

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

WS
653

60 ар

5 ар

5,6 ар

0,55 п.л.

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА», КИЕВ

16. Mayne R. G., Kende H. Ethylene biosynthesis in isolated vacuoles of *Vicia faba* L.— requirement for membrane integrity // *Planta*.— 1986.— 167, N 2.— P. 159—165.
17. McKeon T. A., Yang S. F. Biosynthesis and metabolism of ethylene // *Plant hormones and their role in plant growth and development* / Ed. P. J. Davies.— Dordrecht; Boston; London: Kluwer Acad. Publishers, 1988.— P. 94—112.
18. Tanaka K., Tolbert N. E. Effect of cycocel derivatives and gibberellin on choline kinase and choline metabolism // *Plant Physiol*.— 1966.— 41, N 2.— P. 313—318.
19. Tolbert N. E. (2-Chloroethyl)trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. 1. Chemical structure and bioassay // *J. Biol. Chem*.— 1960.— 235, N 2.— P. 475—479.
20. Warner H. L., Leopold A. C. Ethylene evolution from 2-chloroethylphosphonic acid // *Plant Physiol*.— 1969.— 44, N 1.— P. 156—158.
21. Zeeh B., König K. H., Jung J. Development of new plant growth regulators with biological activity related to CCC // *Kernia-Kemi*.— 1974.— 1, N 9.— S. 621—623.

Получено 29.03.90

Институт физиологии растений и генетики
АН УССР, Киев

B. A. Kurchii

ETHYLENE FORMATION FROM QUATERNARY AMMONIUM SALTS IN THE HOFFMAN SPLITTING REACTION

Institute of Plant Physiology and Genetics, Academy of
Sciences, Ukrainian SSR, Kiev

Decomposition dynamics of 2-chloroethylsulphonic acid, dihydrel, camposan M, chloric choline, 2-chloroethyltrimethylammonium chloride and choline in water solution has been studied. It is established that the rate of these substances decomposition with isolation of ethylene depends on the buffer mixture pH and does not depend on nature of the latter.

УДК 630.18:581.4:58.03

И. П. ХОЛУПЕНКО, В. П. ЖЕМЧУГОВА, А. И. СОКИРКА,
Г. К. ЧЕРНОДЕД, О. Л. БУРУНДУКОВА

ВЛИЯНИЕ ЗАТЕНЕНИЯ НА ЛИСТОВОЙ АППАРАТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ РИСА

Затенение растений риса от всходов до созревания двумя слоями марли снизило освещенность в 2—2,5 раза, что привело к уменьшению урожая зерна сортов на 10,3—39,4%, главным образом за счет увеличения доли пустых и шуплых зерновок. Масса 1000 выполненных зерен уменьшилась незначительно. Наиболее теневынослив сорт экстенсивного типа Новосельский, районированный в Приморье с 1939 г. Теневыносливость новых районированных сортов интенсивного (Приморец) и полунтенсивного (Дальрис 11) типа гораздо ниже. В процессе создания новых сортов произошло значительное снижение их теневыносливости, что отрицательно сказалось на структуре урожая зерна, в особенности при большом числе пасмурных дней в период вегетации.

Теневыносливость — одно из важнейших биологических свойств растений, позволяющее им существовать в условиях пониженной освещенности. Известно, что по степени выраженности данного признака существенно различаются не только виды растений [8], но и сорта сельскохозяйственных культур [3].

Предполагается, что теневыносливость сортов существенным образом сказывается на их урожайности в условиях Дальнего Востока и на Северо-Западе СССР в связи с большой облачностью, наблюдающейся в этих регионах в период вегетации [3]. Исследований, посвященных

© И. П. ХОЛУПЕНКО, В. П. ЖЕМЧУГОВА, А. И. СОКИРКА, Г. К. ЧЕРНОДЕД,
О. Л. БУРУНДУКОВА, 1991

изучению сортовой специфики теневыносливости, очень мало. Известны работы, выполненные на мягкой яровой пшенице [6] и на рисе [9, 10]. Сведения, касающиеся теневыносливости отечественных сортов риса, в литературе отсутствуют. По этой причине сортовой полиморфизм риса по данному признаку в селекции не учитывается.

