

УДК 633.31:581.133:632.111.5'6:631.811.98

**ВЛИЯНИЕ ХЛОРХОЛИНХЛОРИДА НА СОДЕРЖАНИЕ
СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ В ЗОНЕ КОРНЕВОЙ ШЕЙКИ ЛЮЦЕРНЫ
И МОРОЗОСТОЙКОСТЬ РАСТЕНИЙ**

Н. Н. ТРЕТЬЯКОВ, В. В. ГОМЕР

(Кафедра физиологии растений)

Опыты, проведенные с различными по морозостойкости сортами люцерны, показали, что в зоне корневой шейки морозостойкого сорта и обработанных хлорхолинхлоридом растений содержалось повышенное количество азотистых соединений и наблюдалась меньшая дестабилизация обменных процессов в период действия и последействия отрицательных температур [4].

Рядом исследователей установлено, что изменения в азотном обмене обработанных хлорхолинхлоридом растений сопровождались существенными сдвигами в содержании свободных аминокислот [5, 6, 7, 16]. В последнее время все большее внимание уделяется изучению зависимости между аминокислотным обменом и морозостойкостью. По мнению некоторых авторов [1, 9, 19], аминокислоты могут повышать устойчивость растений к вымерзанию и, таким образом, выполнять функцию защитных веществ. Однако криозащитная функция аминокислот признается не всеми исследователями [8, 10].

В связи с этим представляет интерес изучить влияние хлорхолинхлорида на содержание и состав свободных аминокислот в зоне корневой шейки двух различных по морозостойкости генотипов люцерны.

Методика

Опыты проводились в лаборатории физиологии растений Тимирязевской академии в 1982—1983 гг. Объектом исследования служила люцерна (*Medicago sativa L.*) Северная гибридная 69 (морозостойкий сорт) и Славянская местная (слабоморозостойкий сорт). Проведено три серии опытов. Условия выращивания растений, их закаливания, промораживания и уровень морозостойкости приведены в работе [4].

Отбор растительных образцов проводили через 10 сут после обработки хлорхолинхлоридом, в фазу 6—7 настоящих листьев, при 20°, в I (2°) и II (-3°) фазы закаливания, в период промораживания (-9°) и в момент возобновления вегетации (5°). Корни отмывали от песка и просушивали фильтровальной бумагой. Надземные органы сре-

зали над поверхностью сосуда (1,5 см выше корневой шейки), корни — на 1,5 см ниже корневой шейки.

Растительный материал (3 см отрезки зоны корневой шейки) взвешивали, фиксировали в жидким азоте и размалывали в фиксированном виде на лабораторной мельнице. Фракцию свободных аминокислот выделяли 80 % этиловым спиртом по методике Б. П. Плещкова [14]. Анализы проводили в лаборатории зоотехнической оценки кормов и кормления с.-х. животных ВНИИ кормов. Для индентификации аминокислот использовали аминокислотный анализатор Хромаспек (Англия). Звездочками в таблице обозначен уровень значимости коэффициентов корреляции [4].

Результаты исследований

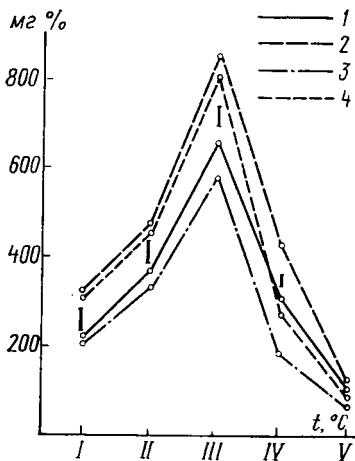
При анализе спиртовой вытяжки свободных аминокислот из тканей корневой шейки люцерны на аминокислотном анализаторе Хромаспек было индентифицировано и количественно определено 16 аминокислот

и амидаспаргин (табл. 1). Динамика их содержания зависела от сортовых особенностей культуры, температурных (закаливание и промораживание) и химических (обработка хлорхолинхлоридом) факторов (рисунок 1).

