

УДК 633.51:581.192

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЛИСТЬЯХ ХЛОПЧАТНИКА

Пирахунова Ф.Н., Абзалов А.А., Ибрагимова Ш.А.

Ташкентский фармацевтический институт, Ташкент, e-mail: Farida.piroxunova@mail.ru

Исследованиями установлено, что при высокой температуре окружающей среды происходят существенные изменения в азотистом обмене листьев хлопчатника. При этом с повышением температуры до середины дня имеет место усиление усвоения аммиачного, аминного, нитратного и амидного азота. Дальнейшее повышение температуры в середине дня (в 14 часов) привело к нарушению азотного обмена, выразившемуся в уменьшении содержания белкового и амидного азота. В послеполуденное время (в 17 часов) наблюдалось усиление усвоения нитратного, аминного и аммиачного азота и синтеза белкового и амидного азота. Вечернее и ночное время характеризовалось повышенным содержанием нитратного, аммиачного и аминного азота, т.е. в это время синтетические процессы протекали медленнее, чем до середины дня. Отмечено, что между интенсивностью фотосинтеза и синтезом белкового и амидного азота наблюдается прямая корреляция, а между интенсивностью фотосинтеза и содержанием нитратного, аммиачного и аминного азота обнаружена обратная взаимосвязь. Выявлено, что в середине дня (в 14 часов) в результате резкого снижения интенсивности фотосинтеза из-за недостатка продуктов фотосинтеза типа углеродистых соединений, когда дальнейшее превращение аммиака в органические соединения заторможено, аммиак накапливается в клетке. В дневное время в экспериментах наблюдается отрицательная корреляция между интенсивностью фотосинтеза и содержанием нитратного азота. Восстановленный азот затем используется для построения органических соединений азота, главным образом белков. В дневное время между содержанием нитрата и температурой окружающей среды отмечается обратная взаимосвязь.

Ключевые слова: листья, сорт, белковый азот, плодообразование, бутонизация, плодоземеленты

INFLUENCE OF TEMPERATURE UPON THE CHANGE IN CONTENT OF NITROGEN COMPOUNDS IN COTTON LEAVES

Pirakhunova F.N., Abzalov A.A., Ibragimova Sh.A.

Tashkent Pharmaceutical Institute, Tashkent, e-mail: Farida.piroxunova@mail.ru

Studies have found that at high ambient temperatures, significant changes have occurred in nitrogen metabolism of cotton leaves. At the same time, with increase in temperature until the middle of the day, there is an increase in absorption of ammonia, amine, nitrate and amide nitrogen. A further increase in temperature in the middle of the day (14 hours) led to violation of nitrogen metabolism, which resulted to decrease in content of protein and amide nitrogen protein and amide nitrogen. In the afternoon (17 hours), there was an increase in assimilation of nitrate, amine, and ammonia nitrogen as well as synthesis of protein and amide nitrogen. Evening and night time was characterized by an increased content of nitrate, ammonia and ammonium nitrogen, i.e. at this time, synthetic processes were lower than before mid-day. It is noted that a direct correlation between intensive photo synthesis and protein and amide nitrogen synthesis was observed, as well as inverse relationship was found between the intensity of photosynthesis and the content of nitrate, ammonia, and amine nitrogen. It was revealed that in the middle of the day (14 hours), as a result of a sharp decrease in intensity of photosynthesis and due to the lack of photosynthesis products such as carbon compounds, when the further conversion of ammonia into organic compounds is inhibited, ammonia accumulates in the cell. A negative correlation between the photosynthesis intensify and nitrate nitrogen content in the experiments during daytime was registered. Reduced nitrogen is then used to build organic nitrogen compounds, mainly proteins. In the daytime, an inverse relationship is observed between nitrate content and ambient temperature.

