

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Н. П. ВОСКРЕСЕНСКАЯ

**ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ И ОСВЕЩЕНИЯ НА  
НАКОПЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И КОЛИЧЕСТВО  
ХЛОРОФИЛЛА а И б У САЛАТА**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 9 V 1949)

В сельскохозяйственной практике для целого ряда растений имеют место условия недостаточной освещенности, ограничивающие накопление органического вещества (покровные культуры, густые посевы, культура закрытого грунта). В комплексе мероприятий, проводимых с целью повышения эффективности использования растением света, в этих условиях важное место занимает изменение питания растений в таком направлении, чтобы увеличить фотосинтетическую чувствительность растений к свету, т. е. сделать их способными более эффективно использовать слабое освещение для создания органического вещества.

Одним из показателей изменения фотосинтетической чувствительности растения является снижение положения компенсационного пункта, происходящее не за счет уменьшения дыхания, как это свойственно типичным тенелюбам, а за счет изменения активности работы ассимиляционного аппарата. Такое явление наблюдалось В. М. Катунским<sup>(1)</sup> в опытах с повышенной концентрацией  $\text{CO}_2$  в воздухе и нами<sup>(2)</sup> при повышенных дозировках азота в питательном субстрате. Кроме того, азот в наших опытах способствовал увеличению фотосинтеза в большей степени при низких интенсивностях освещения (порядка 1000 — 5000 люкс), чем при высоких.

В связи с вышесказанным мы считали, что повышенные дозы азотного удобрения могут действовать относительно более эффективно на прирост органического вещества у растений, выращенных при пониженных интенсивностях освещения. В настоящей работе была поставлена цель — выяснить влияние азотного удобрения на специфику работы ассимиляционного аппарата растений и накопление органического вещества в связи с условиями их освещения.

Объектом исследования служил салат сорт «кочанный» — растение, выращиваемое ради зеленой массы и нередко культивируемое в условиях закрытого грунта. Кроме учета урожая, производилось определение световых кривых фотосинтеза, дыхания, общего содержания хлорофилла, а также соотношения его компонентов а и б.

Опыты были поставлены следующим образом: салат выращивался при двух интенсивностях освещения: обычной в летний период и сниженной в 5—6 раз; последнее достигалось затенением вагонетки с растениями 5 слоями марли. Различный фон азотного питания создавался внесением 60 и 180 мг азота в форме  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  на 1 кг песка. Количество  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$  во всех случаях было одинаково — 100 мг на

1 кг песка. Уборка урожая производилась в период технической спелости растения (около 40 дней после посева). Повторность 4-кратная. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вес растений и содержание общего азота по вариантам питания и освещения

Условия освещения	Доза азота на 1 кг песка в мг	Сухой вес 2 растений		Общий азот на 2 растения	
		в г	в %	в мг	в %
Нормальное	60	2,17	100	4,14	100
	180	2,82	129	5,89	142
Затенение	60	0,52	100	1,96	100
	180	0,89	171	3,34	170

Как видно из табл. 1, сухой вес растений, выращенных при затенении, был значительно ниже, чем у нормально освещенных (т. е. в данном случае свет являлся фактором, ограничивающим накопление органического вещества). Действие же повышенных доз азота на урожай сухой массы растения оказалось значительно более эффективным на свету низкой интенсивности. Вес сухого вещества в этом случае при увеличении дозы азота увеличивался на 71%, в то время как у незатененных растений только на 29%. Соответственно увеличению сухой массы было выше и накопление общего азота растением в условиях затенения.

Определение хода световых кривых фотосинтеза дало результаты, аналогичные полученным нами ранее на других культурах, именно увеличение доз азота приводило к повышению интенсивности фотосинтеза, причем это повышение было выражено в большей степени на свету низкой интенсивности.

На тех же растениях, которые брались для определения фотосинтеза, было произведено определение хлорофиллов а и в при помощи спектрофотометра Кениг-Мартенса. При расчетах мы пользовались формулой, предложенной Rudolph'ом <sup>(3)</sup>, коэффициенты экстинкции хлорофиллов заимствованы у Zscheile <sup>(4)</sup>. Определения производились неоднократно, с одинаковым результатом. Типичные случаи представлены в табл. 2.

Из приведенных данных очевидно, что при различных дозировках азота меняется как общее содержание, так и соотношение зеленых пигментов листа. Увеличение в питательной среде азота, повышая общее содержание хлорофилла, одновременно приводило к падению отношения а к в при нормальном освещении так как сумма увеличивается за счет большого прироста хлорофилла в.

