

УДК 633.11:581.134:632.954

## ДИНАМИКА АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ПШЕНИЦЫ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ ПРИ ЧЕТЫРЕХЛЕТНЕМ ПРИМЕНЕНИИ ГЕРБИЦИДОВ

ЗИНЧЕНКО В. А., ГРУЗДЕВ Л. Г., КАЛИТИНА Н. В., ТАБОЛИНА Ю. П.  
(Кафедра химических средств защиты растений)

В связи с необходимостью применения гербицидов в семеноводческих посевах и наличием сравнительно узкого их ассортимента приходится обрабатывать несколько репродукций культур одними и теми же препаратами, что может отразиться на физиолого-биохимических показателях растений и качестве урожая.

В литературе отмечается, что при систематическом в течение ряда лет использовании химически активных веществ изменяются величина урожая, его химической состав, некоторые семенные и технологические характеристики зерна [1, 5—10, 14, 15, 17—23]. Опыты с пшеницей показали [13], что гербициды типа синтетических регуляторов роста при систематическом применении приводят к повышению в зерне содержания белков и снижению количества крахмала. Компонентный состав легкорастворимых белков изменялся незначительно. Обработка гербицидами влияла на содержание в зерне лизина и триптофана. Следует подчеркнуть, что на изменения белковости зерна под влиянием гербицидов указывает большинство авторов [1, 2, 9, 14, 15, 20].

Гербициды, не влияя на такие общие характеристики, как содержание форм азота, могут приводить к довольно значительной разбалансировке составляющих их компонентов — свободных аминокислот и аминокислотного состава белков. В одной из работ [13] подчеркивалось, что даже у растений, погибших в результате обработки гербицидами, не наблюдалось больших изменений в аминокислотном составе белков. Выказывалось предположение, что более подробные и глубокие исследования отдельных групп белков позволят найти изменения, связанные с применением гербицидов.

При посеве ячменя в условиях Московской области наблюдалось усиление действия ряда гербицидов при систематическом их применении на аминокислотный состав белков зерна [1, 2, 17—19].

Изучение азотсодержащих веществ имеет большое значение при определении особенностей действия гербицидов на растения [12, 13, 23].

В данной работе приводятся результаты исследования динамики форм азота и аминокислотного состава зеленой массы пшеницы при систематическом в течение 4 лет применении гербицидов.

### Методы исследований

Высушенные образцы вегетативных органов пшеницы сорта Саратовская 29 были взяты для анализа в 1974 г. в многолетних опытах, проводимых на Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции Кустанайской области. Подробно методика опытов, почвенно-климатические условия, обоснование схемы опытов, шифры вариантов, а также

урожай, его качество, динамика содержания и выноса основных элементов питания даны нами ранее [6—8].

В образцах определяли общий, белковый и небелковый азот и аминокислотный состав. В 1974 г. возделывали II репродукцию пшеницы. Схемы и шифры вариантов были следующими: контроль (без гербицида) — 0000, с обработкой гербицидом 1 год — 0001, 2 года — 0011, 3 года — 0111, 4 года — 1111; последельствие однолетней обработки — 0010, двухлетней — 0110, трехлетней — 1110.

Пшеницу обрабатывали в фазу кущения 33%-ным концентратом эмульсии смеси эфиров (C<sub>7</sub> — C<sub>9</sub>) 2,4-Д в дозе 0,3 кг/га, 48%-ным водорастворимым концентратом банвела-д в дозе 0,15 кг/га и 25%-ным водоземлюлирующим концентратом тордона 22 к в дозе 0,05 кг/га (по д. в.).

Образцы вегетативной массы пшеницы отбирали в фазы трубкования, колошения и молочной спелости зерна, или соответственно через 10, 20 и 47 дней после обработки растений гербицидами.

