

УДК 581.134:581.19.04:633.11'16

## СКОРОСТЬ ОБНОВЛЕНИЯ БЕЛКОВ У ПШЕНИЦЫ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАСТЕНИЙ ХЛОРХОЛИНХЛОРИДОМ

В. П. КРИЩЕНКО, А. К. ШЮЛЯУСКАС, И. К. БЛИНОВСКИЙ

(Кафедра агрономической и биологической химии и кафедра плодоводства)

Хлорхолинхлорид (ССС) тормозит у зерновых злаков отток азота из вегетативных органов в репродуктивные [1], в результате содержание азота в надземных вегетативных органах возрастает, а в зерне уменьшается. Повышенной аттрагирующей способностью характеризуются надземные органы обработанных растений и по отношению к

корням. Количество азотистых веществ в последних снижается. Указанная особенность действия ССС нагляднее проявляется на растениях, выращиваемых при низком уровне азотного питания. При высокой обеспеченности этим элементом накопление азота в зерне не уменьшается, а в вегетативной массе увеличивается.

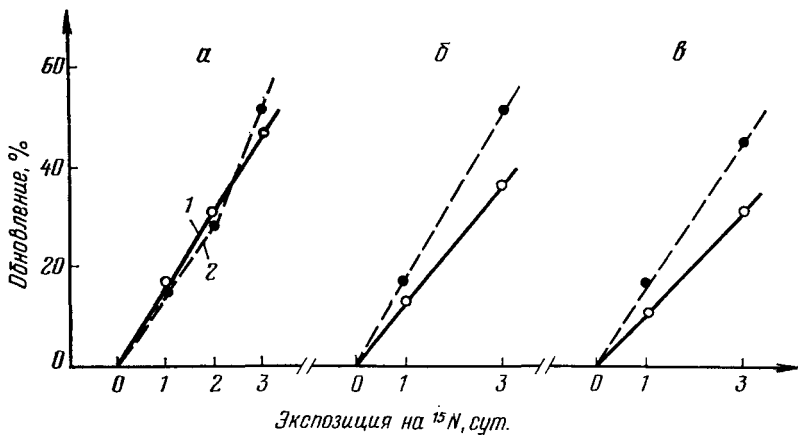


Рис. 1. Скорость обновления белкового комплекса вегетативной массы пшеницы при обработке растений ССС.  
 а, б, в — соответственно фазы кушения, трубкования и колошения; 1 — контроль, 2 — ССС.

Изменения количества белков сопровождаются изменениями содержания, аминокислотного состава и скорости обновления легко-, средне- и труднорастворимых их фракций [1, 2]. Установлена сильная колеблемость пула свободных аминокислот.

В настоящей работе приведены результаты определения действия ретарданта на обновление белкового комплекса в целом, растворимой и нерастворимой его частей, а также легко-, средне- и труднорастворимой групп в частности. Представляло значительный интерес детально проследить за изменениями обмена белков непосредственно после обработки растений раствором ССС. Эти изменения, характеризующие первую реакцию пшеницы на ССС, предопределяют относительно продолжительный период отклонения от обычного хода метаболизма.

#### Методика

Яровую пшеницу сорта Краснозерная выращивали в водной культуре на питательной смеси, состав которой представлен в [3]. В фазу кушения посевы обрабатывали

0,3 %-ным раствором ССС из расчета 2 мг на растение. В периоды кушения, трубкования и колошения часть растений переносили на ту же смесь, но с 20 %-ным обогащением  $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и выдерживали на ней 24, 48 и 72 ч. Это соответствовало 26, 27, 28, 41, 43, 51, 53 дням после посева или 1, 2, 3, 15, 17, 25, 27 дням после обработки.

В четырех полевых опытах изучали проявление действия ССС на качество зерна ячменя при разной густоте высева семян. Почвы подзолистые, минеральные удобрения вносили в дозах N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{K}_2\text{O}$  по 90 кг д. в. на 1 га. Площадь учетных делянок 100 м<sup>2</sup>. Доза ретарданта 8 кг/га. Результаты, полученные за все четыре года исследований, практически идентичны, что дало право представить материал как средние показатели. Методы проведения анализов изложены в [4, 5].

