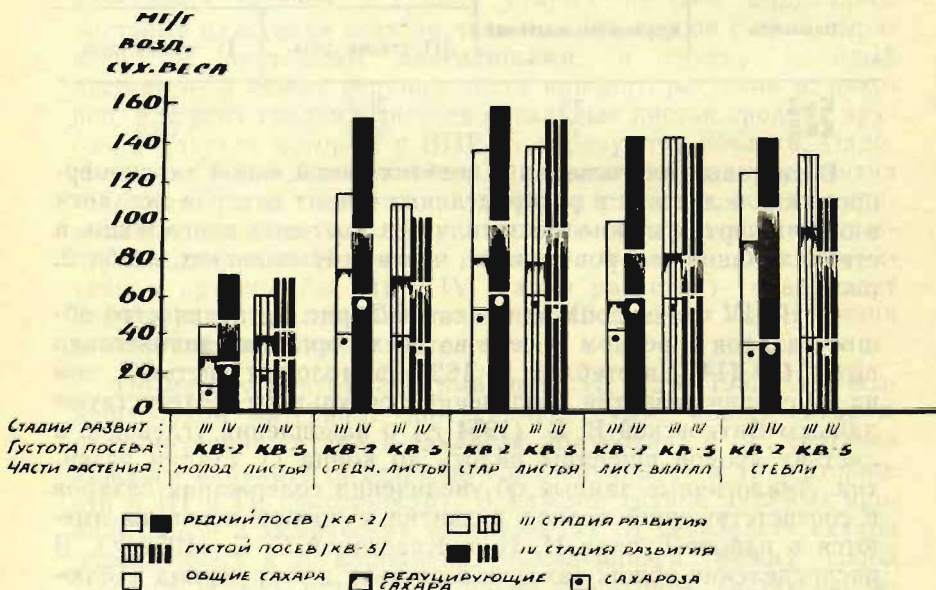


Рис 1.

Количество сахаров в вегетативных органах кукурузы на III и IV стадии развития в зависимости от густоты посева

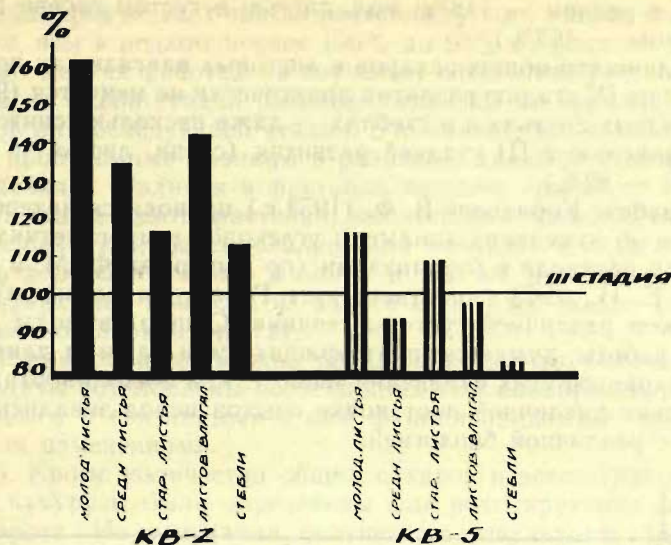


Рис. 2.

Относительное количество сахаров на IV стадии развития в % к III стадии.

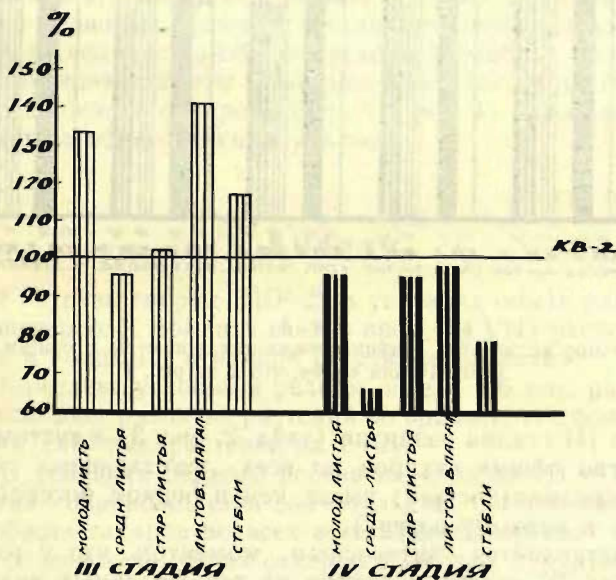


Рис. 3.

Относительное количество сахаров в густом посеве в % к редкому (KB-2).

110%, в редком — 118%; мол. листья: в густом посеве 116%, в редком — 162%).

Количество общих сахаров в листовых влагалищах при переходе на IV стадию развития практически не меняется (99%), а в средних листьях и в стеблях — даже несколько снижается по сравнению с III стадией развития (средн. листья — 94%, стебли — 82%).

В работе Коряковой В. Ф. (1953 г.) приводятся интересные данные об изменении динамики углеводов в многолетних травах при переходе к бутонизации (по Куперман Ф. М. и Ржановой Е. И., 1963 г. соответствует IV стадии развития) под влиянием различной густоты стояния. Общие выводы этой части работы, думается, подтверждаются и нашими данными, хотя характер этих изменений иной, т. к. в обеих работах при несколько различной постановке опытов использовались растения с различной биологией.

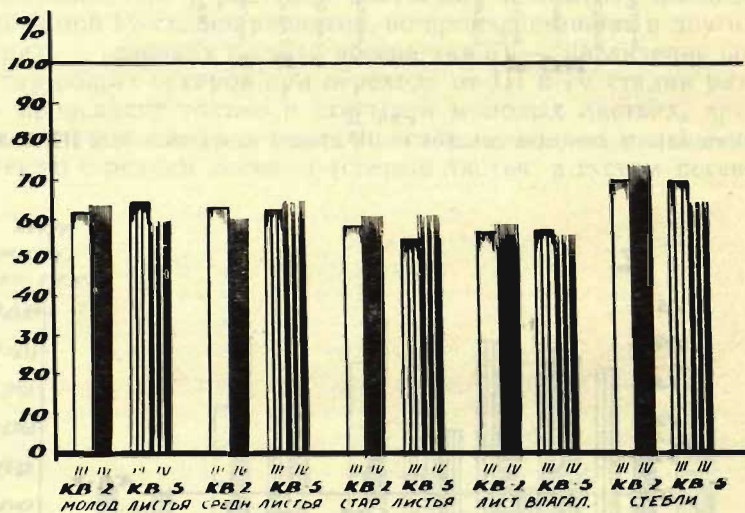


Рис. 4.

Относительное количество редуцирующих сахаров в % к общим сахарам. Обозначения те же, что и на рис. 1.

4. На III стадии развития (табл. 2, рис. 3) в густом посеве количество общих сахаров во всех вегетативных органах (кроме средних листьев) выше, чем в редком посеве (от 102 до 141% к редкому посеву).

Представляется интересным моментом, что у растений, достигших IV стадии развития на тех же самых участках с густым и редким посевом, на которых произрастают и растения, находящиеся на III стадии развития, содержание об-

щих сахаров во всех частях растений густого посева несколько ниже, чем в редком посеве (66% до 98% от редкого посева).

Во многих работах по изучению онтогенеза растений анализы на одной стадии развития отделены по времени от анализов на последующей стадии. Это значит, что в момент взятия проб помимо разницы в развитии, имеются и возрастные различия и различия в факторах внешней среды.

В нашей работе растения, находящиеся на различных стадиях развития, фиксировались для анализов в один и тот же день и пробы брались в одних и тех же метеорологических условиях, как правило, из одного и того же гнезда (см. описание постановки опыта).

Таким образом можно предположить, что полученные результаты обусловлены особенностями органообразовательного процесса и связанными с ним функциональными биохимическими изменениями.

5. Кроме количества общих сахаров в вегетативных органах кукурузы были определены еще редуцирующие сахара и сахароза. На основании полученных результатов (рис. 1 и рис. 4) можно сказать, что содержание редуцирующих сахаров в вегетативных органах кукурузы во всех вариантах изменяется, как правило, параллельно содержанию общих сахаров.

Количество редуцирующих сахаров во всех листьях и листовых влагалищах независимо от густоты посева и от различий в развитии растений составляет приблизительно от 55 до 65% от количества общих сахаров. В стеблях удельный вес редуцирующих сахаров несколько выше (от 64 до 74%).

В содержании сахарозы (рис. 1 и рис. 4) явных закономерностей пока обнаружить не удалось.

Выводы

1. Кукуруза гибрид ВИР-25 в условиях опыта развивалась неравномерно. К моменту взятия проб (24 VII) растения находились в конце III и начале IV стадии развития.

2. Комплекс условий в редком посеве (56 тыс. растений на 1 га) ускоряет развитие растений по сравнению с более густым посевом (140 тыс. растений на 1 га).

3. В условиях редкого посева переход от III к IV стадии развития сопровождается значительным повышением количества общих сахаров во всех вегетативных органах кукурузы.

а) содержание общих сахаров в листьях кукурузы редкого посева на обеих стадиях увеличивается с возрастом листьев. Интенсивность же накопления сахаров при развитии растений обратно пропорциональна возрасту листьев.

б) содержание сахаров при переходе с III стадии развития на IV значительно возрастает в листовых влагалищах, меньше — в стеблях.

4. В условиях густого посева динамика общих сахаров в этот период онтогенеза несколько иная, чем в редком посеве.

а) так же, как и в редком посеве, на исследованных стадиях развития распределение общих сахаров у кукурузы зависит, главным образом, от возраста листьев. В то же время при достижении растениями IV стадии развития количество общих сахаров увеличивается только в молодых и старых листьях, при этом меньше, чем в редком посеве.

б) в листьях, с развивающимися в пазухах початками (средних листьях), и в стеблях содержание общих сахаров на IV стадии уменьшается, в листовых влагалищах — практически не меняется.

5. На третьей стадии развития в густом посеве общее количество сахаров во всех вегетативных органах (кроме средних листьев) выше, чем в редком посеве.

6. У растений, достигших IV стадии развития, наоборот: загущение посева ведет к снижению количества общих сахаров во всех вегетативных органах кукурузы.

7. Наблюдаемые изменения в содержании общих сахаров во всех исследуемых случаях происходит в основном за счет редуцирующих сахаров.

8. На относительное содержание редуцирующих сахаров в исследуемый период органогенеза густота стояния и различия в развитии растений влияет мало. В листьях всех возрастов и листовых влагалищах редуцирующие сахара во всех случаях составляют 55—56%, а в стеблях — 64—74% от общего количества сахаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев С. С., Куперман Ф. М. «Физиология кукурузы». М., 1959 г.
2. Балора В. И. «Густота стояния растений раннеспелой кукурузы в нечерноземной зоне». Сб. фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М., 1963 г.
3. Витковская В. В. «Динамика углеводов в онтогенезе яровой пшеницы.» Записки Ленинградского с/х ин-та, вып. 9, 1954 г.
4. Гунар И. И. и Крастина Е. Е. «К физиологии и биохимии стадийного развития яровой пшеницы.» Докл. АН СССР. т. 86, № 1, 1952 г.
5. Демалон А. «Рост и развитие культурных растений». М., 1961 г.
6. Ермаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова-Иконникова М. И., Мурри И. К. «Методы биохимического исследования растений.» М., Л., 1952 г.
7. Калинин М. С. «Новые гибриды кукурузы.» Сб. Кукуруза, М., 1960 г.
8. Козловский В. «Результаты исследования опытных станций по агротехнике возделывания кукурузы.» Сб. Кукуруза в Советской Латвии, Рига, 1960 г.

9. *Корякина В. Ф.* «Сравнительное эколого-физиологическое изучение многолетних трав в чистом и смешанном посевах. Сообщение 8. Углеводный обмен многолетних трав в зависимости от густоты стояния.» Экспериментальная ботаника, вып. 9, М.,—Л., 1953 г.

10. *Креслинь А., Гайлитис Э.* «Результаты выращивания кукурузы на Приекульской селекционной станции.» Кукуруза в Советской Латвии, Рига, 1960 г.

11. *Кузьян З. Г.* «Природные условия и агротехника сева кукурузы в Калининской области.» Сб. Кукуруза, М., 1960 г.

12. *Куперман Ф. М. и Ржанова Е. И.* «Биология развития растений». М., 1963 г.

13. *Лукша А.* «Результаты опытов возделывания кукурузы в Даугавпилсском опорном пункте.» Сб. Кукуруза в Сов. Латвии, Рига, 1960 г.

14. *Луцанс Я.* «Кукуруза в учебно-опытном хозяйстве Латвийской сельскохозяйственной академии «Вецауце.» Сб. Кукуруза в Сов. Латвии, Рига, 1960 г.

15. *Маурия Х. А.* «Развитие генеративных органов кукурузы». Тр. Латв. с/ академии, т. VII, 1957 г.

16. *Ничипорович А. А., Строгонова Л. Е., Чмора С. Н., Власова М. П.* «Фотосинтетическая деятельность растений в посевах». М., 1961 г.

17. *Новиков В. А.* «Третья и четвертая стадии развития растений». Записки Ленинградского с/х ин-та, вып. II, 1956 г.

18. *Онорин П. М.* «Особенности агротехники кукурузы в Свердловской области». Сб. Кукуруза, М., 1960 г.

19. *Разумов В. И.* «Среда и развитие растений». Л. М., 1961 г.

20. *Сидоров Ф. Ф.* «Кукуруза в северо-западных районах нечерноземной полосы». Сб. Кукуруза, М. 1960 г.

21. *Федорова А.* «Сортоспытание кукурузы в Латвийской ССР». Сб. Кукуруза в Сов. Латвий, Рига, 1961.

22. *Bambergis K.* «Lauka izmēģinājumi». Rīgā, 1961. g.

23. *Kozlovskis V., Gailītis E., Lukša A.* «Kukurūzas bioloģiskās īpatnības un audzēšanas agrotehnika». R. krāj. Audzēsīm augstas kukurūzas ražas, Rīgā, 1961. g.

24. *Mauriņa H.* «Vide un auga attīstība». Rīgā, 1960. g.

Х. МАУРИНЯ

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РОДИТЕЛЬСКИХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕТЕРОЗИСНОГО ПОТОМСТВА КУКУРУЗЫ

По урожайности в мировом масштабе кукуруза стала одной из ведущих зерновых культур, благодаря выращиванию ее из гибридных семян. Как это отмечает Дж. Шелл (Shell, 1946), с появлением и практическим применением в сельскохозяйственном производстве гибридной кукурузы, в США возникла и выросла новая отрасль сельского хозяйства — кукурузная индустрия. Эта индустрия оказалась очень доходной — она приносит ежегодно многие миллионы долларов дохода. Благодаря этому, американские фермеры в периоде только с 1943 по 1945 г. получили более 2 млрд. долларов от прибавки урожая кукурузы, выращенной из гибридных семян. Р. Югенхеймер (1955) указывает, что в 1952 году в Бельгии, Египте, во Франции, Греции, Италии, Марокко, Нидерландах, Португалии, Испании и Швейцарии в результате введения гибридной кукурузы валовой урожай зерна возрос на 273000 тонн. Стоимость этой прибавки урожая исчисляется в 24 млн. долларов. В 131 опытах, проведенных в вышеуказанных странах, завезенные из США двойные межлинейные гибриды дали прибавку урожая около 60% по сравнению с местными сортами кукурузы. В США использование гибридных семян повышает ежегодно урожай кукурузы не менее чем на 19 млн. тонн по сравнению с нормальными. Каждый доллар, потраченный на приобретение гибридных семян, окупается 75 долларами дохода от прибавки урожая. Это очень наглядно показывает источник богатства многих американских фермеров. В последние годы все большие и большие площади занимаются под кукурузой не только в Западной Европе, но и в Скандинавских странах благодаря применению именно гибридных семян (Емельянов, 1957, Калинин, 1957, Баранов, Дубинин, Хаджинов, 1955, Оболенский, 1955, Емельянов, 1958). И. Е. Емельянов (1958) пишет, что в Голландии посевные площади увеличились в 1952 году с 2000 до 14000 га, а в Италии — наоборот — сократились с 1,45 млн. га на 1,25 млн. га в 1956 году, однако валовые сборы зерна за это время увеличились с 3 до 3,4 млн тонн. Посевная площадь кукурузы США с 1934—38 годов по 1956 г. сократилась с 37,8 до 30,7 млн. га,

т. е. на 18,3%, а валовые сборы зерна за тот же период увеличились с 53 до 87,7 млн. тонн или на 65,5%. Емельянов (1958) указывает, что такой большой рост урожайности этой культуры за последние годы в ряде капиталистических стран объясняется в основном 3 причинами:

1) широким использованием гибридных семян первого поколения,

2) высоким уровнем механизации,

3) улучшением агротехники и применением удобрений.

По подсчетам специалистов США в результате использования гибридных семян урожайность в целом по стране увеличилась на 20—25%. Примерно на столько же урожайность кукурузы увеличилась и за счет механизации, внесения удобрений и улучшения агротехники. Это еще раз говорит о том, что именно применение гибридных семян является причиной быстрого роста урожайности кукурузы во многих странах.

В последние годы широко используются гибридные семена кукурузы и в социалистических странах. В нашей стране 1 марта 1956 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР издали специальное постановление «О мерах перехода колхозов и совхозов на посев кукурузы гибридными семенами». После этого началась широкая организационная работа по производству гибридных семян для потребностей всех республик. Теперь в основном это постановление выполнено. В связи с этим увеличилась урожайность кукурузы и в нашей стране. Это постановление очень большое значение сыграло для новых районов кукурузосеяния, в том числе и для Латвийской ССР. Колхозы и совхозы стали получать с южных районов нашей страны высококачественные гибридные семена таких широкоизвестных гибридов, какими являются ВИР-25, ВИР-42 и особенно сортолинейного гибрида 'Буковинский 3', который в нашей республике часто достигает молочно восковой спелости и этим обеспечивает высокое качество получаемого корма. При использовании гибридных семян и соблюдении правил агротехники, урожай кукурузы стали более устойчивыми.

Все говорит в пользу применения только гибридных семян кукурузы. Однако необходимо считаться с тем, что очень хорошие гибриды для одних районов не всегда полностью удовлетворяют потребности других районов. А выращивание новых, более пригодных гибридов — дело очень долгое и дорогостоящее. Повидимому это является причиной того, что для новых районов возделывания кукурузы пока еще нет полностью подходящих гибридов, у которых сочетался бы быстрый, мощный темп роста с коротким периодом вегетации. Нет также скороспелых самоопыленных линий и высокоурожайных сортов.

Ученые и специалисты сельского хозяйства нашей республи-

лики работают над созданием таких (Lukša, 1964; Viksna, 1955, 1959, — и др.).

В 1914 году американский ученый Шелл, читая лекцию в Геттингене (США), предложил явление гибридной мощности назвать гетерозисом (Куперман, 1960). Теперь этот термин считается общепринятым. Шелл указывал, что под концепцией гетерозиса он подразумевает специфический результат генетической разнокачественности соединяющихся родительских гамет, выражающийся в увеличенном размере, плодовитости, быстроте развития, устойчивости к болезням и повреждениям насекомым или к различным, неблагоприятным климатическим условиям — всем, чем отличаются гибридные формы от соответствующих инбредных.

Причину такого благоприятного отличия гибридов от своих исходных самоопыленных линий многие авторы искали в физиологических особенностях гибридных растений. Оказалось, что гибриды отличаются от своих родителей благоприятным сочетанием очень многих физиологических показателей — роста и развития, биохимического состава, содержания пигментов и физиологически активных веществ, продуктивностью фотосинтеза и т. д. (Быстрова, Павлова, Фалкенберг, 1956; Червоненко, 1957, 1961; Атабекова, 1957; Буато, 1958. Овечкин и Симочкина, 1958; Устинова, 1959, Эйдельман, Литвиненко, 1959; Прокофьева, 1959; Эйдельман и Попова, 1960; Рубцова, 1960, 1964; Куперман, 1960; Valint, 1961; Доровская, 1961; Ленг, 1962 и др.).

П. А. Баранов, Н. П. Дубинин и М. И. Хаджинов (1955) ясно формулировали мысль, которая встречается в работах очень многих авторов. Они пишут, что «главным вопросом, научная разработка которого должна лежать в основе производственного испытания гибридной кукурузы, является проблема гетерозиса» (стр. 497). Гетерозис и его использование содержит в себе еще много неясного. По словам Колесникова (1962) проблема гетерозиса растений вообще, а межлинейных гибридов кукурузы в особенности, в настоящее время является, пожалуй, самой важной практической проблемой общей биологии, своего рода ее оптическим центром, где интересы биологов разных направлений перекрещиваются особо остро.

Явление гибридной мощности — теперь называемое гетерозисом — известно уже давно. Около 200 лет тому назад адъюнкт Российской Академии Наук Йозеф Кельрейтер (1772) подробно изучил потомство гибридов табака и отметил преимущество первого поколения по сравнению с родительскими формами. Он описал явление гибридной силы и предсказал возможность ее практического использования. Около 100 лет тому назад о полезности перекрестного опыления писал Дарвин (1939). Он указал, что основой полезного эффекта явля-

ется не скрещивание само по себе, а то обстоятельство, что скрещиваемые особи развивались в различных условиях существования. Разнородность половых элементов, их отличие, возникшие под влиянием условий жизни является причиной полезного эффекта.

В 1870 году Бил под руководством Грея начал изучение гибридов, а в 1881 впервые проводилась гибридизация кукурузы при помощи обрывания метелок. Полученные гибриды не отличались особенно высокой урожайностью. Первые гибриды кукурузы в нашем понимании начал создавать американский ученый Шелл в штате Нью-Йорк и независимо от него в штате Илинойс — Ист. Результаты совпадали, однако Ист предполагал, что скрещивание линий кукурузы не будет перспективным. После первых результатов Шелл продолжал работу с сахарной кукурузой. Двойные межлинейные гибриды первый получил Джонсон, который работал при улучшении сортов кукурузы. Первые скрещивания простых межлинейных гибридов с целью получения двойных он проделал в 1917 году, а уже в 1921 году передал производству первый двойной межлинейный гибрид — Berg-Liming (Singleton, 1941).

В нашей стране первые работы по гибридизации кукурузы были начаты В. В. Талановым еще в 1911 г. на опытных полях Екатеринославской губернии (Соколов, 1954).

Одновременно с созданием высокоурожайных двойных межлинейных гибридов, американские ученые пытались объяснить теоретически явление гетерозиса. Они не использовали направление, которое дал уже в прошлом столетии Дарвин, а пытались объяснить это сложное явление чисто генетическими причинами. Возникло несколько гипотез в той или иной мере дополняющих друг друга и ни одна и ни все вместе не дающих удовлетворительного объяснения явлению гетерозиса.

Так, в настоящее время в литературе встречаются несколько гипотез, пытающихся объяснить гетерозис: 1) сверхдоминирование, 2) накопление благоприятных доминантных факторов, 3) взаимодействие не аллеломорфных факторов, 4) благоприятное действие самой гетерозистоты, 5) соматического умножения, 6) генетического баланса (Nauman, 1960, Турбин, 1961, Никоро, 1961, Липаева, 1961), 7) теория стимуляции (East and Hayes, 1912), 8) сочетание гормонов (Краевой, 1940), 9) размеры зародышей (Ashby, 1932). Авторы одних теорий критикуют и опровергают другие теории, так как ни одна из них не пользуется всеобщим признанием. обстоятельный разбор и оценку наиболее распространенных гипотез, объясняющих гетерозис, дает Л. И. Липаева (1961), о преимуществах гипотезы генетического баланса и недостатках других теорий пишет Н. В. Турбин (1961).

Мичуринская генетика рассматривает явление гетерозиса

с позиций дарвиновского учения о полезности скрещивания и вредности самоопыления. Ч. Дарвин (1939) отметил, что чем больше разница в свойствах и условиях произрастания родителей, тем сильнее проявляется мощное развитие гибридов. «Надо помнить, что в двух случаях, когда среди массы подопытных растений появились высоко плодовые разновидности, а именно *Mimulus* и *Nicotiana*, подобные разновидности очень выиграли от скрещивания со свежей линией с несколько отличающейся разновидностью... Под термином — свежая линия — я подразумеваю не находящиеся в родстве растения, прородители которого выращивались в продолжение нескольких поколений в другом саду и, следовательно, были поставлены в несколько отличающихся условиях» (Дарвин, 1939).

По Ч. Дарвину и И. В. Мичурину повышенная жизненность гибрида создается в процессе слияния качественно различных родительских гамет, причем величина гибридной силы определяется известной степенью несходства женской и мужской гамет. Это несходство обуславливают различия условий, в которых протекал филогенез или онтогенез родительских растений. Слияние двух качественно несходных гамет, гамет с различающимся типом обмена веществ, вызывает возникновение в зиготе внутренней противоречивости. Преодоление этой противоречивости обуславливает более высокий уровень активности обмена веществ, которую мы наблюдаем, как повышенную жизненность (Мацков и Овечкин, 1959). Это в своей работе использовал Мичурин, который по этому поводу писал: «Все метисы, полученные от скрещивания двух близких по родству разновидностей одного и того же вида растений, обладают более слабым свойством приспособляемости к условиям новой местности... Напротив все гибриды, полученные от скрещивания растений двух различных видов или двух разновидностей одного вида, но далеких между собой по своим местам родины, всегда обладают самой сильной способностью приспособления к условиям жизни новой местности (Мичурин, 1948, т. 1, стр. 426).

В работах последних лет находим все больше указаний на то, что для получения гетерозисного потомства необходимо, чтобы родительские растения отличались физиологическими свойствами и биохимическими показателями. Так, Г. П. Лапцевич и Н. Н. Кулешов (1958) и И. Г. Строна (1958) отмечают, что скрещивая одну и ту же пару родителей, гетерозис проявляется не каждый год. Многие авторы указывают, что результаты при скрещивании бывают лучше, если компоненты были воспитаны в различных условиях (Саламов и Голик, 1955; Мусийко, Синицина, 1959). Рекомендуются также скрещивание скороспелых сортов кукурузы с позднеспелыми, используя при этом в качестве материнского растения представите-

лей скороспелого сорта (Мусийко и Ключко, 1958). Если обнаружилась пара родителей, способная дать гетерозисное потомство, то необходимо строго соблюдать ту же комбинацию скрещивания — т. е. материнским растением всегда должна служить только материнская форма, а отцовским — отцовская и ни в коем случае наоборот (Галеев, 1956; Саламов, 1954; Саламов и Голик, 1955). В последние годы явление гетерозиса стало объектом исследования не только генетиков и селекционеров, но и физиологов и биохимиков. Однако в большинстве случаев исследовались физиологические и биохимические различия самоопыленных линий по сравнению с гибридами (Быстров, Павлова, Фалькенберг, 1956; Овечкин и Симочкина, 1958; Рубцова, 1960; Шинкович, 1964) и только в отдельных случаях находим данные о физиологической и биохимической характеристике самих скрещиваемых компонентов, дающих гетерозисное потомство (Мацков и Манзюк, 1961; Федоров, 1961; Рубцова, 1963, 1964 и др.).

В литературе встречаются много указаний на то, что для получения гетерозисного потомства в скрещивании должны участвовать компоненты с половыми клетками, имеющими относительно разные качества (Лысенко, 1935; Соколов, 1954; Глушко, 1956, 1957; Козубенко, 1957; Липаева, 1961). Некоторые конкретные указания о необходимых для успешного оплодотворения физиологических различиях половых клеток находим в работах И. Н. Львовой (1950, 1962), Е. А. Бритикова (1954), В. И. Остапенко (1955, 1957, 1959) и др. Из этих работ следует, что оплодотворение у цветковых растений возможно и протекает успешно только при наличии определенного градиента биохимических и биофизических свойств между тканями пестика и пыльцевыми клетками. Эти различия ярче всего проявляются в окислительно-восстановительных свойствах мужского и женского гаметофита. Работая с косточковыми плодовыми породами, В. И. Остапенко доказал, что пыльцевые клетки характеризуются более интенсивными окислительными свойствами, по сравнению с клетками женского гаметофита, т. е. у пыльцевых клеток, по сравнению с зародышевым мешком, выше окислительно-восстановительный потенциал (E_h) и активность окислительных ферментов. Оказалось, что лучшими опылителями являются те сорта косточковых, у которых выше E_h , а в качестве материнских растений лучше использовать сорта с низким E_h как женского, так и мужского гаметофита.

Можно ожидать, что учитывая при работе с другими растениями, особенно кукурузой, биохимические и биофизические свойства половых клеток, возможно подобрать пары для скрещивания так, что полученное потомство будет характеризоваться повышенной жизненностью.

В работах Е. Г. Мининой (1952), В. П. Красинского, В. А. Валудиной, Е. А. Пряхиной-Коньковой, Е. К. Фузиной (1955) показана возможность экспериментального воздействия на окислительно-восстановительные процессы в растениях. Е. Г. Минина для этого использовала дробное внесение азота и калия, измененную влажность почвы и интенсивность освещения, а также некоторые другие факторы. Интересной в этом отношении является также работа Н. С. Турковой (1955). Воздействуя на растения различными химическими агентами Н. С. Туркова наблюдала характерную ответную реакцию. Восстановители — этилен, окись углерода, гидрохинон, аскорбиновая кислота — вызывали усиление окислительных процессов: увеличивалась интенсивность дыхания, активность пероксидазы. Окислители — перекись водорода, перманганат калия — вызывали обратную реакцию: в растениях усиливались восстановительные процессы. По Д. А. Сабинину (1934, 1940) редуцирующие свойства растений характеризует увеличение содержания сахаров. Это является одним из характерных признаков женской сексуализации. Такие же указания, вытекающие из экспериментальных данных, имеются в работе Е. Г. Мининой (1954).

В наших вегетационных опытах, проводимых с 1959 года с кукурузой 'Минусинка', также оказалось, что подобное внесение азота ($1/2$ нормы перед посевом и $1/2$ — в виде трех подкормок в конце II и во время III стадий развития), увеличенная влажность почвы и сниженная интенсивность света в течение III и IV стадий развития (определялись по Новикову, 1956), снижают активность окислительных процессов и усиливают женскую сексуализацию (в дальнейшем именуемый вариант «А»). Дробное же внесение калия в вышеуказанном порядке, сниженная влажность почвы и интенсивный свет во время прохождения растений III и IV стадий развития усиливают окислительные процессы, а тем самым — и мужскую сексуализацию (в дальнейшем — вариант «В»). В контрольных сосудах всю дозу минеральных веществ вносили перед посевом. В результате такого воспитания растений мы наблюдали различную величину Eh пыльцы у растений различных вариантов, как это видно из данных таблицы 1.

Таблица 1

Eh (мв) пыльцы кукурузы в зависимости от условий ее формирования

Вариант	1961		1962		1963	
	средн.	максим.	средн.	максим.	средн.	максим.
Контроль	75	180	72	160	156	198
Вариант «А»	45	105	55	108	120	150
Вариант «В»	120	240	110	194	183	228

En пыльцы определялся колориметрическим методом, используя соответствующие красители-индикаторы (Вюрмзер, 1935).