Методы анализа форм азота общепринятые [16]. Для определения аминокислотного состава вегетативной массы пшеницы 1 г сухого материала помещали в центрифужную пробирку и осаждали белки 5%-ной трихлоруксусной кислотой [16]. Центрифугат небелкового азота после соответствующей подготовки использовали для определения свободных аминокислот. Осадок после высушивания ацетоном и серным эфиром гидролизовали в запаянных ампулах с 6 н. HCl (1:400) в термостате при 105° в течение 24 ч [16]. Гидролизат фильтровали, упаривали на водяной бане при 60°, растворяли в цитратном буфере (рН 2,2) и брали для определения аминокислотного состава суммарных белков вегетативной массы пшеницы. Содержание гумифицированного при гидролизе азота не превышало 5—9% от общего. Для установления количества аминокислот использовали автоматический анализатор НД-1200Е (Чехословакия). Коэффициент вариации при определении отдельных аминокислот на этом приборе не превышает ±4,0 отн. % и в среднем составлял ±1,5—2,0 отн. %. Все определения выполнялись нами в 2—3-кратной повторности. Аспарагин и глютамин определяли вместе с соответствующими кислотами.

### Результаты и их обсуждение

Метеорологические условия вегетационного периода 1974 г. в Северном Казахстане были неблагоприятными для роста и развития пшеницы. Малое количество осадков, отсутствие их в решающие фазы развития, высокая температура и низкий процент относительной влажности воздуха отрицательно сказались на росте растений и накоплении сухого вещества. К уборке урожая высота растений и их воздушно-сухая масса были почти в 2 раза меньше, чем в годы с благоприятными климатическими условиями. В динамике накопления сухого вещества пшеницей в период вегетации значительных различий по вариантам не наблюдалось, но отмечалось угнетение роста пшеницы при многолетних обработках, особенно банвелом-д и тордоном 22к. Малолетучие эфиры (C<sub>7</sub> — C<sub>9</sub>) 2,4-Д не вызывали существенных изменений урожая пшеницы, а банвел-д и тордон 22к снижали его как при первичных, так и при повторных обработках.

Следует отметить, что предшественником пшеницы являлся черный пар, а в условиях Северного Казахстана применение гербицидов в посевах 1-й культуры после пара не приводит к повышению урожая. Наибольшие прибавки урожая получали при обработках пшеницы гербицидами после пара через 3—5 лет [11].

Гербициды в условиях 1974 г. не оказывали значительного влияния на содержание общего азота, его белковых и небелковых форм в период вегетации. Вместе с тем значительно изменялся аминокислотный состав растений (табл. 1—3).

В фазу выхода в трубку и колошения обменный фонд аминокислот был представлен в основном пролином, содержание которого в десятки раз превышало содержание других аминокислот. Это, видимо, объясняется защитной ролью пролина, поскольку известно, что содержание его в растениях увеличивается при воздействии неблагоприятных факторов. В нашем случае таким фактором была сильная засуха в этот период. В значительных количествах имелись аспарагиновая кислота, серин, аланин, валин, глютаминовая кисло-

Т а б л и ц а 1

Динамика содержания свободных аминокислот в период вегетации пшеницы при систематической обработке посевов смесью эфиров 2,4-Д (мг/100)