Keywords: leaves, variety, protein nitrogen, fruit formation, budding, fruit elements

Известно, что в формировании урожая хлопчатника содержанию азотных соединений в листьях растений принадлежит ведущая роль. Как недостаточное, так и избыточное их количество оказывает отрицательное влияние на накопление плодовых элементов и тем самым – на урожай хлопчатника-сырца. В результате проведенных многолетних исследований получен вывод, что удобрения в значительной мере воздействуют на состояние гумуса почвы. Применение органических удобрений положительно влияет на состояние

гумуса. Навоз, приготовленные из различных органических отходов, компосты способствуют увеличению количества гумуса и улучшению его качества. Применение азотных удобрений в больших дозах приводит к ускорению процессов минерализации гумуса и замедлению превращения органических веществ в гумус [1]. Исследователями выявлено, что [2] увеличение доз азотных удобрений способствует нарушению баланса и круговорота питательных элементов, загрязнению окружающей среды нитратами, ухудшению биологи-

ческих свойств почв и возделываемых культур. Сочетание же минеральных удобрений с навозом не только повышает их биологическую активность, но и устраняет негативные свойства. Исследователями установлено [3], что реутилизация (отток) азота удобрений из вегетативных органов в репродуктивные у хлопчатника происходит более интенсивно при внесении в почву органических удобрений, особенно на типичном сероземе, а не на луговой почве. Также выявлено, что в последние годы обеспеченность почв на территориях, где занимаются орошаемым земледелием, содержанием азота, фосфора и калия постепенно стало снижаться. Это привело к увеличению площади средне- и малообеспеченных азотом почв на 18 %, а площади высокообеспеченных азотом земель уменьшились на 8–10 % [4]. В связи с этим можно считать, что дальнейшее повышение продуктивности хлопчатника в основном зависит от правильного и эффективного использования азотных удобрений.

Цель исследования: изучить влияние температуры окружающей среды на изменение содержания различных азотистых соединений по фазам развития и в течение суток в листьях хлопчатника.

Материалы и методы исследования

Как вегетационные, так и полевые опыты были проведены на учебной и научной сельскохозяйственной опытной станции Ташкентского государственного аграрного университета. Почвы опытного участка – староорошаемый типичный серозем. Участок находится в окрестностях г. Ташкента. Площадь делянок 100 м², повторность опыта 4-кратная. Способы размещения растений на площади, сроки и нормы посева семян, полива и другие агротехнические мероприятия по уходу за растениями осуществляли в соответствии с общепринятыми правилами возделывания хлопчатника. Полив проводили по схеме 2-5-2. В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру, фосфор в форме суперфосфата, калий в форме KCl в дозах N₂₀₀P₁₄₀K₁₀₀ кг/га. Фосфор полностью вносили осенью под зябь, азот – 30 % перед посевом, 35 % в фазе бутонизации, оставшиеся 35 % – в фазе цветения. Половину дозы калия вносили в период бутонизации, а оставшуюся половину – в период цветения.

С целью изучения влияния температуры окружающей среды на изменение содер-

жания различных азотистых соединений нами были проведены анализы в листьях хлопчатника по фазам развития и в течение суток (через каждые 3 часа) на содержание в них различных форм азота. Интенсивность фотосинтеза определяли в аппарате Варбурга. Температура воды в ванне аппарата Варбурга 24 °С.

Результаты исследования и их обсуждение

В наших исследованиях содержание общего, белкового и других форм азота определялось во всех фазах развития хлопчатника. В последующем происходит снижение содержания общего и белкового азота. Несмотря на то что в конце вегетации по содержанию азотистых соединений в относительных единицах обнаружено почти такое же количество общего и белкового азота, все же по сравнению с предыдущими фазами развития хлопчатника к концу вегетации отмечается потеря значительного количества этих соединений. Уменьшение содержания азотистых веществ в листьях хлопчатника в фазе созревания объясняется оттоком питательных веществ из них к коробочкам [5]. Азотный обмен в листьях хлопчатника в течение суток изменяется под действием высокой температуры. В результате этого нарушаются процессы синтеза белка, что связано с образованием и накоплением промежуточных азотистых продуктов обмена. Интенсивность синтеза азотистых веществ также зависит и от фазы развития хлопчатника. Усиленный синтез как общего, так и белкового азота в листьях наблюдается в фазах бутонизации и цветения, резкое его падение отмечается в фазу созревания. В большинстве фаз развития хлопчатника увеличение содержания общего азота происходит в основном за счет белкового азота.