В 1963 году в пыльце и в женских соцветиях растений разных вариантов ориентировочно определялись микробиологическим методом витамины группы В. Оказалось, что в зависимости от направления воспитания содержание их также изменяется.

Во время цветения проводилось взаимное переопыление изолированных женских соцветий одного варианта пыльцой другого. Изолированные женские соцветия контрольных растений были опылены пыльцой контрольных же растений. В таблице 2 представлены данные структуры урожая потомства, повторно полученного в течение трех лет от переопыления вариантов «А»×«В», по сравнению с контролем.

В зависимости от климатических и эдафических условий в различные годы кукуруза выросла неодинаковая. Однако, как видно из таблицы 2, потомство направленно воспитанных родительских растений во все годы дало приблизительно одинаковую прибавку урожая. Как видно из данных таблицы 2, в наших опытах, также как и в опытах других авторов (Саламов, 1948, 1954; Луценко, 1955; Мирюта, 1958; Турбин и Загрекова, 1960), оказалось, что очень важно, который именно из компонентов пары взят в качестве отца или матери. Если в качестве материнского компонента служило растение, воспитанное в мужском направлении, а в качестве опылителя — растение, воспитанное в направлении женской сексуализации, то вместо гетерозиса в потомстве мы наблюдаем депрессию. Это еще раз подтверждает значение качества пыльцы для получения жизнеспособного потомства.

Таблица 2

Элементы структуры урожая кукурузы 'Минусинка' в зависимости от воспитания родительских компонентов

Год и вариант	Высота растений		Вес зеленой массы		Вес початков	
	в см	%	в г	%	в г	%
1960 г.						
Контроль	108,78±9,78	100,0	165	100,0	63	100,0
«А»×«В»	137,26±9,12	126,1	317	192,1	108	172,3
«В»×«А»	79,26±7,33	72,9	110	66,6	36	58,5
1961 г.						
Контроль	112,50±3,58	100,0	493±38,86	100,0	107±4,74	100,0
«А»×«В»	148,20±3,48	131,7	1082±43,88	219,4	173±8,81	161,6
1962 г.						
Контроль	93,60±2,56	100,0	196±4,86	100,0	25±1,84	100,0
«А»×«В»	121,20±4,47	129,4	406±6,07	211,4	62±4,22	248,0

Так как на юге нашей страны имеются такие климатические условия, которые могут способствовать мужской сексуализации (высокая интенсивность света и некоторый дефицит влаги), мы организовали выращивание отцовских растений интересующих нас сортов на юге Украины (под гор. Кременная Луганской обл. и в Ботаническом саду Днепропетровского госуниверситета) и в Молдавии (в Ботаническом саду Молдавского филиала АН СССР). Растения выращивались там по указанной нами методике и метелки в фазе цветения авиапочтой присылались в Латвийскую ССР в период цветения материнских растений. Материнские растения тех же сортов выращивались в Латвийской ССР, где естественно часто наблюдается некоторый избыток влаги и ограниченная интенсивность света. Из присланных метелок собранная пыльца немедленно анализировалась и использовалась для опыления изолированных женских соцветий материнских соцветий. У пыльцы, полученной из юга, уровень Еh был значительно выше, чем у пыльцы растений, выросших в Латвийской ССР (табл. 3).

Таблица 3.

Уровень Еh у пыльцы кукурузы, выросшей в разных условиях

Сорт или гибрид	В Латв. ССР Еh		В Кишиневе мв	
	среднее	максим.	среднее	максим.
1961 г.				
Мелексбергер 28	102	130	195	245
Буковинский 3	108	140	165	245
Воронежская 80	75	110	150	215
Воронежская 76	120	145	165	215
1962 г.				
Мелексбергер 28	90	116	215	290
Воронежская 76	100	130	215	290
Минусинка	140	160	200	260

В пыльце кукурузы 'Буковинский 3' в 1961 году на кафедре Биохимии ЛГУ им. П. Стучки определялось содержание холина. В пыльце растений, выросших в Риге, содержание холина было 427 мг%, а в пыльце из Кишинева — 704 мг%. Особенно ярко «южная» пыльца отличалась от местной латвийской в 1962 году. Из-за неблагоприятных климатических условий в опытах 1962 года, после опыления «южной» пыльцой, были получены спелые семена только у сорта 'Мелексбергер 28'. Ежегодно полученное потомство выращивалось на делянках рядом с контролем. Так, в опытах 1961 года оказалось, что потомство кукурузы 'Минусинка', полученное при помощи «южной» пыльцы, превзошло контроль по высоте на 31,7%, по весу зеленой массы — более чем в два раза, а по

весу спелых початков — более чем в полтора раза (Мауриня, 1963). В опытах 1961 и 1962 гг. были включены и другие сорта. В неблагоприятном 1962 году полученное при помощи «южной» пыльцы (1961) потомство кукурузы 'Воронежская 76' и 'Воронежская 80' превзошло контроль по урожаю зеленой массы и початков на 20—35%. В 1963 году растения 'Мелексбергер 28', полученные при помощи «южной» пыльцы (1962 г.), превзошли контроль еще больше: по весу зеленой массы — на 86,3%, по весу початков — на 48,5%. Повидимому, тут имело значение хорошее качество «южной» пыльцы 1962 года.

Исходя из представления, что усиление окислительных процессов в растениях способствует увеличению мужской сексуализации, а женская сексуализация усиливается при снижении этих же процессов, мы поставили опыт для выяснения возможности сдвинуть до некоторой степени сексуализацию у кукурузы в желаемом направлении при помощи химических соединений — окислителей и восстановителей. Опыт проводился в Ботаническом саду ЛГУ им. П. Стучки в 1961 и 1962 гг. с пятью сортами и гибридами кукурузы. До конца II стадии развития, т. е. образования зачатков пыльников в средней части метелки (Мауриня, 1956, 1960), все растения росли в одинаковых условиях. После появления указанных признаков растения распределялись по вариантам: 1 — контроль, 2 — обработанные 0,1% раствором гидрохинона, 3 — обработанные 0,01% раствором перманганата калия ($KMnO_4$). Растения обрабатывались путем опрыскивания, которые они получали повторно 4 раза через каждые 3 дня. Контрольные растения одновременно опрыскивались водой. Обработка растений окислителем или восстановителем продолжалась в течение III и заканчивалась в начале IV стадии развития. Последние две стадии развития определялись по В. А. Новикову (1956). Таким образом обработка растений проводилась в ответственный период — период образования археспориальной ткани и материнских клеток пыльцы, а также редукционного деления и образования микроспор. За развитием растений мы следили, пользуясь широко теперь известным методом биологического контроля (Куперман, 1962 и др.).

Во время цветения кукурузы в листьях верхних ярусов определялась активность окислительных ферментов — аскорбиноксидазы, полифенолоксидазы и пероксидазы — методом К. Л. Поволоцкой и Д. М. Седенко (1955), а также жизнеспособность пыльцы по методу В. С. Шардакова (1940) и Ен пыльцы вышеуказанным методом. В это же время брались и фиксировались пробы для определения содержания сахаров и азотосодержащих веществ. Полученные результаты показали, что Ен пыльцы и активность оксидаз в листьях кукурузы из-

менилась в зависимости от примененного для обработки растений вещества (см. таблицу 4). Жизнеспособность пыльцы изменялась незначительно. Как видно из данных таблицы 4, Eh пыльцы всех сортов кукурузы под влиянием гидрохинона значительно повысился. О повышении окислительных свойств этих растений свидетельствует также повышенная активность полифенолоксидазы и пероксидазы. Под влиянием $KMnO_4$ снизился уровень Eh пыльцы у всех подопытных сортов кукурузы, а активность полифенолоксидазы и пероксидазы была меньше, чем у контроля. Однако у этих растений незначительно повысилась активность аскорбиноксидазы, что может свидетельствовать о некоторой смене терминальных окислительных систем. Повышенную активность аскорбиноксидазы при одновременно пониженной активности полифенолоксидазы и пероксидазы у некоторых самоопыленных линий наблюдала М. С. Рубцова (1963). По ее данным, такие самоопыленные линии являются хорошими материнскими компонентами, дающими гетерозисное потомство.

Таблица 4.

Eh пыльцы и активность оксидаз в верхних листьях кукурузы в зависимости от обработки (данные 1961 г.)

Сорт, гибрид	Вариант	Eh в мв		Активность оксидаз (окислительная аскорбиновая к-та в мг/1 г сыр. веса в 30 мин.)		
		сред.	макс.	аскорбиноксидаза	полифенолоксид.	пероксидаза
Воронежская 76	контроль	104	113	0,0	24,3	—
	гидрохинон	145	203	4,8	76,6	304
	$KMnO_4$	29	58	19,4	9,5	205
Воронежская 60	контроль	58	87	4,1	20,4	242
	гидрохинон	116	145	10,0	68,4	344
	$KMnO_4$	50	70	25,0	9,0	237
Буковинский 3	контроль	70	116	1,9	37,3	243
	гидрохинон	122	157	4,8	65,3	287
	$KMnO_4$	45	87	12,9	25,7	199
Мелексбергер 28	гидрохинон	70	100	7,7	43,7	233
	контроль	100	160	7,6	56,8	294
	$KMnO_4$	58	87	17,8	30,2	171

О сдвигах окислительно-восстановительных свойств кукурузы под влиянием примененных веществ свидетельствуют также данные анализов содержания сахаров и азотсодержащих веществ в разных органах кукурузы. Во всех органах ее под влиянием гидрохинона содержание сахаров снизилось, а под влиянием $KMnO_4$ — повысилось.

Из приведенных в таблице 5 данных видно, что $KMnO_4$ способствовал созданию более редуцирующей среды в организме кукурузы, повышая содержание сахаров. Восстанови-

Содержание сахаров в % от абсолютно сухого вещества в разных органах кукурузы в зависимости от обработки ее окислителем или восстановителем (сорг 'Минусинка', данные 1961 г.)*

Вариант	Метелки				Листья верхних 3 ярусов				Влагалища верхних листьев			
	Редуц. сахара	Сахароза	Все сахара		Редуц. сахара	Сахароза	Все сахара		Редуц. сахара	Сахароза	Все сахара	
			абс.	в % к контр.			абс.	в % к контр.			абс.	в % к контр.
Контроль	5,28	3,11	8,39	100	4,07	3,05	7,12	100	12,83	4,07	16,90	100
Гидрохинон	4,67	3,03	7,70	91,77	3,65	3,41	7,06	99,15	10,76	3,01	13,77	81,47
KMnO ₄	5,37	4,00	9,34	111,32	4,30	4,07	8,37	117,55	13,84	3,99	17,83	105,50
			Рыльца				Листья средних 3 ярусов				Влагалища средних листьев	
Контроль	19,91	4,21	24,12	100	4,82	4,26	9,08	100	12,84	4,06	16,90	100
Гидрохинон	18,75	5,27	24,02	99,62	4,80	3,43	8,23	90,63	9,67	3,27	12,94	76,56
KMnO ₄	20,00	6,74	26,74	110,86	5,36	5,11	10,47	115,30	13,97	5,12	19,09	112,95

* Сахара определяла студентка-дипломант И. Пуките по методу Бертрана.

тель — гидрохинон действовал противоположно. Анализы азотсодержащих веществ показали, что во всех органах (кроме рылец) кукурузы под влиянием гидрохинона содержание общего азота и особенно белков повысилось, а отношение небелкового азота к белковому — понизилось.

Т а б л и ц а 6

Количество азотсодержащих веществ в % от абсолютно сухого вещества в разных органах кукурузы во время цветения в зависимости от обработки (сорт 'Минусинка', данные 1961 г.)*

Вариант	Общий азот		Белковый азот		Небелк. азот		Небелк. (к белк.- ков.)	Белк. в % от общ.
	абс.	в % к конт.	абс.	в % к конт.	абс.	в % к конт.		
Листья верхних трех ярусов								
Контроль	1,46	100	1,19	100	0,27	100	0,23	82
Гидрохинон	1,79	122	1,64	138	0,15	56	0,09	92
КМпО ₄	1,61	110	1,14	97	0,47	174	0,41	71
Метелки								
Контроль	2,20	100	1,71	100	0,49	100	0,28	78
Гидрохинон	2,53	115	2,09	122	0,44	89	0,21	83
КМпО ₄	2,35	106	1,83	107	0,52	106	0,28	78
Листья средних ярусов								
Контроль	2,00	100	1,58	100	0,42	100	0,26	79
Гидрохинон	2,05	102	1,74	110	0,31	73	0,12	85
КМпО ₄	1,97	98	1,54	97	0,43	102	0,27	79
Рыльца								
Контроль	2,23	100	0,89	100	1,32	100	1,48	41
Гидрохинон	2,13	94	0,82	92	1,31	99	1,59	38
КМпО ₄	2,13	95	1,30	146	0,83	63	0,64	61

* Азотсодержащие вещества определяла студентка-дипломант В. Кампе; общий азот — по Кьелдалю, белковый — высаждением с помощью реактива Бернштейна-Штутцера.

Во всех органах (кроме рылец) кукурузы под влиянием гидрохинона содержание общего азота и особенно белков повысилось, а отношение небелкового азота к белковому понизилось. Это свидетельствует о том, что условия для синтеза белков в этом варианте были лучше. Повидимому для образования белковых веществ использовались сахара и в результате, как мы уже отмечали выше, содержание сахаров в органах растений этого варианта снизилось. В результате повысилась окислительная способность тканей. Как указывает Е. Г. Минина (1952), характерным показателем сдвига сексуализация является отношение сахаров к азотсодержащим веществам. Полученные в наших исследованиях результаты также показывают сдвиги этого показателя по вариантам (см. таблицу 7).

Таблица 7

Изменения отношения общих сахаров к общему азоту

Вариант	общие сахара общий азот в листьях и соцветиях кукурузы 'Минусинка'			
	Листья верхн. 3-х ярусов	Метелки	Листья среди. ярус.	Рыльца
Контроль	4,87	3,81	4,54	10,81
Гидрохинон	3,94	3,04	4,01	11,43
КМпО ₄	5,20	3,97	5,31	12,55

Из данных таблицы 7 видим, что гидрохинон и КМпО₄ на отношение общих сахаров к общему азоту влияли противоположно. Если в варианте с гидрохиноном меньше было сахаров и больше азотсодержащих веществ, то в варианте с КМпО₄ — наоборот. Это еще раз свидетельствует о том, что при помощи окислителей и восстановителей, применяя их в соответствующие периоды развития, можно изменить уровень окислительных процессов и тем самым усилить женскую или мужскую сексуализацию кукурузы.

В 1962 году опыты продолжались в совхозе «Будескалны» (Рижский район), когда спелое зерно удалось получить только у сорта 'Воронежская 76'. Поэтому представляет интерес качество пыльцы у этого сорта по вариантам: у контроля средняя величина Ен — 107 мв и максимальная 145 мв, у обработанных гидрохиноном — соответственно 125 и 177 мв, а у обработанных КМпО₄ — соответственно 44 и 73 мв.

Таблица 8.

Некоторые показатели структуры урожая потомства кукурузы в зависимости от обработки компонентов скрещивания (совх. «Будескалны»)

Вариант	Высота растений		Вес зеленой массы		Вес початков	
	в см	%	г	%	г	%
'Воронежская 80' — 1962 г.						
Контроль	166,9±10,7	100,0	601,4±46,4	100,0	113,6	100,0
♀ КМпО ₄						
х ♂ гидрохин.	209,4±16,2	125,4	1151,7±119,1	191,5	165,2	145,4
'Воронежская 76' — 1963 г.						
Контроль	160,4±4,72	100,0	432,2±13,66	100,0	145,0±13,2	100,0
♀ КМпО ₄						
х ♂ гидрохин.	176,4±4,25	110,0	908,0±43,89	210,0	255,1±11,1	175,9
♀ гидрохин. ♂ КМпО ₄	140,6±4,63	90,0	318,1±11,20	73,6	106,5±8,9	73,4

Как в опытах 1961, так и 1962 года изолированные женские соцветия растений одного варианта были переопылены пылью другого варианта. Изолированные женские соцветия контроля опылялись пылью контрольных же растений. Исходя из данных биохимических и физиологических анализов, мы предполагали, что хорошими материнскими растениями будут отработанные КМпО₄, а отцовскими — гидрохиноном. Результаты испытания потомства подтвердили наши предположения (см. таблицу 8).

Из данных таблицы 8 видим, экспериментально созданные различия окислительно-восстановительных свойств родительских растений оказало большое влияние на жизнеспособность потомства.

По мнению И. Е. Глуценко (1956) «жизненность организма в большинстве случаев определяется половым процессом, и чем больше, — конечно, до известных пределов — различия между объединившимися в процессе оплодотворения половыми клетками, тем больше и степень жизненности организма» (стр. 35).

Вышеуказанными приемами, повидимому, нам до некоторой степени удалось создать такое различие между объединившимися половыми клетками и в результате получить более жизнеспособное, гетерозисное потомство кукурузы. Полученные в наших экспериментах данные свидетельствуют о большом значении физиологических свойств пыльцы и самих родительских растений для получения жизнеспособного высокоурожайного потомства. Результаты, полученные повторно несколько лет подряд в различных условиях Латвийской ССР, показывают возможность получения гетерозисного потомства в пределах одного сорта путем направленного воспитания родительских растений.

ВЫВОДЫ

1. Возделывание гетерозисной, гибридной кукурузы имеет очень большое значение в экономике мирового зернового хозяйства.

2. Пока еще нет достаточного объяснения биологической сущности явления гетерозиса. Повидимому, это является причиной того, что нет надежных приемов, при помощи которых можно было бы отобрать лучшие пары для скрещивания, дающие гетерозисное потомство, еще до анализирующих скрещиваний.

3. Для нормального протекания процесса оплодотворения и для создания высокожизнеспособного потомства большое значение имеет разнокачественность как объединяющихся га-

мет, так и родительских растений вообще. Это давно уже было отмечено Дарвиным и Мичуриным.

4. Одной из сторон такой разнокачественности является окислительно-восстановительные свойства родительских организмов. Эти различия выражаются в повышенной окислительной способности тканей мужского и пониженной — женского компонента скрещивания.

5. Дробное внесение калия, интенсивное освещение и ограниченное содержание влаги в почве на III и IV стадиях развития усиливают мужскую сексуализацию. Окислительные процессы в растениях усиливаются также от опрыскивания 0,1% раствором гидрохинона во время развития половых клеток. В листьях кукурузы наблюдается увеличение активности окислительно-восстановительных ферментов (полифенолоксидазы и пероксидазы), а в пыльце увеличивается окислительно-восстановительный потенциал (Eh). Снижается отношение сахаров к азотсодержащим веществам. Все это создает условия, способствующие усилению мужской сексуализации.

6. Дробное внесение азота, пониженная интенсивность света и богатое содержание влаги в почве во время III и IV стадий развития усиливают женскую сексуализацию. Интенсивность окислительных процессов снижается от опрыскивания растений 0,01% раствором $KMnO_4$ во время развития половых клеток. В листьях кукурузы снижается активность полифенолоксидазы и пероксидазы, понижается Eh, увеличивается содержание сахаров и отношение их к азотсодержащим веществам в листьях. В результате у этих растений усиливается женская сексуализация.

7. Используя для скрещивания родительские растения, у которых соответственно усилена женская и мужская сексуализация, можно получить гетерозисное потомство. Обратные скрещивания этих же компонентов дают потомство с пониженной жизненностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атабекова А. И. Явление гетерозиса у бобовых. ДАН СССР, т. 112, № 5, 1957.
2. Баранов П. А., Дубинин Н. П., Хаджинов М. И. Проблема гибридной кукурузы. Бот. журнал, т. 40, № 4, 1955.
3. Бритиков Е. А. К физиолого-биохимическому анализу прорастания пыльцы и роста пыльцевых трубок в тканях пестика. Тр. Ин-та физиол. раст. им. К. А. Тимирязева, 8, вып. 2, 1954.
4. Буато Пьер. О диалектико-материалистической концепции наследственности. Агробиология, № 4, 1958.
5. Быстров Б. А., Павлова А. П., Фалькенберг Э. А., Качество оплодотворения и интенсивность ассимиляционных и дыхательных процессов у растений тыквы и подсолнечника. Физиол. раст., 3, вып. 3, 1956.

6. Вюрмзер Р. Биологическое окисление и восстановление. М., 1935.
7. Галеев Г. С. Правильно организовать работу по обрыванию метелок на участках гибридизации. Кукуруза, № 3, 1956.
8. Глущенко И. Е. Основные принципы и первые результаты селекции кукурузы в Институте генетики АН СССР. Изв. АН СССР, сер. биол., № 3, 1956.
9. Глущенко И. Е. Явление множественного оплодотворения у растений. Агробиология, № 1, 1957.
10. Дарвин Ч. Действие перекрестного опыления и самоопыления в растительном мире. Сельхозгиз. М.—Л., 1939.
11. Доровская И. Ф. Изучение самоопыленных линий и межлинейных гибридов кукурузы методом морфофизиол. анализа. Морфогенез растений, I, МГУ, 1961.
12. Емельянов И. Е. Кукуруза в странах мира. Кукуруза, № 4, 1958.
13. Емельянов И. Е. За увеличение производства кукурузы в странах социалистического лагеря. Междунар. с.-х. журнал, № 3, 1957.
14. Калинин М. С. Новое в культуре кукурузы во Франции. Кукуруза, № 10, 1957.
15. Кельрейтер И. Уведомление о разведении нового табака с красными цветами и опыление оною. Тр. Вольного экономического общества, т. 20, 1772.
16. Кельрейтер И. Учение о поле и гибридизации у растений. Под ред. Н. И. Вавилова. Сгиз. М.—Л., 1940.
17. Колесников С. М. О роли процессов неполного распада живого для биологии развития, половости и эмбриогенеза растений. Сб. Биология оплодотворения и гетерозис культурных растений. Изд. Штинца АН Молд. ССР. Кишинев, 1962.
18. Кревой С. Я. О гетерозисе и доминировании в F₂ как индикаторах повышенной продуктивности растений в дальнейших поколениях. Сб. н. работников-комсомольцев биологов. АН СССР, 1940.
19. Красинский В. П., Валутина В. А., Пряхина-Конькова Е. А., Фулина Е. К. Влияние интенсивности света на окислительно-восстановительный режим растений в связи с фотосинтезом. Физиол. раст., 2, вып. 1, 1955.
20. Козубенко В. Е. Наши достижения. Кукуруза, № 12, 1957.
21. Куперман Ф. М. К вопросу о физиологической природе гетерозиса. Кукуруза, № 10, 1960.
22. Куперман Ф. М. (ред.). Биологический контроль в сельском хозяйстве. Изд. МГУ, 1962.
23. Лапцевич Г. П. и Кулешов Н. Н. Степень проявления гетерозиса у гибридов кукурузы в зависимости от условий произрастания. Бюлл. Укр. н.-и. Ин-та раст., сел. и ген., № 2, 1958.
24. Ленг И. Р. Этапы развития метелки у линий и гибридов. Кукуруза, № 3, 1962.
25. Липаева Л. И. О природе гетерозиса у растений. Бюлл. МОИП, Отд. биол., 66, вып. 5, 1961.
26. Луценко А. М. О свободном межсортовом переопылении гречихи. Агробиология, № 5, 1955.
27. Львова И. Н. Цитофизиология оплодотворения у злаков. Сел. и семен., № 9, 1950.
28. Львова И. Н. Пол у растений. Изд. МГУ, 1962.
29. Мауриня Х. А. Ход развития некоторых сортов и гибридов кукурузы в Латвийской ССР. Агробиология, № 5, 1956.
30. Мауриня Х. А. Развитие генеративных органов кукурузы. Тр. Латв. с.-х. академии, 7, 1957.
31. Мауриня Х. Среда и развитие растений. Рига, 1960 (на латышск. яз.).
32. Мауриня Х. Некоторые приемы получения гетерозисного потомства кукурузы. Изв. АН Латв. ССР, № 7, 1963.

33. *Мацков Ф. Ф. и Манзюк С. Г.* О роли физиологически активных веществ типа фитогормонов и витаминов в явлениях гетерозиса у кукурузы. Физиол. раст., 8, вып. 1, 1961.
34. *Мацков Ф. Ф. и Овечкин С. К.* К вопросу о физиологии и биохимии гетерозиса. Тр. Укр. н.-и. Ин-та раст., сел. и генет., т. 4, 1959.
35. *Минина Е. Г.* Смещение пола у растений воздействием факторов внешней среды. М., 1952.
36. *Мусийко А. С. и Ключко П.* Особенности гибридов кукурузы, полученных от скрещивания скороспелых с позднеспелыми. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 6, 1958.
37. *Мусийко А. С. и Синицина А. И.* Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от условий воспитания исходного материала. Вестн. с.-х. науки, № 9, 1959.
38. *Мирюта Ю. П.* О неравноценности гетерозиса у реципрокных гибридов кукурузы. Бюлл. Укр. н.-и. Ин-та раст., сел. и ген., № 2, 1958.
39. *Никоро З. С.* Изучение природы гетерозиса и методов его использования в селекции растений. Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы, Отд. биол., т. 66, вып. 4, 1961.
40. *Новиков В. А.* Третья и четвертая стадии развития растений. Зап. Ленинград. с.-х. ин-та, вып. II, 1956.
41. *Оболенский К. П.* Об экономических преимуществах кукурузы. Земледелие, № 8, 1955.
42. *Овечкин С. К. и Симочкина М. Я.* Физиология и биохимия гетерозисных растений. Бюлл. Укр. н.-и. Ин-та раст., сел. и ген., № 2, 1958.
43. *Остапенко В. И.* Цитофизиологические особенности и оплодотворяющая способность пыльцы некоторых сортов вишни. Изв. АН СССР, сер. биол., № 4, 1955.
44. *Остапенко В. И.* Окислительные свойства пыльцы и тканей пестика некоторых поликарпических растений. Бюлл. ЦГЛ им. И. В. Мичурина, вып. 4, 1957.
45. *Остапенко В. И.* Роль окислительных процессов в сексуализации и оплодотворении у косточковых растений. Бюлл. ЦГЛ им. И. В. Мичурина, вып. 7—8, 1959.
46. *Поволоцкая К. Л. и Седенко Д. М.* Метод совместного определения активности аскорбиноксидазы, полифенолоксидазы и пероксидазы. Биохимия, 20, вып. 1, 1955.
47. *Прокофьева М. Н.* Особенности формирования органов плодоношения у гибридов кукурузы и их компонентов в условиях Ульяновской обл. Сопровождение по морфогенезу, 1959. Морфогенез растений. МГУ, 1961.
48. *Рубцова М. С.* Некоторые физиологические особенности гибридов и исходных самоопыленных линий кукурузы. Физиол. раст., 7, вып. 6, 1960.
49. *Рубцова М. С.* Взаимосвязь между мощностью ростовых процессов при гетерозисе у гибридов кукурузы и физиолого-биохимические особенности исходных самоопыленных линий. Тр. научн. конф. по росту и развитию высших растений. Вильнюс, 1963.
50. *Рубцова М. С.* Биолого-физиологическое обоснование гетерозиса и инбридинга у кукурузы. Автореферат диссертации. Горький, 1964.
51. *Сабинин Д. А.* О влиянии техники и сроков внесения удобрений на природу растений. Докл. АН СССР, I, № 3, 1934.
52. *Сабинин Д. А.* Минеральное питание растений. Изд. АН СССР, 1940.
53. *Саламов А. Б.* Обратные (реципрокные) скрещивания у кукурузы. Агробиология, № 2, 1948.
54. *Саламов А. Б.* Некоторые вопросы биологии кукурузы. Агробиология, № 4, 1954.
55. *Саламов А. Б. и Голки Л. А.* Значение условий выращивания гибридов кукурузы и их родительских форм. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 3, 1955.

56. Соколов Б. П. Межлинейные гибриды кукурузы. Земледелие, № 4, 1954.
57. Строна И. Г. Изучение реципрокных межсортовых гибридов гре-
чихи. Бюлл. Укр. н.-и. Ин-та раст., сел. и генет., № 2, 1958.
58. Турбин Н. В. Гетерозис и генетический баланс — в кн. Гетерозис.
Минск, 1961.
59. Турбин Н. В., Загрекова В. Н. Жизнеспособность отдаленных гиб-
ридов первого и второго поколения. Бюлл. Ин-та биол. АН СССР, вып. 5,
1960.
60. Туркова Н. С. Обмен веществ и рост растений. Вестник МГУ, № 9,
1955.
61. Устинова Е. И. Цито-эмбриологическое изучение самоопыленных
линий и гибридов у кукурузы. Совещание по морфогенезу, 1959. Морфо-
генез растений, МГУ, 1961.
62. Федоров П. С. Биохимическая разнокачественность семян роди-
тельских форм гибридов. Кукуруза, № 2, 1961.
63. Червоненко Т. А. Особенности в развитии репродуктивных органов
межлинейных гибридов кукурузы по сравнению с их исходными формами —
самоопыленными линиями. Бюлл. Укр. н.-и. Ин-та раст., ген. и сел., № 1,
1957.
64. Червоненко Т. А. Морфогенез и гетерозис у кукурузы. Морфогенез
растений, I, МГУ, 1961.
65. Шардаков В. С. Реакция на пероксидазу, как показатель жизне-
способности пыльцы растений. Докл. АН СССР, 26, № 3, 1940.
66. Шинкович М. Влияние витаминов группы В на процесс оплодотво-
рения кукурузы. Автореферат диссертации. МГУ, 1964.
67. Эйдельман З. М., Литвиненко А. И. Интенсивность усвоения $C^{14}O_2$
листьями и передвижение ассимилятов у проростков гибридных и инбред-
ных форм кукурузы. Проблемы фотосинтеза. Изд. АН СССР, 1959.
68. Эйдельман З. М. и Попова О. Ф. Особенности биосинтеза фитохро-
мов пластиды у гибридных и инбредных форм кукурузы. Эксперим. бота-
ника. Тр. Бот. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР, сер. IV, вып. 14,
1960.
69. Югенхеймер Р. У. Развитие посевов гибридной кукурузы в Европе.
Сб. иностранной сельскохозяйственной информации № 1, Изд. МСХ СССР,
1955.
70. Ashby E. Studies in the Inheritance of Physiological Characters. II
Further Experiments upon the Basis of Hybrid Vigour and upon the Inheri-
tance of efficiency index and Respiration Rates in Maize. Annals of Botany,
т. 46, № 184, стр. 1007—1032, 1932.
71. Balint A. The theoretical problems of heterosis. Acta agron. Acad.
scient Hung. 11, Nr. 1—2, 1961.
72. East E. M. and Hayes H. K. Heterozygosis in evolution and in plant
breeding. U.S.D. Agr. Bur. Plant Ind. Bull. 243, 1912.
73. Lukša A. Audzēsīm agrīno šķirņu kukurūzu. R. kr. «Labāko pieredzi
visiem». LVI. 1964.
74. Shull J. H. Hybridus Corn. Science, Nr. 103, Nr. 2679, 1946. (по По-
госянц Е. Е. Успехи современной биологии, т. 23, вып. I, 1947).
75. Singleton W. R. Hybrid vigour and its utilization in sweet corn
breeding. The American Naturalist, т. 75, № 756, 1941.
76. Viksna A. Mēģinājumi izaudzēt jaunu kukurūzas šķirni. R. krāj. Par
augstu kukurūzas ražu. LVI, 1959.
77. Viksne A. Audzēsīm kukurūzu. LVI, 1955.