В данной работе изучалось влияние длительного (в течение всего вегетационного периода) затенения на листовую аппарат, продуктивность растений и структуру урожая зерна дальневосточных сортов риса.

Методика

В качестве объектов исследования использовали растения районированных на Дальнем Востоке сортов риса Новосельский, Дальневосточный, Приморец, Дальрис 11 и нового сорта Италика 874. Первые два — высокорослые, с горизонтальными или поникающими пластинками листьев, остальные — среднерослые, эректоидного типа.

В 1986 и 1987 гг. растения выращивали в вегетационных сосудах емкостью 6 кг воздушно-сухой почвы. Перед набивкой вносили 0,2 г мочевины на 1 кг почвы, в сосудах оставляли по 12 растений. Повторность опытов — 4—6-кратная. Сосуды заглубляли в почву чека с таким расчетом, чтобы после залива слой воды был одинаковым на всей площади. Воду подавали в фазе двух-трех листьев, сливали — в фазе восковой спелости. Половину сосудов оставляли при естественном освещении, вторую затеняли, начиная с фазы всходов до созревания.

В 1988 г. поставлен мелкоделяночный опыт. Число рядков на делянке — 4, длина их — 120 см, расстояние между рядками — 15 см. Для отбора проб и учета урожая использовали растения средних рядков. Повторность опытов — 3-кратная. На 1 м² оставляли 330 растений, что соответствует рекомендациям [1, 4].

Для затенения растений непосредственно на чеке строили вегетационные домики, используя деревянные рамки, обтянутые двумя слоями марли. Известно, что при использовании марли в качестве затеняющего материала свет становится рассеянным, но состав его не изменяется [8]. Для улучшения вентиляции в верхней и нижней частях боковых щитов оставляли не затянутые марлей проемы. Для предотвращения попадания через них прямого света кровлю делали с напуском. Домики располагали на расстоянии не менее 10 м от контрольных растений, чтобы избежать их затенения.

Освещенность измеряли люксметром. В вегетационныхдомиках в солнечную погоду она была в 2—2,5 раза меньше, чем снаружи, в пасмурную погоду эти различия уменьшались.

Площадь листовых пластинок определяли как произведение их длины на ширину, умноженное на коэффициент, равный 0,75 [7]. Содержание хлорофилла определяли в ацетоновых вытяжках из свежих листьев на спектроколориметре «Спекол» и рассчитывали по формуле Вернона [2].

Для определения структуры урожая после удаления незерновых примесей брали две навески зерна определенного объема. Зерновки разделяли на кондиционные и некондиционные путем погружения в воду. Всплывшие зерновки считали некондиционными, после подсушивания их сортировали на пустые (без эндосперма) и щуплые, т. е. недостаточно выполненные. В каждой фракции определяли массу зерна и 1000 зерновок.

Результаты и обсуждение

Под влиянием затенения увеличилась площадь флаговых листьев, но уменьшилась их поверхностная плотность (ППЛ) (табл. 1). Между этими признаками наблюдалась обратная зависимость, однако сорт Новосельский отличался от других сортов наиболее значительным снижением ППЛ при умеренном увеличении площади листа.

Увеличилась площадь и других листьев — главным образом за счет длины. В фазе цветения на главных побегах всех сортов при затенении было на 1—2 листа больше, хотя общее число образовавшихся листьев не изменилось. На несколько суток задерживалось появление пластинки каждого очередного листа из влагалища, увеличилась продолжительность жизни листьев. В целом в фазе цветения суммарная площадь листьев на растениях при затенении в зависимости от сорта была больше на 17,5—90,4%.

Под влиянием затенения увеличилось содержание хлорофилла в единице площади флаговых листьев (табл. 2). Эти различия наблюдались и в фазе цветения, и в фазе молочной спелости. Однако степень изменения концентрации пигмента у разных сортов была неодинаковой. Слабее других реагировали на затенение сорта Дальневосточный и Дальрис 11. Сорта интенсивного типа Приморец и Италика 874 отличались от остальных более высоким содержанием пигмента как при естественном освещении, так и при затенении.