#### Результаты

ССС в первые двое суток после применения тормозил поступление азота в растения и обмен белков. Среднесуточная скорость

Таблица 1

Изменение суточного обновления (%) белков вегетативной массы пшеницы, определенного сразу после обработки растений ССС (опыт с  $^{15}\text{N}$ ; здесь и в последующих таблицах в числителе — контроль, в знаменателе — ССС)

День обработки	День посева	Белок, всего	В т. ч.				нерастворимый
			растворимый				
			всего	легко	средне	трудно	
1	26	17,0	10,7	13,6	13,0	7,2	21,4
		15,7	10,3	9,7	10,8	10,7	19,3
2	27	16,0	14,5	14,4	12,0	7,2	21,4
		15,5	7,9	5,6	10,7	9,6	16,3
3	28	16,5	7,4	13,4	15,4	5,2	21,5
		20,9	23,6	29,6	20,2	17,3	30,7

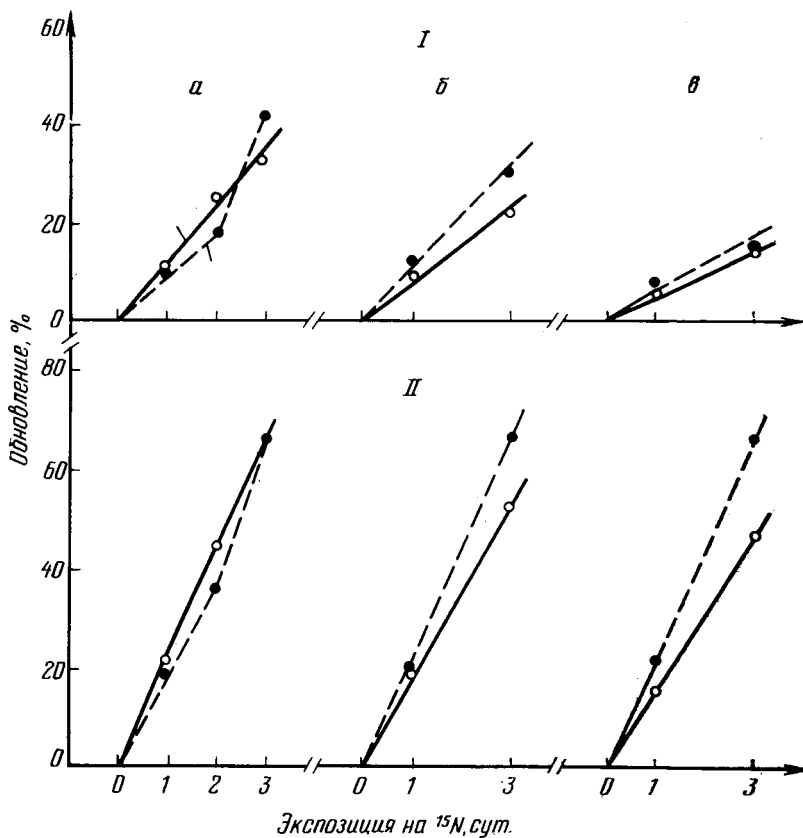


Рис. 2. Скорость обновления растворимых (I) и нерастворимых (II) белков вегетативной массы пшеницы при обработке растений ССС. Обозначения те же, что на рис. 1.

обновления всего белкового комплекса вегетативной массы пшеницы в фазу кушения уменьшилась с 16,0—17,0 до 15,5—15,7 % (табл. 1). В результате несколько удлинился период полного обновления белков — с 5,9—6,3 до 6,4—6,5 суток. Но уже на 3-и сутки после обработки растений содержание белков в вегетативных органах контрольных и опытных растений выровнилось и скорость обновления их повысилась с 16,5

до 20,9 % в сутки (рис. 1). Период полного обновления белкового комплекса к этому времени сократился до 4,8 суток.

Направленность отклонений в скорости обновления растворимой и нерастворимой частей белкового комплекса (рис. 2) в фазу кушения, вызванных ССС, в общем идентична указанным выше изменениям. Разница состоит в интенсивности проявления действия изучаемого фактора.