Х. Мауриня, Л. Эзернице, Б. Гауя

ВЛИЯНИЕ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ КУКУРУЗЫ

Потенциальные возможности роста кукурузы значительно больше фактических показателей, особенно скороспелой кукурузы. Поэтому многие исследователи ищут путей, как уменьшить это несоответствие. Один из путей — стимулирование физиологических процессов и особенно роста при помощи разного рода стимуляторов. Воздействие стимуляторами нарушает до некоторой степени нормальный жизненный ритм растения и вызывает усиленное действие ферментов для ликвидации следствия вмешательства. Повышается общий уровень обмена веществ, который сохраняется некоторый промежуток времени, и иногда даже весь вегетационный период. Стимуляторами или стимулирующими воздействиями можно обрабатывать как целые растения на разных стадиях развития, так и семенной материал. При том обработка семенного материала является особенно выгодной, так как это легко осуществить агротехнически, а стимуляционный эффект часто сохраняется весь вегетационный период.

Для достижения стимуляционного эффекта применяются различные химические и физические агенты. В литературе встречаем очень много различных способов стимулирования физиологических процессов растений. Рассмотреть их подробно здесь мы считаем излишним, но коротко остановимся на тех приемах, которые мы использовали в своей работе.

Имеются различные теории, объясняющие сущность стимулирующего действия различных физических и химических агентов. Так, Ракитин (1960) стимуляцией называет все те случаи усиления жизнедеятельности растений, когда они вызываются чуждыми растению химическими или физическими средствами. Наблюдаемое при стимуляции усиление биохимических превращений является защитной реакцией организма, направленной на обезвреживание введенных организм стимулирующих веществ или возникших в нем при стимуляции продуктов нарушенного обмена. Благовещенский (1956) пишет, что стимуляторы деформируют белковую часть молекулы фермента и поднимают ее на более высокий уровень. По представлению Гунара (1953) активирование жизнедеятельности при стимулировании есть результат раздражения не превышающего возможности нормального реагирования растений

на внешнее раздражение. Если сила действия раздражителя начинает превышать эти возможности, то происходит нарушение обмена и жизнедеятельность подавляется. Это ведет к гибели организма. Поэтому яды в малых дозах используются для лечения больного организма. Для того, чтобы ликвидировать вредные последствия вмешательства извне, растение должно мобилизовать в большей или в меньшей степени свою жизнедеятельность, усиливая физиологические процессы. Если это удастся благодаря активизации физиологических процессов, растение более полно использует свои потенциальные возможности для усиления роста и образования более высокого урожая. Таким образом при помощи разного рода стимулирующих воздействий, как бы развязываются большие потенциальные возможности самого растительного организма.

В последние годы внимание биологов и агрономов привлекают открытые советским ученым Благовещенским (1956, 1959, 1962) биогенные стимуляторы.

Открытие биогенных стимуляторов является еще одним хорошим примером того, как достижения науки в одной отрасли могут быть удачно использованы в другой. — Истоки открытия биогенных стимуляторов можно искать в широко известном приеме обработки семян перед посевом холодом или переменными температурами. Этот агротехнический прием русскими садоводами был известен уже давно. В 1861 году об этом методе писал русский садовод Грачев (Грачев, 1861, 1875). Воронова (1953, 1954) снова обратилась к этому методу, детально разрабатывая его в 1946 году. Затем многие исследователи и практики сельского хозяйства стали применять этот метод как метод Вороновой или метод Грачева. Этот метод с целью получения урожая семян кукурузы несколько лет подряд успешно применяет также знатный кукурузовод Латвии Антонина Целитане (1962, 1964), а также другие специалисты (Индриксон, 1962). Генкель, Сарычева и Ситникова (1955) наблюдали, что растения, выросшие из семян обработанных переменными температурами, более холодостойки, так как у них понижена вязкость протоплазмы, легче переносят весенние заморозки и в конце вегетационного периода дают на 65,8 процентов больше урожай зерна, чем контрольные растения. «Закаленные» растения оказались более пластичные, легче реагировали на разные внешние воздействия.

Кодымский (1955, 1963) подготавливая семена кукурузы к посеву сначала после набухания обработал холодом, а затем — переменными температурами. Оказалось, что 15—25 дневное выдерживание на холоде и последующая обработка семян переменными температурами увеличила урожай. Урожай початков подопытных растений был выше контроля у мест-

ного сорта — на 50% ВИР-25, на 21,7% Одесская 10 — на 35,9%.

Сырая масса интенсивнее накапливалась растениями в тех вариантах, в которых семена подвергались охлаждению в течение непродолжительных сроков. Полученные данные показали, что кукуруза положительно реагирует на воздействие низкими температурами в самом раннем возрасте. «Закаленные» семена быстрее прорастают и растения мощнее растут. Подобные данные получил Кушниренко (1958), обрабатывая переменными температурами семена кукурузы и томатов. У «закаленных» растений не только увеличилась холодостойкость и усиливался рост, увеличилась также интенсивность фотосинтеза и общая продуктивность растений.

У огурцов, выросших из закаленных семян наблюдалась не только пониженная вязкость протоплазмы, но также повышение процессов синтеза аскорбиновой кислоты, сухого вещества и хлорофилла. Повышалась также холодостойкость огурцов (Белик, 1963) Гунар и Крастина указывают однако, что не во всех случаях предпосевная обработка семян холодом дает положительные результаты. Положительных результатов нет, если пробужденные семена сеять в холодную почву, где дальнейший рост их прекращается (Гунар, Крастина, 1957 а, б).

Влияние предпосевной обработки семян холодом или переменными температурами оказалось одинаково стимулирующим для всех сельскохозяйственных культур. Долгое время этому не было приемлемого биологического объяснения. Считали, что тут происходит яровизация семян, однако известно, что для протекания процессов, свойственных стадии яровизации, для различных растений необходимы различные температурные условия.

Правильное понимание и объяснение стимулирующего влияния холода и переменных температур на организм, различные органы или ткани появилось неожиданно. Для решения этого вопроса правильный путь показали работы знаменитого советского ученого и глазного врача Филатова. Уже в 1933 году Филатов (1951 а, б) заметил необъяснимое тогда еще явление: если роговицу взять от покойника и консервировать на холоде, а после этого пересадить больному, тогда она лучше срастается с тканями больного и оказывает благоприятное влияние на просветление бельма. Результаты были на много хуже, если роговицу брали с живого глаза. Благоприятное влияние консервированной роговицы распространялась на весь организм больного. Филатов делает вывод, что при консервировании в условиях низкой температуры тормозятся деятельность микробов и протекание биологических про-

цессов, а это ведет к биохимической перестройке и образованию особых веществ. Эти «особые» вещества Филатов назвал факторами консервирования. Позднее на основании своих экспериментальных данных Благовещенский (1956, 1962) предложил назвать эти вещества биогенными стимуляторами. Биогенные стимуляторы могут образоваться не только в кусочках ткани (например, роговицы). Но и в целых организмах, например, прорастающих семенах, если они прорастают в условиях не совсем соответствующих для нормального протекания физиологических процессов. Отклонение от нормы не должно быть слишком большое, в противном случае организм погибнет.

Гипотезу Филатова об образовании биогенных стимуляторов экспериментально доказал и дальше развил Благовещенский со своими сотрудниками (Благовещенский, Кологривова, 1945, Благовещенский, 1958, Благовещенский, Кириллова, 1955). Интересные результаты при этом были получены, изучая деятельность ферментов в растениях, произрастающих в различных условиях. Оказалось, что при понижении температуры с 25° до 5° интенсивность протекания различных реакций, катализируемых различного рода ферментами изменяются не в одинаковой степени. Так, скорость гидролитических реакций в этом случае уменьшается в 6 раз, а скорость окислительно-восстановительных реакций — только 2,25 раза. Если в семенах при прорастании в 25° температуре накапливается некоторое количество аминокислот, то при падении температуры до 5° , возможность новообразования белковых веществ снижается в 6 раз. Но возможность быть использованным в окислительно-восстановительных реакциях для образовавшихся аминокислот одновременно уменьшалась только в 2,25 раза. Аминокислоты вовлекаются в эти реакции, происходит дезаминирование их и в результате дальнейших превращений, характерных циклу Кребса могут образоваться такие характерные органические кислоты как янтарная, фумаровая и яблочная кислоты. В условиях пониженной температуры эти органические кислоты могут накопиться в тканях и тогда уже проявляется их стимулирующее действие. При воздействии этих продуктов активизируется деятельность ферментов и повышается их качество. Установлено (Благовещенский, 1955, 1956, 1962), что чистый раствор янтарной кислоты в концентрации 11,8 мг/л активность папайотина увеличил в 10 раз по сравнению с контролем. Подобно на активность ферментов воздействовали также вытяжки из проростков и тканевых препаратов, которые некоторое время находились на холоде. Эти вытяжки свои, стимулирующие качества не потеряли даже после кипячения и автоклавирования при 120° . Поэтому, обрабатывая семена перед посевом биогенными стимуляторами,

из которых наиболее популярным является янтарная кислота, можно достигнуть такой же эффект, как и при образовании биогенных стимуляторов естественным путем в самих семенах в условиях пониженной или переменной температуры. Обработка семян перед посевом раствором янтарной кислоты, несомненно, более простой и дешевой прием, нежели предпосевная обработка посевного материала пониженными или переменными температурами. Поэтому янтарная кислота встречается себе все больше и больше сторонников.

Как это оказалось в экспериментах на Украине, в Ленинградской области и в других местах (Дроздов, Корнеев, 1960, Бушинская, 1961, Корнеев, 1962, Целитане, 1964 и др.), урожай зеленой массы и зерна кукурузы, после обработки посевного материала янтарной кислотой, значительно повышается. Ускоряется также развитие кукурузы. Так, в опытах Бушинской с кукурузой «Золотая пагода», после обработки семян 0,08% раствором янтарной кислоты растения достигли молочно-восковой спелости на 10 дней раньше, чем контрольные растения. Урожай зеленой массы обработанных растений был на 10%, а початков — на 21% выше, чем у контроля. Еще о лучших результатах сообщают Дроздов и Корнеев (1960), в опытах которых под влиянием янтарной кислоты увеличился урожай на 30—40%. Даже в неблагоприятных условиях погоды на обработанных полях получен урожай початков в молочно-восковой спелости, а в благоприятных погодных условиях урожай початков был в 2 раза выше, чем у контроля.

Применение биогенного стимулятора — янтарной кислоты для стимулирования роста кукурузы началось и в нашей республике (Целитане, 1964, Мауриня, Эзерниеце, Гауя, 1964).

Методика

В течение трех вегетационных опытов (1962, 1963 и 1964 гг.) нами проводились опыты с целью выяснить влияние предпосевной обработки семян кукурузы раствором янтарной кислоты. В опытах были использованы следующие сорта и гибриды кукурузы: 'Минусинка', 'Воронежская-76', 'Буковинский-3', 'Воронежская-80', 'Скриверская ранняя' ВИР-25.

За 24 часа перед посевом семена различных сортов и гибридов кукурузы замачивались в растворе, концентрация которого была в 1962 г. 23 мг/л., 1963 г. 17 мг/л. и в 1964 году 40 мг/л. Семена контроля одновременно замачивались в воде. Закладывался контроль также сухими семенами. В опытах 1962 года семена кукурузы 'Воронежская-76' и 'Буковинский-3' перед посевом были обработаны переменными температурами. После набухания они в течение 3-х недель подвергались попеременно: 12 часов — тепло (16—20°) и 12 часов —

холод (-1 до -3°), т. е. они находились в таких условиях, в которых по гипотезе Благовещенского (1962) естественно в семенах образуются биогенные стимуляторы. В 1962 году опыты проводились в Ботаническом саду Латвийского государственного университета им. П. Стучки на делянках $10-25 \text{ м}^2$ в 3-х-кратной повторности*. В 1963 году опыты проводились в совхозе Будескалны Рижского района также на делянках размеров 25 м^2 в 4-х кратной повторности и в производственных посевах ('Буковинский-3' и ВИР-25), общая площадь которых составляла $0,5 \text{ га}$.

В 1964 году опыты проводились также в совхозе «Будескалны», как на делянках (12 м^2) в 4-х-кратной повторности, так в производственных посевах на площади $4,5 \text{ га}$. Для посева на поле в производственных посевах семена обрабатывались по методу, рекомендованному Благовещенским (1962): 100 кг семян из лейки опрыскивали 35 литрами раствора янтарной кислоты в 3-х приемах, после опрыскивания накрыли семена брезентом. Посев тракторной сеялкой производился через 46 часов после последнего опрыскивания. Через каждые 32 ряда обработанных семян засевались 24 ряда контрольных сухих семян.

В опытах 1962 года определялись следующие физиологические и биохимические показатели контрольных и обработанных янтарной кислотой растений:

1. Измеряли рост через каждые 10 дней.
2. Следили за ходом огранообразования.
3. Определяли интенсивность фотосинтеза (по методу Тюрина модиф. Бородулиной и др. 1953, 1955).
4. Содержание хлорофилла (по Годневу и Терентьеву, 1950).
5. Содержание витамина С (по Мурри, Петербургский, 1959).
6. Качество пыльцы (жизненность по Шардакову, (1940) рН и гН_2 — колориметрическ. (Вюрмзер, 1935, Работнова, 1957).

После уборки урожая осенью в листьях определялись сахара по Бертрану (Ермаков и др. 1952), содержание сухого вещества в зеленой массе, а также структура урожая и качество зерна.

В опытах 1963 года определялось: два первых показателя — как и в опытах 1962 года, а также еще 3 — продуктивность фотосинтеза (Ничипорович и др. 1961).

- 4 — увеличение листовой поверхности.
- 5 — динамика прироста сухого вещества.

* Почва — супесь, рН 6,6, содержащая обменных оснований 25 миллиэкв. гумуса $2,8\%$, азота 17 мг , K_2O — $12,1 \text{ мг}$, P_2O_5 — $22,5 \text{ мг}$ на 100 г сухой почвы. Предшественник — кукуруза.

В опытах 1964 года определяли: 1 — то же, 2 — то же, 3 — интенсивность фотосинтеза по методу Тюрина (модифицированной Бородулиной и др. 1959, 1955).

После уборки урожая осенью проделан анализ структуры урожая.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Несмотря на неблагоприятные климатические условия в 1962 году, обработка семян янтарной кислотой стимулировала прорастание семян. Так, 6-го июня у 'Минусинки' количество гнезд с проросшими растениями у контрольных растений составляло 65,0%, а у обработанных янтарной кислотой — 91,1%; у 'Буковинского-3' соответственно — 43,3% и 60,0%. Обработанные переменными температурами перед посевом семена 'Буковинского-3' в это время дали 57,0% гнезд со всходами. Обработка семян янтарной кислотой, а также переменными температурами перед посевом ускоряла и ход развития — у этих растений на несколько дней раньше зацвели как мужские, так и женские соцветия.

Отличался также темп роста растений разных сортов и вариантов. Особенно это выразилось, начиная с III стадии развития, когда происходит удлинение нижних и средних междоузлий. Так, в конце III и в начале IV стадий развития растения обработанного янтарной кислотой варианта на 8—10 см длиннее контрольных растений, что составляет 10—15%. К концу вегетационного периода эта разница уменьшилась. Такая же закономерность наблюдалась и у 'Буковинского-3', у которого разница в длине растений в начале IV стадии у контроля и обработанных перед посевом янтарной кислотой достигла 11 см. У обработанных переменными температурами перед посевом эта разница с контролем составляла 7,5 см.

Определения содержания хлорофилла в листьях контрольных и стимулированных растений показали, что в течение всего вегетационного периода хлорофилла больше в листьях растений, семена которых перед посевом были обработаны янтарной кислотой или переменными температурами (табл. 1). Это свидетельствует о том, что во время всего вегетационного периода в стимулированных растениях интенсивнее протекают физиологические процессы, а также, что у них имеются больше возможности увеличить фотосинтез. Так это и оказалось в исследованиях интенсивности фотосинтеза (табл. 2). Из данных таблицы 2 видим, что в течение всего вегетационного периода интенсивность фотосинтеза была выше у растений, которые выросли из семян, получивших обработку янтарной кислотой или переменными температурами перед посевом. Особенно ярко это выразилось у самого скороспелого сор-

Содержание хлорофилла в листьях кукурузы в зависимости от предпосевной обработки

Дата опр.	Стадия развития, лист, использован, для анализа	1-мг/г сухого веса. 2-% от контр.	Минусинка			Воронежская 76		Дата определения	Буковинская-3		
			контр.	перед посевом		Конт. роль	Перем. темп.		Конт. роль	Перем. температур.	Яктар. кислоты
				в воде	в янт. кислот.						
19. VI	I стадия развития использов. 2-й лист	1	9,24	9,60	9,56	9,15	9,85	30.VI	9,61	13,10	14,55
		2	100	104	103,5	100	108		100	136	151
30. VI	I стадия развития использов. 4-й лист.	1	9,06	9,10	9,46	10,56	14,80	14.VII	9,74	9,97	10,48
		2	100	100	104	100	140		100	102	108
17. II	III стадия развития использов. 6-й л.	1	8,24	6,96	8,29	9,45	10,63	23.VII	9,42	9,65	9,63
		2	100	84	100	100	112		100	102	102
25. VII	IV стадия развития использов. 6-й лист	1	9,83	9,73	9,88	9,20	9,76	15.VIII	9,19	9,29	9,83
		2	100	99	100	100	106		100	101	107
18. III	Цветение Использов. 6-й лист.	1	8,75	8,85	9,79	11,37	14,20	26.III	7,72	9,51	10,13
		2	100	101	112	100	125		100	123	132
23. III	Образование зерна использов. 6-й лист.	1	9,52	9,46	9,61	7,95	8,97				
		2	100	99	101	100	113				

Интенсивность фотосинтеза кукурузы в зависимости от предпосевной обработки семян

Дата и условия погоды	Стадия развития и лист, использов. для анализов	1-мг CO ₂ на 100 см ² 2.% от контроля	Минусивка			Воронежская 76		Буковитская 3			
			Контр.	Обраб. в воде	Обраб. в янт. кислот.	Контр.	Перем. темпер.	Дата и услов. погоды	Конт. роль	Перем. темп.	Янтар. кислот
18.VI 18°	I стадия развития 2-й лист. (снизу)	1	7,20	7,60	11,50	4,60	4,76	29.VI 16°	7,60	7,20	11,80
		2	100	105	159	100	103		100	95	155
29.VI, 16°	II стадия развития 4-й лист (снизу)	1	4,74	3,85	6,32	7,45	7,60	13.VII 17°	7,90	8,60	8,84
		2	100	81	131,4	100	102		100	109	113
16.VII 17°	III стадия развития 6-й лист (снизу)	1	4,86	3,86	6,47	6,90	7,50	22.VII 18°	7,85	7,90	8,30
		2	100	81	133	100	109		100	101	106
24.VII 18°	IV стадия развития 6-й лист (снизу)	1	5,25	4,50	7,50	7,45	7,90	14.VIII 18°	5,71	7,29	8,21
		2	100	87	142,8	100	106		100	128	144
17.VIII 18°	Цветение 6-й лист (снизу)	1	7,06	5,50	9,42	6,45	8,14	25.VIII 18°	8,70	9,65	11,80
		2	100	78	133,4	100	117		100	111	135
24.VIII 18°	Образование зерна 6-й лист (снизу)	1	3,25	3,75	5,60	6,25	8,75				
		2	100	115	172,3	100	140				

та — 'Минусинка', где разница с контролем ни разу не была меньше 30%, а в период образования зерна она достигла даже 72%. Значительная разница отмечена также и у 'Буковинского-3'.

В тесной связи с интенсивностью фотосинтеза растений разных вариантов находится содержание сухого вещества в течение вегетационного периода. Полученные данные отражены на рис. 1. Оказалось, что у обработанных растений содержание сухого вещества больше, чем в листьях контрольных растений. Однако у 'Минусинки', благодаря особенно интенсивному образованию початков во время цветения метелок, происходит усиленный отток ассимилятов из листьев к генеративным органам. Повидимому, это и является причиной того, что во время цветения содержание сухого вещества в листьях обработанных растений меньше, чем контрольных растений. Подобная закономерность наблюдается не только в листьях, но и в стеблях обработанных растений. Оказалось, что в листьях растений из обработанных растений перед посевом янтарной кислотой семян 'Минусинки' во время цветения было на 30% больше витамина С, чем у контрольных растений (табл. 3).

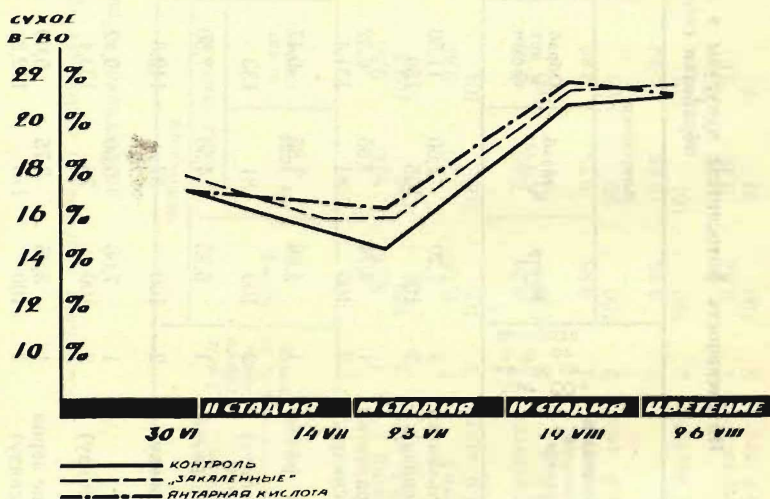


Рис. 1.

Динамика содержания сухого вещества в кукурузе 'Буковинский-3'

Увеличенное содержание витамина С было также и в листьях растений 'Воронежской-76' и 'Буковинского-3', перед посевом обработанных янтарной кислотой или переменными температурами. Оказалось также, что у обработанных растений образуется пыльца лучшего качества. Так, у контрольных

ных растений 'Минусинки' жизнеспособность пыльцы была 84,4%, Eh 116,0 мв, а у растений из семян, обработанных янтарной кислотой, соответствующие цифры были 100% и 145 мв.

Таблица 3

Содержание витамина С в листьях кукурузы во время цветения в зависимости от обработки

Дата определения	Сорт	Вариант	мг % на свежий вес	% от контроля
19 VIII	Минусинка	Контроль сухими семенами	85,36	100
		Семена замочены в воде	89,47	105
		Семена замочены в янтарной кислоте	111,31	130
19 VIII	Воронежская 76.	Контроль сухими семенами	93,28	100
		Обработано перемен. температур.	110,88	119
28 VIII	Буковинский-3	Контроль сухими семенами	107,38	100
		Обработка переменными температур.	118,21	110
		Обработка янтарной кислотой	118,20	110

Исходя из данных о содержании витамина С, а также из показателей качества пыльцы, можно было ожидать лучших результатов оплодотворения у обработанных растений по сравнению с контролем. Это и показало данные структуры урожая. (Табл. 4).

Необходимо напомнить, что вторая половина лета 1962 года была прохладная и дождливая, поэтому до ранне-восковой спелости созрели только первые початки 'Минусинки'. В связи с этим вес свежесобраных початков одного растения является слишком низким не только для 'Буковинского-3' и 'Воронежской-76', но и для 'Минусинки'. Из данных таблицы 4 видим, что влияние предпосевной обработки семян янтарной кислотой и переменными температурами отражается и на урожай зеленой массы и початков. Разница в урожае контрольных и обработанных растений больше именно у скороспелой кукурузы 'Минусинка'. Разница небольшая или ее почти нет у 'Буковинского-3', который в неблагоприятных условиях погоды 1962 года, повидимому, не смог реализовать даже своих естественных потенциальных возможностей образования урожая. Известно, что стимуляция любыми приемами лучше всего проявляется на оптимальном фоне для роста и развития данного растения.

Таблица 4

Влияние предпосевной обработки семян кукурузы биогенными стимуляторами на элементы структуры урожая кукурузы

Сорт	Вариант	Длина растений		Вес зеленой массы		В том числе лист.		Сырой вес всех початков I раст.		Высота прикр. гл. поч.	Примечание
		в см	%	в г.	%	в г.	%	в г.	%		
Минусинка	Контр.	112,1±1,01	100	500,3±27,86	100	64,0	100	120,6±10,20	100	34,1	Ранне-восков. спелость
	в воде	111,5±2,36	100	487,6±30,11	97	55,7	87	116,0±11,10	96	22,7	
	в ян. кисл.	125,0±5,05	111	746,5±15,33	149	95,0	148	143,5±15,81	119	38,8	
Воронежская-76	Контр.	138,9±2,93	100	508,0±53,94	100	55,5	100	114,5± 9,81	100	32,7	Ранне-молочн. спел.
	перем. t°	154,6±5,74	111	650,0±48,98	101	74,0	133	123,7± 8,51	108	39,7	
Буковинский-3	Контр.	217,2±4,11	100	950,0±45,16	100	162,4	100	88,3± 9,52	100	75,0	Початк. зелен.
	перем. t°	219,1±4,83	101	973,3±80,31	101	144,9	89	72,4±11,09	82	86,8	
	ян. кисл.	226,5±4,54	104	1016,5±13,71	105	138,3	85	86,6±10,53	98	82,9	

В листьях растений после уборки определялось содержание сахаров, чтобы выявить изменение качества урожая зеленой массы (табл. 5).

Таблица 5

Содержание сахаров в листьях кукурузы в зависимости от предпосевной обработки

Сорт и вариант предпосевной обработки	Редуцирующие сахара % от сухого вещества	Сахароза % от сухого вещества	Общие сахара	
			% от сухого вещества	% от контроля
Минусинка-контроль	2,13	2,52	4,65	100
— водой	1,67	2,38	4,05	87
— янтарной кислотой	3,21	3,24	6,46	147
Воронежская-76 — контроль	1,57	2,30	3,87	100
— переменными температурами	1,28	2,70	3,98	103
Буковинский-3 — контроль	3,03	1,37	4,40	100
— переменными температурами	2,72	1,20	3,92	90
— янтарной кислотой	3,63	1,28	4,91	112

Из данных таблицы 5 видим, что под влиянием янтарной кислоты у растений обоих обработанных сортов увеличилось содержание сахаров, в основном за счет редуцирующих.

В литературе имеются указания на то (Туркова, 1955), что в условиях увеличенной редуцирующей способности интенсивнее протекают ростовые процессы. Повышенное содержание редуцирующих сахаров, а также витамина С (см. табл. 3 и 5) создают именно такую более редуцирующую способность тканей обработанных янтарной кислотой растений. Разница в этих показателях у контрольных и обработанных янтарной кислотой 'Минусинки' больше, чем у 'Буковинского-3', в результате больше и разница в показателях урожая зеленой массы и початков.

Данные, полученные в опытах 1962 года свидетельствовали о том, что предпосевная обработка семян кукурузы янтарной кислотой стимулирует последующий рост и другие физиологические процессы растений. Это благоприятное влияние продолжается весь вегетационный период и способствует образованию большего урожая как зеленой массы, так и початков. Кроме того, этот способ стимуляции является дешевым и легко осуществимым агротехнически. Поэтому в 1963 году опыты были продолжены, включая другие сорта и гибриды кукурузы.

Условия погоды в 1963 году резко отличались от таковых 1962 года: была солнечная, сухая погода.

Рост был более интенсивным тех растений всех сортов и

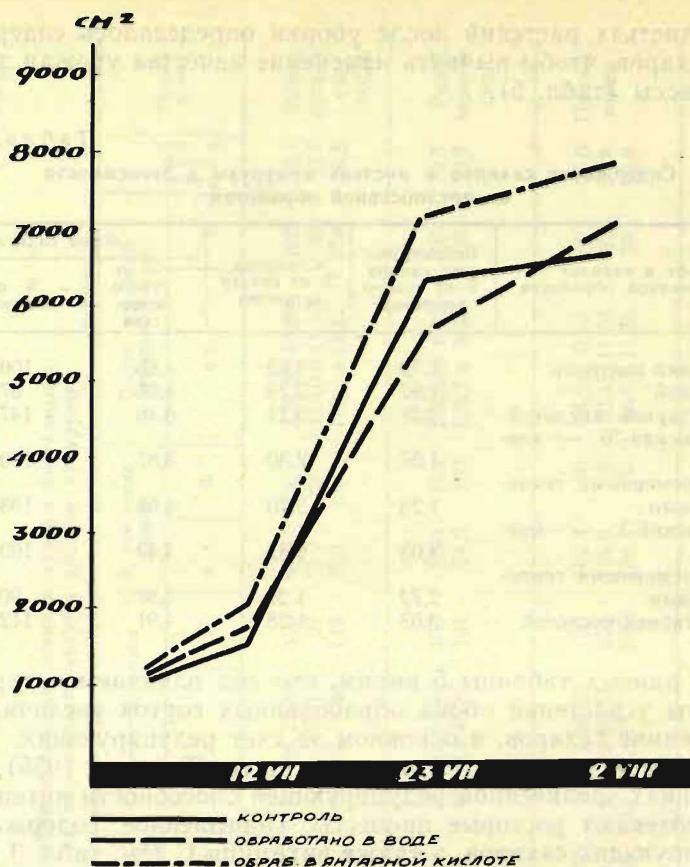


Рис. 2.