Из обнаруженных в оптимальный период выращивания свободных аминокислот (225,9—327,2 мг % сухой массы) наибольшее количество (75—78 % от общего пул свободных аминокислот) приходится на долю пролина, аланина, глутаминовой и аспарагиновой кислот, аспарагина, γ -амино-масляной кислоты. В тканях корневых шеек сорта Северная гибридная 69 наблюдалось повышенное количество свободных аминокислот, однако по их суммарной концентрации между изучаемыми сортами люцерны статистически доказуемых различий в этот период не выявлено.

Хлорхолинхлорид стимулировал накопление азотсодержащих соединений, в том числе и аминокислот, в тканях корневых шеек растений, обработанных ретардантом. Так, через 10 сут после обработки люцерны сумма аминокислот была на 45—54 % больше, чем в контроле. Накопление свободных аминокислот в тканях корневой шейки люцерны происходило за счет всех функциональных групп аминокислот на фоне повышенного содержания белков [4]. Увеличение или уменьшение содержания аминокислот в растениях, вероятно, — следствие стимуляции или подавления синтеза белка. Однако изменение содержания аминокислот вряд ли в полной мере может характеризовать направленность синтеза белка в растениях. Видимо, действие ретарданта может проявляться на стадии синтеза самих аминокислот [7].

По мнению Г. Е. Радцевой и В. С. Радцева [17], уменьшение содержания аминокислот под влиянием хлорхолинхлорида у одних видов (овес, горох) и увеличение у других (пшеница) определяется изменением ак-



Динамика содержания свободных аминокислот (мг% к сухой массе) в зоне корневой шейки двух генотипов люцерны при применении хлорхолинхлорида.

1, 2 — Северная гибридная; 3, 4 — Славянская местная; 1, 3 — без обработки (контроль); 2, 4 — обработка ССС; I — до закаливания (20°); II — 1-я фаза закаливания (2°); III — 2-я фаза закаливания (-3°); IV — промораживание (-9°); V — возобновление вегетации (5°).

шейки люцерны происходило за счет всех функциональных групп аминокислот на фоне повышенного содержания белков [4]. Увеличение или уменьшение содержания аминокислот в растениях, вероятно, — следствие стимуляции или подавления синтеза белка. Однако изменение содержания аминокислот вряд ли в полной мере может характеризовать направленность синтеза белка в растениях. Видимо, действие ретарданта может проявляться на стадии синтеза самих аминокислот [7]. По мнению Г. Е. Радцевой и В. С. Радцева [17], уменьшение содержания аминокислот под влиянием хлорхолинхлорида у одних видов (овес, горох) и увеличение у других (пшеница) определяется изменением ак-

Таблица 1

Динамика содержания свободных аминокислот (мг% к сухой массе)
в зоне корневой шейки люцерны Северной гибридной (Сг) и Славянской местной (Сл)
без обработки ССС (числитель) и после обработки ССС (знаменатель)