Таблица 2

Изменения суточного обновления (%) фракций белков вегетативной массы пшеницы, определенного сразу после обработки растений ССС (опыт с  $^{15}\text{N}$ )

День обработки	посева	Легкорастворимые		Среднерастворимые		Труднорастворимые		
		фракции						
		1	2	3	1	2	1	2
1	26	16,8	11,0	8,7	9,9	19,3	8,1	7,3
		10,2	9,6	8,3	10,9	10,6	11,6	9,5
2	27	15,3	13,0	8,7	10,2	16,3	7,3	7,1
		3,0	9,1	7,0	11,4	9,2	10,6	8,1
3	28	16,0	11,2	11,7	14,6	15,4	2,8	6,2
		40,4	20,0	14,9	20,3	19,8	16,3	18,6

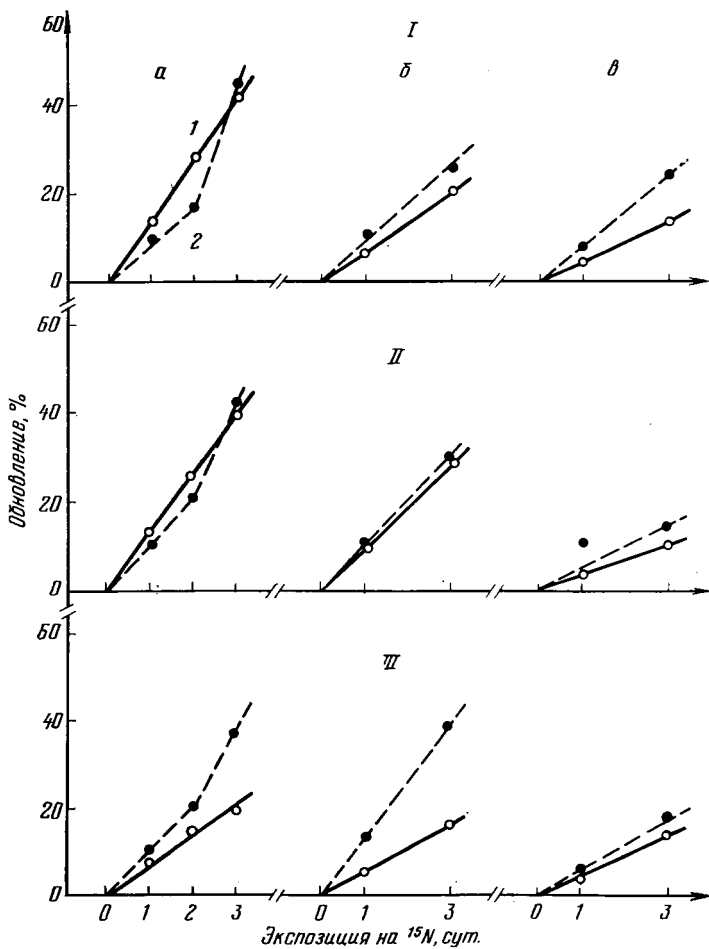


Рис. 3. Скорость обновления растворимых групп белков вегетативной массы пшеницы при использовании ССС.  
 I — легкорастворимые белки; II — среднерастворимые; III — труднорастворимые. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

Скорость обновления растворимой части белкового комплекса в начале эксперимента уменьшается за счет легко- и среднерастворимых белков (рис. 3). Ингибирование обновления среднерастворимой группы происходит не по всем составляющим ее компонентам. Скорость обновления 1-й фракции этих белков даже увеличивается (табл. 2). Обновление труднорастворимых белков в указанный период в варианте с ССС было постоянно большим.

На 3-и сутки эксперимента интенсивность обновления всех групп белков в опытных растениях превысила контроль и была выше до конца периода наблюдений — фазы колошения (табл. 3).

Скорость обновления всех белков у контрольных растений в течение вегетации уменьшается (табл. 3 и 4). Следует отметить, что ССС стабилизировал на высоком уровне интенсивность обновления нерастворимой части белков. Увеличение скорости обновления этих белков объясняется тем, что ретардант пролонгирует функциональ-

ную активность надземных вегетативных органов.