Аминокислота	Выход в трубку				Колошение				Молочная спелость			
	0000	0001	1111	1110	0000	0001	1111	1110	0000	0001	1111	1110
Триптофан	2,1	2,1	2,7	2,3	3,0	3,6	4,4	2,5	Сл.	0,6	0,8	0,4
Лизин	5,2	4,6	5,3	6,3	7,2	4,2	6,1	4,2	3,1	2,9	3,4	3,8
Гистидин	2,8	2,3	2,4	2,6	3,5	1,0	1,3	1,1	1,2	1,2	1,2	2,5
Аспарагиновая	53,4	46,6	56,4	57,0	31,7	20,8	22,1	21,0	14,0	11,9	14,0	25,1
Треонин	10,5	5,0	8,4	6,9	10,8	7,1	7,8	5,3	4,6	3,4	2,8	3,7
Серин	39,7	40,0	55,4	63,2	25,1	16,9	19,3	18,5	8,4	7,5	8,5	9,6
Глютаминовая	26,0	22,3	24,3	28,0	14,0	10,0	11,8	11,1	11,5	10,8	11,8	15,0
Пролин	262,9	260,4	313,4	343,8	158,1	143,3	154,4	156,1	7,4	6,6	7,0	7,8
Глицин	4,8	4,5	5,4	6,3	3,4	2,6	3,2	2,6	1,6	1,5	1,9	4,0
Аланин	28,6	21,2	34,1	40,1	23,9	18,5	20,4	19,2	5,4	5,8	6,7	7,7
Валин	30,9	29,1	34,3	37,0	15,0	12,0	13,9	12,6	6,1	6,2	7,7	7,0
Изолейцин	18,1	16,7	17,4	20,7	8,8	6,9	8,0	7,2	3,3	3,3	4,3	3,7
Лейцин	16,8	14,9	15,9	21,2	11,4	8,1	10,1	7,6	5,0	4,6	6,7	5,5
Тирозин	4,2	7,2	8,6	5,4	5,7	2,9	3,4	2,3	2,8	2,8	3,7	3,5
Фенилаланин	18,8	16,8	18,2	19,3	7,3	4,7	5,9	4,4	3,2	2,9	3,9	3,2
γ-аминомасляная												
Сумма	19,6	18,6	24,5	28,7	12,8	12,0	12,3	11,4	3,1	3,3	3,5	2,3
	553,8	519,4	635,0	700,0	345,7	282,9	316,0	295,8	88,7	82,4	99,2	111,0

Пр и м е ч а н и е. Во всех вариантах отмечены следы цистеина и метионина.

та. В наименьших количествах обнаружены цистеин, метионин, триптофан, гистидин и тирозин. Сумма свободных аминокислот от фазы выхода в трубку к колошению уменьшилась почти вдвое, а к молочной спелости — в 5—6 раз, причем количество отдельных аминокислот выравнялось.

В 1-й год обработки растений 2,4-Д (табл. 1) через 10 дней после опрыскивания в вегетативной части пшеницы в той или иной мере изменялось содержание подавляющего большинства свободных аминокислот. В обменном фонде возрастало содержание тирозина, количество триптофана, серина, пролина, глицина, валина и γ-аминомасляной кислоты оставалось без изменения. Содержание остальных аминокислот снижалось, особенно треонина. Действие 2,4-Д при систематической в течение 4 лет обработке посевов проявлялось несколько иначе — в составе свободных аминокислот преобладали пролин, серин, тирозин и аланин при некотором уменьшении количества треонина. Общая сумма свободных аминокислот возрастала с 554 мг% в контроле до 635 мг% в варианте 1111.

В результате последствия 3-летнего применения 2,4-Д наблюдалось увеличение содержания свободных аминокислот в зеленой массе пшеницы, поэтому их сумма возросла до 700 мг%.

Влияние гербицида усиливалось к фазе колошения — при однолетнем его применении содержание всех аминокислот в основном уменьшалось (табл. 1). Наиболее сильно снижалось количество гис-

тидина, тирозина, фенилаланина и увеличивалось содержание аргинина как в вариантах с однолетним, так и с трехлетним применением 2,4-Д.

Действие 2,4-Д через 47 дней после обработки незначительно сказывалось на составе аминокислот при однократном его применении (0001) и несомненно сильнее при четырехкратном (1111). В результате последствия 3-летней обработки (1110) значительно изменился обменный фонд аминокислот. Это в какой-то степени говорит

Т а б л и ц а 2

Динамика содержания свободных аминокислот в вегетативной массе пшеницы при систематическом применении банвела д (мг/100)