Экспериментальные данные наших анализов показывают, что максимальное содержание белкового азота во все периоды исследований наблюдалось в утреннее время (в 8 и 11 часов). Позднее оно уменьшалось, минимум отмечался в середине дня (в 14 часов), после чего происходило новое повышение. Однако следующее увеличение синтеза белкового азота не столь велико, как в утреннее время. В течение суток, кроме середины дня (в 14 часов), наблюдается положительная корреляция между интенсивностью синтеза общего и белкового азота и температурой окружающей среды (табл. 1, 2).

Таблица 1

Изменение содержания общего азота в листьях сорта хлопчатника сорта Бухара 102 в течение вегетации и за сутки (в % сухого вещества)

№	Время анализа	2–3 настоящих листа	Бутонизация	Цветение	Плодообразование	Созревание
1	8 часов	3,15	4,67	4,57	3,01	1,62
2	11 часов	3,56	4,90	4,75	3,21	1,79
3	14 часов	2,71	3,72	3,61	2,97	1,58
4	17 часов	2,94	3,84	3,70	3,01	1,65
5	20 часов	3,06	3,91	3,69	3,07	1,70
6	23 часа	3,05	3,80	3,66	3,00	1,61
7	02 часа	2,90	3,86	3,62	2,94	1,60
8	05 часов	2,88	3,73	3,58	2,84	1,46

Таблица 2

Изменение содержания белкового азота в листьях сорта хлопчатника сорта Бухара 102 в течение вегетации и за сутки (в % сухого вещества)

№	Время анализа	2–3 настоящих листа	Бутонизация	Цветение	Плодообразование	Созревание
1	8 часов	3,026	4,615	4,471	2,908	1,546
2	11 часов	3,414	4,771	4,669	3,154	1,756
3	14 часов	2,569	3,526	3,515	2,873	1,528
4	17 часов	2,822	3,674	3,609	2,941	1,600
5	20 часов	2,879	3,753	3,589	2,989	1,636
6	23 часа	2,922	3,424	3,553	2,924	1,542
7	02 часа	2,761	3,562	3,513	2,854	1,527
8	05 часов	2,741	3,457	3,461	1,940	1,389

Суточные изменения содержания общего и белкового азота определяются в основном изменениями количества азота водорастворимых и неэкстрагируемых (или конституционных) белков. Одной из причин суточных изменений количества этих фракций белков, как и органических соединений фосфора, является, очевидно, изменение температуры воздуха, что отмечается преимущественно днем, когда она сильно повышается. Возможно, и в наших опытах тоже с повышением температуры воздуха происходит гидролиз водорастворимых и конституционных белков, в результате чего наблюдается уменьшение количества белкового азота в жаркое время дня. Можно предположить, что высокая температура влияет на гидролитические процессы не прямо, а косвенно, вызывая усиление транспирации, а вследствие этого происходит обезвоживание растений, усиливающее процессы гидролиза. Данные суточных определений не позволяют разграничить эти две стороны действия температуры. Действие высокой температуры не сопровождалось заметным обе-

звоживанием растений, но тем не менее вызвало сильное снижение количества белкового азота и значительное повышение количества небелкового азота, т.е. способствовало усилению гидролитических процессов. Эти результаты позволяют говорить о прямом влиянии высокой температуры на гидролитические процессы, что не исключает, разумеется, и косвенного ее влияния. Уменьшение содержания белкового азота в листьях хлопчатника в середине дня (в 14 часов) свидетельствует об усилении процессов расхода, гидролиза белковых соединений, о чем можно судить по повышенному содержанию небелкового азота (табл. 3). Под влиянием высокой температуры во всех фазах развития в середине дня в результате усиления гидролиза белков до аминокислот наблюдалось уменьшение содержания аминного азота. В дальнейшем в результате оттока аминокислот из листа содержание аминного азота падает, но все же точное и раннее утреннее время (5 часов) остается на более высоком уровне. На основании анализа азотистого обмена в листьях можно за-