В качестве основного критерия теневыносливости сортов использовали изменение урожая зерна при затенении. Поскольку урожай снизился в неодинаковой степени (табл. 3), то очевидно, что теневыносливость их различна. Наиболее теневынослив сорт Новосельский, урожай которого снизился всего на 10,3%. Снижение урожая у трех других

ТАБЛИЦА 1. Площадь (см^2) и поверхностная плотность ($\text{г}/\text{м}^2$) листьев разных сортов риса (1988 г.)

Сорт	Площадь				Поверхностная плотность	
	общая		флаговые листья		флаговые листья	
	свет	затенение	свет	затенение	свет	затенение
Новосельский	234,4±32,2	444,5±44,0	18,1±3,4	27,5±3,0	63,9±0,4	34,7±0,8
Дальневосточный	303,7±25,2	356,8±35,3	23,7±3,7	37,3±4,2	71,3±5,8	49,0±1,5
Дальрис 11	179,6±3,9	318,6±45,8	14,5±1,0	24,0±2,6	59,2±3,3	34,3±2,1
Приморец	201,6±13,9	276,1±38,4	15,2±0,7	22,4±3,0	63,1±1,5	52,7±3,0
Италика 874	232,8±9,3	306,4±42,8	17,3±2,6	25,1±2,1	63,0±1,2	43,1±2,6

ТАБЛИЦА 2. Содержание хлорофилла во флаговых листьях риса, $\text{мг}/\text{дм}^2$

Сорт	Фаза цветения			Фаза молочной спелости		
	свет	затенение	затенение/свет	свет	затенение	затенение/свет
Приморец	4,6±0,1	6,0±0,2	1,3	4,6±0,1	7,6±0,2	1,6
Италика 874	4,3±0,2	6,0±0,2	1,4	5,2±0,2	7,0±0,3	1,3
Дальрис 11	4,0±0,1	4,4±0,2	1,1	5,4±0,2	5,9±0,2	1,1
Дальневосточный	3,8±0,2	4,7±0,2	1,2	4,5±0,2	5,2±0,2	1,1
Новосельский	3,6±0,2	5,0±0,1	1,4	4,1±0,1	5,5±0,1	1,3

ТАБЛИЦА 3. Урожай зерна, $\text{г}/\text{растение}$ (среднее за 1986—1988 гг.)

Варианты опыта	Сорт				
	Новосельский	Дальневосточный	Дальрис 11	Приморец	Италика 874
Свет	3,02	3,28	3,96	3,55	2,87
Затенение	2,71	2,72	3,09	2,83	1,74
Затенение/свет, %	89,7	82,9	78,0	79,7	60,6
НСР ₀₅ =0,39 г					

районированных сортов более значительное — 17,1—20,3%. Теневыносливость сорта Италика 874 оказалась самой низкой — снижение урожая составило 39,4%.

Для более полной оценки теневыносливости сортов учитывали структуру урожая зерна. Установлено, что масса 1000 кондиционных зерновок под влиянием затенения почти не изменялась (табл. 4), но значительно возросла доля некондиционных, т. е. пустых и щуплых зерновок в общей зерновой массе, что отрицательно сказалось на средней массе зерновок и натуре зерна. Лучшей структурой отличался сорт Новосельский, обладавший высокой и к тому же не снизившейся при затенении натурой зерна. Доля кондиционных зерновок у него даже при затенении была выше, чем у других сортов при естественном освещении. Таким образом, с учетом структуры урожая более низкая теневыносливость новых сортов еще очевиднее.

Увеличение доли щуплых зерновок в урожае, вероятно, обусловлено уменьшением фонда ассимилятов в результате ухудшения условий для фотосинтеза, хотя нельзя исключить и возможное снижение аттрагирующей способности самих зерновок. Причины пустозерности окончательно не установлены. Известно, что в большой мере она зависит от температурного режима в течение 10 сут, предшествующих цветению. Даже кратковременное понижение температуры воздуха ниже минимально допустимой в этот период резко снижает фертильность пыльца [5].