Аминокислота	20°		2°		-3°		-9°		5°	
	Сг	Сл	Сг	Сл	Сг	Сл	Сг	Сл	Сг	Сл
Фосфосерин	9,4 10,1	9,5 12,5	20,1 19,1	17,1 18,2	18,4 19,5	20,3 15,4	10,1 19,9	8,5 14,6	5,5 6,8	5,6 9,0
Аспарагиновая	23,0 26,0	25,8 42,8	30,4 44,8	23,7 35,6	81,6 108,5	43,0 84,7	26,0 19,4	17,0 15,8	9,6 13,2	7,1 8,6
Тreonин	4,6 7,1	4,7 8,2	8,4 8,6	6,1 10,9	5,6 7,9	7,6 14,1	7,1 8,7	4,1 5,2	1,8 1,6	1,0 1,9
Серин	7,2 9,6	6,6 13,2	10,2 11,8	4,7 11,5	12,2 20,5	21,4 34,0	9,6 8,8	6,3 6,2	2,0 3,9	2,6 2,7
Аспарагин	28,8 39,8	24,9 51,9	32,0 39,9	19,9 28,1	124,8 165,5	76,5 149,8	25,8 35,6	19,9 22,1	1,8 4,1	1,2 1,5
Глутаминовая	24,3 33,8	23,0 38,3	31,6 36,2	31,2 46,8	57,4 84,9	72,7 94,9	33,8 31,4	17,1 16,4	25,4 28,7	15,0 20,3
Глициновая	2,8 4,4	2,5 3,3	4,7 5,7	3,9 6,3	3,9 6,1	5,9 6,6	3,9 4,4	1,8 2,9	3,2 4,0	1,0 2,4
Аланин	19,0 47,7	19,3 28,0	62,3 70,7	44,8 64,5	95,3 128,3	83,2 130,0	35,4 45,7	15,0 24,9	13,8 23,3	8,6 18,9
Валин	4,8 11,0	5,2 6,1	10,4 16,6	10,9 15,5	9,0 19,5	18,8 12,0	11,0 23,6	14,8 21,3	1,7 2,3	0,7 1,7
Метионин	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1 1,4	2,1 2,8
Изолейцин	3,2 7,7	2,6 4,1	5,9 6,2	6,2 9,5	3,9 5,9	4,2 6,9	7,7 16,7	4,5 13,9	1,2 1,7	1,0 1,2
Лейцин	2,7 8,8	2,5 4,3	7,2 7,4	7,3 11,1	4,3 4,5	3,9 6,8	8,8 27,9	5,6 19,9	1,0 1,0	1,1 1,2
Фенилаланин	6,2 9,2	4,3 7,9	6,7 7,0	4,3 10,6	6,5 10,5	7,2 10,5	9,2 9,6	4,2 5,2	— 1,9	1,2 2,0
γ-аминомасляная	60,6 79,2	41,3 57,8	110,9 133,4	98,8 120,0	124,1 134,3	118,9 147,4	59,2 79,9	35,9 57,8	28,2 24,1	13,7 20,4
Этаноламин	14,0 9,9	11,1 10,3	10,7 8,6	12,3 16,1	18,8 22,1	25,6 27,2	19,9 17,3	17,4 14,9	8,7 7,8	4,5 2,9
Аргинин	— 5,3	— 5,0	— 19,5	— 5,3	14,6 19,5	— 5,3	3,9 3,0	2,4 2,6	— —	— —
Пролин	14,9 17,7	20,1 24,1	45,3 57,3	40,5 51,8	70,6 98,8	65,8 68,3	34,9 70,0	13,6 34,2	5,9 3,0	— —
Сумма	225,9 327,3	203,4 312,8	369,8 478,3	331,7 456,5	651,0 856,3	575,0 808,6	306,3 424,2	188,1 278,3	110,9 131,4	66,4 97,5

тивности ферментов (пептидаз или аминотрансфераз) — связывающего звена между азотным и углеводным обменами, а также между дыханием и фотосинтезом. Приведенные факты свидетельствуют об изменении направленности метаболизма аминокислот, но пока еще трудно сказать, через какие системы осуществляется действие ретарданта. Пожалуй, более вероятным является влияние хлорхолинхlorида на перераспределение азотсодержащих веществ, в том числе и аминокислот, по частям растений, о чем свидетельствует изменение скорости ростовых процессов в надземных органах и корнях люцерны, обработанной ретардантом [4, 21].