Прирост листовой поверхности кукурузы ВИР-25 в зависимости от предпосевной обработки семян

Таблица 6

Содержание сухого вещества в растениях кукурузы ВИР-25 в зависимости от предпосевной обработки (в%)

Вариант	12 VIII	23 VIII	2 VIII (в листьях)	2 VIII в остальных надземных
Контроль	11,41	10,64	23,87	9,31
— в воде	9,86	11,0	23,73	7,24
— в янтарн. кислоте	11,67	11,05	24,0	9,50

гибридов кукурузы, которые выросли из обработанных янтарной кислотой семян. Для иллюстрации сказанного приводятся кривые, характеризующие прирост в длину кукурузы 'Скри-

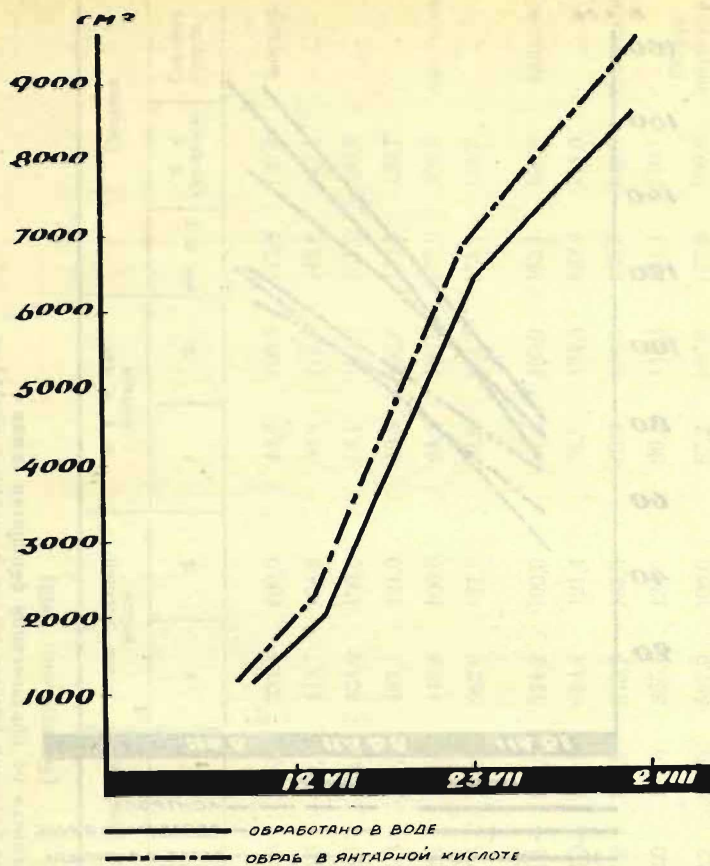


Рис. 3.

Прирост листовой поверхности кукурузы «Буковинский-3» в зависимости от предпосевной обработки семян

верская ранняя' и 'Минусинка' (см. рис. 4). Наблюдалось также стимулирующее действие янтарной кислоты на образование листовой поверхности растений подопытных сортов кукурузы (рис. 2 и 3). Если 12 июля это различие еще не значительно, то в дальнейшем оно заметно увеличивается. Особенно характерно это наблюдается у двойного гибрида ВИР-25, полученные данные которого приводятся на рис. 2.

Уже в опытах предыдущего года было установлено, что содержание сухого вещества в листьях, обработанных растений выше, чем контрольных. Эти наблюдения подтвердились также и в опытах 1963 года (табл. 6).

Если в опытах 1962 года было установлено, что у обрабо-

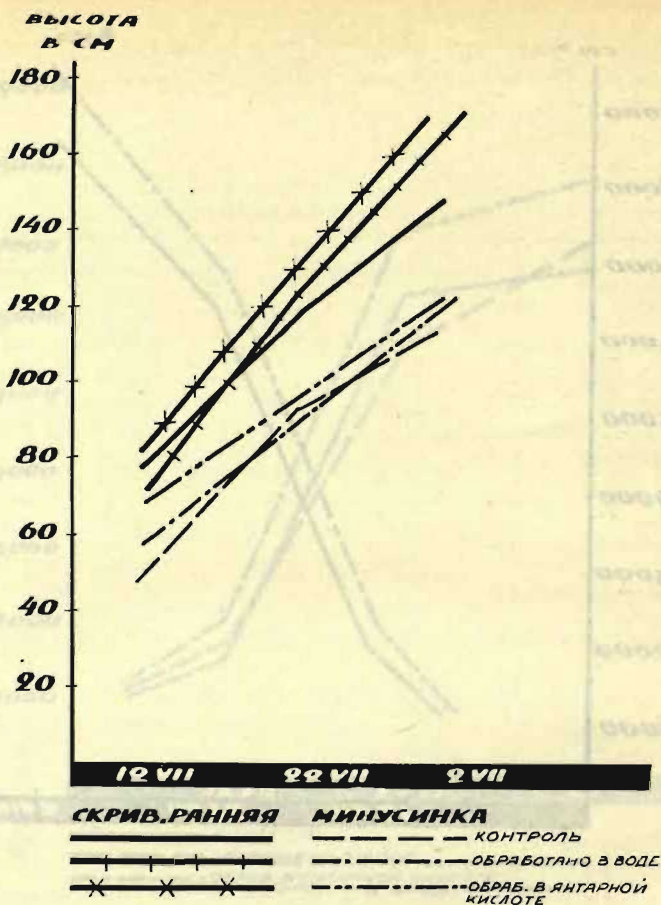


Рис. 4.

Прирост в высоту кукурузы «Скриверская ранняя» и «Минусинка» в зависимости от предпосевной обработки семян

Таблица 7

Продуктивность фотосинтеза кукурузы Буковинский 3 и ВИР-25 в зависимости от предпосевной обработки семян

№№ п/п	Сорт и гибрид	Вариант	Продуктивность фотосинтеза в г/100 см	
			12 VII — 23 VII	23 VII — 2 VIII
1.	ВИР-25	Контроль	1,75	2,20
		— обработано в воде	2,27	2,65
		— в янтарной кислоте	2,38	2,80
2.	Буковинский-3	Обработано в воде	2,50	2,68
		— в янтарной кислоте	2,62	2,90

Продуктивность растений разных сортов и гибридов кукурузы
в зависимости от предпосевной обработки семян
(Будескалны, 1963)

Сорт или гибрид	Вариант	Длина растений		Вес зеленой массы		В т. ч. вес листьев		Початки		
		см	%	г	%	г	%	вес в г.	% к контролю	Степень созрев.
Минусинка	Контроль	114,8	100,0	331,8	100,0	44,9	100,0	113,8	100,0	Восков.
„	— янт. кислот.	138,6	120,7	413,7	124,6	50,4	112,2	145,8	127,1	„
Воронежская-76	Контроль	168,3	100,0	404,9	100,0	53,1	100,0	131,0	100,0	„
„	— янт. кислот.	171,3	101,7	493,7	121,9	69,5	130,8	171,3	130,7	„
Воронежская-80	Контроль	182,4	100,0	440,8	100,0	64,2	100,0	135,0	100,0	ран. воск
„	— янт. кислот.	197,5	108,2	562,9	127,7	79,8	124,3	173,1	128,2	„
Скриверская ранняя	Контроль	174,1	100,0	514,2	100,0	61,4	100,0	165,1	100,0	Восков.
„	— янт. кислот.	184,0	105,6	624,4	121,4	76,5	124,5	183,4	111,0	„
Вуковинский-3	Контроль	197,2	100,0	613,7	100,0	70,5	100,0	163,7	100,0	Молочная
„	— янт. кислот.	232,0	117,6	865,3	124,7	96,1	136,3	191,1	116,1	„
ВИР-25	Контроль	232,7	100,0	657,9	100,0	67,2	100,0	172,9	100,0	Образ початков
„	— янт. кислот.	248,4	106,7	861,7	130,9	83,1	123,6	216,1	124,9	„

таных янтарной кислотой растений интенсивность фотосинтеза выше, чем у контрольных, то данные 1963 года показали, что у этих растений выше также и продуктивность фотосинтеза. Это отразилось на урожайности подопытных растений. (см. табл. 8).

Таблица 9

Влияние предпосевной обработки янтарной кислотой на урожай кукурузы (Будескалны, 1963)

Гибрид кукурузы	Вариант	Средний урожай зеленой массы с 2 повторностей		в ц/га
		кг/ 18 м ²	% от конт-роля	
Буковинский-3	Контроль	57,3	100,0	318,3
	— в воде	65,4	114,1	363,3
	— в янтарной кислоте	67,8	118,3	376,7
ВИР-25	Контроль	64,9	100,0	360,6
	— в воде	65,4	100,7	363,3
	— в янтарной кислоте	75,6	116,5	420,0

Вес зеленой массы, листьев и початков у обработанных растений увеличился больше, чем длина растений. Разница в 20% по длине растений была только в одном случае ('Минусинка', в то время как по весу зеленой массы разница ни в одном случае не была меньше 20%).

Увеличение урожая кукурузы наблюдалось также и в хозяйственных посевах на поле совхоза Будескалны (табл. 9).

Данные таблицы 9 показывают, что увеличение урожая зеленой массы вместе с початками от обработки янтарной кислотой перед посевом составляет 16—18%. Необходимо отметить, что увеличение урожая 'Буковинского-3' на 14% наблюдалось даже под влиянием замачивания семян перед посевом в воде. В литературе имеются указания, что замачивание семян кукурузы перед посевом в воде иногда увеличивает урожай.

В наших же опытах у другого гибрида (ВИР-25) это не наблюдалось.

ВЫВОДЫ

1. Наши опыты показали, что обработка семян кукурузы перед посевом раствором янтарной кислоты стимулирует рост и другие физиологические процессы растений. Под влиянием янтарной кислоты увеличивается урожай зеленой массы и початков приблизительно в одинаковой степени у различных использованных нами сортов и гибридов кукурузы.

2. Способ стимулирования роста кукурузы янтарной кислотой можно рекомендовать для обработки семян даже более высокорослых, среднеспелых, районированных в нашей республике сортов и гибридов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Белик В. Ф.* Влияние закалки семян переменными t° на физиологические особенности и холодостойкость огурцов. Н.-и. ин-т овощн. х-ва, ст. Перловская, Московск. обл. Физиология растений, т. 10, вып. 3. 1963.
2. *Благовещенский А. В., Кологривова А. Ю.* О стимуляции роста корней некоторыми органическими кислотами. Докл. АН СССР, т. 48, № 6, 1945.
3. *Благовещенский А. В.* Биогенные стимуляторы в сельском хозяйстве. Природа, № 7, 1955.
4. *Благовещенский А. В., Кириллова Г. А.* Влияние временного охлаждения на азотсодержащие вещества зародыша и эндосперма озимой пшеницы. Докл. АН СССР, т. 100, № 1, 1955.
5. *Благовещенский А. В.* Биогенные стимуляторы и биохимическая природа их действия. Бюллетень Главного ботанического сада, вып. 25, 1956.
6. *Благовещенский А. В.* Химическая стимуляция роста растений. Бюлл. Моск. общества исп. природы, отд. биол., т. 63(1), 1958.
7. *Благовещенский А. В., Петроченко У. А.* Влияние обработки семян янтарной и фумаровой кислотами на некоторые процессы у растений. Физиол. растений, т. 6, вып. 1, 1959.
8. *Благовещенский А. В.* Биогенные стимуляторы и урожай. Изд. Знание, 32 стр., 1962.
9. *Бородулина Ф. З., Колобаева Л. Г.* Учет фотосинтеза по накоплению углерода в листьях. Докл. АН СССР, т. 90, № 5, 1953.
10. *Бородулина Ф. З., Колобаева Л. Г., Зверева Г. А.* К вопросу о определении фотосинтеза в полевых условиях. Тр. ИФР им. Тимирязева АН СССР, т. 10, 1955.
11. *Бушинская И. С.* Влияние обработки семян кукурузы янтарной кислотой на рост и развитие растений. Докл. Великолукск. с.-х. ин-та. Великие Луки, 1961.
12. *Воронова А. Е.* Закалка семян и рассады овощн. культур. Достижения науки и передового опыта в сельском х-ве, 1953.
13. *Воронова А. Е.* Закалка семян переменными температурами. Сб. научн. работ Курганск. с.-х. ин-та, № 2, 1954.
14. *Вюрмзер Р.* Биологическое окисление и восстановление. М., 1935.
15. *Генкель П. А., Сарычева А. П., Ситникова О. А.* Влияние обработки семян переменной температурой на развитие и созревание кукурузы. Физиология растений, т. 2, вып. 5, 1955.
16. *Годнев Т. Н., Терентьев В. М.* О количественном определении хлорофилла и некоторых каротиноидов. АН СССР. Тр. ИФР, т. 7, вып. 1, 1950.
17. *Грачев Е. А.* Разведение кукурузы в С.-Петербурге. Акклиматизация, т. 2, 1861.
18. *Грачев Е. А.* О выращивании кукурузы. Тр. Волного экон. общества, т. 1, вып. 2, 1875.
19. *Гунар И. И.* Проблема раздражимости растений и ее значение для дальнейшего развития физиологии растений. Изд. ТСХА. М., 1953.
20. *Дроздов Н. А., Корнеев П. К.* Предпосевное смачивание семян кукурузы янтарной кислотой. Кукуруза, № 5, 1960.
21. *Ермаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова-Иконникова М. И., Мури И. К.* Методы биологического исследования растений. С.-х. гиз, 1952.
22. *Корнеев П. К.* Влияние обработки семян биогенными стимулято-

рами на некоторые физиологические процессы и химический состав кукурузы. Зап. Ленингр. с.-х. ин-та, вып. 84, 1962.

23. *Гунар И. И., Крастина Е. Е.* Реакция кукурузы на температурный режим. Культура кукурузы в СССР. Изд. Сов. наука. М., 1957.

24. *Гунар И. И., Крастина Е. Е.* Влияние предпосевной обработки семян на развитие кукурузы. Кукуруза, № 1, 1957.

25. *Кодымский И. А.* Влияние пониженных температур на слегка просеянные семена кукурузы. Агробиология, № 5, 1955.

26. *Кодымский И. А.* Подготовка семян к посеву методом низких t° . Кукуруза, № 2, 1963.

27. *Куширенко С. Б.* Физиологические особенности томатов и кукурузы, закаленных к холоду переменными температурами. Физ. растений, т. 5, вып. 3, 1958.

28. *Мауриня Х., Эзернице Л., Гауя Б.* Стимулирование роста кукурузы при помощи янтарной кислоты. 24-я научно-методическая конференция ЛГУ им. П. Стучки. Тезисы докладов, биол. науки. Рига, 1964.

29. *Ничипорович А. А., Строгонова Л. Е., Чмора С. Н., Власова М. П.* Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Изд. АН СССР. М., 1961.

30. *Петербургский А. В.* Практикум по агрономической химии. М., 1959.

31. *Работнова И. Л.* Роль физико-химических условий (рН и gH_2) в жизнедеятельности микроорганизмов. М., 1957.

32. *Туркова Н. С.* Обмен веществ и рост растений. Вестник МГУ, № 9, 1955.

33. *Филатов В. П.* Биологические основы тканевой терапии. Изв. АН СССР, сер. биол., № 6, 1951.

34. *Филатов В. П.* Тканевое лечение (ученые и биогенных стимуляторы). Природа, № 11—12, 1951.

35. *Целитане А.* Наши заботы, наши успехи. Кукуруза, № 1, 1964.

36. *Celītāne A.* Mūsu saistības — 50 centneri graudu no hektāra. Pad. Latvijas Komunisti, Nr. 6. 1962.

37. *Indriksons E.* Mūsu panākumi kukurūzas selekcijā. Druva, Nr. 14, 7.—8. lpp., 1962.

Х. МАУРИНЯ, М. ДРИКЕ, Л. ЭЗЕРНИЕЦЕ

ВЛИЯНИЕ НА КУКУРУЗУ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ГАММА-ЛУЧЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА РАСТЕНИЯ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ

Наряду с обработкой семян перед посевом в целях стимуляции роста и развития применяется также обработка самих растений, чаще всего — опрыскиванием. Прием подкормки растений через лист различными минеральными элементами (особенно микроэлементами) давно уже успешно применяется в сельском хозяйстве (Мацков, 1952). В целях стимуляции физиологических процессов те самые вещества, которые используются для обработки семян, часто применяются и для опрыскивания растущих растений. В литературе, имеются данные также о комбинировании обоих приемов вместе (Сташаускайте, 1961, Добровольский, 1961).

В последнее десятилетие большое внимание исследователей привлек г и б б е р е л л и н. Наибольшее распространение получило наиболее физиологически активное соединение — гиббереллин A_3 или гибберелловая кислота. Это белое кристаллическое вещество в воде растворяется трудно (около 5 г/л воды). Гибберелловая кислота достаточно стабильна — в темном, прохладном помещении ее можно хранить годами. Но раствор ее не стабильный и через сутки уже теряет свои качества (Чайлахян, 1961). Экспериментально доказано, что гиббереллин отечественного производства по активности не отстает от заграничного. Мы в своих опытах использовали гиббереллин Рижского производства.

Примерно через 10 лет после открытия гиббереллина японскими учеными Ябуто и Хаяси в 1939 году (Красильников, 1958), началось широкое исследование его действия на физиологические процессы растений.

Для обработки растений чаще всего используется 0,0001 — 0,01% раствор гибберелловой кислоты в воде (растворяя соответствующее количество гиббереллина вначале в этиловом спирте 1:10). Чайлахян (1961) указывает, что способ обработки растений опрыскиванием имеет некоторое преимущество по сравнению с другими способами. Опрыскивание легко производить на больших посевных площадях и после опрыскивания все надземные части растения равномерно получают гиббереллин. Гиббереллин, нанесенный на поверхно-

сть растения, быстро проникает в ткани, поэтому дождь через 8—12 часов после обработки уже не снижает стимулирующего эффекта (Чайлахян, 1961).

Влияние гиббереллина на рост и развитие растений исследовалось многими советскими и зарубежными учеными (Чайлахян, 1957, 1958, 1960, 1961; Мосолов, Мосолова, 1959, 1961; Поволоцкая, 1958; Черри, 1960; Кнапп, 1959; Брайен, 1958, 1962 и др.).

В результате установлено, что гиббереллин стимулирует ростовые процессы растений — усиливается кущение, стеблевание, ускоряется цветение однолетних и двухлетних растений, прерывает период покоя, ускоряет прорастание семян и т. д. (Кнапп, 1959; Stow B., 1954.).

Наиболее характерное свойство, отмечаемое многими исследователями, однако является его способность стимулировать рост растений. Имеются данные о том, что обработанные гиббереллином растения могут быть выше контроля даже на 150—200% (Чайлахян, 1961).

Так, например, скороспелая, низкорослая кукуруза усиливает рост даже в таком случае, если обработаны растения гиббереллином в дозе 0,001 мг на 1 растение (Поволоцкая, 1958). Усиливается рост не только низкорослой кукурузы. Оказалось, что даже такой высокоурожайный двойной межлинейный гибрид, каким является ВИР-42, после опрыскивания 0,005% раствором гибберелловой кислоты дал прирост в длину 15—17 см, увеличился урожай как зеленой массы, так и початков (Филев, 1960).

По наблюдению Черри (1960) под влиянием гиббереллина, примененного на ранних фазах развития, увеличивается длина кукурузы за счет увеличения количества междоузлий. Выше также прикрепляется початок. Под влиянием гиббереллина могут удлиниться как нижние междоузлия у основания стебля, так и верхние — под метелкой. Нельсон и Россман (1959) раствор гиббереллина в повышенной концентрации (500 мг/л) использовали для химической кастрации кукурузы. Опрыскивая растения раствором гиббереллина в период развития, когда зачаток метелки достиг 2,5 см в длину получено 32% стерильных и 68% частично стерильных метелок.

Чайлахян (1961) рекомендует обрабатывать кукурузу гиббереллином в период развития, когда $1/2$ всех листьев уже сформирована. В таком случае обработанные растения дают больше зеленой массы сухого вещества и початков, чем контрольные растения. Если опрыскивание гиббереллином производилось в фазе 3—6 листьев, рост растений усиливается только в начале вегетации, а в дальнейшем контрольные растения их догоняют в росте и разница в величине урожая не наблюдается.

Некоторые ученые (Черри, 1960; Stow, Jamaki, 1954) указывают, что под влиянием гиббереллина у кукурузы увеличился урожай зеленой массы при одновременном снижении урожая зерна.

В многочисленных исследованиях установлено, что гиббереллин оказывает влияние не только на образование или увеличение размеров различных органов растения, но и на обмен веществ, на биохимические и физиологические процессы в растениях.

Интересные данные имеются в работе Ситниковой (1962). Она исследовала влияние гиббереллина на свойства протоплазмы. Оказалось, что гиббереллин не изменил осмотические свойства клеток, а только вязкость и эластичность протоплазмы. Как известно, именно эти качества протоплазмы определяют активность физиологических процессов в клетке. Так как под влиянием гиббереллина вязкость протоплазмы уменьшается, этим до некоторой степени и можно объяснить стимуляцию физиологических процессов. Этим же можно объяснить также и увеличенную холодостойкость и засухоустойчивость обработанных гиббереллином растений.

В литературе имеются данные также об изменении химического состава (Чайлахян, 1961), интенсивности окислительно-восстановительных процессов (Мосолов, Мосолова, 1959), — в листьях увеличивается содержание углеводов, изменяется содержание аскорбиновой кислоты. Одновременно с этим растения усиленно поглощают минеральные вещества. По данным Чайлахяна (1961) под влиянием гиббереллина изменяется не только содержание сахаров и аскорбиновой кислоты, но и других соединений, таких, как белковые вещества, органические кислоты, алколоиды и др. Мосолов и Мосолова (1961) однако нашли, что под влиянием гиббереллина изменяется качественный состав белка. Они приводят данные о том, что под влиянием гиббереллина в листьях кукурузы уменьшается содержание таких незаменимых аминокислот, как аланин, глютамин, лейцин, лизин и др.

Многие авторы отмечают, что под влиянием гиббереллина усиливаются ростовые процессы, но одновременно у стимулированных растений наблюдается больше или меньше выраженный хлороз: уменьшается содержание хлорофилла в листьях. Морган (1958) наблюдал, что хлороз наступает только в условиях недостаточного минерального питания. Подкормка растений азотосодержащими удобрениями устраняет хлороз.

В работах различных авторов общее то, что везде доказывается стимулирование физиологических процессов при помощи гиббереллина. Чаще всего усиливается рост в длину стебля. Также увеличивается листовая поверхность. Поэтому

применение гиббереллина для стимуляции роста скороспелой кукурузы кажется перспективным.

Об использовании раствора янтарной кислоты для опрыскивания растений в литературе очень мало сведений (Дроздов, Павлов, 1961; Мауриня, Эзернице, Гауя, 1964). Мало данных также о влиянии гамма излучения, получаемого растениями кукурузы на разных стадиях развития (Мауриня, 1965). Но такие эксперименты могли бы дать интересные данные, характеризующие отношение растений к стимулирующим воздействиям в разные периоды своего онтогенеза, когда образуются вегетативные или генеративные органы, а также половые клетки растений.

Методика

Используя гибберелловую кислоту для стимуляции роста скороспелой кукурузы мы рассчитывали на ее способность удлинять стебель. Известно, что скороспелая кукуруза одновременно является и низкорослой с низким прикреплением початка. В опытах мы использовали такой способ обработки растений, который пригоден для обработки растений и на производственных посевах, т. е. опрыскивание. Обработку растений гиббереллином, мы производили опрыскиванием растений на разных стадиях развития. Это было сделано в связи с тем, чтобы выяснить, как выражается стимулирующее рост воздействие гиббереллина на разных этапах формирования стебля.

В 1959 и 1960 гг. опыты проводились в Ботаническом саду АН Латвийской ССР в Саласпилсе. Растения кукурузы 'Минусинка' выращивались на делянках размером в 20 м² в 4-х повторностях. Уход за растениями во всех вариантах был одинаков, в начале дифференциации мужского соцветия (световой стадии) все растения получили подкормку сульфатом аммония из расчета 1,5 ц/га.

Так как во время световой стадии происходит дифференциация также и стеблевых междоузлий, а в конце этой стадии нижние междоузлия начинают уже вытягиваться в длину, в опытах 1959 года основное внимание мы обратили именно на этот период развития. В связи с этим были следующие варианты опыта:

1. Контроль — без гиббереллина.
2. Опрыскивание 1 раз во время II стадии.
3. Опрыскивание 3 раза во время II стадии.
4. Опрыскивание 3 раза: 1 раз на II стадии и 2 — после нее.
5. Опрыскивание 2 раза: на II и III стадиях развития.

Полученные в опытах 1959 года данные нам показали, что

большая длина растений, а также прикрепление початка была у растений, получивших опрыскивание гиббереллином после световой стадии, когда происходит вытягивание средних междоузлий. Поэтому в опытах 1960 года основное внимание мы обратили на период развития после световой стадии — именно III и IV стадиям развития, когда происходит вытягивание средних и верхних междоузлий.

В связи с этим в опытах 1960 года с кукурузой 'Минусинка' были следующие варианты:

1. Контроль.
2. Опрыскивание 2 раза в начале III стадии развития.
3. Опрыскивание 5 раз в начале III и IV стадии развития.
4. Опрыскивание 3 раза на IV стадии развития (последнее опрыскивание — во время цветения).

Каждый вариант занимал 10 м² в трех повторностях.

В зависимости от продолжительности соответствующей стадии развития опрыскивание проводилось с большими или меньшими интервалами. Опрыскивание растений производилось во время захода солнца, израсходуя для опрыскивания растений на 50 м² площади 1/2 литра раствора. Контрольные растения одновременно опрыскивались водой.

Посев кукурузы производился в 1959 г. 20-го мая и в 1960 году 26-го мая квадратно-гнездовым способом 60×60 см. В каждом гнезде выращивалось по 2 одновременно взошедших растения.

В опытах 1962 года предусматривалось сравнение некоторых физиологических и биохимических показателей у обработанных гиббереллином растений по сравнению с контрольными. Опыты 1962 года проводились в Ботаническом саду Латвийского госуниверситета им. П. Стучки в гор. Риге.

Варианты в опытах 1962 года:

1. Контроль.
2. Опрыскивание 3 раза на II стадии развития.
3. Опрыскивание 6 раз на II и III стадии развития.
4. Опрыскивание 3 раза на III стадии развития.
5. Опрыскивание 3 раза на IV стадии развития.

Календарные даты обработки растений представлены на рис. 1.

Посев в 1962 г. произведен 21 мая также квадратно-гнездовым способом 60×60 см, величина делянки 10 м² в 3-х повторностях. Всходы появились 5-го июня.

Во время вегетации растения 2 раза получали подкормку аммиачной селитрой из расчета 3 ц/га в конце световой стадии развития растений и 1,5 ц/га — в конце III стадии развития растений.

Во время вегетационного периода у растений разных вариантов определялась:

- 1) интенсивность роста и ход развития растений;
- 2) интенсивность фотосинтеза по методу Тюрина (Бородулина и др., 1953, 1955);
- 3) содержание хлорофилла в листьях (по Годневу, 1952);
- 4) содержание витамина С по методу Мурри (Петербургский, 1959);
- 5) во время цветения исследовалось качество пыльцы — жизнеспособность по методу Шардакова, (1940) гН₂ и рН — колориметрическим методом.

В конце опытов всех 3-х лет из делянок всех вариантов и повторностей брались биологические пробы, состоящие из 15—25 растений, которые использовались для выяснения элементов структуры урожая.

В Ботаническом саду Латвийского госуниверситета им. П. Стучки в 1962 году был заложен опыт, в котором выяснялось влияние биогенного стимулятора — янтарной кислоты (23 мг/л) на рост и другие физиологические процессы кукурузы при обработке растений им на разных стадиях развития. В этих опытах также использовался сорт 'Минусинка'.

Варианты опыта:

1. Контроль.
2. Опрыскивание 3 раза на I и II стадии развития.
3. Опрыскивание 5 раз на III и IV стадии развития.

Величина каждой делянки 10 м², повторность — 3-х кратная. Посев производился 21 мая сухими протравленными семенами квадратно-гнездовым способом 60×60 см.

Первое опрыскивание растений 2-го варианта производилось через 4 дня после всходов — 12 июня, последующие — на соответствующих стадиях развития с 4-х дневным интервалом.

С целью по возможности полного покрытия листовой поверхности по мере разрастания ее возрасало также количество использованной для опрыскивания жидкости. Так, если в первый раз (4 дня после всходов) для опрыскивания растений на площади 50 м² израсходовалось 150 мл раствора, то в последний раз (выметывание) на той же площади — 1,5 литра. Опрыскивание производилось ручным пульверизатором, что дает очень мелкую распыленность раствора и хорошо смачивает поверхность листьев. Во время вегетационного периода проводились фенологические наблюдения, измерение роста, выяснялись такие же физиологические показатели, как и в опытах с применением гиббереллина.

В 1958 году у нас были ориентировочные наблюдения о влиянии гамма излучения на рост и развитие кукурузы в разные стадии ее развития. Были использованы сорта 'Ленинградка' и 'Миннезота 13'. Растения выращивались в веге-

тационных сосудах типа Митчерлиха, вмещающих 5,15 г. абсолютно сухой почвы. Почва перед посевом смешивалась с необходимым количеством минеральных удобрений.

Посев 31-го мая. Выращивалось в каждом сосуде по 1 растению. Варианты:

1. Контроль — без радиации.
2. Облучение 10 дней на II стадии развития.
3. Облучение 10 дней на III стадии развития.
4. Облучение 10 дней на IV стадии развития.

В каждом варианте было 5 вегетационных сосудов с растениями. 18 августа растения 4-го варианта на радиационном поле зацвели, и облучение их дальше не продолжалось.

От источника радиации растения помещались на таком расстоянии, что в течение 24 часов они получали 2 г. Так как в опытах 1958 года радиация на рост и развитие подопытных растений в том же году заметного влияния не оказала, а влияние на потомство проверить было невозможно, ибо початки до уборки не созрели, в 1959 году мы проводили подобный опыт с другим, более скороспелым сортом — 'Минусинка'.

В 1959 году кукуруза 'Минусинка' выращивалась в больших деревянных ящиках, вмещающих 32,7 кг абсолютно сухой почвы. Почва перед набивкой ящиков смешивалась с необходимым количеством минеральных удобрений — 40 г суперфосфата, 24 г аммиачной селитры и 18 г сернокислого калия, рН почвы, использованной в эксперименте — 6,4. Посев 25 мая сухими, протравленными гранозаном семенами.

В каждом ящике было оставлено по 3 одновременно — 8 июня взошедших растения. В каждом варианте было 3—4 ящика с растениями. Всего в опыте было 6 вариантов:

1 — Контроль — растения росли в ящиках за пределами радиационного поля. Облучение не получили.

2 — растения взошли и весь вегетационный период росли на радиационном поле.

3 — растения взошли и 9 дней после всходов росли на радиационном поле, получив облучение на I-й стадии развития. Растения 4,5 и 6-го варианта взошли и росли за пределами радиационного поля, не получив облучение, пока не наступили соответствующие морфологические признаки (этапы органогенеза), свидетельствующие о вступлении растений в определенную стадию своего развития. Тогда ящики с растениями соответствующего варианта перемещались на радиационное поле и получали облучение в течение 9 дней. Так:

4 — растения перемещались на радиационное поле с началом дифференциации точки роста на мужское соцветие. По Куперман (1958) это совпадает с III этапом органогенеза или началом II стадии развития;

5 — растения перемещались на радиационное поле в на-

чале III стадии развития, когда зачатки пыльников были уже сформированы и в них началось образование первичного археспория;

6 — растения были перемещены на радиационное поле и стали получать облучение гамма лучами с начала IV стадии развития, что совпадает с образованием тетрад пыльцы в средней части главной оси мужского соцветия. После истечения заданного срока (9 дней) растения 3, 4, 5 и 6-го вариантов опять перемещались за пределы радиационного поля и продолжали расти до конца вегетации больше не получив ионизирующего облучения.