Аминокислота	Выход в трубку				Колошение				Молочная спелость			
	0000	0001	1111	1110	0000	0001	1111	1110	0000	0001	1111	1110
Триптофан	2,9	1,7	2,7	2,1	6,6	4,6	3,6	3,2	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
Лизин	7,7	7,8	6,0	4,5	8,2	7,0	5,9	5,9	3,6	3,4	3,7	3,2
Гистидин	6,3	9,0	5,9	2,7	3,1	3,4	2,7	2,0	1,8	1,3	1,2	1,4
Аспарагиновая	78,3	106,8	82,3	51,5	33,0	31,1	28,3	27,9	14,0	13,2	13,8	13,4
Аргинин	13,7	15,5	12,7	9,0	14,6	9,8	11,0	9,6	9,4	8,6	10,7	7,8
Треонин	13,5	17,2	16,7	8,2	6,6	8,2	7,5	8,2	2,5	2,5	3,6	3,9
Серин	77,3	104,6	78,1	55,2	25,9	23,6	23,4	24,3	8,7	8,9	9,8	7,5
Глютаминовая	36,8	43,9	37,3	24,3	17,9	14,5	16,5	14,4	12,3	12,7	13,8	11,1
Пролин	344,2	344,2	304,7	281,7	179,9	161,8	206,6	148,7	8,6	11,9	11,1	7,8
Глицин	6,7	7,8	6,2	4,4	4,0	3,4	2,9	3,0	2,2	2,0	1,7	2,2
Аланин	43,8	46,5	40,2	33,9	30,8	26,3	23,0	25,7	7,1	7,9	7,8	7,0
Валин	42,6	46,1	37,9	30,2	21,0	16,4	16,7	14,5	7,2	9,6	7,8	6,9
Изолейцин	23,2	24,8	20,7	16,6	11,0	9,1	9,2	8,4	3,9	4,1	2,5	3,3
Лейцин	24,3	25,0	21,4	15,7	14,8	12,1	12,5	10,5	5,3	6,4	4,6	3,5
Тирозин	12,5	23,6	14,3	6,0	5,2	7,1	7,9	6,9	3,9	5,1	3,5	3,5
Фенилаланин	27,1	30,3	24,2	17,6	9,6	8,3	8,0	6,9	3,9	4,7	3,0	4,0
γ-аминомасляная	25,9	25,4	23,5	22,7	16,5	12,6	12,5	13,9	3,5	5,2	4,6	3,5
Сумма	786,9	880,2	734,8	586,3	408,7	359,3	398,2	334,0	97,9	107,5	103,2	91,5

Пр и м е ч а н и е. Во всех вариантах отмечены следы цистеина и метионина.

о том, что систематическое применение гербицида не проходит бесследно и отражается на процессах обмена свободных аминокислот.

При обработке банвелом-д (табл. 2) содержание свободных аминокислот в пшенице во все фазы было несколько выше, чем при использовании малолетучих эфиров 2,4-Д. Сумма аминокислот снижалась от 787 мг% в фазу трубкования до 409 мг% к колошению и до 98 мг% к молочной спелости зерна.

В 1-й год применения банвела-д (0001) через 11 дней после обработки посевов в вегетативной массе изменялось содержание подавляющего большинства свободных аминокислот. Особенно возрастало количество гистидина, аспарагина, треонина, серина, тирозина и глютаминовой кислоты, количество лизина, пролина и γ-аминомасляной кислоты не изменялось. Сумма аминокислот повысилась до 880 мг% против 787 мг% в контроле.

При обработке посевов в течение 4 лет банвелом-д (1111) сумма свободных аминокислот изменялась незначительно. В составе свободных аминокислот возрастала доля аспарагина, треонина и тирозина и уменьшалось количество пролина, валина, фенилаланина и γ-аминомасляной кислоты.

В результате последствия 3-летнего применения банвела-д (1110) значительно изменилось содержание свободных аминокислот в вегетативной массе пшеницы в фазу выхода в трубку. Отчетливо

прослеживалось снижение содержания всех аминокислот, поэтому их сумма уменьшалась до 586 мг%, или на 25% по сравнению с контролем (0000), а сумма незаменимых аминокислот до 141 мг% против 195 мг% в контроле.

Влияние обработки гербицидом проявлялось и в фазу колошения. При однолетнем его применении (0001) содержание всех аминокислот, особенно пролина, аргинина и валина, в основном уменьшалось.