Как известно, светолюбивые и тенелюбивые растения и теневые и световые листья одного и того же растения различаются по соотношению хлорофиллов а и в. У теневых оно обычно ниже. В наших опытах растения вариантов «избыток азота» и «средняя норма», выращенные на нормальном освещении, по соотношению зеленых пигментов были как бы аналогами теневых и световых, т. е. без изменения светового режима мы наблюдали сдвиг в соотношении хлорофиллов а и в. У затененных растений этот сдвиг был выражен очень слабо.

Сопоставляя соотношение пигментов у затененных и незатененных растений, можно заметить, что оно различно только на средней норме азота: у затененных ниже; при переходе же к избытку азота разница сглаживается. Следовательно, повышение доз азота и затенение дей-

Содержание хлорофилла а и b в листьях салата в зависимости от режима питания и освещения

Дата определ.	Условия освещения	Колич. азота на 1 кг песка в мг	Хлорофилл в мг						a/b
			a		b		a + b		
			на 10 см <sup>2</sup>	на 1 г св. веса	на 10 см <sup>2</sup>	на 1 г св. веса	на 10 см <sup>2</sup>	на 1 г св. веса	
3 VIII	Нормальн.	60	0,116	0,52	0,038	0,17	0,154	0,69	3,05
		180	0,145	0,69	0,056	0,26	0,201	0,95	2,60
4 VIII	Нормальн.	60	0,096	0,44	0,029	0,13	0,124	0,57	3,31
		180	0,149	0,70	0,054	0,25	0,203	0,95	2,75
	Затенение	60	0,090	0,65	0,030	0,22	0,120	0,87	3,00
		180	0,107	0,69	0,037	0,24	0,144	0,93	2,88
9 VIII	Нормальн.	60	0,102	0,48	0,032	0,15	0,134	0,63	3,20
		180	0,156	0,67	0,051	0,22	0,207	0,89	3,05
	Затенение	60	0,092	0,68	0,030	0,22	0,122	0,90	3,07
		180	0,109	0,73	0,036	0,24	0,145	0,97	3,03

ствуют однозначно — снижают соотношение зеленых пигментов. Отсюда мы полагаем, что причиной повышения фотосинтеза при увеличении доз азота является не изменение соотношения хлорофиллов а и b, а только изменение общей концентрации пигмента.

В наших опытах фотосинтез всегда был выше там (в пределах освещенности до 20 000 люкс), где была больше концентрация пигмента независимо от изменения соотношения а и b. Это совпадает с данными, полученными В. Н. Любименко. Еще в 1906 г. (5) им было установлено, что интенсивность фотосинтеза возрастает вместе с увеличением концентрации хлорофилла.

Что же касается действия азота на изменение соотношения хлорофилла а и b, то этот сдвиг при увеличении доз азота на нормальном свете можно объяснить тем, что изменение азотного питания меняет соотношение окислительно-восстановительных процессов в растении. В случае применяемой нами окисленной формы азотного удобрения, очевидно, в процессе восстановления NO<sub>3</sub> происходило образование окисленных продуктов тем сильнее, чем выше доза азота (6). Усиление окислительных процессов, возможно, и приводило в нашем случае к более интенсивному образованию хлорофилла b. Очень вероятно поэтому, что при употреблении аммиачной формы азота замеченное явление не имело бы места. У затененных растений при различном азотном питании, как указывалось, соотношение менялось весьма незначительно.

На основании полученных нами данных можно сделать следующие заключения.

1. При изменении уровня азотного питания наблюдается изменение не только общего количества зеленых пигментов, но, в случае нормального освещения, и их соотношения.

2. Высокий уровень азотного питания смягчает депрессию в накоплении органической массы растением в условиях сниженной освещенности. Это выражается в относительно более интенсивном приросте сухого вещества у затененных растений при изменении дозы азота в питательной среде от 60 до 180 мг. Причиной вышеуказанного явления,

очевидно, является относительно большее повышение фотосинтеза на слабом свете при увеличении доз азота.

Приношу глубокую благодарность проф. А. А. Ничипоровичу за руководство настоящей работой.

Институт физиологии растений  
им. К. А. Тимирязева  
Академии наук СССР

Поступило  
9 V 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. М. Катунский, Юбил. сб. В. Л. Комарову, 1939, стр. 331. <sup>2</sup> Н. П. Воскресенская и А. А. Ничипорович, ДАН, 60, № 8 (1948). <sup>3</sup> H. Rudolph, *Planta*, 21, 6, 104 (1934). <sup>4</sup> F. P. Zscheile Jr., *Journ. Phys. Chem.*, 38, 35 (1934). <sup>5</sup> В. Н. Любименко, *Лесн. журн.*, 1, 17 (1906). <sup>6</sup> А. В. Владимиров, ДАН, 23, № 7 (1939).