В связи с тем, что в каждом варианте имелось ограниченное количество растений, в течение вегетационного периода не проводились физиологические и биохимические анализы. Велась только фенологические наблюдения. В конце вегетационного периода проводился анализ структуры урожая и полученное зерно с растений всех вариантов использовалось для сравнительного посева в 1960 году. Посев этих семян в 1960 году проводился 26 мая на делянках квадратно-гнездовым способом на участке, освобожденном от семян плодовых деревьев в Ботаническом саду АН Латв. СССР в Саласпилсе.

Почва-суглинок, рН 6,8. Перед посевом в почву внесены необходимые минеральные удобрения: суперфосфат из расчета 3 ц/га и калийная соль — 1,5 ц/га.

Всходы появились 3 июня, а после этого в каждом гнезде было оставлено по 2 растения. Размер каждой делянки 15 м², в двух повторностях. Через 10 дней после всходов растения на всех делянках одинаково получили подкормку аммиачной селитрой из расчета 4 ц/га.

Во время вегетационного периода велась фенологические наблюдения, а осенью после уборки урожая был проделан анализ элементов структуры урожая.

Таким образом опыты по применению разных стимулирующих рост агентов в культуре кукурузы проводились нами, начиная с 1958 года, в различных почвенных и меняющихся климатических условиях нашей республики.

Полученные результаты

Уже в опытах 1959 года можно было наблюдать, что после опрыскивания раствором гибберелловой кислоты растения быстрее росли в длину. У нас не было возможности проследить за особенностями и динамикой роста обработанных растений по сравнению с контролем. Некоторое представление о росте и образовании урожая дают данные структуры урожая подопытных растений 1959 года (см. табл. 1).

Наше предположение о том, что гиббереллин должен оказывать наибольшее влияние на рост стебля в начале II стадии развития в опытах 1959 года не подтвердилось. В этих опы-

тах оказалось, что необходимо обращать внимание на следующий за II стадией развития период развития, когда происходит рост в длину средних, а быть может, и верхних междоузлий. Именно в тех вариантах опыта, в которых опрыскивание гиббереллином хоть один раз проходило после II стадии развития, показатели роста и урожайности растений были значительно лучше по сравнению с растениями, получившими гиббереллин только на II стадии развития.

Таблица 1

Урожай 'Минусинки' в опытах 1959 года в зависимости от опрыскивания раствором гиббереллина на разных стадиях развития

Вариант	Длина растения		Высота прикрепления гл. початка		Длина глав. початка	ес зеленой массы с 25 м ²			Початки в обертках с 25 м ²	
	в см	% от контр.	в см	% от контр.		в см	в кг	% от контр.	в кг	% от контр.
1 — Контроль	116,0	100,0	34,2	100,0	13,4	35,1	100	14,8	100,0	
2 — Опрыскивание I раз на II стадии	124,2	107,0	40,2	117,5	14,2	42,6	121,3	16,5	111,4	
3 — Опрыскивание 3 раза на II стадии	129,4	111,5	42,7	124,8	14,5	38,6	110	16,0	108,1	
4 — Опрыскивание 3 раза — 1 раз на II стадии, 2 раза на III стадии	136,9	118,0	45,1	131,8	13,8	46,5	129,7	18,8	127,0	
5 — Опрыскивание 2 раза — на II и III стадиях	131,1	113,0	44,1	126,9	14,4	44,7	127,3	18,5	125,0	

В опытах 1960 года результаты получились еще более яркие — у всех растений, получивших опрыскивание гиббереллином, после II стадии развития значительно увеличился урожай как зеленой массы, так и початков. Обработанные растения были длиннее контрольных, у них главный початок образовался значительно выше, чем у контрольных растений (табл. 2).

Растения, получившие гиббереллин, особенно 3-х кратное опрыскивание на IV стадии развития (непосредственно перед цветением), дольше продолжали рост и в результате образовали более высокий урожай.

Несмотря на хорошие и, казалось бы, обнадеживающие результаты, особенно в последнем варианте данного опыта, у этого способа стимулирования роста кукурузы имеется такой

недостаток, который делает его неприменимым в больших производственных посевах: опрыскивание гиббереллином, особенно на III—IV стадиях развития вызывает полегание растений. В условиях опыта можно было каждое растение привязывать к опорам, а в производственных посевах это было бы невозможно. Через месяц после последнего опрыскивания растения окрепли и созрели нормально, также как и контрольные растения.

Таблица 2

Урожай 'Минусинки' в опытах 1960 года контрольных и обработанных гиббереллином растений

Вариант	Длина растений		Высота при-крепления початков		Вес зеленой массы 10 растен.		Вес главных початков 10 растений	
	в см	%	в см	%	в кг	%	в кг	%
Контроль	111,5	100,0	28,6	100,0	1,88	100,0	0,80	100,0
Опрыск 2 раза на III стад.	126,5	113,4	36,5	127,5	2,63	140,0	0,99	123,7
Опрыск. 5 р. на III и IV стад.	126,4	113,4	39,3	137,4	2,48	131,9	1,09	136,2
Опрыск. 3 р. на IV стад.	131,1	117,5	44,1	154,1	2,91	155,8	1,20	150,0

Чтобы еще раз проверить пригодность этого способа стимуляции роста скороспелой кукурузы, мы заложили опыты в 1962 году в Ботаническом саду Латвийского государственного университета им. П. Стучки (г. Рига). В этих опытах было предусмотрено изучать некоторые физиологические особенности обработанных раствором гибберелловой кислоты растений по сравнению с контрольными.

В первую очередь обращалось внимание на особенности роста обработанных гиббереллином растений. Результаты измерения высоты растений по вариантам представлены в таблице 3.

Таблица 3

Рост кукурузы в длину в зависимости от обработки растений раствором гибберелловой кислоты на разных стадиях развития

Вариант	Высота растений в см							
	28 VII	3 VII	7 VII	14 VII	21 VII	25 VII	11 VIII	19 VIII
I. Контроль	22,8	35,14	39,09	49,70	59,70	72,73	97,15	108,91
II вар. Опр. 28 VI, 2 VII, 6. VII	23,9	41,57	51,54	81,05	94,50	100,05	114,40	118,52
III вар. Опр. тоже и еще 16, 19, 21 VII	24,3	44,42	52,75	82,08	107,25	118,25	126,00	129,82
IV вар. Опр. 16, 19, 21 VII					74,55	93,30	125,50	131,14
V вар. Опр. 24, 26, 28 VII							112,30	122,41

Наибольшей высоты достигли растения, получившие гиббереллин на III стадии развития. Отстали от них растения, обработанные на IV стадии развития. Это противоречит данным, полученным в 1960 году. Объяснение этому, повидимому, можно искать в неблагоприятных условиях погоды лета 1962 года, когда установившийся низкий темп роста нельзя было ускорить даже при помощи такого эффективного стимулятора, каким является гиббереллин. Его благоприятное влияние на рост кукурузы отмечалось только в более ранние сроки обработки растений, когда условия погоды еще мало отличались в неблагоприятную сторону.

Опрыскивание растений раствором гибберелловой кислоты на II стадии развития меньше стимулировало рост кукурузы. Это согласуется с нашими данными, полученными в опытах 1959 года.

О том, что условия роста кукурузы в ранние сроки опрыскивания были лучше, некоторое свидетельство дает длина разных междоузлий. Известно, что растяжение разных междоузлий происходит на определенных стадиях развития. Чем лучше условия роста на данной стадии развития, тем больше растения реагируют на стимулирующее воздействие. 11 августа измерялась длина 4-х надземных междоузлий (считая снизу). Данные представлены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Различия в длине надземных междоузлий в зависимости от обработки кукурузы гиббереллином

Варианты	Длина междоузлий в см 11 VIII			
	1-го	2-го	3-го	4-го
1. Контроль	3,55	5,93	10,56	11,58
2. Опр. 3 раза на II стад. разв.	6,30	5,87	7,04	9,32
3. Опр. 6 раз на II и III стад. развития	8,22	10,28	9,70	10,35
4. Опр. 3 раза на III стадии развития	5,85	9,80	10,38	11,57
5. Опр. 3 раза на IV стадии развития	3,68	7,60	10,25	11,45

Как видно из данных таблиц 4, гиббереллин стимулировал рост первых двух нижних междоузлий. Рост в длину этих междоузлий и создал большую высоту обработанных растений. Во время IV стадии развития рост нижних междоузлий уже заканчивается, а стимуляция роста и так довольно быстро растущих средних и верхних междоузлий в условиях 1962 года до 11 августа не наблюдалась.

Как в опытах других авторов, так и в наших наблюдалась стимуляция роста листьев в длину. Листья обработанных гиббереллином растений становятся уже, но зато значительно длиннее.

Известно, что количество листьев у 'Минусинки' 10—11, из них наиболее стимулировался рост нижних и средних листьев. У верхних изменения были незначительные (табл. 5).

Таблица 5

Изменения размеров листьев в зависимости от обработки кукурузы гиббереллином

Вариант	4 лист 14 июля			5 лист 21 июля		
	Длина в см	Ширина в см	Длина: ширина	Длина в см	Ширина в см	Длина: ширина
Контроль	30,57	3,39	9:1	42,90	4,51	9:1
Опр. 3 раза на II ст.	33,77	2,79	12:1	67,61	3,80	17:1
Опр. 6 раз на II и III ст.	31,92	2,50	12:1	50,70	3,26	15:1
Опр. 3 раза на III ст.				46,65	3,53	13:1
Опр. 3 раза на IV ст.						

Вариант	6 лист 25 июля			9 лист 11 августа		
	Длина в см	Ширина в см	Длина: ширина	Длина в см	Ширина в см	Длина: ширина
Контроль	50,10	4,83	10:1	55,44	7,31	7:1
Опр. 3 раза на II ст.	70,35	3,86	18:1	51,90	6,99	7:1
Опр. 6 раз на II III ст.	66,80	3,34	20:1	56,55	6,00	9:1
Опр. 3 раза на III ст.	58,10	4,94	11:1	56,44	6,30	9:1
Опр. 3 раза на IV ст.				55,92	6,79	8:1

Из данных таблицы 5 видим, что наиболее изменению подвергались размеры 5-го и 6-го листьев, соотношение длины к ширине которых почти в 2 раза превзошло этот же показатель у контрольных растений. Рост листьев средних ярусов происходит на II и III стадии развития. Повидимому, это и является причиной того, что опрыскивание растений раствором гибберелловой кислоты именно на этих двух стадиях больше всего изменило размеры листьев.

Как это можно было ожидать, количество листьев под влиянием гиббереллина не увеличилось.

В литературе неоднократно встречаются данные о том, что под влиянием гиббереллина в листьях снижается содержание хлорофилла (Чайлахян, 1961).

Поэтому на каждой стадии развития, во время цветения,

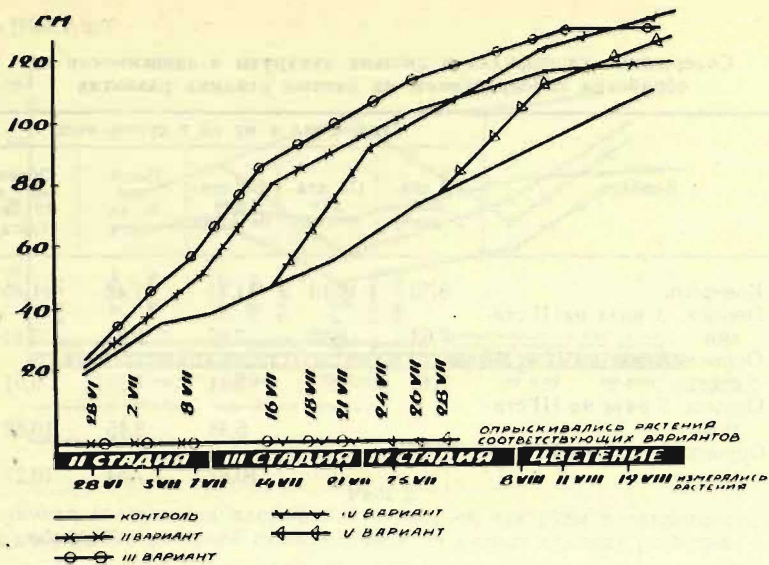


Рис. 1.
Рост растений кукурузы обработанной гиббереллином.

а также после цветения определялось содержание хлорофилла в листьях кукурузы. Полученные данные приводятся в таблице 6. Из данных этой таблицы следует, что в течение всего вегетационного периода содержание хлорофилла в листьях, обработанных гиббереллином растений, меньше, чем контрольных растений. Это еще раз свидетельствует о том, что условия для роста и развития кукурузы в опытах 1962 года были неблагоприятны, так как в литературе имеются данные о том, что при всех оптимальных условиях для роста и развития растений содержание хлорофилла в листьях растений под влиянием гиббереллина не снижается.

Если в листьях контрольных растений содержание хлорофилла в течение вегетационного периода постепенно возрастает, то обработка гиббереллином значительно нарушает этот нормальный ход. Особенно большое падение содержания этого пигмента наблюдалось непосредственно после опрыскивания раствором гибберелловой кислоты растений соответствующего варианта.

Для большей наглядности вышеуказанные данные отображены на рис. 2. Кривые графика наглядно показывают, что содержание хлорофилла резко падает у растений, получивших гиббереллин на III или на IV стадиях развития. Особенно ярко это демонстрируется кривой 3-го варианта.

Данные определения интенсивности фотосинтеза, однако, показывают другую картину (табл. 7).

Таблица 6

Содержание хлорофилла в листьях кукурузы в зависимости от обработки гиббереллином на разных стадиях развития

Вариант	Хлорофилл в мг на г сухого веса				
	II стадия 7 июля	III стадия 16 июля	IV стадия 24 июля	Цветение 10 августа	Образ. зер. на 19 августа
1. Контроль	8,70	10,13	11,17	11,42	11,85
2. Опрыск. 3 раза на II стадии	7,63	8,05	7,87	9,21	9,81
3. Опрыск. 6 раз на II и III стад.	7,46	7,71	5,41	7,11	9,01
4. Опрыск. 3 раза на III стадии			6,48	8,45	10,88
5. Опрыск. 3 раза на IV стадии			10,87	7,54	10,27

Таблица 7

Интенсивность фотосинтеза кукурузы в зависимости от обработки растений гиббереллином

Варианты	С мг/100 см ² в час			
	II стадия 3 июля	III стадия 17 июля	IV стадия 23 июля	Цветение 13 августа
1. Контроль	4,74	8,33	13,64	8,53
2. Опр. 3 раза на II стадии развития	6,47	9,19	18,77	9,85
3. Опр. 6 раз на II и III стадиях разв.	6,12	9,02	11,94	8,70
4. Опр. 3 раза на III стад. разв.			14,68	9,23
5. Опр. 3 раза на IV ст. разв.			12,48	10,77

Из данных таблицы 7 видим, что почти во всех случаях у обработанных гиббереллином растений интенсивность фотосинтеза выше, чем у контроля.

Высокая доза гиббереллина, которую получили растения 3 варианта, снизила интенсивность фотосинтеза по сравнению с другими вариантами, а на IV стадии развития — даже по сравнению с контролем. Во время цветения интенсивность фотосинтеза снижается во всех вариантах, однако, у обработанных растений она остается выше, чем у контроля.

Характерным показателем протекания окислительно-восстановительных процессов в растениях является содержание витамина С. Особенно интересно этот показатель определить в период образования половых клеток и цветения. Содержа-

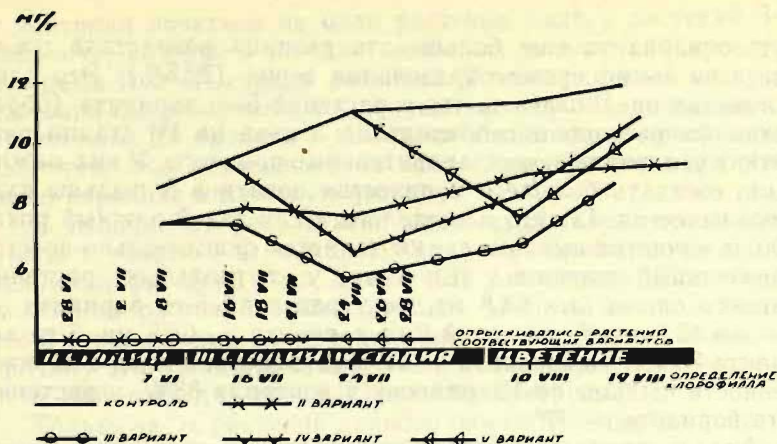


Рис. 2.

Динамика содержания хлорофилла в листьях кукурузы в зависимости от обработки растений гиббереллином на разных стадиях развития.

ние витамина С определялось в начале IV стадии развития, в начале цветения и после цветения в период образования зерна (см. табл. 8).

Таблица 8

Влияние гиббереллина на содержание витамина С в кукурузе 'Минусинка'

Вариант	IV стадия 23 июля		Цветение 12 авг.		Образ. зерна 20 авг.	
	в мг %	% к контр.	в мг %	% к контр.	в мг %	% к контр.
1. Контроль	64,55	100,0	89,39	100,0	41,82	100,0
2. Опр. 3 раза на II стад.	67,10	103,0	56,39	63,0	34,84	83,3
3. Опр. 6 раз на II и III стад.	68,12	105,5	60,75	67,9	42,75	100,2
4. Опр. 3 раза на III ст.	69,93	108,3	63,98	71,5	47,63	113,8
5. Опр. 3 раза на IV стад.	64,66	100,1	92,87	103,8	51,26	122,5

В начале IV стадии развития у всех обработанных гиббереллином растений немного больше витамина С, чем у контрольных растений.

У обработанных гиббереллином растений содержание витамина С во время цветения значительно снижается, за исключением 5-го варианта, у которого наблюдается даже некоторое увеличение содержания этого соединения. У растений упомя-

нутого варианта еще больше эта разница возрастала после цветения — во время образования зерна (22,5%). Это дает основание предполагать, что у растений 5-го варианта (обработанных раствором гиббереллина 3 раза на IV стадии развития) усиливались восстановительные процессы. У них можно было ожидать большего количества початков и пыльцы худшего качества. Так это и оказалось. Если такой важный показатель качества пыльцы, каким является окислительно-восстановительный потенциал (E_h в мв) у контрольных растений данного опыта был 63,8 мв, то у растений 5-го варианта — только 43,5 мв (у растений 2-го варианта — 63,8 мв, 3-го варианта 75,4; 4-го варианта — 72,5 мв); соответственно % жизнеспособности пыльцы по Шардакову у контроля 83%, у растений 5-го варианта — 90%.

Анализ структуры урожая при уборке показал, что у растений 5-го варианта количество початков было больше (табл. 9).

Таблица 9

Влияние гиббереллина на некоторые элементы структуры урожая кукурузы

Вариант	Длина раст.		Высота прикрепления главн. початка		Количество початков I раст.	
	в см	%	в см	%	кол.	%
1. Контроль	122,8	100,0	34,2	100,0	1,66	100,0
2 вариант	119,8	97,5	34,5	101,0	1,66	100,0
3 вариант	130,4	106,2	36,2	105,9	1,50	90,4
4 вариант	135,9	110,7	38,0	111,2	1,66	100,0
5 вариант	127,3	103,6	33,2	97,1	2,08	125,3

Вариант	Вес зеленой массы с початками I растения		Вес початков I растения	
	в г	%	в г	%
1. Контроль	554,3±81,32	100,0	95,8±13,74	100,0
2 вариант	395,7±38,25	71,4	87,3±10,62	91,1
3 вариант	337,7±57,92	60,9	75,5±10,64	78,8
4 вариант	440,4±50,73	79,5	92,7±14,46	96,7
5 вариант	459,2±43,11	82,8	91,3±14,32	95,2

Данные структуры урожая показывают, что к концу вегетации разница в высоте растений выровнялась — обработанные растения от контроля отличались незначительно. Также незначительно отличалась высота прикрепления главного початка. По этим показателям исключение составляет 4-ый вариант, у растений которого разница с контролем составляет 10—11%. Выше уже отмечалась разница в количестве початков одного растения по вариантам. На 10% меньше, чем

у контроля початков на одно растение было у растений 3-го варианта, которые получали наибольшую дозу гиббереллина во время II и III стадии развития. У этих растений во время цветения было значительно меньше витамина С, чем у контроля, но зато Еh пыльцы у них были выше, чем у контрольных растений. Это показывает на сдвиг сексуализации растений этого варианта в мужскую сторону.

В отличие от результатов предыдущих лет, вес зеленой массы и початков в опытах 1962 года у обработанных гиббереллином растений был ниже, чем у контроля. Показатели отдельных растений этого варианта значительно колебались, что и отражается в квадратической ошибке. Мы полагаем, что причину этого надо искать в очень неблагоприятных условиях лета 1962 года для роста и развития кукурузы.

Только часть растений данного опыта 15 сентября достигла молочной спелости, так как цветение происходило растянуто, примерно на месяц позже нормального.

В неблагоприятных условиях роста и развития растения не могут реализовать даже своих естественных способностей, а стимуляция, повидимому, наносит на них слишком «сильный удар», после которого интенсивность физиологических процессов возрастает лишь на непродолжительное время. Потом снижается даже ниже уровня контроля. Поэтому и урожай получается ниже, чем у контроля.

В 1962 году у нас были заложены опыты, в которых изучалось влияние опрыскивания раствором янтарной кислоты растений кукурузы 'Минусинка' на разных стадиях развития.

Наблюдения показали, что опрыскивание янтарной кислотой немного стимулировало не только рост растений, но и развитие. Так, если из контрольных растений 14 августа цвели 61,6% растений, то из получивших опрыскивание на I—II стадии развития таких растений было 76,4%, а из получивших опрыскивание на III—IV стадии развития — 75,1%. По длине растений очевидная разница наблюдалась, начиная с III стадии развития (табл. 10).

Таблица 10

Изменения высоты растений в зависимости от опрыскивания растений раствором янтарной кислоты

Вариант	III стад. 20 VII в см	IV стадия		Цветение	
		27 VII в см	10 VIII в см	16 VIII в см	22 VIII в см
1. Контроль	58,3	72,2	97,7	109,1	117,2
2. Опрыскив. на I—II стадия	60,7	75,4	102,4	120,5	124,7
3. Опрыскив. на III—IV ст. развития	60,2	74,3	101,0	117,5	121,5

Из данных таблицы 10 видим, что до 22 VIII стимулирующее действие на рост кукурузы больше наблюдалось у растений, получивших опрыскивание на I—II стадии развития.

Однако, и у растений, получивших опрыскивание на III—IV стадии развития, стимулирующее действие постепенно возрастало и во время уборки 17-го сентября эти растения превзошли контроль по высоте на 17%.

Листья обработанных янтарной кислотой растений в течение всего вегетационного периода содержали больше хлорофилла (табл. 11).

Таблица 11

Содержание хлорофилла в листьях кукурузы 'Минусинка' в зависимости от обработки раствором янтарной кислоты

Определение проводилось	Контроль		Опр. на I—II стад.		опр. на III—IV стад.	
	мг/100 г	%	мг/100 г	% к контр.	мг/100 г	% к контр.
19 VI						
На I стад. во 2-м листе	115,5	100	133,3	115	—	—
30 VI						
На II стад. в 4-м листе	101,9	100	115,8	113	—	—
17 VII						
На III стад. в 6-м листе	129,5	100	153,8	118	148,0	114
25 VII						
На IV стад. в 6-м листе	164,3	100	183,3	112	193,8	118
11 VIII						
На IV стад. в 6-м листе	187,5	100	222,0	118	196,3	105
18 VIII						
Цветение, в 6-м листе	196,3	100	199,8	102	197,7	102
Цветение, на 8-м листе	208,8	100	215,0	102	218,8	105
23 VIII						
Образ. зерна, в 6-м листе	219,0	100	232,5	106	221,3	101

Причем, во время цветения разница в содержании хлорофилла в листьях контрольных и обработанных растений уменьшается. Возможно, что и этому причину следует искать в неблагоприятных условиях погоды, которая особенно в августе отличалась в худшую сторону от обычной нормы.

В листьях, обработанных янтарной кислотой растений, интенсивнее происходит также фотосинтез (табл. 12).

Повышенная интенсивность фотосинтеза устойчиво сохраняется весь вегетационный период как у растений, обработанных раствором янтарной кислоты на I—II, так и на III—IV стадиях развития. Притом, эффект от опрыскивания янтарной кислотой даже больше, чем от обработки семян этим стимулятором перед посевом.

То же самое можно сказать и в отношении содержания витамина С в листьях, которое определялось во время цвете-

ния. Так, во время полного цветения 19 августа листья контрольных растений 'Минусинки' содержали 85,36 мг% (100%) витамина С, в то время как листья растений, обработанных на I—II стадии развития раствором янтарной кислоты — 123,55 мг% (145%), а листья растений, получивших опрыскивание на III—IV стадии развития — 124,60 мг% (146%) витамина С. Определяя в то же время качество пыльцы, мы нашли соответственно следующие показатели: Ен 62 мв, (100%), 104 мв (168%) и 97 мв (157%).

Таблица 12

Интенсивность фотосинтеза кукурузы в зависимости от обработки растений янтарной кислотой на разных стадиях развития

Интенсивность фотосинтеза определялась	Контроль		Опр. на I—II стад.		Опр. на III—IV стад.	
	С мг/100 см ²	%	С мг/100 см ²	% к контр.	С мг/100 см ²	% к контр.
18 VI на I стад. во 2-ом листе	7,20	100	10,0	139	—	—
29 VI на II ст. в 4-ом листе	4,74	100	6,61	139	—	—
16 VII на III ст. в 6-ом листе	4,84	100	6,32	133	7,11	150
24 VII на IV ст. в 6-ом листе	5,25	100	8,25	157	8,75	167
10 VIII на IV ст. в 6-ом листе	8,00	100	10,55	132	10,45	131
17 VIII Цветение, в 6-м листе	7,06	100	7,85	111	8,53	121
17 VIII Цветение в 8-ом листе	4,71	100	5,50	117	7,06	150
22 VIII образ. зерна в 6-м листе	4,95	100	8,61	174	7,92	160
24 VIII образ. зерна в 6-м листе	3,25	100	4,74	146	5,00	154

Следовательно, можно сделать вывод, что опрыскивание растений раствором янтарной кислоты не сдвинуло сексуализацию в какую-либо одну сторону. Оно подняло вообще жизнеспособность растений на более высокий уровень, интенсифицируя физиологические процессы. Улучшенное качество пыльцы, совмещаясь с повышенной редуцирующей способностью тканей женских цветков, может обеспечить лучшее оплодотворение и, тем самым, повысить урожай початков. Анализ структуры урожая растений данного опыта показал, что растения, получившие опрыскивание раствором янтарной кислоты по всем показателям превосходят контроль (табл. 13).

Так как растения обоих выше рассмотренных опытов (опрыскивание растений раствором гиббереллина и янтарной кислоты) росли рядом в одинаковых условиях, а полученные

результаты анализа структуры урожая резко различаются, можно предполагать, что характер стимуляции янтарной кислотой отличается от такового с гиббереллином. В отличие от гиббереллина, янтарная кислота свое стимулирующее действие проявила и в неблагоприятных условиях погоды летом 1962 года. Если сравнить оба использованные нами способа применения янтарной кислоты для стимуляции роста кукурузы, то преимущество остается за предпосевной обработкой семян раствором этого биогенного стимулятора. Этот способ не только легче осуществим агротехнически, но и эффект стимуляции от него больше (см. стр. 110).

Таблица 13

Влияние обработки растений на разных стадиях развития раствором янтарной кислоты на элементы структуры урожая

Вариант	Длина раст.		Сырой вес всего раст.		В т. ч. вес листьев		Кол. почат. 1 раст.	Вес початков 1-го растения	
	в см	%	в г	%	в г	%		в г	%
1. Контроль	112,1±2,01	100	500,3±27,86	100	64	100	3,2	120,6±10,20	100
2. Опр. на I—II стадии	114,0±2,75	102	700,5±53,38	140	94	147	3,3	153,1± 7,70	127
3. Опр. на III—IV ст.	131,7±4,14	117	694,0±67,90	139	94	147	3,4	145,0±12,08	120

В своих опытах мы применяли еще один способ воздействия на растения на разных стадиях их развития в целях стимуляции роста и развития кукурузы. Это облучение растений гамма-лучами.

Ориентировочные опыты 1958 года показали, что в год облучения заметных различий в росте и развитии кукурузы не наблюдается. У тех растений, которые облучение получили на II и III стадии, наблюдалась тенденция увеличить высоту растений (на 5—8% по сравнению с контролем). У растений, облученных на IV стадии развития, высота растений была меньше, чем у контроля (на 7—9%). На зато у этих растений наблюдалось цветение большего количества женских соцветий (3,1 на растение против 2,2 у контроля), цветение которых, однако, было растянуто и до конца вегетации в них зерно не созрело.

В связи с этим в 1959 году закладывался соответствующий опыт повторно, используя более скороспелую кукурузу 'Минусинка'.

При уборке 18 сентября учитывалась высота растений, высота прикрепления главного початка от поверхности земли

и вес зеленой массы растений всего варианта вместе с початками. Данные представлены в таблице 14.

Таблица 14

Влияние на кукурузу гамма-лучей в год облучения

Вариант	Высота растений		Высота при-крепления початка		Вес зеленой массы растен. всего варианта	
	в см	%	в см	%	кг	%
1. Контроль	104,0	100,0	33,2	100,0	4,100	100,0
2. Облучен. всю вегетацию	117,0	112,5	36,2	109,0	4,160	101,4
3. Облучен. на I ст. разв.	107,0	103,3	30,9	93,0	4,065	99,1
4. Облучен. на II ст. разв.	84,5	81,2	26,9	81,0	3,745	91,3
5. Облучен. на III ст. разв.	91,5	88,0	28,5	85,8	3,330	81,2
6. Облучен. на IV ст. разв.	101,0	97,1	26,6	80,0	3,065	74,7

На высоту растений положительное влияние наблюдалось только у варианта, получившего облучение всю вегетацию. У растений, получивших облучение на II или III стадии развития, была значительно меньше высота растений и ниже урожай зеленой массы с початками, чем у контрольных растений. Еще больше снизился урожай зеленой массы, растений облученных на IV стадии развития.

Так как растения облучение получали на разных стадиях своего развития, можно было ожидать, что потомство их будет различаться. Поэтому с растений всех вариантов собирались вызревшие початки, зерно которых было посеяно в 1960 году на делянках рядом с контролем. Во время вегетационного периода в ходе развития значительных различий не наблюдалось. Цветение более дружно и с меньшим разрывом между зацветанием мужских и женских цветков было у растений, родители которых получали облучение или весь вегетационный период (2 вариант) или на I стадии развития (3 вариант). Растения этих вариантов отличались от других и по росту. Уже с III стадии развития можно было заметить, что растения на делянках этих вариантов выше других. Эта разница сохранилась до уборки 2 IX (табл. 15).