В ответ на действие низкой положительной температуры (I фаза закаливания, 2°) в растениях происходит существенная перестройка метаболизма аминокислот. Прежде всего отмечается общее увеличе-

Таблица 2

Коэффициенты корреляции (r) между содержанием свободных аминокислот
в зоне корневой шейки и морозостойкостью люцерны

Обработанные CCC + не обработанные CCC растения (n = 6)		Северная гибридная + Славянская (n = 6)		Для всего опыта (n = 12)
Славянская гибридная	Славянская местная	обработанная CCC	не обработанная CCC	
I фаза закаливания (20°)				
0,91**	0,70	0,44	0,57	0,60*
II фаза закаливания (-3°)				
0,89**	0,86*	0,67	0,90**	0,66*
Промораживание (-9°)				
0,89**	0,87*	0,94**	0,95***	0,95***
Возобновление вегетации (5°)				
0,92**	0,78*	0,93**	0,95***	0,94***

ние суммы свободных аминокислот в 1,5—1,6 раза при неодинаковом увеличении содержания отдельных аминокислот.

А. Н. Бухольцев и В. Ф. Альтергот [3] считают, что устойчивость к низкой температуре как активное противодействие организма связано со способностью быстрого накопления свободных аминокислот и среди них важнейших, определяющих физико-химическую и биохимическую устойчивость клетки (аспарагиновая и глутаминовая кислоты, аспарагин, аланин, пролин).

Результаты наших опытов показали, что 78—85 % от общего пула свободных аминокислот приходится на долю глутаминовой и аспарагиновой кислот, аспарагина, пролина, аланина, γ -аминомасляной кислоты. Наличие этих аминокислот в повышенных количествах подчеркивает их важность в процессах усвоения минерального азота, его транспорта и синтеза других аминокислот при переаминировании. Накопление этих аминокислот, по-видимому, связано с торможением ростовых процессов и неполным использованием их в синтезе белков [2]. Относительное и абсолютное увеличение перечисленных аминокислот после I фазы закаливания у морозостойкого сорта значительней, чем у слабоморозостойкого, при этом статистически доказуемой зависимости между суммарным накоплением аминокислот и уровнем морозостойкости генотипа не выявлено. Хлорхолинхлорид стимулировал накопление свободных аминокислот в тканях корневых шеек закаленных растений. Суммарная концентрация аминокислот была в 1,3—1,4 раза выше, чем в контроле. Сопряженность между суммарным содержанием свободных аминокислот в I фазу закаливания и уровнем морозостойкости люцерны в целом по опыту была невысокой ($r = 0,60$, табл. 2).

По мере прохождения фаз закаливания содержание свободных аминокислот возрастает, достигая максимума (575,0—856,3 мг %) во II фазу закаливания, с последующим снижением до 188,1—306,3 мг % в период промораживания. К моменту возобновления вегетации люцерны отмечено минимальное содержание аминокислот (66,4—131,4 мг %). Начиная со II фазы закаливания морозостойкий сорт по суммарному содержанию свободных аминокислот существенно превосходил менее устойчивый сорт. Растения, обработанные ретардантом, в период закаливания — промораживание и к моменту возобновления вегетации люцерны содержали повышенное количество свободных аминокислот (на 18—48 % больше, чем в контроле).

Увеличение содержания свободных аминокислот во II фазу закаливания (в 2,6—2,9 раза по отношению к их содержанию до закаливания) определяло морозостойкость люцерны. В этот период выявле-

на прямая зависимость между суммарной концентрацией свободных аминокислот и уровнем морозостойкости люцерны. Морозостойкий сорт и обработанные хлорхолинхлоридом растения существенно превосходили по суммарному содержанию свободных аминокислот слабоморозостойкий сорт и необработанные растения. Как уже отмечалось нами ранее [4], на протяжении всего эксперимента растения морозоустойчивого сорта и обработанные хлорхолинхлоридом отличались повышенным содержанием белков, что, по-видимому, является предпосылкой увеличения концентрации свободных аминокислот. Повышение содержания свободных аминокислот обусловлено тем, что промораживание при нелетальных температурах приводит к денатурации белковых молекул в тканях и к разрыву пептидных связей [13].