Максимальная температура воздуха днем в вегетационных домиках была на 0,6—0,9°C ниже, а минимальная ночью — примерно настолько же выше, чем в контроле. Следовательно, температурный режим в домике можно считать более благоприятным для генеративного процесса по сравнению с таковым при естественном освещении. Поскольку, несмотря на это, пустозерность при затенении увеличилась, можно полагать, что она зависит не только от температуры, но и от фонда ассимилятов.

Важная характеристика интенсивности сорта — величина репродуктивной нагрузки на листовую аппарат, т. е. число зерновок, приходящееся на единицу листовой площади в начале репродуктивного периода. В Японии, например, одной из важнейших задач селекции риса считают увеличение данной нагрузки до величин, характерных для лучших корейских сортов [11]. Другая, не менее важная, на наш взгляд, характеристика сорта — эффективность работы листьев, под которой мы понимаем урожай зерна, приходящийся на единицу площади листьев, имеющих на растении в начале репродуктивного периода.

Под влиянием затенения и репродуктивная нагрузка, и эффективность работы листьев уменьшились (табл. 5). В наибольшей степени это проявилось у сортов Новосельский и Дальрис 11. По-видимому, у

ТАБЛИЦА 4. Структура урожая зерна риса (1988 г.)

Сорт	Варианты опыта	Натура зерна, г/л	Масса 1000 зерен, г		Количество зерновок в общем урожае, %		
			кондиционные	средняя	кондиционные	щуплые	пустые
Новосельский	Свет	620,1	26,9	25,7	92,9	3,9	3,2
	Затенение	622,7	26,0	23,5	86,3	5,4	8,3
Дальневосточный	Свет	592,4	28,8	26,1	84,4	9,3	6,3
	Затенение	441,1	26,6	19,0	62,7	10,6	26,7
Дальрис 11	Свет	554,3	25,2	20,5	75,0	12,8	12,2
	Затенение	520,2	24,4	18,4	62,4	23,4	14,2
Приморец	Свет	530,4	26,3	20,5	68,9	11,4	19,7
	Затенение	501,1	26,5	19,1	63,6	7,8	28,6
Италика 874	Свет	517,6	23,7	18,6	64,3	14,5	21,2
	Затенение	363,4	22,8	10,8	36,4	9,9	53,7

них в большей степени снизилась возможность листьев обеспечивать зерновки ассимилятами, о чем свидетельствует более значительное падение ППЛ (см. табл. 1). К тому же это наиболее поздние среди изучаемых сорта, налив зерна у них заканчивался при более низких среднесуточных температурах, чем у других сортов, что также могло сказаться на эффективности работы листового аппарата.

Необходимо отметить, что в нашей работе отсутствовал «чистый» контроль, т. е. вариант опыта, в котором растения в течение всей вегетации не подвергались бы затенению. Дело в том, что освещенность контрольных растений, выращиваемых на открытой площадке, периодически снижалась за счет облачности и туманов. Эта особенность опыта, являясь, с одной стороны, его недостатком, позволяет в то же время проверить, действительно ли растения риса реагируют на естественное затенение и действительно ли эта реакция сортоспецифична?

Выше отмечалось, что снижение урожая при затенении сопровождалось повышением доли некондиционных, т. е. пустых и щуплых зерновок в общем урожае зерна. Существенно, что эти изменения в наибольшей степени произошли именно у новых сортов, которые отличались пониженной кондиционностью урожая в контроле. Естественное затенение растений за счет облачности, по-видимому, сказалось на их продуктивности. Искусственное же затенение, в сущности явившееся дополнительным, лишь усилило проявление этого негативного влияния. Эти данные позволяют, на наш взгляд, считать, во-первых, что различная теневыносливость сортов действительно сказалась на урожае зерна не только при затенении, но и в контроле, а во-вторых, — что пониженная кондиционность урожая зерна, характерная для новых сортов, в какой-то мере связана с более низкой их теневыносливостью.

Как указывают Быков и Зеленский [3], исследователи первоначально предполагали, что сорта интенсивного типа благодаря эректоидности листьев верхних ярусов, улучшающей прохождение света вглубь ценоза, окажутся более теневыносливыми. Это предположение не подтвердилось. Известный высокоурожайный сорт риса интенсивного типа IR-8 оказался нетеневыносливым [10]. В настоящее время принято считать, что эректоидное расположение верхних листьев и способность растений противостоять общему затенению представляют собой независимые признаки [3].