Как видно из данных таблицы 15, у растений тех вариантов, родители которых получали облучение или весь вегетационный период, или на I стадии развития, был значительно более высокий урожай зеленой массы (на 32,8% и 46,1% выше) и початков (на 63,6% и 50,0% выше), чем у контроля. Но зато у растений, родители которых получили облучение на III и IV стадиях развития, как урожай зеленой массы, так и початков был значительно ниже, чем у контрольных растений.

Повидимому, облучение гамма-лучами, получаемое малыми дозами в период образования половых клеток, если до этого

Последствие гамма-лучей, полученных кукурузой на разных стадиях развития

Вариант	Длина растения		Высота прикрепл. гл. початка		Вес початков 20 раст.		Вес зеленой массы 20 растений	
	в см	%	в см	%	в кг	%	в кг	%
1. Контроль	115±12,1	100	22±2,1	100	1,00	100	3,01	100,0
2. Облуч. всю вегетацию	139± 9,9	120,8	36±3,6	163,6	1,38	138	4,00	132,8
3. Облуч. на I стад. разв.	131± 8,3	113,9	33±2,4	150,0	1,70	170	4,46	146,1
4. Облуч. на II ст. развит.	105± 8,8	91,3	24±1,6	109,0	1,30	130	3,08	102,3
5. Облуч. на III ст. развит.	95± 6,2	82,6	18±3,6	81,8	1,04	104	2,60	80,3
6. Облуч. на IV стад. развит.	102± 7,0	88,7	20±2,0	90,9	1,30	130	2,40	90,3

растения не облучались, влияет на качество образующихся гамет и понижает жизнеспособность последующего поколения. Это наблюдается даже в таких случаях, когда видимые морфологические изменения еще не происходили. Другое наблюдаем у растений II варианта, которые находились под влиянием облучения уже с самого начала своего онтогенеза. Образование как вегетативных, так и генеративных органов у них происходило под влиянием радиации. Растения росли и развивались все время на одном фоне, и никакой внезапный фактор не включался в обмен веществ и энергии на том или ином этапе органогенеза. Кроме того, как можно судить по данным III варианта, радиационное излучение в малых дозах благоприятно влияло на обмен веществ во время образования зачатков вегетативных органов, что происходит именно на первых 2—3 этапах органогенеза. Это, в свою очередь, даже после прекращения радиации положительно воздействовало на образование более жизнеспособных потомков. Повышенная жизнеспособность потомков этих вариантов и выявилась при выращивании их в 1960 году. Растения IV варианта под влиянием радиации находились во время II стадии развития, когда происходит образование цветков в мужском соцветии, а боковые точки роста, из которых образуются женские соцветия, еще не дифференцированы. Радиоактивное излучение оказывало угнетающее воздействие на родительские растения, а на потомство отразилось немного. У растений V и VI вариантов под влиянием радиации проходило образование археспория и половых клеток. Внезапное вмешательство такого мощного фактора, каким является радиоактивное излучение, в обмен

веществ кукурузы в период, когда происходит образование качественно новых образований — половых клеток — отразилось в сниженной жизнеспособности потомков. Это еще раз доказывает разнокачественность растительных организмов на разных стадиях развития.

В литературе имеются данные о том, что внезапное фотопериодическое воздействие коротким днем на растения ржи, овса, проса и др. (Новиков, 1953, 1959; Мауриня, 1956) во время III стадии развития влечет за собой такие изменения обмена веществ, что изменяется даже наследственность. Исследованиями Алтуховой (1963) установлено, что при таком вмешательстве в нормальный ход развития растений во время III стадии развития значительно изменяется обмен углеводов, в частности, крахмала, а также пластидных белков.

Из данных таблицы 15 видим еще одну характерную особенность растений всех вариантов, родители которых были облучены. У всех потомков облученных родителей увеличился урожай початков. Это дает основание предполагать, что облучение на любой стадии усиливает женскую сексуализацию растений. Это наводит на мысль, что под влиянием облучения следовало бы воспитывать материнские компоненты скрещивания, или, может быть, даже самоопыленные линии, используемые в последующем в качестве материнских растений при получении простых гибридов. О том, что радиационное излучение усиливает редуцирующие свойства растений, говорилось уже выше. По данным некоторых авторов (Вальтер и Либлинштерн, 1934; Минина, 1952; Остапенко, 1960; Мауриня, 1963) именно редуцирующие свойства тканей характерны для растений с выраженной женской сексуализацией, а также для женской части цветка (гиценея). Такое использование облучения растений может иметь большое не только теоретическое, но и практическое значение.

Выводы

1. Стимулирующее действие гиббереллина на образование зеленой массы и початков не проявляется каждый год в одинаковой степени. Если в благоприятных условиях для роста и развития кукурузы гиббереллин оказал положительное действие, то в неблагоприятных условиях погоды влияние было отрицательным.

2. Характер стимуляции янтарной кислотой отличается от такового с гиббереллином. Янтарная кислота свое стимулирующее действие проявила и в неблагоприятных условиях погоды 1962 года.

3. Облучение растений малыми дозами гамма-лучей на разных стадиях развития показало, что в зависимости от того,

в какой период развития облучение получено, потомство имеет повышенную или пониженную жизнеспособность.

4. Данные опытов по использованию различного рода стимулирующих агентов, особенно радиоактивного излучения для увеличения темпа роста скороспелой кукурузы свидетельствует о том, что очень большое значение для получения желаемых результатов имеет стадийное состояние растений в момент применения стимулирующего агента. Применяя тот же стимулятор в той же дозе, но на разных стадиях развития растений, можно получить противоположные результаты.

5. Перспективным для применения в сельском хозяйстве и в селекции кукурузы из использованных нами способов стимуляции физиологических процессов растений можно считать: а) обработку растений раствором янтарной кислоты, б) применение малых доз гамма-лучей (в течение всей вегетации) для направленного воспитания компонентов скрещивания кукурузы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алтухова Л. А. Изменение обмена веществ в листьях яровой пшеницы при фотопериодическом воздействии в разные стадии развития. Автореферат диссертации на соиск. уч. степени канд. биол. наук. Пушкин, 1963.
2. Бородулина Ф. З., Колобаева Л. Г. Учет фотосинтеза по накоплению углерода в листьях. Докл. АН СССР, с. 90, № 5, 1953.
3. Бородулина Ф. З., Колобаева Л. Г., Зверева Г. А. К вопросу об определении фотосинтеза в полевых условиях. Тр. ИФР им. Тимирязева АН СССР, т. 10, 1955.
4. Брайн П. Роль гиббереллоподобных веществ в регулировании роста и цветения растений. Сельское хозяйство за рубежом, № 10, 1958.
5. Вальтер О. И. и Лишеништерн М. Ф. К диагностике пола у конопли. ДАН, т. I, № 8, 1934.
6. Годнев Т. Н. Стрессинг хлорофилла и методы его количественного определения. Минск, АН БССР, 1952.
7. Добролюбовский О. К. Микроэлементы и развитие кукурузы. Кукуруза, № 1, 1961.
8. Дроздов Н. А., Павлов В. С. Опрыскивание растений стимуляторами роста. Кукуруза, № 12, 1961.
9. Кнапп Р. Гиббереллины и их значение для физиологии растений. С.-х.-во за рубежом, № 4, 1959.
10. Красильников Н. А. Советский гиббереллин. Вестн. АН СССР, № 6, 1958.
11. Мауриня Х. А. Некоторые вопросы стадийного развития озимой ржи. Тр. Латв. с/х академии, вып. 5, 1956.
12. Мауриня Х. Некоторые приемы получения гетерозисного потомства кукурузы. Изв. АН Латв. ССР, № 7, 1963.
13. Мауриня Х., Эзернице Л., Гауя Б. Стимулирование роста кукурузы при помощи янтарной кислоты. 24-я научно-методическая конференция ЛГУ им. П. Стучки. Тезисы докладов биол. науки. Рига, 1964.
14. Мауриня Х. Последействие малых доз гамма-лучей на кукурузу на разных стадиях развития. Сб. трудов конференции радиобиологов Прибалтики в 1962 году. Изд. Атомиздат, 1965.

15. *Мацков Ф. Ф.* Подкормка растений через листья. АН УССР. Киев, 1952.
16. *Минина Е. Г.* Смещение пола у растений воздействием факторов внешней среды. М., 1952.
17. *Морган Д.* Влияние гибберелловой кислоты на рост культурных растений. Сельское хозяйство за рубежом, № 7, 1958.
18. *Мосолов И. В., Мосолова Л. В.* Действие гиббереллина на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Изв. АН СССР, сер. биол., № 4, 1959.
19. *Мосолов И. В., Мосолова Л. В.* К вопросу о физиологической роли гиббереллина в растении. ДАН СССР, т. 136, № 5, 1961.
20. *Нельсон П. М., Россман Е. Ц.* Химическая стимуляция мужской стерильности у инбредных сортов кукурузы при помощи гиббереллинов. Сельское х-во за рубежом, № 4, 1959.
21. *Новиков В. А.* Некоторые особенности стадийного развития растений и образование новых форм у хлебных злаков. Изв. АН СССР, сер. биол., № 4, 1953.
22. *Новиков В. А.* Появление новых признаков у растений при изменении фотопериодических условий на третьей стадии развития. Тр. конференции по генетике изменчивости животных, бактерий и растений, т. II, 1959.
23. *Остапенко В. И.* Активность окислительных ферментов у некоторых двудомных растений. «Бот. ж.», № 1, 1960.
24. *Петербургский А. В.* Практикум по агрономической химии. М., 1959.
25. *Поволоцкая Л. К.* Стимуляция роста и развития растений при помощи гиббереллинов. Итоги науки. Биология, № 2, 1958.
26. *Ситникова О. А.* О влиянии гибберелловой кислоты на некоторые свойства протоплазмы. Физиол. раст., т. 9, вып. I, 1962.
26. *Сташаускайте С. А.* Действие микроэлементов меди и цинка на фотосинтез и активность некоторых ферментов в листьях кукурузы. Тр. I биохим. конференции Прибалтийских республик и Белоруссии. Тарту, 1961.
27. *Филев Н. И.* Влияние гиббереллина на рост, развитие и продуктивность кукурузы. Кукуруза, № 2, 1960.
28. *Черри Дж.* Влияние гибберелловой кислоты на рост и урожайность кукурузы. Сельское х-во за рубежом, № 12, 1960.
29. *Чайлахян М. Х.* Влияние гиббереллинов на рост и цветение растений. ДАН СССР, т. 117, № 6, 1957.
30. *Чайлахян М. Х.* Влияние гиббереллинов на рост и развитие растений. Ботанический журн., т. 43, № 7, 1958.
31. *Чайлахян М. Х.* Влияние гиббереллина на рост и урожайность конопли и табака. Физиол. раст., т. 7, вып. 3, 1960.
32. *Чайлахян М. Х.* Гиббереллин растений. Изд. АН СССР. М., 1961.
33. *Шардаков В. С.* Реакция на пероксидазу, как показатель жизнеспособности пыльцы растений. Докл. АН СССР, т. 26, № 3, 1940.
34. *Stow B., Jamaki T.* The hiltory and physiological action of the gibberellins. Annuals of plant physiology Nr. 8, D. 181, 1954.

Х. Мауриня, В. Жавна, Б. Гауя

СТИМУЛЯЦИЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ КУКУРУЗЫ ПРИ ПОМОЩИ ГАММА-ЛУЧЕЙ

Многие исследователи, изучающие радиостимуляцию, обращают внимание на действие ионизирующего излучения на субмикроскопическую структуру клетки, на образующие эту структуру высокомолекулярные соединения: белки, нуклеопротеиды, липопротеиды и др. Установлено (Грачевский, 1954; Сидоров, Дубинин, Соколов, 1961; Фриц-Ниггли, 1961), что ионизирующее излучение может воздействовать на эти соединения прямо и косвенно. Прямое воздействие наблюдается в таком случае, когда в результате облучения высокомолекулярные соединения ионизируются, образуя новые, активные радикалы. Косвенное воздействие наблюдается при ионизации молекул H_2O .

Сидоров и др. (1961) считают, что прямой эффект наблюдается в таких органоидах клетки, в которых имеется высокая концентрация высокомолекулярных соединений, например, в хромосомах. В структурных образованиях, содержащих много воды, например, в цитоплазме, превалирует косвенный эффект.

Изменения субмикроскопической структуры клетки влечет за собой изменения активности и направленности работы ферментов. В работах многих авторов (Кузин, Токарская-Меренова, 1959; Стражевская, 1960; Токарская, 1961, 1962; Сисакян, 1955; Власок, 1958 и др.) установлено, что под влиянием ионизирующего излучения изменяется отношение между основаниями пурина и пиримидина в молекулах ДНК и РНК, а в связи с этим в организме синтезируются нетипичные белки, которые действуют как токсические вещества. Эти токсические вещества угнетают физиологические процессы в организме и отравляют его, что наблюдается при применении больших доз излучения. Такие вещества найдены в листьях облученных растений (Кузин, Крюкова, Саенко, Языкова, 1959). Если эти чуждые организму вещества образуются в малых количествах (при оптимальных дозах облучения), они повышают общий тонус обмена веществ, наблюдается стимулирующее их действие (Тимофеев-Ресовский, Порядкова, Макаров, Преображенская, 1957; Тимофеев-Ресовский, Лучник, 1958).

Интенсивность фотосинтеза под влиянием облучения изменяется меньше и поэтому могут накапливаться сахара, вит-

амин С, каротин и некоторые другие вещества (Кузин, 1961). В связи с этим изменяется химический состав получаемого урожая.

Таким образом, применяя в оптимальных дозах любой из стимулирующих рост и развитие растений агентов, можно «заставить» растения расти мощнее и образовывать урожай лучшего качества. В последние годы сотрудниками Института биологии АН Латв. ССР разработан и внедряется в производство прием облучения посевного материала кукурузы стимулирующими дозами гамма-лучей (Киеце, 1960, 1961; Киеце, Гринблат, 1963). После облучения стимулирующей дозой (500—1000 г) посевного материала, рост растений усилился, урожай увеличился. По наблюдению Киеце (1960) это связано с более интенсивной деятельностью ферментов. Увеличенные дозы (2000 и 4000 г) на рост кукурузы влияли наоборот — рост кукурузы ослабился. Киеце (1963) отмечает, что получаемый от ионизирующего излучения эффект в большой степени зависит как от сорта кукурузы, так и от климатических и эдафических условий. Так, 'Воронежская 76' после облучения семенного материала почти не дала прибавки урожая, в то время как 'Стерлинг' в тех же условиях дал прибавку урожая 63% по сравнению с контролем. Притом более поздние сорта ускоряют развитие — сокращается вегетационный период. Подобные опыты проведены так же и на Украине (Сидоренко, 1958). В них выяснилось, что дозы гамма облучения до 1000 г являются недостаточными и не проявляют стимулирующего действия. Только дозы 1000—2000 г дали положительные результаты, увеличивая урожай зеленой массы и зерна. Дозы в 12000, 13000 и 33000 г оказывали уже тормозящее действие. Оптимальные дозы (1000 и 2000 г) не только усиливали рост, но так же как и в опытах Киеце, ускоряли развитие кукурузы на 10—12 дней. У этих растений урожай початков был на 15—20%, а зеленой массы на 28—35% выше, чем у контроля.

О стимулирующем действии гамма излучения на рост и развитие растений пишут также и другие авторы (Березина, 1958, 1959; Валеева, 1958; Куликов, 1961; Борисова, 1958 и др.) в этих работах немного отличаются только установленные оптимальные дозы облучения. Это и понятно, так как опыты разных авторов проводились в различных климатических и почвенных условиях с различными сортами и гибридами кукурузы (Кузин, Березина, 1961). Киеце (1960) пишет, что оптимальными можно считать низшие дозы, порядка 500 и 2000 г. Эти дозы способствуют более быстрому прорастанию семян, усиливают рост растений, сокращают период цветения и увеличивают урожай зеленой массы и початков. Более высокие дозы гамма-лучей, порядка 4000—8000 г задерживают рост

растений кукурузы, но вызывают дополнительное кущение. На основании своих исследований Киеце (1960, 1963) пришла к выводу, что метод предпосевного гамма облучения семян кукурузы может быть рекомендован для внедрения в производство как прием обеспечивающий повышение урожая зеленой массы кукурузы и способствующий ускорению созревания початков у поздних сортов. Широкому внедрению этого метода в сельскохозяйственное производство препятствуют результаты, полученные научно-исследовательским институтом Земледелия Латв. ССР (Гринблат 1962—1963) в производственных испытаниях в 1961—63 годах. В этих опытах оказалось, что облучение посевного материала кукурузы установленными Киеце дозами гамма-лучей не дали прибавки урожая. В опытах были использованы районированные в республике сорта и гибриды кукурузы 'Буковинский 3', 'Стерлинг', ВИР-25 и 'Воронежская 80'. В трехлетних опытах с 'Буковинским 3' и 'Стерлингом' и в двухлетних с 'Воронежской 80' и ВИР-25 установлено, что выращивая кукурузу из облученной гамма-лучами (500 г) семян урожай зеленой массы уменьшается на 1,9—8,4%. Урожай сухого вещества и кормовых единиц с га у 'Воронежской 80', 'Буковинского 3' и 'Стерлинга' понизился на 6,0—14,6%. Только у ВИР-25 увеличился на 2,8% (в пределах ошибки). Растения из облученных семян в 1963 году дали на 12,5—24,7% меньше урожай початков, чем контрольные растения. Химическими анализами установлено также, что облучение семян не улучшает качества урожая кукурузы. Делается вывод, что облучение вызывает депрессию облученных растений, в результате чего снижается урожай как зеленой массы, так и початков. Поэтому автор вышеуказанных опытов — Гринблат — не рекомендует этот способ широкому внедрению в сельскохозяйственное производство. Такое расхождение данных полученных двумя почти рядом работающими ученым свидетельствует о том, что, как выяснение оптимальных доз облучения, так и агрофон, на котором выращиваются растения из облученных семян, требуют дальнейших исследований. Интересными и перспективными в этом отношении кажутся исследования Миллера (1964), в которых установлено, что ответная реакция растений на облучение тесно связана с минеральным питанием облученных растений. Положительный эффект как гамма-, так и бета- излучения больше всего был выражен при высоком минеральном фоне. Причем важное значение имеет также форма и состав минерального питания. В опытах оказалось, что нитратная форма азотных удобрений способствует проявлению положительного действия радиоактивных излучений на биохимический обмен, рост и другие физиологические процессы растений. Аммиачная форма азотных удобрений такого специфического действия не

оказывает. Среди других катионов очень важное значение оказалось магнию. При недостатке его отмечается резкое понижение восстановленных соединений и задерживается рост облученных растений. Все это еще раз подчеркивает большое значение изучения условий, в которых выращиваются облученные растения и объясняет расхождение в полученных результатах различных авторов.

В задачу наших исследований входило определение некоторых физиологических показателей кукурузы после облучения семенного материала оптимальными дозами гамма-лучей.

Методика

В опытах 1961 г. сухие семена кукурузы 'Стерлинг' и 'Буковинского 3' перед посевом облучались гамма-лучами, используя для этого установки с C_{60} на радиационном поле Института биологии АН Латв. ССР в Саласпилсе. Семена облучались установленными Кице (1960) оптимальными дозами: 500, 1000 и 2000 г за 10 дней перед посевом. В опыте использовались еще другие семена 'Стерлинг', облученные в Москве дозами: 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 г.

В опытах 1961 года облученные и контрольные семена кукурузы высевались на делянках (20 м^2) в 4-х повторностях. Почва — суглинок, предшественник — картофель. Перед посевом в почву внесены удобрения: 3 ц/га суперфосфата, 2 ц/га KCl , 1 ц/га NH_4NO_3 . При посеве кукурузы в лунках дали органические удобрения 10 ц/га. Во время вегетационного периода растения получали 2 подкормки из расчета 2 ц/га суперфосфата, 1 ц/га хлористого калия и 0,5 ц/га аммиачной селитры. Первую подкормку растения получили в начале световой, а вторую — на третьей стадии развития. Посев 12 мая, всходы появились 29 мая.

Во время вегетационного периода:

- 1) измеряли рост через каждые 10 дней,
- 2) следили за ходом органообразования,
- 3) во время II и IV стадий развития и цветения определяли:
 - а) содержание хлорофилла в листьях по Годневу (1952),
 - б) содержание каротина в листьях по модифицированному Тауциньшем методу Попандопуло (1953),
 - в) содержание витамина С в листьях по Тилмалису (Тауциньш, 1953),
 - г) содержание сахаров в листьях и стеблях (по хроматограмм. Бояркина, 1955).

При уборке установили величину урожая зеленой массы контрольных и облученных растений.

В опытах 1964 г. использовалась только одна доза 500 г, которой обрабатывались семена сортов 'Минусинка' и 'Скриверская ранняя'. Эти опыты проводились в совхозе Будескалны на делянках в 12 м² в 4-х повторностях.

У этих растений определяли динамику роста, ход развития, интенсивность фотосинтеза по Тюрину (Бородулина и др., 1953, 1955), а также элементы структуры урожая после уборки.

Результаты опытов

В начале вегетации 'Буковинский 3' из облученных семян рос мощнее и был выше контроля. В середине лета рост выравнился и в конце был почти одинаков с контрольным. 'Стерлинг', даже в начале вегетационного периода по росту отличался мало. Угнетение роста в конце вегетационного периода наблюдалось у 'Стерлинга' облученного 8000 г.

В начале вегетационного периода развитие растений из облученных семян ускорялось. Так, у 'Буковинского 3' 26 июня у контрольных растений только началась дифференциация мужского соцветия (начало II стадии), а у облученных 500 и 1000 г — проходила дифференциация колосковых бугорков этих соцветий (середина II стадии), 6 июля у контрольных растений проходила только дифференциация цветов, (конец II стадии), а у облученных — в уже сформированных тычинках началось образование археспориальной ткани. (III стадия развития).

Развитие у контрольных и облученных растений 'Стерлинга' отличалось меньше.

Хорошим показателем, характеризующим состояние растений в течение вегетационного периода является содержание хлорофилла. (Таблица 1).

Таблица 1
Влияние гамма-облучения на содержание хлорофилла в листьях кукурузы

Сорт	Доза облучения	II стад. развития (7 лист.)		IV стад. разв. (выметывание)		Цветение	
		мг/г свежих листьев	% от контроля	мг/г свежих листьев	% от контроля	мг/г свежих листьев	% от контроля
Буковинский-3	0	1,400	100,0	1,375	100,0	1,425	100,0
	500	1,675	119,0	1,800	130,9	1,500	105,2
	1000	1,500	107,1	1,725	125,4	1,800	126,3
	2000	1,170	83,5	1,650	119,0	2,250	157,8
Стерлинг	0	0,950	100,0			1,275	108,5
	500	1,725	181,5	не определялся		1,175	100,0
	1000	1,725	181,5			1,400	119,1
	2000	2,125	223,6			1,425	121,2

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что ионизирующее облучение благоприятно влияло на содержание хлорофилла в течение вегетационного периода. Особенно большая разница по этому показателю наблюдалась у 'Стерлинга' во время II стадии развития (появления 7-го листа). У 'Буковинского 3' разница в содержании хлорофилла постепенно возрастала и достигла максимума во время цветения. Это дает основание предполагать, что стимулирующее воздействие, полученное растением еще в состоянии семени при облучении перед посевом, продолжается весь вегетационный период, не уменьшаясь. Об этом свидетельствуют также данные других анализов.

Так, при определении каротина в листьях контрольных и облученных растений, находим увеличенное количество этого пигмента у облученных растений. Однако здесь наблюдается другая картина (таблица 2). Если по содержанию хлорофилла разница между контрольными и облученными растениями постепенно увеличилась, то в отношении каротина — уменьшилась.

Повидимому, в ходе развития кукурузы каротин используется в интенсивных окислительных процессах. Облучение интенсифицирует эти процессы.

О таком использовании каротина растениями находим указания в литературе (Лебедев, 1953). Однако у растений, выросших из облученных 500 г семян даже во время цветения содержание каротина не отличается от контроля или даже больше, чем у контрольных растений. После облучения семян 1000 г и 2000 г у растений во время цветения каротина значительно меньше по сравнению с контролем (особенно у 'Буковинского 3').

Т а б л и ц а 2

Содержание каротина в листьях кукурузы в зависимости от полученной дозы гамма-лучей

Стадия развития	Доза облучен.	Содержание каротина			
		в мг %		% от контроля	
		Буков. 3	Стерл.	Буков. 3	Стерл.
II стад. развития (7 лист)	0	6,0	4,8	100,0	100,0
	500	8,3	5,5	138,3	114,6
	1000	7,8	5,0	130,0	104,1
	2000	7,0	4,7	116,0	97,9
IV стадия развития (выметывание)	0	6,8		100,0	
	500	7,0	не	102,9	не
	1000	7,8	опред.	114,7	опред.
	2000	7,0		102,9	
Цветение	0	6,4	8,8	100,0	100,0
	500	7,2	8,8	112,5	100,0
	1000	4,2	8,0	65,4	90,9
	2000	4,9	8,5	76,5	96,9

Таблица 3

Содержание витамина С в листьях кукурузы в зависимости от дозы облучения

Стадия развития	Доза облучения	Буковинская 3		Стерлинг	
		мг %	% от конт-роля	мг %	% от конт-роля
II стадия развития (7 лист)	0	31,1	100,0	36,6	100,0
	500	28,5	94,8	31,1	84,9
	1000	39,2	126,0	38,9	106,2
	2000	37,3	116,6	37,3	101,9
IV стадия развития (вы- метыв.)	0	37,2	100,0	36,3	100,0
	500	38,9	104,2	49,2	135,5
	1000	44,0	118,0	45,3	124,8
	2000	44,0	118,0	42,7	117,6
Цветение	0	54,4	100,0	63,8	100,0
	500	69,9	128,5	75,1	117,7
	1000	77,7	142,9	82,9	129,9
	2000	85,5	157,2	85,5	132,4

Содержание витамина С у растений обоих использованных сортов под влиянием облучения значительно увеличилось, особенно на более поздних этапах развития — на IV стадии развития и во время цветения.

Характерно, что во время цветения вообще увеличивается содержание витамина С в кукурузе (Мауриня, 1960), облучение еще более способствует этому.

Облучение положительно влияло также на содержание сахаров в кукурузе (таблица 4).

Наибольшая разница в отношении содержания сахаров в листьях контрольных и облученных растений наблюдалась в начале вегетационного периода — у 'Буковинского 3' эта разница достигла 63—77%, у 'Стерлинга' — 40—89%. Этим создавалась благоприятная для ростовых процессов редуцирующая способность тканей уже в начале вегетационного периода. В дальнейшем развитии растений эта разница уменьшилась, а во время цветения листья облученных растений уже содержали меньше сахаров, чем листья контрольных растений.

Другую картину наблюдаем в стеблях. Во время цветения, когда происходит интенсивное образование и рост початков, в стеблях наблюдаем повышенное содержание сахаров. Это и понятно, так как стебли являются «транспортной магистралью» растения. У облученных растений, повидимому, наряду с другими физиологическими процессами, стимулируется также и передвижение ассимилятов из листьев к местам их употребления. В результате и находим пониженное содержание по сравнению с контролем в листьях, а повышенное — в стеблях.

Содержание сахаров в листьях и стеблях кукурузы в зависимости от полученной дозы гамма-лучей

Стадия развития	Доза облучения	Содержание кетоз		Содержание альдоз		Всего сахаров	
		% от свеж. веса	% от конт-роля	% от свеж. веса	% от конт-роля	% от свеж. веса	% от конт-роля
1	2	3	4	5	6	7	8
'Буковинский 3' — листья							
II стад. разв. (7 лист) (1)	0 500 1000 2000	1,66 2,81 3,0 3,62	100,0 169,2 184,9 218,0	1,28 2,01 2,20 1,59	100,0 163,3 171,0 124,2	2,94 4,82 5,27 5,21	100,0 163,2 179,2 177,6
IV стад. разв. (выметыв.) (2)	0 500 1000 2000	0,62 0,81 0,97 0,87	100,0 130,6 156,4 140,3	0,96 1,14 0,97 1,19	100,0 118,7 101,0 123,9	1,58 1,95 1,94 2,06	100,0 123,5 122,9 131,0
Цветение (3)	0 500 1000 2000	5,65 4,63 4,00 4,12	100,0 81,9 70,8 72,9	3,45 2,88 3,51 3,19	100,0 83,4 101,7 92,4	9,10 7,51 7,51 7,31	100,0 82,5 82,5 80,3
'Буковинский 3' — стебли							
1	0 500 1000 2000	0,88 1,11 0,86 0,76	100,0 126,1 97,7 86,3	0,55 0,65 0,86 0,87	100,0 118,1 156,3 158,1	1,43 1,76 1,72 1,63	100,0 123,0 120,2 113,9
2	0 500 1000 2000	2,70 2,90 3,30 3,20	100,0 107,4 122,2 118,5	1,60 3,10 2,10 2,70	100,0 193,7 131,7 169,8	4,30 6,00 5,40 5,90	100,0 139,5 125,5 137,2
3	0 500 1000 2000	3,72 4,29 5,72 5,31	100,0 115,3 153,7 142,7	2,46 3,44 3,60 4,43	100,0 135,8 146,3 180,0	6,18 7,73 9,32 9,74	100,0 125,0 150,8 157,6
'Стерлинг' — листья							
1	0 500 1000 2000	1,30 1,70 2,72 1,74	100,0 130,7 209,2 133,8	1,07 1,74 1,78 1,74	100,0 162,6 166,3 162,6	2,37 3,44 4,50 3,80	100,0 140,9 189,8 146,7
2	0 500 1000 2000	1,04 1,12 1,15 1,06	100,0 107,7 110,5 101,8	0,87 0,70 0,82 0,57	100,0 80,4 94,2 65,5	1,91 1,82 1,97 1,63	100,0 95,2 103,1 85,3
3	0 500 1000 2000	4,64 3,19 3,29 3,99	100,0 68,7 70,9 85,9	1,57 2,39 2,19 2,26	100,0 152,2 133,1 143,9	6,21 5,58 5,48 5,25	100,0 89,8 88,2 86,1
'Стерлинг' — стебли							
1	0 500 1000 2000	0,88 0,87 0,87 0,86	100,0 98,9 98,9 97,7	0,44 0,87 0,87 0,86	100,0 197,7 197,7 195,4	1,32 1,74 1,74 1,72	100,0 131,8 131,8 130,3

1	2	3	4	5	6	7	8
2	0	1,80	100,0	1,83	100,0	3,63	100,0
	500	2,11	117,2	1,87	102,1	3,98	109,1
	1000	2,93	162,8	1,76	96,1	4,69	129,2
	2000	2,76	153,3	1,40	76,5	4,16	114,6
3	0	3,30	100,0	1,62	100,0	4,95	100,0
	500	4,40	132,1	2,23	137,6	6,68	134,9
	1000	4,08	122,5	2,48	153,0	5,56	132,5
	2000	5,01	150,4	4,48	276,5	9,49	191,7

Ни у 'Буковинского 3', ни у 'Стерлинга' в 1961 году в наших опытах початки не достигли хотя бы ранне-восковой спелости. Зеленая масса была убрана вместе с початками (таблица 5). Уже упоминалось раньше, что в опытах с предпосевным облучением семян кукурузы гамма-лучами в дозах 500—2000 г, получают противоречивые данные. Такими они были и в наших опытах. Так, если у 'Стерлинга', облученного дозой 2000 г, в обоих случаях наблюдаем примерно-одинаковое увеличение урожая, то у 'Буковинского 3' при этой же дозе урожай снизился. Если у 'Стерлинга', облученного в Москве дозой 500 г наблюдается увеличение урожая на 15%, то у этого же сорта, облученного такой же дозой в Саласпилсе, а также у 'Буковинского 3', облученного дозой 500 г, урожай снизился на 10%.