Из обнаруженных во II фазу закаливания свободных аминокислот наибольшее количество (80—85 % от общего пула свободных аминокислот) приходится на долю глутаминовой и аспарагиновой кислот, аспарагина, аланина, пролина, γ -аминомасляной кислоты, причем у морозостойкого сорта и обработанных растений доля этих аминокислот была выше, чем у слабоморозостойкого сорта и необработанных растений. Увеличение концентрации некоторых аминокислот в экстремальных условиях наводит на мысль, что оно обусловлено не только распадом и подавлением синтеза белков. Сильный катаболизм и ослабление синтетических процессов являются как бы признаком перестройки обмена веществ, в результате которого происходит накопление веществ, наиболее соответствующих действию факторов окружающей среды. Избыток аминокислот от расщепленных белков, не отвечающих новым требованиям, распадается, что создает основу для образования различных азотистых и безазотистых соединений [11]. Подтверждением этого предположения может служить факт значительного накопления в растениях морозостойкого сорта и растениях, обработанных ретардантом, аспарагина, аланина, аспарагиновой и глутаминовой кислот, играющих важную роль в обмене азотистых соединений и обладающих высокой способностью к связыванию свободного аммиака, образующегося в результате гидролиза белков и частичного дезаминирования аминокислот. По мнению Л. Тянковой [23], защитное действие на мембранные структуры клетки оказывают пролин, треонин, γ -аминомасляная кислота, аргинин, повышенное содержание которых отмечено в растениях морозостойкого сорта и в обработанных растениях.

А. Д. Файзуллин с соавторами [22]; Н. Т. Павлюк [12] наблюдали максимальное накопление свободных аминокислот у озимых культур в период наступления критических отрицательных температур. В то же время Т. П. Петровская-Баранова, Е. А. Жукова [13] показали, что промораживание при летальных температурах приводит к снижению содержания аминокислот, которые распадаются за счет активации дезамина. Наши результаты свидетельствуют о существенном снижении содержания свободных аминокислот в тканях корневой шейки люцерны в период промораживания (в 2,1—3,1 раза от максимального уровня во II фазу закаливания). Растения слабоморозостойкого сорта содержали в этот период меньше свободных аминокислот, чем до их закаливания. Несмотря на существенное снижение суммарной концентрации аминокислот, сохранилось накопление тех аминокислот, которые выполняют защитную функцию по нейтрализации аммиака, образующегося в результате дезаминирования аминокислот. На долю аспарагина, аспарагиновой и глутаминовой кислот, аланина, γ -аминомасляной кислоты, пролина приходилось 61—70 % от общего пула свободных аминокислот. У обработанных хлорхолинхлоридом растений отмечено незначительное снижение содержания аспарагиновой и глутаминовой кислот, однако при этом возрастило содержание аланина, валина, γ -аминомасляной кислоты, которые, по мнению И. А. Тарчевского [20] и Н. И. Савицкой [18], также могут выполнять защитную функцию по нейтрализации аммиака.

В период промораживания наблюдалось наибольшее соответствие между суммарным содержанием свободных аминокислот в тканях корневых шеек люцерны с уровнем ее морозостойкости. Выявлена тесная сопряженность между изучаемыми показателями ($r=0,95$). Уровень значимости корреляционной связи был существенным для всех изучаемых факторов опыта ($r=0,87 \div 0,95$).

К моменту возобновления вегетации концентрация свободных аминокислот в зоне корневой шейки люцерны резко снизилась и была на 51—70 % ниже исходной (до закаливания растений). При этом во всех вариантах опыта появлялось небольшое количество метионина (1,1—2,8 мг %), а в вариантах со слабоморозостойким сортом и в контроле исчезали пролин и аргинин.

После снятия повреждающего фактора у растений морозостойкого сорта и растений, обработанных ретардантом, наблюдалось повышение содержания аспарагиновой и глутаминовой кислот, аланина, γ -аминомасляной кислоты, аспарагина, что должно было обеспечить синтез всех аминокислот при реакциях переаминирования, связывание свободного аммиака, т. е. устранить возможность его токсичного действия на растения, и в результате способствовать нормальному протеканию репарационных процессов в отрастающих растениях.