Предполагается, что наиболее теневыносливыми являются сорта, возделываемые в районах с повышенной облачностью в период вегетации, — в Индии, на Дальнем Востоке и северо-западе СССР [3, 6]. Существование такой связи подтверждается, например, тем, что при испытании сортов пшеницы, различающихся по видовой принадлежности и географическому происхождению, сорт Монакинка, созданный в Приморье путем отбора из местной дальневосточной популяции, уступил по теневыносливости лишь сортам из Индии, выращиваемым в период сезона муссонов [6]. Однако, как следует из полученных дан-

ТАБЛИЦА 5. *Репродуктивная нагрузка на единицу площади листьев риса и эффективность их работы*

Сорт	В расчете на 1 дм ² площади листьев			
	зерновки, шт.		урожай зерна, г	
	свет	затенение	свет	затенение
Новосельский	63±4	31±2	1,64±0,09	0,79±0,04
Дальневосточный	64±5	47±3	1,52±0,12	1,12±0,09
Дальрис 11	97±5	59±3	2,89±0,16	1,33±0,07
Приморец	90±2	58±2	2,55±0,06	1,45±0,04
Италика 874	66±1	70±2	1,42±0,03	1,07±0,03

ных, не все дальневосточные сорта риса в равной мере теневыносливы. Выраженность данного признака наряду с географическим происхождением сорта зависит, по-видимому, и от теневыносливости сортов, использованных при его создании, а также от методов селекции. В частности, более высокая теневыносливость сорта Новосельский может быть связана с тем, что он получен методами аналитической селекции из старого корейского сорта Кендзо. При создании же сортов Приморец и Италика 874 проводилась гибридизация. В качестве одного из родителей использовался сорт из Португалии, не адаптированный, вероятно, к периодическому понижению освещенности, а оценка гибридов по теневыносливости не проводилась.

Новые районированные сорта Приморец и Дальрис 11 имеют более высокое отношение массы зерна к общей биомассе сухого вещества (44—45%), чем старые сорта Новосельский и Дальневосточный (40—41%), отличаются от них повышенной урожайностью. Однако настораживает то, что они значительно менее теневыносливы, чем Новосельский. В этом, наверное, заключается одна из причин того, что в неблагоприятном по погодным условиям 1987 г. урожай зерна у Приморца в производственных условиях снизился в большей степени (на 2,2 ц/га), чем у Новосельского, тогда как в более благоприятные годы (1986 и 1988) он был выше в среднем на 13,3 ц/га. Если учесть, что вегетационный период сорта Приморец на 2—4 дня короче и он нормально созрел, можно предположить, что значительное уменьшение урожая связано в большей мере с особенностями радиационного, а не теплового режима.

Таким образом, проведенные исследования показали, что районированные на Дальнем Востоке сорта риса существенно различаются по теневыносливости. Наиболее вынослив старый, экстенсивного типа, позднеспелый в местных условиях, остистый сорт Новосельский, возделываемый в течение полувека. Его высокая теневыносливость, по-видимому, является одной из причин поразительного «долголетия».

Можно предположить, что за счет создания для Дальнего Востока теневыносливых сортов риса интенсивного типа можно существенно повысить урожай зерна и улучшить его структуру, в особенности в годы со значительной облачностью в период вегетации.