ключить, что в утреннее время (в 8 часов, особенно в 2 часа утра) параллельно с увеличением уровня белкового азота наблюдается извлечение амидного азота. В последующем (в 14 часов) соединение этих форм резко уменьшается в результате их усиленного гидролиза, о чем свидетельствует высокое содержание небелкового (в том числе и аминного) азота. Снижение количества белкового азота в жаркое время дня показывает, что под влиянием высокой температуры в листьях усиливаются гидролитические процессы. Под действием высокой температуры атмосферы и почвы произошли существенные изменения в азотистом обмене листьев хлопчатника. При постепенном повышении температуры воздуха к середине дня отмечается усиление усвоения нитратного, а также аммиачного, аминного и амидного азота. В послеполуденное время (в 17 часов) наблюдалось усиление усвоения нитратного, а также аминного и аммиачного азота

и синтеза белкового и амидного азота. В вечернее и ночное время произошло повышение содержания нитратного, а также аммиачного и аминного азота, т.е. в это время синтетические процессы были ниже, чем до середины дня (табл. 4).

Таким образом, постепенное повышение температуры к 11 часам утра обуславливает повышение содержания таких азотистых соединений, как белковый и амидный азот, в листьях хлопчатника. Следует отметить, что динамика изменения содержания различных азотистых соединений в листьях этого растения во многих случаях схожая, хотя по количеству они резко отличаются друг от друга. Ассимиляцию углерода и азота исследователи считают единым процессом, протекающим при непосредственном участии света. При этом, как они отмечают, в качестве продуктов фотосинтеза, кроме углеводов, образуются белки и другие органические вещества.

Таблица 3

Изменение содержания небелкового азота в листьях хлопчатника в течение вегетации и в сутки (в % сухого вещества)

№	Время анализа	2–3 настоящих листа	Бутонизация	Цветение	Плодообразование	Созревание
1	8 часов	0,134	0,055	0,099	0,102	0,074
2	11 часов	0,106	0,129	0,081	0,056	0,034
3	14 часов	0,141	0,204	0,095	0,077	0,052
4	17 часов	0,118	0,166	0,091	0,069	0,050
5	20 часов	0,127	0,157	0,101	0,081	0,064
6	23 часа	0,128	0,376	0,107	0,076	0,068
7	02 часа	0,139	0,298	0,107	0,086	0,073
8	05 часов	0,139	0,273	0,119	0,090	0,071

Таблица 4

Изменение содержания аммиачного азота в листьях хлопчатника в течение вегетации и в сутки (в % сухого вещества)

№	Время анализа	2–3 настоящих листа	Бутонизация	Цветение	Плодообразование	Созревание
1	8 часов	0,028	0,018	0,026	0,040	0,032
2	11 часов	0,035	0,030	0,039	0,020	0,011
3	14 часов	0,047	0,049	0,035	0,034	0,015
4	17 часов	0,037	0,041	0,037	0,024	0,020
5	20 часов	0,040	0,037	0,040	0,029	0,025
6	23 часа	0,037	0,040	0,042	0,026	0,024
7	02 часа	0,042	0,038	0,040	0,031	0,024
8	05 часов	0,039	0,046	0,038	0,027	0,021

Таблица 5

Изменение содержания нитратного азота в листьях хлопчатника в течение вегетации и в сутки (в % сухого вещества)

№	Время анализа	2–3 настоящих листа	Бутонизация	Цветение	Плодообразование	Созревание
1	8 часов	0,106	0,137	0,07	0,062	0,042
2	11 часов	0,071	0,099	0,042	0,036	0,023
3	14 часов	0,094	0,155	0,060	0,053	0,036
4	17 часов	0,081	0,125	0,054	0,045	0,030
5	20 часов	0,087	0,120	0,061	0,052	0,039
6	23 часа	0,091	0,336	0,065	0,050	0,044
7	02 часа	0,097	0,260	0,067	0,055	0,049
8	05 часов	0,100	0,127	0,081	0,063	0,050