Т а б л и ц а 3

Динамика содержания свободных аминокислот в вегетативной массе пшеницы при систематическом применении тордона 22к (мг/100)

Аминокислота	Выход в трубку				Колошение				Молочная спелость			
	0000	0001	1111	1110	0000	0001	1111	1110	0000	0001	1111	1110
Триптофан	2,7	Сл.	3,2	4,8	2,9	2,5	3,2	2,7	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
Лизин	5,7	5,3	6,3	4,4	7,2	6,9	4,8	5,1	2,9	4,1	3,3	3,3
Гистидин	2,5	2,0	3,9	2,2	2,1	1,9	1,5	1,4	0,9	2,0	1,4	1,3
Аргинин	8,6	9,0	8,3	6,1	14,8	11,4	8,3	9,0	8,3	11,2	11,1	7,8
Аспарагиновая	54,9	49,3	59,4	45,9	24,9	26,4	24,2	22,5	10,9	13,4	10,9	13,8
Треонин	9,8	8,5	10,0	7,6	7,6	8,2	6,8	7,6	3,2	3,9	3,0	3,9
Серин	57,6	46,4	57,9	46,6	20,5	19,5	16,9	15,5	6,2	9,6	8,1	8,0
Глютаминовая	27,2	24,6	27,7	24,5	13,5	13,5	12,5	11,5	9,5	13,3	11,0	12,5
Пролин	287,1	281,7	259,2	285,0	144,6	126,5	135,1	125,3	8,6	11,5	11,5	8,2
Глицин	4,3	4,1	4,6	4,0	3,5	3,2	2,4	3,0	1,6	2,2	1,2	2,1
Аланин	39,4	36,4	39,1	36,7	26,5	25,1	22,8	21,8	5,7	7,0	6,7	7,3
Валин	31,0	28,0	30,1	29,5	16,4	14,7	12,1	13,0	6,2	7,6	6,4	7,5
Изолейцин	18,1	15,9	17,4	17,0	8,6	7,6	6,5	6,8	2,6	3,6	2,6	3,2
Лейцин	18,0	15,5	17,6	15,8	11,4	10,9	8,1	8,7	3,7	5,3	3,2	5,0
Тирозин	6,6	5,4	7,9	5,2	5,1	5,5	3,5	5,1	3,9	4,9	3,1	3,4
Фенилаланин	18,4	15,1	18,4	16,8	6,9	6,9	5,1	5,1	3,0	5,2	2,2	3,4
У-аминомасляная	22,2	22,1	24,0	23,8	13,2	13,3	11,8	12	3,7	4,8	3,7	3,1
Сумма	614,1	569,3	595,0	575,0	329,7	304,0	285,6	276,1	80,9	109,6	89,4	93,8

Пр и м е ч а н и е. Во всех вариантах отмечены следы цистеина и метионина.

При опрыскивании посевов банвелом-д в течение 4 лет суммарное содержание свободных аминокислот к фазе колошения практически не изменялось, доля пролина в обменном фонде аминокислот возрастала от 180 (0000) до 207 мг%, доля остальных аминокислот — несколько снижалась. Наименьшая сумма аминокислот в период колошения (334 мг%) отмечена в варианте последствия 3-летней обработки. В этом варианте (1110) уменьшалось содержание всех аминокислот и особенно пролина, валина и аланина.

Следует отметить, что через 48 дней после обработки гербицидом к периоду молочной спелости зерна суммарное содержание аминокислот было практически одинаковым во всех вариантах, значительных колебаний в содержании отдельных аминокислот не наблюдалось.

В опыте с тордоном 22к (табл. 3) под влиянием гербицида уменьшалось суммарное содержание свободных аминокислот в фазы выхода в трубку и колошения, тогда как к молочной спелости несколько возрастало.

Через 12 дней после обработки тордоном (фаза выхода в трубку) в варианте 0001 снизилось количество серина, аспарагиновой кислоты и в меньшей степени триптофана, глютаминовой кислоты, аланина, валина, изолейцина, лейцина и фенилаланина.