1. Алешин Е. П., Конохова В. П. Краткий справочник рисовода.— М.: Агропромиздат, 1986.— 253 с.
2. Большой практикум по физиологии растений.— М.: Высш. шк., 1975.— С. 130—131.
3. Быков О. Д., Зеленский М. И. О возможности селекционного улучшения фотосинтетических признаков // Физиология фотосинтеза.— М.: Наука, 1982.— С. 294—310.
4. Криволапов И. Е. Рис на Дальнем Востоке.— Владивосток.: Дальневост. книжн. изд-во, 1971.— 316 с.
5. Кучеренко В. В. Биологические факторы формирования пустозерности у риса и пути ее преодоления // Вестн. с.-х. науки.— 1980.— № 8.— С. 90—95.
6. Макашарипова К. А. Оценка сортов пшеницы по реакции фотосинтетического аппарата на пониженную интенсивность света // Бюл. ВНИИ растениеводства.— Л.: ВИР, 1983.— Вып. 128.— С. 17—19.
7. Рогаченко А. Д., Тимошенко Г. Л. О расчете площади листьев озимой пшеницы и кукурузы // Тр. Укр. регионального НИИ.— 1982.— Вып. 195.— С. 108—111.
8. Цельникер Ю. Л. Физиологические основы теневыносливости древесных растений.— М.: Наука, 1978.— 211 с.
9. Janardhan K. V., Murty K. S. Effect of low light during vegetative stage on photosynthesis and growth attributes in rice // Indian J. Plant Physiol.— 1980.— 23, N 2.— R. 156—162.
10. Nayak S. K., Janardhan K. V., Murty K. S. Photosynthetic efficiency of rice as influenced by light intensity and quality // Ibid.— 1978.— 21, N 1.— P. 48—52.
11. Takeda Tomoshiro, Oka Mitsunori, Agata Waichi. Параметры сухого вещества и зерновая продуктивность сортов риса в теплых районах Японии. IV. Сравнение японских и корейских сортов по зерновой продуктивности // Нихон сакумоцу гаккай кидзи // Jap. I. Crop Sci.— 1984.— 53, N 1.— P. 28—34.

Биолого-почвенный институт
Дальневосточного отделения АН СССР,
Владивосток

Получено 12.12.89

*I. P. Kholupenko, V. P. Zhemchugova, A. I. Sokirka,
G. K. Chernoded, O. L. Burundukova*

EFFECT OF SHADING ON THE LEAF APPARATUS AND PLANT PRODUCTIVITY IN RICE

Biologic-Soil Institute of the Far East Department
of the USSR Academy of Sciences, Vladivostok

Shading of rice plants from sprouts to maturation by two layers of gauze decreased illumination by 2-2.5 times and this resulted in the 10.3-39.4 % decrease in crops mainly due to the increase of a share (%) of hollow and thin caryopsides. Weight of 1000 filled grains decreased inconsiderably. The variety of extensive type Novoselsky regioned in Primorie from 1939 is most shadow-resistant. Shadow resistance of new regioned varieties of intensive (Primorets) and half-intensive (Dalris 11) type is much lower. New varieties being created, a considerable decrease of their shadow resistance took place and this negatively tells on the structure of grain crops especially under the great number of cloudy days in the vegetation period.

УДК 58.03:535.372

**И. Г. АХМЕДЖАНОВ, К. В. ДЖОЛДАСОВА,
Е. Е. ГУССАКОВСКИЙ, А. А. РАХМАНОВ**

ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО И ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ НА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ ЛИСТА ХЛОПЧАТНИКА

Исследована фотолюминесценция листьев хлопчатника промышленного сорта АН-402, выращенного при различном содержании азотного и фосфорного удобрений в почве. Спектры люминесценции изменялись в зависимости от фазы развития растений и состава питательной среды: при различных вариациях азотного и фосфорного питания интенсивности люминесценции хромофоров, имеющих максимум излучения в области 430—440 нм, увеличивались, а в области 460—470 нм не изменялись. По-видимому, состав минерального питания влияет на синтез и метаболизм фенольных соединений, которые могут определять флуоресценцию листа хлопчатника в этой спектральной области.

Известно, что создавая тот или иной уровень и состав минерального питания, можно влиять на направленность физиологических и биохимических процессов в растительном организме [6]. Ранее была показана возможность диагностики физиологического состояния хлопчатника по спектрам фотолюминесценции листовой пластинки в синей области [3]. Поэтому представляло интерес исследование возможности применения данного метода для оценки состояния растений хлопчатника, выращенных при различном содержании в почве азота и фосфора.