Пониженное содержание свободных аминокислот у менее устойчивых сортов озимых культур к моменту возобновления вегетации Д. Ф. Проценко с соавторами [15] связывают с ранним выходом этих сортов из состояния покоя и более активным возобновлением ростовых процессов (полевые опыты). Результаты исследований, проведенных на люцерне в факторостатных условиях, не подтвердили этого предположения. В период отращивания люцерны у растений слабоморозостойкого сорта наблюдалось значительное подавление процессов фотосинтеза и дыхания, в результате чего они по приросту сухой биомассы существенно уступали растениям морозостойкого сорта [21]. Вероятно, эти различия обусловлены тем, что к моменту возобновления вегетации в растениях слабоморозостойкого сорта наблюдалась интенсификация гидролитических и дестабилизация обменных процессов, а также усиливалась пассивная утечка углеводов, белков, аминокислот из поврежденных промораживанием тканей корневых шеек. В растениях морозостойкого сорта и в вариантах с обработкой ССС суммарное содержание свободных аминокислот было существенно выше, чем в растениях слабоморозостойкого сорта и в контроле. Несомненно, эти различия в содержании свободных аминокислот к моменту возобновления вегетации люцерны между изучаемыми генотипами, обработанными и не обработанными ретардантом растениями обусловлены неодинаковым уровнем их морозостойкости. Выявлена прямая тесная коррелятивная зависимость между суммарным содержанием свободных аминокислот в тканях корневых шеек люцерны к моменту возобновления ее вегетации и количеством выживших после промораживания растений ($r=0,78 \div 0,95$).

Выводы

1. Накопление свободных аминокислот в зоне корневой шейки люцерны под влиянием хлорхолинхlorida и закаливающих температур является адаптивным признаком в процессе формирования морозостойкости. Обработка растений хлорхолинхlorидом и закаливание вызывали адаптационные изменения в аминокислотном составе растений. В результате перестройки обмена веществ происходило накопление отдельных аминокислот, играющих важную роль в азотном обмене и выполняющих защитную функцию по связыванию излишнего количества аммиака, образующегося при гидролизе белков и дезаминировании аминокислот в период закаливания — промораживание и к моменту возобновления вегетации люцерны.