Таблица 6

Интенсивность фотосинтеза сортов хлопчатника в течение суток и вегетации (мг CO₂ / дм² час)

№	Время анализа	2–3 настоящих листа	Бутонизация	Цветение	Плодообразование	Созревание	Среднее
Наманган-34							
1	8 часов	2,1	5,8	8,4	7,5	5,24	5,24
2	11 часов	6,3	18,6	28,5	26,3	16,84	16,84
3	14 часов	3,2	6,4	8,2	7,0	6,18	6,18
4	17 часов	4,8	9,1	14,5	16,1	9,7	9,7
5	20 часа	3,3	4,6	7,8	6,4	4,94	4,94
С6524							
С6524							
1	8 часов	2,3	4,6	7,3	6,6	2,0	4,56
2	11 часов	5,4	16,2	26,1	25,0	4,1	15,36
3	14 часов	3,2	5,3	7,1	6,3	5,0	5,38
4	17 часов	4,5	10,0	12,4	10,2	3,3	8,10
5	20 часов	2,6	4,6	6,0	5,4	2,1	4,41
Бухара-102							
Бухара-102							
1	8 часов	4,0	7,3	8,2	8,0	1,3	5,76
2	11 часов	10,1	17,8	23,2	22,1	2,4	15,12
3	14 часов	5,5	8,0	9,5	6,8	4,5	9,10
4	17 часов	7,3	10,1	13,6	11,7	2,8	8,50
5	20 часов	6,0	8,5	7,4	6,7	2,0	6,12
Омад							
Омад							
1	8 часов	2,3	4,6	7,3	6,6	2,0	4,56
2	11 часов	5,4	16,2	26,1	25,0	4,1	15,36
3	14 часов	3,2	5,3	7,1	6,3	5,0	5,38
4	17 часов	4,5	10,0	12,4	10,2	3,3	8,10
5	20 часов	2,6	4,6	6,0	5,4	2,1	4,41

Данные табл. 5 показывают, что в утреннее время (в 8 часов), особенно в 11 часов, когда в условиях Ташкентской области интенсивность фотосинтеза достигает своего максимума, содержание аммиачного азота уменьшается, т.е. эта форма включается в синтез белковых веществ. Дальнейшее повышение температуры в середине дня (в 14 часов) приводит к снижению интенсивности фотосинтеза. Это, естественно,

вызывает снижение образования углеводов в процессе фотосинтеза. В результате в этом отрезке времени (14 час.) сутки наблюдалось увеличение содержания аммиачного азота. В последующем (в 17 часов) в результате некоторого повышения интенсивности фотосинтеза содержание данной формы азота вновь уменьшалось. В вечернее и ночное время при отсутствии фотосинтеза содержание аммиачного азота несколько повы-

силось. Такая картина наблюдается во всех фазах развития хлопчатника, и это служит доказательством способности хлоропластов к синтезу белковых веществ в изолированных хлоропластах. При этом определенная часть азотной кислоты под действием транспирации, поднимаясь, восстанавливается в листьях до аммиака, который затем быстро вступает во взаимодействие с различными органическими соединениями, образуя аминокислоты и амиды. Выявлено, что в середине дня (в 14 часов) в результате резкого снижения интенсивности фотосинтеза и из-за недостатка продуктов фотосинтеза аммиак накапливается в клетках растений. Дальнейшее превращение аммиака в органическое соединение замедлено (табл. 6).

Восстановленный азот затем используется для построения органических соединений азота, главным образом белков. Восстановление нитратов до аммиака в зеленых листьях осуществляется как в темноте, так и на свету.