Для углубления исследований влияния ССС на поведение белков они были разделены на фракции и определены скорости их обновления. Выяснилось, что на фоне общего уменьшения скорости обновления различных белков в процессе вегетации относительные различия между контрольными и опытными растениями по данному параметру увеличиваются. При обработке растений ССС увеличивается скорость обновления не всех белков и не во все фазы вегетации. Так, интенсивность обновления 2-й фракции среднерастворимых белков в фазы кушения и трубкования, 3-й фракции легкорастворимых и 2-й фракции труднорастворимых белков во время колошения у опытных растений меньше, чем у контрольных (табл. 3 и 4). В подавляющем большинстве скорость обновления белков при обработке растений ССС возрастает.

Планируя следующий эксперимент, мы рассматривали густоту посева семян ячме-

Изменение суточного обновления (%) белков вегетативной массы пшеницы в период вегетации при обработке растений ССС (опыт с  $^{15}\text{N}$ )

Фаза вегетации	Белок, всего	В т. ч.					нерастворимый
		растворимый					
		всего	легко	средне	трудно		
Кущение	16,5	10,9	13,8	13,5	6,5	21,4	
	17,4	13,9	15,0	13,9	12,5	22,1	
Трубкавание	12,3	7,2	6,9	9,5	5,2	17,5	
	17,4	9,9	8,5	9,8	8,6	22,4	
Колошение	10,6	4,6	4,5	3,3	4,7	15,7	
	15,3	4,8	8,1	4,6	4,9	22,2	

Таблица 4

Изменение суточного обновления (%) фракций белков вегетативной массы пшеницы в период вегетации при обработке растений ССС (опыт с  $^{15}\text{N}$ )

Фаза вегетации	Легкорастворимые			Среднерастворимые		Труднорастворимые	
	1	2	3	1	2	1	2
	Кущение	16,0	11,7	9,7	11,6	17,0	6,1
Трубкавание	17,9	12,9	10,1	14,2	13,2	12,8	12,1
	6,7	9,9	5,7	10,1	8,2	5,0	6,3
Колошение	8,5	11,5	10,7	12,2	7,1	15,4	6,6
	6,0	8,6	4,0	3,8	3,0	4,9	6,2
	4,4	10,0	10,4	6,5	3,3	8,5	4,0

ня как фактор, проявляющий свое действие в двух направлениях. С одной стороны, чем больше высеяно семян, тем меньше фактическая обеспеченность каждого растения элементами питания. С другой стороны, чем больше густота стояния, тем меньше кустистость, тоньше соломина, больше предрасположенность к полеганию и вероятность проявления функционального действия ретарданта. В опыте получена четкая зависимость изменений в накоплении азотистых веществ в зерне, вызванных ССС, и норм высева семян (рис. 4). С увеличением норм высева до 4—5 млн. семян на 1 га отрицательное действие этого соединения на накопление белков в зерне усиливалось. Последующее увеличение густоты стояния растений и применение ССС уже приводило к изменению уровня накопления белков. Максимальные различия по этому показателю между контрольными и опытными растениями достигали 1,0—1,5 %.

Наряду с уменьшением содержания белков в зерне в результате увеличения норм высева семян и применения ретарданта отмечалось более высокое количество небелковых соединений азота в опытных растениях. Очевидно, торможение оттока соединений азота (аминокислот) из вегетативных органов в репродуктивные, вызванное ССС, весьма специфично и определяется аминокислотным составом тех белков, за счет которых увеличивается общее количество бел-

ковых веществ в вегетативных органах. Дополнительное образование белков, локализуемых в вегетативной массе, вносит дисбаланс в состав аминокислот, поступающих в зерновку, и таким путем расстраивает нор-

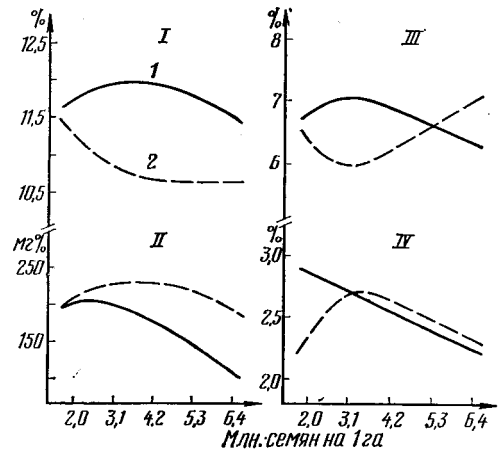


Рис. 4. Влияние ССС на содержание белков (I), небелковых соединений азота (II), клетчатки (III) и золы (IV) в зерне ячменя при различных нормах высева семян (среднее за 4 года).