2. Прямая коррелятивная связь между суммарной концентрацией свободных аминокислот в зоне корневой шейки люцерны и морозостойкостью усиливается в период промораживания и к моменту возобновления вегетации растений, что следует учитывать при оценке физиологического состояния растений в период действия и последействия критических отрицательных температур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабенко В. И., Махновская М. Л. Повышение морозостойкости озимой пшеницы под действием экзогенных аминокислот. — Докл. ВАСХНИЛ, 1977, № 9, с. 13—15.— 2. Белецкая Е. К. Физиологические основы устойчивости озимых культур к избытку влаги. Киев: Наукова думка, 1979.— 3. Бухольцев А. Н., Альтергот В. Ф. Свободные аминокислоты у закаленных к холodu проростков кукурузы. — В сб.: Физиолог. механизмы адаптации и устойчивости у растений. Ч. I. Новосибирск: Наука, 1972, с. 106—112.— 4. Гомер В. В., Третьяков Н. Н. Влияние хлорхолинхлорида на содержание растворимых углеводов, белкового и небелкового азота в корневой шейке люцерны и ее морозостойкость. — Изв. ТСХА, 1984, вып. 6, с. 95—102.— 5. Грудев Л. Г. Аминокислотный состав вегетативной массы пшеницы при использовании синтетических регуляторов роста. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 6, с. 84—94.— 6. Грудев Л. Г. Действие высоких доз хлорхолинхлорида на азотный обмен, величину и качество урожая ярового ячменя. — Агрохимия, 1980, № 10, с. 126—136.— 7. Дедеева В. П. Ретарданты регуляторов роста растений. Минск: Наука и техника, 1980.— 8. Капля А. В., Мороз Т. А., Тернавский А. И. Изменение ростовых процессов и морозостойкости плодовых деревьев под действием хлорхолинхлорида. — В кн.: Устойчивость растений к неблагоприятным температурным условиям среды. Киев: Наукова думка, 1976, с. 31—44.— 9. Косякова А. Н., Пресняков Н. А. Влияние удобрений на содержание свободных аминокислот в растениях озимой пшеницы в связи с перезимовкой и урожайностью. — Агрохимия, 1982, № 10, с. 59—65.— 10. Ли П. Х., Палта Дж. П. Морозостойкость клубненосных видов Solanum и действие на них замораживания. — В сб.: Холодостойкость растений / Пер. с англ. М.: Колос, 1983, с. 46—63.— 11. Миргаасиев М. Влияние перемещения растений по высотным зонам на обмен свободных аминокислот. — Бюл. Гл. ботан. сада, 1981, вып. 119, с. 48—50.— 12. Павлюк Н. Т. Зимостойкость, углеводный обмен и динамика свободных аминокислот у сортов и гибридов озимой пшеницы в период зимовки. — Науч. тр. Воронежск. с.-х. ин-та, 1978, № 100, с. 15—24.— 13. Петровская-Баранова Т. П., Жукова Е. А. Белки и аминокислоты корней пшеницы в условиях низких температур. — Бюл. Гл. ботан. сада, 1977, вып. 103, с. 68—74.— 14. Плещаков Б. П. Практикум по биохимии растений / Изд. 2-е, доп. и перераб. М.: Колос, 1976.— 15. Проценко Д. Ф., Шаповалов А. И., Рубанюк Е. А. Состояние покоя у озимых культур и зимостойкость. — В кн.: Рост и устойчивость растений. Киев: Наукова думка, 1966, вып. 2, с. 186—201.— 16. Прусакова Л. Д. Регуляция роста зерновых злаков с помощью ретардантов в условиях орошения. — Автореф. докт. дис. Минск, 1975.— 17. Радцева Г. Е., Радцев В. С. Физиологические аспекты действия химических регуляторов роста на растения. М.: Наука, 1982.— 18. Савицкая Н. Н. О содержании свободных аминокислот в растениях ячменя при недостатке воды в почве. — Физиология растений, 1965, т. 12, вып. 2, с. 349—350.— 19. Стациenko А. П., Перуанская О. Н. Накопление свободных аминокислот и морозостойкость озимой пшеницы. — Вестн. с.-х. науки, 1983, № 3, с. 35—37.— 20. Тарчевский И. А., Гайнутдинова Н. А., Неуструева С. Н., Сиянова Н. С., Курмаева С. А. Влияние засухи на использование растениями углерода углекислого газа. — В кн.: Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 220—224.— 21. Третьяков Н. Н., Гомер В. В. Изменение морозостойкости, фотосинтеза и дыхания у люцерны под влиянием хлорхолинхлорида. — Изв. ТСХА, 1984, вып. 1, с. 178—181.— 22. Файзуллин А. Д., Мусин В. А., Савко В. Г. Влияние хлорхолинхлорида на осенний рост, зимостойкость и продуктивность озимых ржи и пшеницы. — В кн.: Влияние уровня корневого питания на зимостойкость и продуктивность озимых хлебных злаков. Уфа, Башкирский филиал АН СССР, 1977, с. 64—81.— 23. Туапкова Л. В.-Ber. Dtsch. bot. Gies., 1970, Bd 83, N 9—10, S. 491—497.

Статья поступила 7 августа 1984 г.

SUMMARY

Treating the plants with chlortholinechlorid and hardening them caused adaptational changes in aminoacid composition of the root neck zone of the two alfalfa varieties contrasting in genotype frost hardness. Higher total concentration of free aminoacids and unequal increase in certain aminoacids content were observed. Proline, alanine, asparagine and glutamin aminoacids, γ -aminooleic acid and amidasparagine constituted the main part (60—85 %) of the total aminoacids.

Direct correlation has been found between the total content of free aminoacids in the tissue of alfalfa root neck and its frost hardness.