Таблица 5

Влияние различных доз гамма-лучей на урожай зеленой массы

Сорт	Доза облучения	Урожай зеленой массы в ц/га	% от контроля
'Буковинский 3'	0	482,6±33	100
	500	435,1±14	90
	1000	531,7±32	117
	2000	443,7±24	92
'Стерлинг' (облученный в Саласпилсе)	0	495,4±17	100
	500	450,2±75	90
	1000	539,4±43	108
	2000	642,6±23	129
'Стерлинг' (облученный в Москве)	0	303,2±25	100
	500	335,2±11	115
	1000	312,2±15	102
	2000	369,3±24	121
	4000	360,1±19	118
	8000	334,3±11	112

У 'Стерлинга' (8000 г) наблюдалось дополнительное кущение. За счет этого увеличился урожай зеленой массы этого варианта.

И так — ионизирующее излучение интенсифицировало рост

и развитие растений особенно в начале вегетации у 'Буковинского 3'. Стимулировались также биохимические процессы. В результате этого увеличилось содержание хлорофилла, витамина С и сахаров в облученных растениях. Изменения содержания витамина С и каротина у облученных растений в онтогенезе такие же, как и у контрольных растений, только у облученных растений эти изменения резче и глубже, чем у контрольных. Это дает основание предполагать, что ионизирующее излучение интенсифицирует обмен веществ. Полученные данные свидетельствуют также о том, что ионизирующее излучение стимулирует передвижение сахаров из листьев к местам употребления.

В опытах 1964 года также оказалось, что облучение семян перед посевом усиливало физиологические процессы в кукурузе. Так, интенсивность фотосинтеза на всех стадиях развития у облученных растений была значительно выше (таблица 6).

Таблица 6

Влияние облучения семян гамма-лучами на интенсивность фотосинтеза кукурузы мг С/100 см² в час

Дата определения	Степень развития растений	'Минусинка'		'Скриверская ранняя'	
		контроль	облученные	контроль	облученные
25 VI	II стадия, 4-й лист	14,27	17,61	13,81	18,21
2 VII	III стадия, 6-й лист	10,80	17,71	9,04	16,01
10 VII	IV стадия, 6-й лист	10,80	18,71	10,07	19,13
18 VII	Цветение 8-й лист	10,31	12,91	8,26	12,83

После уборки урожая были определены наиболее характерные элементы структуры урожая (таблица 7).

Таблица 7

Влияние гамма-лучей на образование элементов структуры урожая кукурузы

Сорт	Вариант	Длина раст.		Вес зеленой массы I раст.		Вес листьев I растения		Вес початков I растения	
		в см	%	в г	%	в г	%	в г	%
Минусинка	контр.	114,6	100	235,8	100	45,1	100	102,7	100
	облуч.	113,8	99,3	301,7	127,9	71,6	136,5	126,5	123,1
Скриверская ранняя	контр.	151,6	100	390,8	100	84,3	100	144,1	100
	облуч.	162,7	107,3	493,1	126,1	106,4	126,2	171,2	118,8

Из данных таблицы 7 видим, что прибавка урожая как зеленой массы, так и початков приблизительно одинаковы у обоих сортов. При незначительном увеличении в длину ('Скриверская ранняя 7,3%') или одинаковой высоте растений ('Минусинка'), наблюдался более мощный рост растений из облученных семян. Развивался более мощный листовой аппарат. По наступлению фаз развития значительные различия не наблюдались, но можно было отметить несколько лучшее развитие и более дружное цветение початков облученных растений.

Вывод: в наших опытах как со среднеспелыми ('Буковинский 3' и 'Стерлинг'), так и раннеспелыми ('Минусинка' и 'Скриверская ранняя') сортами кукурузы, проведенными в Саласпилс Рижского района (Ботанический сад АН Латв. ССР и совхоз «Будескалны») облучение семян кукурузы оптимальными дозами гамма-лучей оказало стимулирующее действие на физиологические процессы и способствовало увеличению урожая как зеленой массы, так и початков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березина Н. М. Действие ионизирующего излучения на растения, выращиваемые на гамма-поле. Тезисы докл. на научной конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов и излучений в сельском хозяйстве. М., 1958.
2. Березина Н. М. Некоторые пути использования ионизирующей радиации в сельском хозяйстве. Ташкентская конференция по мирному использованию атомной энергии. Тезисы докладов. Ташкент, АН Уз. ССР, 1959.
3. Борисова Н. И. Действие предпосевного облучения семян гамма-лучами Co^{60} и нейтронами на растения. Тезисы докладов на научной конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов и излучений в сельском х-ве. М., 1958.
4. Бородулина Ф. З. и Колобаева Л. Г. Учет фотосинтеза по накоплению углерода в листьях. Докл. АН СССР, т. 90, № 5. 1953.
5. Бородулина Ф. З., Колобаева Л. Г., Зверева Г. Н. К вопросу об определении фотосинтеза в полевых условиях. Труды ИФР-а им. Тимирязева АН СССР, т. 10, 1955.
6. Бояркин А. Н. Простой хроматографический и капельный метод определения сахаров на фильтровальной бумаге. Физиол. раст., т. 2, вып. 3, 1955.
7. Валева С. А. Данные о радиочувствительности сельскохозяйственных культур. Тезисы докладов на научной конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов и излучений в сельском хозяйстве. М., 1958.
8. Власюк П. А. Влияние малых доз ядерных излучений на растения. Тезисы докладов на научной конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов и излучений в сельском хозяйстве. М., 1958.
9. Годнев Т. Н. Строение хлорофилла и методы его количественного определения. Минск, АН БССР, 1952.
10. Граевский Э. Я. О биологическом действии ионизирующих излучений. Успехи современной биологии, т. 37, вып. 2, 1954.
11. Киеце В. Т. Влияние гамма-радиации и изменения питания зародыша на рост и развитие кукурузы. Автореферат диссертации. Рига, 1960.

12. Кузин А. М., Крюкова Л. М., Саенко Г. Н., Языкова В. А. Об образовании при облучении растений веществ, замедляющих деление клеток, рост и развитие. Биофизика, т. 4, вып. 4, 1959.
13. Кузин А. М., Токарская-Меренова В. И. Роль нарушений пиримидинового обмена в радиационном поражении. Биофизика, т. 4, вып. 4, 1959.
14. Кузин А. М. Теоретические основы метода предпосевного облучения семян. Радиобиология, т. 1, вып. 4, 1961.
15. Кузин А. М., Березина Н. М. О предпосевном гамма-облучении семян сельскохозяйственных культур. Радиобиология, т. 1, вып. 4, 1961.
16. Куликов Н. В. Эффект облучения Co^{60} в зависимости от условий выращивания и срока хранения семян и влияние облучения на продуктивность потомства. Радиобиология, т. 1, вып. 4, 1961.
17. Лебедев С. И. Физиологическая роль каротина в растении. Изд. АН Укр. ССР, 1953.
18. Мауриня Х. А. Динамика витамина С в онтогенезе кукурузы. Труды Латвийской сельскохозяйственной академии, вып. 9, 1960.
19. Миллер А. Т. Действие ионизирующих излучений на физиологические и биохимические процессы в растениях. Автореферат диссертации. Рига, 1964.
20. Сидоренко И. Д. Влияние облучения семян ионизирующими излучениями на урожайность кукурузы. Кукуруза, № 11, 1958.
21. Сидоров Б. Н., Дубинин Н. П., Соколов Н. Н. Экспериментальное изучение роли свободных радикалов и прямого эффекта в первичном механизме действия радиации. Радиобиология, т. 1, вып. 2, 1961.
22. Сисакян Н. М. О характере изменений обмена веществ при облучении. Действие облучения на организм, АН СССР. М., 1955.
23. Стражевская Н. В. Влияние ионизирующей радиации на белковый обмен в ядрах, лентохондриях и эргастоплазме растительного организма. Биофизика, т. 5, вып. 3, 1960.
24. Тимофеев-Ресовский Н. В., Порядкова Н. А., Макаров Н. М., Преображенская Е. И. Проблема радиостимуляции растений. О действии малых доз ионизирующих излучений на рост и развитие растений. Тр. Ин-та биологии Уральск. фил. АН СССР, вып. 9. Сб. работ лаб. биофизики № 1. 1957.
25. Тимофеев-Ресовский Н. В., Лучник Н. В. Радиационная стимуляция растений и ее возможная теоретическая интерпретация. Радиобиология, АН СССР. М., 1958.
26. Токарская В. И. Об условиях выявления скрытых повреждений в структуре ДНК семян при гамма-облучении. Радиобиология, т. 2, вып. 1, 1962.
27. Фриц-Ниггли Х. Радиобиология. Ее основы и достижения. Госатомиздат. М., 1961.
28. Ķieše V. Radioaktīvā kobalta ietekme uz elpošanas intensitāti, hlorofīla un cukuru daudzumu lapās dažām kukurūzas šķirnēm. LPSR ZA Vēstis, Nr. 4, 1960.
29. Ķieše V., Grinblats G. Paņēmieni kukurūzas ražu palielināšanā. LPSR ZA Rakstu krāj. Rušināmaugu un pākšaugu ražības kāpināšana, VI. 1963.
30. Tauciņš E. Vitamīnu saturs Latvijas PSR lopbarībā. LPSR ZA izd. 1953.

Р. КОНДРАТОВИЧ, Л. ЯКОБСОНЕ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВОДНОГО РЕЖИМА ВЕЧНОЗЕЛЕННЫХ РОДОДЕНДРОНОВ

Вода является одной из основных составных частей организма, содержание ее в живых тканях колеблется обычно от 50% до 85%. Вода — не только среда, но и активный агент в различных физиологических и биохимических процессах, протекающих в растениях. Поэтому многие ученые посвятили изучению водного режима растений свои работы (Иванов, 1946; Алексеев, 1948; Максимов, 1952; Гусев, 1957; Петин, 1957 и др.). Чтобы характеризовать водный режим, в основном изучается:

- 1) общее содержание воды;
- 2) водный дефицит;
- 3) осмотическое давление;
- 4) сосущая сила;
- 5) соотношение между связанной и свободной водой (Цельникер, 1958).

Для изучения водного режима применяются различные методы, в разработку которых большой вклад внесли и советские ученые (Шардаков, 1938, 1953; Иванов, 1946; Алексеев, 1948; Максимов, 1952; Тюрина, 1957; Маринчик, 1957; Гусев, 1960). Водный режим растений тесно связан с условиями внешней среды, на что указывает в своих работах И. Бейдеман (1956). Советские ученые И. Коновалова, Р. Лерман, Е. Михалева и В. Мухина (1963), изучая водный режим растений в связи с их географическим происхождением, отмечают, что зависимость физиологических процессов от условий внешней среды особенно заметна при перемещении растений с одной географической точки в другую. Многими учеными установлено (Алексеев, 1948; Алексеев; Гусев, 1957; Генкель, 1946; Гусев, 1959; Максимов, 1952; Сказкин, 1957; Туманов, 1951), что на протекание физиологических процессов влияет активность воды, зависящая от соотношения свободной и коллоидально и осмотически связанной воды, от уровня гидратации коллоидов плазмы, тургорного давления и пр.

Особо важное значение водный режим имеет у древесных, так как круглый год они находятся под влиянием различных климатических факторов, особенно низких температур в зим-

ний период. Поэтому многие авторы (Раскатов, 1944; Иванов, 1946; Морозов, 1951; Цельникер, 1955; Гирник, 1955; Хлебникова, 1958; Перк, 1961 и др.) посвятили свои работы изучению именно этого вопроса. Подготавливаясь к зиме, древесные растения более или менее обезвоживаются (Проценко, 1958; Перк, 1961), в них увеличивается количество нерастворимых коллоидов (Генкель, Окнина, 1952), увеличивается проницаемость клеток и т. д. Особенно большие изменения в водном режиме происходят во время закаливания растений, когда значительно уменьшается содержание воды в протоплазме и увеличивается содержание связанной воды (Гирник, 1955). Наиболее сильное обезвоживание происходит в холодный зимний период, когда растение начинает замерзать. Кристаллы льда, образующиеся в межклеточном пространстве, обезвоживают клетки, и в результате этого 70—80% всей воды, имеющейся в клетке, превращается в лед (Гирник, 1955; Перк, 1961). Лишняя вода, находившаяся в растении до зимовки, вызывает образование большого количества кристаллов льда. Согласно классическим исследованиям Н. Максимова (1952), гибель растений в зимний период вызывает обезвоживание клеток и механическое их повреждение кристаллами льда. У растений с высокой зимостойкостью протоплазма более вынослива против обезвоживания и деформации, вызываемой кристаллами льда. А. Перк (1961) в результате своих исследований пришел к выводу, что у плодовых деревьев обезвоживание побегов происходит осенью, до наступления зимы. Такого рода обезвоживание — положительный процесс для самого растения, который наряду с другими физиолого-биохимическими процессами увеличивает выносливость растений против неблагоприятных условий в зимний период. Менее зимостойкие сорта плодовых деревьев входят в зимовку с более высоким содержанием воды. Согласно исследованиям А. Перка (1961), наименьшее содержание воды в побегах плодовых деревьев — во второй половине зимы. Часть авторов (Васильев, 1930) считает, что плодовые деревья зимой погибают главным образом от засухи. Это происходит в случаях (Перк, 1961), когда в почве в осенне-зимний период мало влаги и когда во время зимы бывает низкая относительная влажность воздуха, сильные ветры, длительные отрицательные температуры, резкие колебания температуры, сильно промерзает почва в бесснежные зимы. Во время сильных ветров в зимний период транспирация древесных растений увеличивается на 20—30%, по сравнению с безветренной погодой. Однако, в работах Д. Гирник (1955) показано, что однолетние побеги древесных растений имеют очень большую засухоустойчивость: во время зимы они могут терять 55,7% по 87,5% воды, сохраняя при этом свою жизнеспособность. На основе этого

упомянутый автор делает вполне обоснованный вывод, что древесные растения в зимний период от засухи не погибают.

По данным Д. Гирник (1955), передвижение воды в древесных растениях происходит и в зимний период. Передвижение воды происходит не только в самом растении, но вода может поступать в растение и из почвы, до тех пор, пока последняя не промерзнет (Перк, 1961). В. Дадыкин (1952) своими работами показал, что поступление воды из почвы в растение происходит даже при температуре около 0°. Данное обстоятельство очень важно для вечнозеленых растений, которые в зимний период теряют большое количество воды.

Если уменьшается влажность почвы на 4,0% (с 19,2% на 15,2%), вымерзание деревьев увеличивается на 12—76%. Это значит, что наряду с другими факторами зимостойкости растений, большое значение имеет и насыщенность почвы водой. Это особенно важно для вечнозеленых рододендронов, на что указывают специалисты по культивированию рододендронов (Berg, Krüssmann, 1951; Böhlje, 1959). По их мнению, для того, чтобы рододендроны лучше зимовали, осенью следует делать обильный полив.

Важнейшими показателями водного режима растений являются количественное содержание общей, свободной и связанной воды. В начале вегетации у всех растений общее содержание воды больше, чем в конце вегетации (Коновалов, Лерман и др., 1960; Проценко, 1958). Во время вегетации меняется также и соотношение между свободной и связанной водой. При подготовке к зиме в растениях сильно уменьшается количество свободной и увеличивается содержание связанной воды. Д. Проценко (1958) в своих работах показал, что у более морозостойких растений количество связанной воды выше, чем у менее морозостойких. М. Окунцов и Е. Тарасова (1952), изучая различные фракции воды в растениях, приходят к выводу, что вся вода, находящаяся в растении, — связанная вода, причем связана она с различной силой. Исходя из этого, эти авторы всю связанную воду растений делят на две группы: сильно связанную и слабо связанную воду. В своих исследованиях и мы убедились, что правильнее говорить о воде, связанной с различной силой, а не свободной и связанной воде. Но так как почти во всей литературе и по всем известным методикам встречаемся с терминами «свободная вода» и «связанная вода», то и мы впредь будем употреблять эти оба термина в таком понимании, как они даются в литературе. Петин (1957), указывает, что увеличение связанной воды не всегда является положительным показателем.

Л. Сергеев, К. Сергеева и В. Мельников (1953) установили, что содержание связанной воды в онтогенезе закономерно меняется. Во время вегетационного периода количество связан-

ной воды увеличивается, а затем, со старением коллоидов листьев — уменьшается. В наших исследованиях (таблица 3) это не подтвердилось. Упомянутыми авторами доказано, что существует корреляция между морозостойкостью и содержанием связанной воды в листьях и генеративных почках древесных растений. Это положение подтвердилось и в работах других авторов (Проценко, 1958).

Хотя в литературе имеется довольно много работ о водном режиме древесных растений, данных о водном режиме вечнозеленых растений, и в том числе и рододендронов, не удалось найти. Поэтому задачей нашей работы являлось изучение водного режима вечнозеленых рододендронов в связи с зимостойкостью в климатических условиях Латвийской ССР. В частности, изучалась динамика общей, свободной и связанной воды в течение года, соотношение связанной и свободной воды в листьях вечнозеленых рододендронов в связи с их зимостойкостью.

Материал и методика работы

Для определения общей, свободной и связанной воды использованы листья взрослых экземпляров вечнозеленых рододендронов из следующих видов: *Rh. brachycarpum* D. Don, *R. catawbiense* Michx., *Rh. decorum* Franch., *Rh. ponticum* L. var. *album* hort., *Rh. smirnowii* Trautv. Анализировались новые, полностью выросшие листья. Анализы продолжались в течение года и заканчивались летом следующего года к моменту появления новых листьев очередного года. За весь год проделано 19 анализов, т. е. через каждые 2—3 недели.

Содержание общей воды определялось по общепринятому методу, высушивая свежий материал при температуре около $+100^{\circ}\text{C}$ по $+105^{\circ}\text{C}$ до постоянного веса (Ермаков, Арасимович, Смирнова-Иконникова, Мурри, 1952; Петербургский, 1954 и др.). Полученные данные анализов собраны в таблице 1. Одновременно с количеством общей воды определялась и свободная вода. Для этого использовался предложенный А. Маринчиком (1957) метод, который основан на использовании различных качеств свободной и связанной воды. Свободная вода, согласно признанию многих авторов (Гусев, 1960), замерзает при небольших отрицательных температурах, а также служит как растворитель. Определяя в растительном материале воду, которая способна служить растворителем, мы тем самым определяем количество свободной воды, а по разности между общей и свободной водой находим связанную воду. При определении количества свободной воды в листьях вечнозеленых рододендронов нами был использован 60% раствор сахарозы, концентрация которого определялась реф-

рактометрически. По 3 мл этого раствора вносили в стеклянные бюксы, где находились по 10 дисков из листьев рододендронов. В другие бюксы помещали только диски листьев. Взвешенные на аналитических весах, бюксы с дисками листьев ставили в сушильный шкаф для определения количества общей воды. Бюксы с дисками и сахарозой оставлялись на столе лаборатории. Через один час рефрактометрически определяли концентрацию сахарозы в жидкости, где находились диски листьев. После нахождения дисков листьев в растворе сахарозы, концентрация последней уменьшается за счет воды, поступившей из листьев в окружающий их раствор. Далее по предложенной А. Маринчик (1957) формуле вычислялось количество свободной воды, а затем по разности между количеством общей и свободной воды находилось количество связанной воды. Данные о количестве свободной воды отражены в таблице 2, а о связанной воде — в таблице 3.

Для более удобного анализа данных, полученных о водном режиме листьев вечнозеленых рододендронов, было вычислено процентуальное соотношение связанной воды к общему количеству воды. Эти данные отражены в таблице 4.

Результаты исследований

По данным таблицы 1 видно, что общее количество воды в молодых листьях рододендронов колеблется от 65,4% (*Rh. ponticum* L. var. *album hort.*) до 70,5% (*Rh. decorum* Franch.). Следует отметить, что из всех видов рододендронов, использованных в эксперименте, *Rh. decorum* Franch. является наименее зимостойким. Количественные данные содержания общей воды показывают, что у остальных четырех видов общей воды на 1,7—5,1 меньше, чем у *Rh. decorum* Franch. Такая же картина сохраняется во второй половине лета, осенью, зимой и следующей весной. Листья вечнозеленых рододендронов в возрасте одного года содержат на 9,1—17,5% общей воды меньше, чем молодые листья. Проследив динамику содержания общей воды, хотя бы у двух видов рододендронов — *Rh. decorum* Franch. и *Rh. smirnowii* Trautv., видно, что, начиная с 29 июня, у новых листьев количественное содержание общей воды постепенно уменьшается до марта следующей весны, хотя и в этот период были значительные температурные колебания. После прекращения воздействия низких отрицательных температур, т. е. с наступлением весны, общее количество воды увеличивается. Это объясняется тем, что после оттаивания почвы у рододендронов появляется возможность пополнить запасы воды из почвы. В мае количество общей воды уменьшается, что объясняется спецификой климатических условий: май в условиях Латвийской ССР является са-

Динамика количественного содержания общей воды в листьях
вечнозеленых рододендронов (в % от сырого веса)

№№ п. п.	Название вида	Число определения содержания общей воды																		
		29 VI	13 VII	31 VII	17 VIII	1 IX	14 IX	2 X	17 X	16 XI	1 XII	19 XII	9 I 1962	30 I	27 II	9 III	6 IV	27 IV	24 V	19 VI
1.	<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don	68,7	66,3	63,3	63,9	65,2	60,7	62,7	59,6	55,3	55,8	56,2	54,3	54,7	51,7	48,4	54,0	57,4	51,9	59,6
2.	<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	68,8	64,8	62,2	56,5	58,5	60,9	57,4	56,5	55,8	55,4	54,3	54,7	51,5	50,2	48,3	56,8	60,2	54,9	56,6
3.	<i>Rh. decorum</i> Franch.	70,5	66,0	63,5	63,1	63,0	64,3	58,7	61,7	57,4	60,3	57,3	56,8	55,3	55,9	50,9	60,0	59,8	56,3	58,4
4.	<i>Rh. ponticum</i> L. var. album hort.	65,4	62,6	59,0	59,3	55,5	54,8	54,7	55,8	54,0	53,8	53,0	50,6	52,8	51,1	52,9	56,2	59,9	54,8	55,7
5.	<i>Rh. smirnowii</i> Trautv.	66,4	61,2	57,3	55,3	54,7	57,5	55,7	52,7	49,7	51,6	51,4	49,4	49,0	48,3	47,2	52,8	50,8	47,7	48,9
Температура во время анализов		+21°	+15°	+16°	+11°	+10°	+10°	+7°	+8°	+1°	-1°	0°	+2°	-18°	-8°	-20°	+4°	+8°	+10°	+12°

мым солнечным и сухим месяцем. Поэтому растениям трудно полностью сохранить в тканях необходимое количество воды.

В таблице 2 отражены результаты анализов по количественному содержанию и динамике свободной воды. Количественное содержание свободной воды в сентябре в листьях вечнозеленых рододендронов колеблется с 23,4% до 33,2%. Осенью и с приближением зимы количество свободной воды уменьшается, достигая минимума в конце февраля и в марте, т. е. в период, когда были отмечены низкие отрицательные температуры. В апреле, т. е. с наступлением теплой погоды, количественное содержание свободной воды возросло, однако у листьев в возрасте одного года свободной воды на 0,9% до 14,4% меньше, чем это было в сентябре. Проследив динамику свободной воды у *Rh. brachycarpum* D. Don, видим, что до конца января с понижением температуры воздуха уменьшалось и количество свободной воды. Спустя месяц, т. е. 27 февраля, когда температура воздуха, по сравнению с 30 января, повысилась на 10° С, количество свободной воды продолжало уменьшаться. Через две недели — 9 марта при снижении температуры до —20° С, количество свободной воды увеличилось на 7,6%, а 4 апреля, когда температура воздуха была +4° С, количество свободной воды уменьшилось. На первый взгляд такое явление кажется совершенно непонятным, нелогичным, однако при сравнении хода изменения количества свободной воды и температуры воздуха, можем выявить определенную закономерность. Вышеописанное явление подтверждает факт, что в зимнее время при низких отрицательных температурах растения находятся как бы в анабиозном состоянии и на резкие изменения температуры окружающей среды не могут моментально реагировать. Следует предположить, что уменьшение количества свободной воды 27 февраля и 6 апреля, когда наблюдалось повышение температуры, являлось ответной реакцией рододендронов на понижение температуры в конце января и в первой декаде марта. Итак, на резкое понижение температуры рододендроны реагировали с опозданием примерно на две недели.

Связанная вода определялась в тех же объектах и числах, как и общая вода. Полученные данные отражены в таблице 3. В начале сентября количество связанной воды в листьях изучаемых рододендронов колеблется от 30,6% до 37%. Осенью при понижении температуры количественное содержание связанной воды возрастает примерно до половины октября, т. е. до окончания вегетационного периода. На этом же уровне связанная вода остается до весны, а затем количество ее уменьшается. Наивысший уровень связанной воды — от 40,9% до 45,5%, наблюдался 6 апреля, когда температура воздуха была +4° С, а 9 марта при температуре —20° С количество

Изменение количественного содержания свободной воды в листьях
вечнозеленых рододендронов (в % на сырой вес)

№ п. п.	Название вида	Концентрация сахарозы	Число определения свободной воды														
			1 IX. 1961	14 IX	2 X	17 X	16 XI	1 XII	19 XII	9 I. 1962	30 I	27 II	9 III	6 IV	27 IV	24 V	19 VII
1.	<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don.	60	33,2	24,2	24,2	15,0	14,5	14,3	13,7	15,3	14,6	9,2	16,8	9,9	19,7	20,5	18,8
2.	<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	60	27,9	25,8	23,8	18,3	17,1	18,5	14,4	14,9	15,2	12,7	18,3	15,7	22,2	19,5	20,5
3.	<i>Rh. decorum</i> Franch.	60	26,0	24,4	23,7	18,9	20,1	17,4	17,4	16,1	16,0	15,0	19,8	14,5	19,5	20,9	22,7
4.	<i>Rh. ponticum</i> L. var. <i>album</i> hort.	60	23,4	21,9	19,9	17,0	14,6	12,6	12,1	12,7	12,5	9,1	19,0	14,3	20,4	21,9	15,5
5.	<i>Rh. smirnowii</i> Trautv.	60	23,8	22,1	21,1	12,8	10,7	10,8	13,1	12,1	12,7	11,0	14,6	11,9	15,1	18,2	14,5
Температура во время анализов			+10°	+10°	+7°	+8°	+1°	-1°	0°	+2°	-18°	-8°	-20°	+4°	+8°	+10°	+12°

Изменение связанной воды в листьях вечнозеленых рододендронов
(в % на сырой вес)

№№ п. п.	Название вида	Концентрация раствора сахарозы	Числа определения связанной воды														
			1 IX 1961	14 IX	2 X	17 X	16 XI	1 XII	19 XII	9 I 1962	30 I	27 II	9 III	6 IV	27 IV	24 V	19 VII
1.	<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don	60	32,0	36,5	38,4	44,6	40,8	44,5	42,5	39,0	40,1	42,5	31,6	44,1	37,7	31,4	40,8
2.	<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	60	30,6	35,1	33,6	38,2	38,7	36,9	39,9	39,8	36,2	37,5	30,0	41,1	38,0	35,4	36,1
3.	<i>Rh. decorum</i> Franch.	60	37,0	39,9	35,0	42,8	37,3	42,9	39,9	40,7	39,3	40,9	31,1	45,5	40,3	35,4	35,7
4.	<i>Rh. ponticum</i> L. var. <i>album hort.</i>	60	32,1	32,9	34,8	38,8	39,4	41,2	40,9	37,9	40,3	42,0	33,9	41,9	39,5	32,4	40,2
5.	<i>Rh. smirnowii</i> Trautv.	60	30,9	35,4	34,6	39,9	39,0	40,8	38,3	37,3	36,3	37,3	32,6	40,9	35,7	29,5	34,4
Температура во время анализа			+10°	+10°	+7°	+8°	+1°	-1°	0°	+2°	-18°	-8°	-20°	+4°	+8°	+10°	+12°

Процентное соотношение связанной воды к общему количеству воды
в листьях вечнозеленых рододендронов

№№ п/п	Название вида	Концентрация раствора сахарозы	Числа анализов														
			1 IX 1961	14 IX	2 X	17 X	16 XI	1 XII	19 XII	9 I 1962	30 I	27 II	9 III	6 IV	27 IV	24 V	19 VI
1.	<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don	60	49,1	60,1	61,3	74,8	73,8	75,7	75,6	71,8	73,3	82,2	65,3	81,7	65,7	60,5	68,5
2.	<i>Rh. catawbiense</i> Mich.	60	52,3	57,1	58,5	67,6	69,3	66,6	73,5	72,8	70,3	74,7	62,1	72,4	63,1	64,5	63,8
3.	<i>Rh. decorum</i> Franch.	60	58,7	62,0	59,6	69,4	65,0	71,1	69,6	71,6	71,0	73,2	61,1	75,8	67,4	62,9	61,1
4.	<i>Rh. ponticum</i> L. var. <i>album hort.</i>	60	57,8	60,0	63,6	69,5	73,0	76,6	77,2	74,9	76,3	82,2	64,8	74,5	65,9	79,7	72,2
5.	<i>Rh. smirnovii</i> Trautv.	60	56,5	61,6	62,1	75,7	78,5	79,1	74,5	75,5	74,1	77,2	69,1	77,5	70,3	61,8	70,3
Температура во время анализов			+10°	+10°	+7°	+8°	+1°	-1°	0°	+2°	-18°	-8°	-20°	+4°	+8°	+10°	+12°

Динамика количественного содержания свободной воды в листьях вечнозеленых рододендронов (в % на сырой вес)

№№ п/п	Название вида	Концентрация раствора сахаразы	Числа определения свободной воды									
			14 IX 1961	2 X	17 X	16 XI	1 XII	19 XII	9 I 1962	30 I	27 II	9 III
1.	<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don	20	3,9	8,2	7,5	4,2	2,9	4,3	3,7	1,8	0,4	3,8
		40	16,7	16,8	13,6	11,4	14,1	14,4	12,9	8,6	7,3	4,0
		60	24,2	24,2	15,0	14,5	14,3	13,7	15,3	14,6	9,2	16,8
2.	<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	20	4,8	9,1	9,9	4,0	1,5	7,5	3,8	2,3	1,4	1,5
		40	17,9	19,0	12,8	17,6	14,4	6,1	11,9	10,8	9,7	3,0
		60	25,8	23,8	18,3	17,1	18,5	14,4	14,9	15,2	12,7	18,3
3.	<i>Rh. decorum</i> Franch.	20	5,3	5,8	6,7	7,5	2,8	5,1	5,7	1,4	2,7	1,6
		40	20,1	19,4	15,6	17,8	13,0	9,3	12,3	13,9	9,5	4,9
		60	24,1	23,7	18,9	20,1	17,4	17,4	16,1	16,0	15,0	19,8
4.	<i>Rh. ponticum</i> L. var. album hort.	20	6,5	6,2	7,4	1,9	2,3	4,5	4,0	1,8	2,8	5,5
		40	14,4	18,4	11,4	13,2	11,4	8,4	9,9	8,4	6,4	5,6
		60	21,9	19,9	17,0	14,6	12,6	12,1	12,7	12,5	9,1	19,0
5.	<i>Rh. smirnowii</i> Trautv.	20	5,2	6,5	1,6	3,6	3,2	3,3	3,2	2,0	3,8	0,7
		40	21,2	11,6	6,7	8,3	10,8	4,9	9,6	6,8	5,8	2,7
		60	22,1	21,1	12,8	10,7	10,8	13,1	12,1	12,7	11,0	14,6
Температура во время анализов			+10°	+7°	+8°	+1°	-1°	0°	+2°	-18°	-8°	-20°

связанной воды было на 8%—14,4% ниже. Это объясняется ответной реакцией рододендронов на понижение температуры в марте и повышение температуры в конце февраля, но эта ответная реакция наблюдается с опозданием примерно на две недели.