Выводы

Под влиянием высокой температуры окружающей среды произошли существенные изменения в азотистом обмене листьев хлопчатника. При постепенном повышении температуры до середины дня наблюдается усиление усвоения нитратного, аммиачного, аминного и амидного азота. Дальнейшее повышение температуры в середине дня (в 14 часов) привело к нарушению азотного обмена, результатом которого явилось уменьшение содержания белкового и амидного азота. В послеполуденное время (в 17 часов) наблюдалось усиление усвоения нитратного, аминного и аммиачного азота и синтеза белкового и амидного азота. В вечернее и ночное время имело место повышение содержания нитратного, аммиачного и аминного азота, т.е. в этот период процессы синтеза протекали менее интенсивно, чем до середины дня. Между интен-

сивностью фотосинтеза и синтезом белкового и амидного азота наблюдается прямая корреляция, а между интенсивностью фотосинтеза и содержанием нитратного, аммиачного и аминного азота обнаружена обратная взаимосвязь.

Список литературы / References

1. Хошимов Ф., Ортиков Т. Состояние гумуса почв Зарафшанского оазиса и влияние на них различных факторов // Материалы V съезда общества почвоведов и агрохимиков Узбекистана. Ташкент: Изд. НИИ Почвоведения и агрохимии АН РУз, 2010. С. 163–166.

Khoshimov F., Ortikov T. The state of humus soils of the Zarafshan oasis and the influence of various factors on them // Materialy V s'yezda obshchestva pochvovedov i agrokhimikov Uzbekistana. Tashkent: Izd. NII Pochvovedeniya i agrokhimii AN RUz, 2010. P. 163–166 (in Uzbekistan).

2. Хаджиев Т.Х., Байров А.Ж. Баланс азота (¹⁵И) удобрений в зависимости от форм, доз и срока внесения азотных удобрений под хлопчатник на орошаемых почвах пояса сероземов // Материалы V съезда общества почвоведов и агрохимиков Узбекистана. Ташкент: Изд. НИИ Почвоведения и агрохимии АН РУз, 2010. С. 144–148.

Khadzhiev T.Kh., Bairov A.Zh. Nitrogen balance (¹⁵I) of fertilizers, depending on the forms, doses and timing of the application of nitrogen fertilizers for cotton on irrigated soils of the serozem belt // Materialy V s'yezda obshchestva pochvovedov i agrokhimikov Uzbekistana. Tashkent: Izd. NII Pochvovedeniya i agrokhimii AN RUz, 2010. P. 144–148 (in Uzbekistan).

3. Сатторов Ж.С., Холикулов Ш. Научные основы определены годовых норм и сроков применения удобрений под хлопчатник и озимой пшеницы // Материалы V съезда общества почвоведов и агрохимиков Узбекистана. Ташкент: Изд. НИИ Почвоведения и агрохимии АН РУз, 2010. С. 23–26.

Sattorov Zh.S., Kholigulov Sh. The scientific basis is determined by annual norms and terms for the use of fertilizers for cotton and winter wheat // Materialy V s'yezda obshchestva pochvovedov i agrokhimikov Uzbekistana. Tashkent: Izd. NII Pochvovedeniya i agrokhimii AN RUz, 2010. P. 23–26 (in Uzbekistan).

4. Кариев А. Поглощение и потребление хлопчатником и некоторыми лекарственными растениями азота из мочевины и карбамидноформальдегидных удобрений (КФУ) в различных почвенных условиях // Материалы V съезда общества почвоведов и агрохимиков Узбекистана. Ташкент: Изд. НИИ Почвоведения и агрохимии АН РУз, 2010. С. 160–163.

Kariev A. Absorption and consumption of nitrogen from urea and urea-formaldehyde fertilizers (UF) by cotton and some medicinal plants in various soil conditions // Materialy V s'yezda obshchestva pochvovedov i agrokhimikov Uzbekistana. Tashkent: Izd. NII Pochvovedeniya i agrokhimii AN RUz, 2010. P. 160–163 (in Uzbekistan).

5. Зикиряев А. Особенности обменных процессов в плодоорганах хлопчатника: монография. Ташкент, 2011. 140 с.

Zikiryaev A. Features of metabolic processes in the fruit organ of cotton: monograph. Tashkent, 2011. 140 p. (in Uzbekistan).