Методика

Растения хлопчатника промышленного сорта АН-402 выращивали по общепринятой методике [3]. Опыты проводили на открытой площадке в специальных сосудах Вагнера емкостью 26 кг, которые набивали типичной сероземной почвой. Содержание общего азота составляло 0,09%, фосфора — 0,14% и калия — 2,2%. Перед набивкой в почву вносили всю годовую норму калия в форме KCl и фосфора — в форме простого суперфосфата ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4$). Азот в форме NH_4NO_3 растения получали как подкормку по 1/5 части на различных фазах роста: перед посевом, при появлении трех-четырех настоящих листьев, перед бутонизацией, в период начала и массового цветения.

Удобрения (K_2O , P_2O_5 и азот) вносили в дозах по 5 (одинарная доза) и по 10 г (двойная доза). Вегетационные опыты проводили в

© И. Г. АХМЕДЖАНОВ, К. В. ДЖОЛДАСОВА, Е. Е. ГУССАКОВСКИЙ, А. А. РАХМАНОВ, 1991

15-кратной повторности. В каждом сосуде выращивали по одному растению. Влажность почвы поддерживали на уровне 65% от полной влагоемкости.

Для люминесцентного анализа отбирали третий-четвертый лист сверху по главному стеблю растений в фазе начала бутонизации (ранний период) и в фазе массового плодообразования (поздний период). Фотолюминесценцию листьев хлопчатника исследовали по методике, описанной нами ранее [3]. Результаты экспериментов обрабатывали на ЭВМ с целью вычисления коэффициентов корреляции [4].

Показатели роста и развития растений в различных вариантах опыта приведены в табл. 1.

Результаты и обсуждение

Спектры люминесценции листьев хлопчатника измеряли при возбуждении светом с длинами волн 313 и 365 нм. Вариация длины волны возбуждения позволяет выявлять множественность соединений, ответственных за фотолюминесценцию и некоторые их спектролюминесцентные параметры. Согласно полученным данным, спектры люминесценции изменяются в зависимости от фазы развития растения и состава питательной среды (рисунок). При возбуждении светом с длиной волны 365 нм спектр люминесценции листьев хлопчатника, выросшего на среде с нормальным содержанием минеральных солей, в период начала бутонизации имеет колоколообразную форму с максимумом в области 460—470 нм; через 30—35 дней в период массового плодообразования максимум спектра сдвигается на 5—7 нм в коротковолновую область за счет повышения интенсивности в этой области. При внесении двойной нормы азота в почву максимум спектра люминесценции листовой пластинки в ранний срок развития хлопчатника (начало бутонизации) претерпевает небольшой сдвиг (5—7 нм) в длинноволновую область, а при недостатке азота в среде — напротив, в коротковолновую область (подобно изменению, происходящему к периоду начала плодоношения при нормальном питании). В фазе массового плодообразования меняются спектры люминесценции (изменение формы и сдвиг максимума в коротковолновую область) листовой пластинки растений, выросших при отклонении содержания азота от

ТАБЛИЦА 1. Влияние различных доз азотно-фосфорного питания на рост и образование плодэлементов растений хлопчатника

Варианты опыта	Фаза 5—6 настоящих листьев		Фаза бутонизации		Фаза плодообразования		
	длина главного стебля, см		количество бутонов, шт.		длина главного стебля, см	количество бутонов, шт.	количество плодов, шт.
	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$
Без внесения N на фоне P, K (P_1K_1)	14,3±0,4	42,9±0,5	7,6±0,7	45,4±0,7	1,0±0,3	4,0±0,3	
Внесение одинарной дозы N на фоне P, K ($P_1K_1+N_1$) (контроль)	14,9±1,0	69,1±0,9	16,6±0,8	75,0±1,0	8,0±0,8	15,6±0,8	
Внесение двойной дозы N на фоне P, K ($P_1K_1+N_2$)	15,4±0,6	64,6±1,0	14,5±1,0	71,0±0,6	12,0±0,9	15,3±0,9	
Без внесения P_2O_5 на фоне N, K (N_1K_1)	6,0±0,7	48,6±0,5	2,4±0,7	63,0±0,3	22,6±2,5	2,2±0,4	
Внесение двойной дозы P_2O_5 на фоне N, K ($N_1K_1+P_2$)	16,6±0,9	62,3±1,0	12,6±0,8	69,6±0,7	18,0±1,5	13,2±0,5	