Процентное соотношение связанной воды к общему количеству воды (таблица 4) наглядно показывает, что к концу лета и осенью это соотношение увеличивается. Примерно в середине октября, т. е. с окончанием вегетационного периода, в листьях вечнозеленых рододендронов количество свободной воды составляет $\frac{3}{4}$ от общего количества воды. Такое же процентуальное соотношение остается весь зимний период до весны следующего года. Наибольшее процентуальное соотношение наблюдалось вскоре после низких отрицательных температур. Так как количество связанной воды весь зимний период остается на одном уровне, а количество общей воды снижается, значит это происходит за счет уменьшения свободной воды.

Данные, отраженные в таблице 5, подтверждают, что вода, находящаяся в растении, — связанная. Так, в листьях *Rh. brachycarpum* D. Доп количественное содержание свободной воды с применением 20% раствора сахарозы — 3,9%, 40% раствора — 16,7% и 60% раствора — 24,2%, т. е. разница количества свободной воды составляет более чем 6 раз. Подобное соотношение наблюдается и у других видов. Такая же пропорция сохраняется в период осени, зимы и следующей весны. Например, у *Rh. decorum* Franch. 9 марта количество свободной воды, определенной, применяя 20%, 40% и 60% растворы сахарозы, колеблется от 1,6% по 19,8%, т. е. разница 17,2%. Такая же картина была обнаружена и при определении связанной воды. Приведенные нами данные подтверждают положение о том, что вся вода в растении связана с более или менее большей силой и понятие «свободная вода» вообще не следовало бы употреблять, говоря о водном режиме растений.

Выводы

Проведенные исследования по некоторым вопросам водного режима вечнозеленых рододендронов позволяют сделать следующие выводы:

I. Количественное содержание общей воды в молодых листьях больше, чем у листьев в возрасте одного года. Листья более зимостойких видов рододендронов содержат воды меньше, чем листья менее зимостойких видов. В течение года количественное содержание общей воды в листьях вечнозеленых рододендронов постепенно уменьшается, причем понижение

температуры даже ниже 0°С существенно не влияет на ход этого процесса. Уменьшение количества общей воды происходит за счет свободной воды.

2. Количественное содержание свободной воды в листьях вечнозеленых рододендронов в осенне-зимний период уменьшается, достигая минимума во время самых низких отрицательных температур. Резкое понижение температуры воздуха вызывает резкое уменьшение количества свободной воды, но эта реакция происходит с опозданием примерно на две недели.

3. Количественное содержание связанной воды в листьях вечнозеленых рододендронов возрастает примерно до окончания вегетационного периода — середины октября. В это время количество связанной воды составляет $\frac{3}{4}$ от общего количества воды в растении. Дальнейшее понижение температуры воздуха даже ниже 0°С значительно не влияет на увеличение содержания связанной воды. В зимний период увеличение количества связанной воды может вызвать только резкое понижение температуры, но и эта ответная реакция растения происходит с опозданием на две недели.

4. Понятие «свободная вода» очень неопределенно и относительно. Как показывают некоторые литературные данные и наши исследования, правильнее говорить о воде, которая связана с различной силой, а не выделять понятия «свободная вода» и «связанная вода», потому что резкой границы между той и другой фракцией воды ни одному ученому не удалось установить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А. М. «Водный режим растения и влияние на его засухи». Казань, 1948.
2. Алексеев А. М. и Гусев Н. А. «Влияние минерального питания на водный режим растений». Москва, 1957.
3. Бейдеман И. Н. «К методике изучения водного режима растений». Ботанический журнал, т. 41, 1956 г., № 2.
4. Генкель П. А. «Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения». Труды Ин-та физиологии растений АН СССР, т. 5, вып. 1, 1946.
5. Генкель П. А. и Окнина Е. З. «Изучение глубины покоя у древесных пород для диагностики их морозоустойчивости». Москва, 1952.
6. Гирник Д. В. «Водный режим древесных пород зимою и зимняя засуха». Автореф. канд. диссерт., Москва, 1963.
7. Гирник Д. В. «Водный режим древесных пород зимой и зимняя засуха». Труды ин-та леса АН СССР, т. XXVII, 1955.
8. Гусев Н. А. «Современное состояние работ по изучению водного режима растений и дальнейшее их развитие». Сб. Биологические основы орашаемого земледелия. Москва, 1957.
9. Гусев Н. А. «Некоторые закономерности водного режима растений». Москва, 1959.
10. Гусев Н. А. «Некоторые методы исследования водного режима растений». Ленинград, 1960.

11. *Дадькин В. П.* «Особенности поведения растений на холодных почвах». Москва, 1952.
12. *Ермаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова-Иконникова М. И., Мурри И. Н.* «Методы биохимического исследования растений». Москва—Ленинград, 1952.
13. *Иванов Л. А.* «Свет и влага в жизни наших древесных пород». Москва—Ленинград, 1946.
14. *Коновалов И. Н., Лерман Р. И., Михалева Е. Н., Мухина В. А.* «Водный режим растений в связи с их географическим происхождением». Сб. Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью. Москва, 1963.
15. *Максимов Н. А.* «Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений». Москва, 1952.
16. *Маринчик А. Ф.* «Особенности физиологических процессов в связи с состоянием воды в листьях и продуктивности сортов сахарной свеклы». Сб. Биологические основы орашаемого земледелия. Москва, 1957.
17. *Морозов В. Ф.* «Водный режим винограда в засушливых условиях богары средней Азии». ДАН СССР, т. 76, № 5, 1951.
18. *Окунцов М. М. и Тарасова Е. М.* «О состоянии воды в растении». ДАН СССР, т. 82, № 2, 1952.
19. *Перк А.* «Особенности водного режима древесных пород в связи с их морозоустойчивостью». Учен. записки Тартусского университета, вып. 101, 1961.
20. *Петинов П. С.* «Современное состояние в пути дальнейшего развития научно-исследовательских работ по орашению и теории водного режима сельскохозяйственных растений». Сб. Биологические основы орашаемого земледелия, Москва, 1957.
21. *Проценко Д. Ф.* «Морозостойкость плодовых культур СССР». Киев, 1958.
22. *Сергеев Л. И., Сергеева К. А., Мельников В. К.* «Некоторые вопросы водного режима древесных растений». Сб. Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью. Москва, 1963.
23. *Туманов И. И.* «Основные достижения советской науки в изучении морозостойкости растений». Тимирязевское чтение XI, Москва, 1951.
24. *Тюрина М. М.* «Определение водоудерживающей способности растительных тканей». ж. Физиология растений, т. 4, вып. 4, 1957.
25. *Хлебников Н. А.* «Водный режим деревьев на разных опушках и внутри насаждения». Тр. Ин-та леса, т. XII, 1958.
26. *Цельникер Ю. Л.* «О показателях водного режима листьев древесных пород степной зоны». Труды Ин-та леса, т. 41, 1958.
27. *Шардаков В. С.* «Определение сосущей силы растительных тканей методом струек». Изв. АН СССР, сер. биол., № 5—6, 1938.
28. *Шардаков В. С.* «Водный режим хлопчатника». Ташкент, 1953.
29. *Böhlje G. D.* «Unsere Pflanzen», Westerstede (Oldb.), 1959.
30. *Berg J., Krüssmann G.* «Freiland Rhododendron». Stuttgart, 1951.

Л. ВУЛФ, М. ДУНЦЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНОВ ГРУППЫ «В» В ДРОЖЖАХ ПРОИЗВОДСТВА ДРОЖЖЕВЫХ ЗАВОДОВ ЛАТВИЙСКОЙ ССР

Многими исследователями доказано, что дрожжи — концентрат витаминов группы В (Funk, 1912; Robinson, 1951; Труфанов, 1946, и др.).

При помощи дрожжей из дешевого, неприщевого сырья, как меласса, гидролизаты отходов древесины и сельского хозяйства, сульфитные щелока, спиртовая барда, можно получить ценный продукт, богатый белком и витаминами.

Пекарские дрожжи в основном используются для разрыхления теста в хлебопечении. Ограниченный пока объем производства пекарских дрожжей не позволяет в хлебопечении увеличить добавку дрожжей к тесту, что повысило бы значительно содержание витаминов в хлебе.

Кормовые дрожжи имеют огромное значение как полноценная добавка к корму сельскохозяйственных животных, благодаря высокому содержанию белка и витаминов. В конце семилетки планируется производство 500 тысяч тонн кормовых дрожжей.

Заводское производство кормовых дрожжей в нашей республике концентрируется в Слокской фабрике кормовых дрожжей при Слокском целлюлезно-бумажном комбинате и Милгравском экспериментальном бродильном заводе.

В своей предыдущей работе (Вулф, Саксе, 1964) мы исследовали способности биосинтеза витаминов у рас дрожжей, используемых в заводах нашей республики. В данной работе определено количественное содержание витаминов группы В в продукции Рижского дрожжевого и хлебопекарного комбината и заводов кормовых дрожжей.

Наши исследования касались и методики определения витаминов в дрожжах.

К методике микробиологического определения витаминов группы «В» в дрожжах

В работе определены витамины В₆ и РР, пантотеновая и фолиевая кислоты, биотин и инозит. Используются микробиологические методы определения витаминов. Фолиевая кислота определена по методике, описанной Пушкинской и Куцевой (1955), а остальные витамины по методике Одинцовой (1959).

Известно, что витамины в материалах живого происхождения находятся, как в свободном, так и в связанном виде, в основном, с белком. Человек и животные могут использовать витамины и в связанном виде, но микроорганизмы реагируют только на свободные формы витаминов.

Для освобождения витаминов в исследуемом материале используются несколько методов: автолиз, кислотный или щелочной и ферментативный гидролиз.

Выбор метода обработки анализируемого материала зависит от 1) химических свойств витамина, 2) тесторганизма, 3) самого материала. В своей работе мы сравнивали некоторые в литературе описанные методики с целью найти наиболее подходящую для наших целей.

Витамин РР встречается в организмах в виде свободной никотиновой кислоты или никотинамида или в составе ферментов в виде ди- или трифосфопиридиннуклеотидов. В литературе встречаются несколько методов освобождения витамина РР в анализируемом материале. Большинство авторов используют гидролиз *In* серной кислоты при 1 атм 15—30 мин. (Andrews, 1942, Sweeney, 1954).

Витамин РР устойчив к действию кислоты, термостабилен. При определении витамина РР с тесторганизмом *Zygosaccharomyces marxianus* 375 мы проверили следующие методы: автолиз, гидролиз *In* серной кислотой и *In* соляной кислотой и ферментативный гидролиз с порошком мицелия *Aspergillus oryzae*.

Автолиз производился следующим образом: к 1 г прессованных или сухих дрожжей добавляют 9 мл дистиллированной воды и несколько капель толуола и выдерживают в закрытых пробирках материал 48 часов при температуре 48°. После этого пробирки кипятят на водяной бане для инактивации ферментов 10 минут.

Кислотный гидролиз производился, к 1 г дрожжей добавляя 9 мл *In* кислоты и автоклавируя 15 минут при 1 атм.

При ферментном гидролизе к 1 г дрожжей прибавляют 9 мл 0,1*n* H₂SO₄ и кипятят на водяной бане 30 минут, после охлаждения доводят рН до 5 (сбн NaOH) добавляют ферментный препарат из расчета 50 мл на 1 г прессованных дрожжей.

Выдерживают в термостате при 37° 24 часа. Для инактивации фермента кипятят на водяной бане.

Из полученных результатов (табл. 1) видно, что путем автолиза освобождается меньше витамина, чем при обработке ферментным препаратом. Для сухих дрожжей близки значения, полученные при автолизе и гидролизом серной и соляной кислотой. В ферментном препарате не содержится витамина.

Большинство витамина В₆ тоже в организме находится в связанном виде. Витамин В₆ входят в форме пиридоксальфосфата во многие коферменты.

Siegel, а. о. (1943) автоклавировали материал с серной кислотой, доведя рН до 6. Hochberg а. о. (1944) указывает, что витамин В₆ освобождаются без значительных потерей, при автоклавировании с 1н соляной кислотой при 1 атм.

Описываются методы, в которых использованы ферментные препараты такадиастаза, клараза. (Atkin, а. о. 1943).

Басс-Шадхан и Певзнер (1959) разработали метод применения ферментов из мицелия *Aspergillus oryzae* для освобождения витамина В₆ в крови, что и нас навело на мысль проверить препарат по отношению к другим витаминам группы В.

При определении витамина В₆ с помощью тесторганизма *Debaryomyces bisporus* 2D2 мы проверили следующие методы освобождения витамина в дрожжах: автолиз, гидролиз 0,1 н и 1 н серной и 1 н соляной кислотой при 1 атм. и ферментативный гидролиз с *Aspergillus oryzae*.

Полученные результаты показаны в таблице 1.

Ферментативный гидролиз заметно увеличивает полученный результат по сравнению с автолизом при анализе пресованных дрожжей. В ферментном препарате не обнаружено витамина. Анализируя сухие дрожжи, результаты мало различаются, полученные автолизом, ферментативным гидролизом и при гидролизе с 0,1 н серной и 1 н соляной кислотами. 1 н серная кислота, очевидно, действует на витамин разрушающе.

Пантотеновая кислота в организмах встречается в составе коэнзима А, а также в небольших количествах в свободном виде.

В литературе описано несколько приемов освобождения пантотеновой кислоты в анализируемом материале.

Rohrman а. о. (1934) использовали автолиз, но путем автолиза освобождается не весь витамин. Так как пантотеновая кислота чувствительна к действию кислот и щелочей, эти виды гидролиза не применяются. Широко используются разные ферментные препараты: такадиастаза, клараза (Cheldelin а. о. 1942), свежий препарат печени цыпленка со щелочной фосфатазой кишечника теленка (Neilands, 1948).

ботки от тесторганализма. В своих опытах мы, используя тест-организм *Saccharomyces cerevisiae* Ленинградскую расу, анализировали только сухие дрожжи, сравнивая автолиз и ферментативный гидролиз с *Aspergillus oryzae* (таблица 1). По полученным данным, ферменты из *Aspergillus oryzae* освобождают больше витамина, чем освобождается при автолизе.

Таблица 1

Полученные значения содержания витаминов в пекарских дрожжах в зависимости от метода обработки

Метод обработки	Содержание витамина в мкг		
	на 1 г прессованных дрожжей	на 1 г сухих дрожжей	в ферментном препарате
Витамин PP:			
автолиз	57,3	204,8	
1 н H ₂ SO ₄	—	220,6	
1 н HCl	—	198,6	
ферментативный гидролиз с <i>Asp. oryzae</i>	179,0	393,2	нет
Витамин B ₆ :			
автолиз	1,6	9,5	
0,1 н H ₂ SO ₄	—	11,5	
1 н H ₂ SO ₄	—	3,9	
1 н HCl	—	10,3	
с <i>Asp. oryzae</i>	3,9	10,5	нет
Пантотеновая кислота:			
автолиз	—	111,5	
с <i>Asp. oryzae</i>	—	156,6	нет
Биотин:			
автолиз	—	0,17	
1 н HCl	—	0,26	
с <i>Asp. oryzae</i>	—	0,12	нет
Инозит:			
автолиз	800	2200	
1 н H ₂ SO ₄	—	1300	
1 н HCl	—	1600	
с <i>Asp. oryzae</i>	400	1400	нет
Фолиевая кислота:			
автолиз	1,8	1,3	
с <i>Asp. oryzae</i>	1,4	1,1	
с ацетонированной почкой	2,1	12,9	0,006 мкг в 20 мг преп.
с препаратом поджелудочной железы курицы	3,3	12,4	0,4 мкг в 5 мл препарата

Биотин также в организмах находится больше в связанном виде с белками, чем в свободном. Биотин довольно устойчив к высоким температурам и высоким концентрациям кислоты.

Большинство авторов применяли кислотный гидролиз с 1—6 н серной кислотой (Филиппов, 1962)), также соляной кислотой (Landly, Dicken, 1941) при автоклавировании. Использовались и препараты ферментов — папаин, пепсин и такадиастаза (James, 1952).

В нашей работе сухие дрожжи обрабатывались путем автолиза, ферментативного гидролиза с *Aspergillus oryzae* и гидролизом I н HCl 20 минут при 1 атм. Тесторганизм — *Zygosaccharomyces bisporus* 300. Полученные результаты показаны в таблице I. Лучшие результаты получены при обработке I н соляной кислотой. Обработка серной кислотой дала темно окрашенные экстракты дрожжей, что мешает дальше турбидиметрическому определению.

Инозит встречается в организме в виде фитина, (гексафосфорнокислого эфира), а также в некоторых фосфатидах.

Инозит устойчив к кислотам, поэтому часто применяется кислотный гидролиз (Needham, 1923) — обрабатывая материал 18% соляной кислотой 6 часов. Использован и ферментативный гидролиз (Cheldelin, а. о. 1942), но с неудовлетворительными результатами.

Мы проверили метод автолиза, кислотного гидролиза — I н серной и соляной кислотами при 1 атм. 30 минут, а также обработку с *Aspergillus oryzae*. Результаты отражены в таблице I.

Из полученных данных видно, что самый высший результат дает автолиз.

Фолиевая кислота тоже в организмах находится как в свободном, так и в связанном виде — в конюгатах с глютаминовой кислотой. Отщепляют фолиевую кислоту из конюгатов особые ферменты — конюгазы, которые находятся в некоторых органах животных — в почках, печени, поджелудочной железе. (Pfiffner, 1945.).

Для освобождения фолиевой кислоты в анализируемом материале предложено несколько ферментных препаратов: вытяжки из поджелудочной железы курицы или почки свиньи (Пушкинская, Куцева, 1955) и ацетонированные почки свиньи (Кирсанов, Труфанов, 1948).

Мы сравнили метод автолиза, обработки с *Aspergillus oryzae*, препаратом поджелудочной железы курицы и ацетонированной почкой свиньи.

Препарат из поджелудочной железы курицы приготовлен, как описано Пушкинской и Куцевой (1955): 10—20 г материала измельчают и тщательно растирают в ступке с трехкрат-

ным количеством воды. Вытяжку отделяют центрифугированием и разливают в пробирки по 5—10 мл. Хранят в замороженном состоянии.

Навеску образца (0,4 г для прессованных или 0,1 г для сухих дрожжей) растирают и переносят 10 мл фосфатного буфера рН 7 в колбу. После пятиминутного кипячения в водяной бане и охлаждения раствора к нему добавляют фермент из расчета 1 мл на 20 мг сухого остатка образца, 3 капли толуола и смесь ставят на 24 часа в термостат при 37°.

Ацетонированная почка приготавливалась по Кирсанову и Труфанову (1948). Свиную почку освобождают от жира, промывают ледяной водой, измельчают и растирают в остуженной ступке, добавляя трехкратный объем охлажденного ацетона. Вакуумным насосом отсасывают ацетон, остающиеся на фильтре осадки промывают еще с двумя объемами охлажденного ацетона. Полученный препарат снимают с фильтра, высушивают при комнатной температуре, измельчают и хранят в холодильнике.

Дрожжи обрабатывают как прежде описано. Только фосфатный буфер берется с рН 5, ферментный препарат из расчета 20 мг на 50 мг сухого остатка. Обработка ферментом длится 48 часов.

Полученные результаты отражены в таблице 1, из которых видно, что автолиз и обработка *Aspergillus oryzae* дает очень малые значения. Для прессованных дрожжей более активным оказался препарат из поджелудочной железы курицы, а для сухих — ацетонированная почка. Ацетонированная почка по сравнению с препаратом из поджелудочной железы имеет несколько преимуществ: 1) свиная почка — более доступный исходный материал, потому что поджелудочные железы у курицы мелкие и достать их можно только на бойнях; 2) лучше сохраняется, 3) содержит, по сравнению с препаратом поджелудочной железы незаметное количество фолиевой кислоты. Учитывая это, мы в дальнейшей работе использовали только ацетонированную почку.

При определении фолиевой кислоты выше указанным методом мы столкнулись с трудностью освобождения компонентов питательной среды от витамина. Очевидно, в гидролизате казеина и, может быть, и в глюкозе имеется такое количество фолиевой кислоты, которая обеспечивает рост индикаторной культуры. Не удалось освободиться нам от фолиевой кислоты, обрабатывая гидролизаты и раствор глюкоза разными сортами активированного угля. Хорошие результаты получены, используя анионит ЭДЭ-10П. (Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений, 1962.)

Через колонку анионита пропускается кислотный и фер-

ментативный гидролизат казенна с раствором глюкозы при рН 3,5.

В дальнейшей работе дрожжевой материал для определения витаминов РР и В₆ и пантотеновой кислоты обрабатывался препаратом из *Aspergillus oryzae*. (Все витамины определялись в одном образце), биотина — 1 н НСІ 20 минут при 1 атм., инозита — автолизом, фолиевой кислоты — препаратом ацетонированной почки.

Таблица 2

Содержание витаминов в дрожжах продукции заводов Латвийской ССР

Вид дрожжей	Место производства	вита-мин В в мкг/г	вита-мин РР в мкг/г	пан-тоте-новая в мкг/г	биотин в мкг/г	инозит в мкг/г	фолие-вая к-та в мкг/г
Пекарские дрожжи <i>Saccharomyces cerevisiae</i> прессованные сухие	Рижский дрожжевой и хлебопекарный комбинат	3,9 11,5	179,0 393,2	74,8 156,6	0,20 0,26	0,8 2,2	3,3 12,9
Кормовые дрожжи <i>Candida tropicalis</i> С-36 сухие	Слокская дрожжевая фабрика	34,9	694,7	153,5	2,6	не опре- делено	14,8
Кормовые дрожжи <i>Torula utilis</i> сухие	Милгравский эксперимен- тальный завод	15,5	514,6	25,5	2,7	не опре- делено	3,1

Содержание витаминов группы «В» в дрожжах

Определяя выше описанными методами витамины в дрожжах продукции Рижского дрожжевого и хлебопекарного комбината, Слокского и Милгравского завода, получены средние величины (табл. 2).

Наиболее богатые витаминами — кормовые дрожжи *Candida tropicalis* С-36 (Слокский завод), выращиваемые на сульфитных щелочах. Дрожжи *Torula utilis* (производства Милгравского завода) уступают им особенно по содержанию витамина В₆, пантотеновой и фолиевой кислоты. Пекарские дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* XIV раса отличается очень малым содержанием биотина. Это объясняется полным отсутствием способностей биосинтеза этого витамина (Вулф, Саксе, 1964).

Полученные данные о содержании витаминов в дрожжах существенно не отличаются от средних данных в литературе (Die Hefen, 1962).

На примере дрожжей Милгравского завода исследовано влияние воздушно-пылевой сушки на потерю витаминов (таблица 3). Значительные потери наблюдаются у витамина В₆ (62,6%) и пантотеновой кислоты — (57,8%), а также и у биотина и фолиевой кислоты. Меньше всего разрушается витамин РР. В литературе (Die Hefen, 1962) тоже указано на значительные потери пантотеновой кислоты — 16% и стабильности витамина РР, который при сушке сохраняется 100%.

ВЫВОДЫ

1. При определении витаминов группы «В» в дрожжах микробиологическими методами, лучшими оказались следующие способы освобождения связанных форм витаминов:

для витамина РР (индикаторная культура — *Zygosaccharomyces marxianus* 735), витамина В₆ (*Debaryomyces bisporus* 2D2) и пантотеновой кислоты (*Saccharomyces cerevisiae* Ленинградская раса) — обработку ферментным препаратом из *Aspergillus oryzae*, для биотина (*Zygosaccharomyces bisporus* 300) — кислотный гидролиз I н HCl 20 минут при 1 атм., для инозита (*Saccharomyces carlsbergensis* Carlsberg) — автолиз, для фолиевой кислоты (*Streptococcus faecalis* R.) обработку ацетированной почкой.

Таблица 3

Потеря витаминов во время сушки у *Torula utilis* (Милгравис)

Витамина	Содержание витамина в мкг на г абс. сухих дрожжей		% потери
	сырые	сухие	
витамин РР	547,4	514,6	6,1
витамин В ₆	41,4	15,5	62,6
пантотеновая кислота	60,4	25,5	57,8
биотин	4,7	3,1	34,0
фолиевая к-та	3,8	2,7	28,9

2. В работе дано содержание витаминов В₆ и РР, пантотеновой и фолиевой кислоты и биотина в пекарских и кормовых дрожжах производства заводов нашей республики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басс-Шадхан Х. Ф., Певзнер Э. Б., 1959. Известия АН ЛССР, № 8.
2. Вулф Л. Я., Саксе А. И., 1964. Тезисы докладов конференции по вопросам биосинтеза аминокислот, витаминов и микробной биомассы. Рига.
3. Кирсанов В. А., Труфанов А. В., 1948. Биохимия 13. 3. 207.
4. Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. 1962. Изд. АН СССР.
5. Одинцова Е. Н., 1959. Микробиологические методы определения витаминов.
6. Пушкинская О. И., Куцева Л. С., 1955. Витаминные ресурсы и их использование. Сб. 3. М.
7. Труфанов А. В., 1946. Биохимия 11. 203.
8. Филиппов В. В., 1962. Биотин в растительных и животных организмах. М.
9. Andrews J. S. a. o., 1942. Ind. Eng. Chem. v. 17.
10. Atkin L. a. o., 1943. Ind. Eng. Chemistry. Anal. ed. 15. 2. 141.
11. Cheldelin V. H. a. o., 1942. Univ. of Texas Public. Nr. 4237, p. 15.
12. Funk C., 1912. Journ. of Physiology 45. 1. 75.
13. Die Hefen, 1960. Nürnberg.
14. Hochberg, a. o., 1944. Journ. Biol. Chem. 155. 129.
15. James D. P., 1952. Brit. J. Nutr. 6. 4. 341.
16. Landy M., Dicken D. M. 1941. Proc. Soc. Exptl. Biol. a. Med. 46. 3. 449.
17. Needham J., 1923. Biochem. J. 17. 422.
18. Neillands J. B. a. o., 1948. Arch. Biochem. 19. 287.
19. Pjiffner J. J., 1945. Science 102. 229.
20. Robinson J. A., 1951. The Vitamin B Complex, London.
21. Rohrman E. a. o. 1934. Proc. Soc. Exptl. Biol. a. Med. 32. 473.
22. Siegel L. a. o., 1943. Journ. of Biological Chemistry, 1492. 361.
23. Sweeney J. P., 1954. J. Assoc. Offic. Agr. Chemists 37. 771.
24. Wright L. D. a. o., 1941. Univ. of Texas Public. Nr. 4137. 38.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
М. Тауя, Дж. Фишере, С. Катяня, Н. Озолиня, Н. Кеслере. Влияние устранения цветения у растений картофеля на урожай и химический состав клубней	5
Дж. Фишере. Особенности роста и развития кормовых бобов в разных условиях освещения	25
Х. Мауриня, Л. Раудзепя, М. Юража. Особенности роста и развития сортов и гибридов кукурузы в Латвийской ССР	43
Э. Свимпуле. Динамика поглощения азота, фосфора и калия в онтогенезе кукурузы	59
В. Эглит, И. Звайгзните. Влияние густоты стояния растений кукурузы на содержание сахаров в период образования генеративных органов	67
Х. Мауриня. Значение физиологических особенностей родительских растений для получения гетерозисного потомства кукурузы	79
Х. Мауриня, Л. Эзерниесе, Б. Гауя. Влияние янтарной кислоты на физиологические процессы кукурузы	99
Х. Мауриня, М. Дрикя, Л. Эзерниесе. Влияние на кукурузу физиологически активных веществ и гамма-лучей при воздействии на растения на разных стадиях развития	119
Х. Мауриня, В. Жавна, Б. Гауя. Стимуляция роста и развития кукурузы при помощи гамма-лучей	145
Р. Кондратович, Л. Якобсоне. Некоторые вопросы водного режима вечнозеленых рододендронов	157
Л. Вулф, М. Дунце. Результаты определения содержания витаминов группы В в дрожжах производства дрожжевых заводов Латвийской ССР	171

УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ, том 71, 1965

Издательство «Звайгзне»
г. Рига, ул. Пилс 23.

Сдано в набор 31 XII 1964 г. Подп. к печ. 22 IV 1965 г. ЯТ 19768. Формат бумаги 60×90 1/16. Печ. лист.; 11,25 уч. изд. л. 13,15. Тираж 700 экз. Цена 97 коп. Отпечатано в типографии № 1 «Циня» Управления полиграфической промышленности Государственного комитета Совета Министров Латвийской ССР по печати, Рига, ул. Блау-мана 38/40. Заказ № 6-н.

427962

25

Vilma
0.9x 100. Sp.

44/5826

LATVIJAS UNIVERSITĀTES BIBLIOTĒKA



0509052733