1 — контроль; 2 — ССС.

мальный ход биосинтеза и отложения в ней запасных белков. Следовательно, увеличение пула свободных аминокислот в зерне следует рассматривать не как следствие усиления интенсивности синтеза и притока их в зерновку, а как фактор, причиной которого является уменьшение степени использования их на биосинтез белков. Происходит это из-за неадекватности их состава потребностям нормального биосинтеза белков.

Содержание клетчатки в зерне в некоторой степени влияет на пивоваренные свойства ячменя. Действие ССС на накопление клетчатки в зерне зависит от нормы высева семян. При низких нормах существенного влияния на содержание клетчатки ретардант не оказал. В результате применения ССС и при увеличении нормы высева до 3,1 млн/га количество клетчатки уменьшалось, а при дальнейшем повышении нормы высева увеличивалось, но эти изменения небольшие. В контрольных растениях динамика содержания клетчатки, вызванная изменениями норм высева семян, противоположна приведенной выше.

ССС влияет на многие показатели, характеризующие качество зерна, в том числе на содержание золы. В контрольных растениях с увеличением норм высева семян количество золы в зерне уменьшается. Опытные растения при низких дозах высева, когда густота стояния растений меньшая, обра-

зуют более крупное зерно, применение ССС снижаст количество зольных элементов в нем. С увеличением норм высева изменения анализируемого параметра практически сглаживаются. Пока не ясно, каким образом ССС влияет на содержание золы. Можно предположить, что при использовании ретарданта большее количество зольных элементов задерживается в надземной вегетативной массе, что тормозит поступление их в репродуктивные органы.

Следует отметить, что почти с каждым новым исследованием представление о спектре действия ССС мы вынуждены расширять.

#### Заключение

Содержание и скорость обновления белков вегетативной массы пшеницы в фазу кущения в 1-е сутки после применения ССС снижаются.

Начиная с 3-х суток после обработки раствором ССС и на протяжении фаз кущения, трубкования и колошения обновление всех групп белков у пшеницы повышается. Изменения обновляемости фракций белков неоднозначны.

С увеличением норм высева семян до 4—5 млн. на 1 га отрицательное действие ССС на накопление белков в зерне ячменя усиливается, что сопровождается увеличением количества небелковых соединений азота.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Крищенко В. П., Груздев Л. Г., Дмитрук А. П. Фракционный и аминокислотный состав белков и содержание свободных аминокислот в зерне яровой и озимой пшениц в связи с применением хлорхолинхлорида. — С.-х. биол., 1973, т. VIII, № 5, с. 704—708. — 2. Крищенко В. П., Груздев Л. Г. Динамика содержания аминокислот и скорость обновления белков пшеницы, обработанной хлорхолинхлоридом. — Физиолог. раст., 1973, т. 20, № 6, с. 1212—1218. — 3. Крищенко В. П., Груздев Л. Г. Повышенные устойчивости пшеницы к мучнистой ро-

се под влиянием хлорхолинхлорида. — С.-х. биол., 1972, т. VIII, № 1, с. 130—132. — 4. Крищенко В. П. Методика определения аминокислотного состава растительных образцов и разделения белков на фракции буферными растворами. — Изв. АН СССР, сер. биол., 1978, № 3, с. 405—417. — 5. Крищенко В. П., Агеева В. С., Седова Е. В., Синягин Е. И., Горшкова Г. И., Соколова М. Ф. Методические указания по определению качества растительной продукции. — Тр. ЦИНАО. М., 1980.

*Статья поступила 27 мая 1981 г.*

#### SUMMARY

The effect of chlorcholinechloride (CCC) on the rate of renovation of the protein complex of the vegetative mass of wheat, its soluble and non-soluble portions, as well as readily soluble, middle-soluble and almost insoluble groups has been studied.

Since the third day after treatment and during the tillering—booting—heading period renovation of all protein groups in the experimental plants increases.

When the sowing rate increases up to 4—5 million seed per 1 ha, the undesirable effect of chlorcholinechloride on the accumulation of proteins in barley grain becomes more intensive, which is accompanied by higher amount of non-protein nitrogen compounds.