В варианте с многолетними обработками (1111) суммарное содержание свободных аминокислот мало отличалось от контроля, ко-

личество пролина было значительно меньше, а триптофана, аспарагиновой кислоты,  $\gamma$ -аминомасляной кислоты и тирозина несколько больше, чем в контроле. В варианте последействия 3-летних обработок тордоном (1110) содержание многих аминокислот уменьшалось. Содержание пролина не изменялось по сравнению с контролем, а триптофана несколько возрастало. К фазе колошения в вариантах 4-летней обработки тордоном 22к и последействия 3-летней обработки содержание свободных аминокислот уменьшалось в основном в результате снижения содержания пролина, аргинина, аланина, валина и лейцина.

Т а б л и ц а 4

Динамика аминокислотного состава суммарных белков в период вегетации пшеницы при систематической обработке посевов смесью эфиров 2,4-Д (% к общему белку)

Аминокислота	Выход в трубку				Колошение				Молочная спелость			
	0000	0001	1111	1110	0000	0001	1111	1110	0000	0001	1111	1110
Лизин	6,3	6,9	7,1	7,1	7,3	6,8	6,6	6,6	2,1	3,4	3,8	4,3
Гистидин	2,1	2,3	2,3	2,5	2,5	2,4	2,1	2,2	2,1	1,6	2,2	2,8
Аргинин	7,0	7,9	5,2	7,1	7,8	7,4	8,5	7,1	5,4	4,2	5,8	5,5
Аспарагиновая	6,7	5,7	9,8	7,1	8,2	6,8	3,2	9,5	4,8	4,0	4,5	5,0
Треонин	4,4	4,1	4,1	4,0	4,6	4,5	5,0	3,2	2,7	2,7	3,0	2,5
Серин	4,9	4,4	4,6	4,5	5,1	4,8	5,0	4,2	5,7	5,4	5,1	5,3
Глютаминовая	11,5	11,1	11,3	11,2	12,3	11,4	10,8	11,6	28,8	29,1	28,7	24,5
Пролин	5,2	5,7	5,8	5,6	6,0	5,5	4,6	7,0	8,7	8,6	9,9	8,6
Глицин	4,7	4,5	4,7	4,7	4,9	5,8	4,9	4,8	3,4	3,5	3,3	3,4
Аланин	7,0	6,5	5,6	7,1	7,3	10,3	8,3	6,0	5,7	5,2	4,0	4,4
Валин	10,0	10,4	9,4	9,2	9,6	10,0	11,4	8,5	8,6	8,5	7,3	8,0
Метионин	1,1	1,4	1,2	1,0	1,0	1,2	0,9	1,0	0,7	0,4	1,8	0,6
Изолейцин	4,7	5,0	5,2	5,4	5,1	4,9	5,6	4,8	4,4	4,4	4,4	4,3
Лейцин	7,2	7,3	7,5	7,2	7,4	7,3	8,0	7,3	6,4	6,4	6,4	6,2
Тирозин	4,5	4,3	4,2	4,2	4,4	4,2	4,4	4,0	3,3	4,2	3,4	3,5
Фенилаланин	7,3	7,2	7,3	7,3	7,3	7,6	7,4	7,1	6,5	6,4	6,9	6,6
Незаменимые аминокислоты	41,0	42,3	41,8	41,2	42,3	42,3	42,9	38,5	31,4	32,2	33,6	32,5

П р и м е ч а н и е. Во всех вариантах отмечены следы цистеина.

Ко времени молочной спелости в варианте 0001 суммарное содержание аминокислот возрастало вследствие равномерного увеличения количества всех аминокислот, а в варианте 1111 оно было близким к контролю (0000).

Как известно, обменный фонд аминокислот — это в первую очередь резерв постоянно протекающего в клетке синтеза белков [3, 22].

Нами определялся аминокислотный состав суммарных белков пшеницы в период вегетации (табл. 4). В результате обработки пшеницы малолетучим эфиром 2,4-Д ( $C_7 - C_9$ ) изменялось содержание аминокислот в белках. Так, через 10 дней после обработки в фазу выхода в трубку в варианте 1111 количество аргинина, аланина в белках уменьшалось, а аспарагиновой кислоты возрастало. К фазе колошения под влиянием 2,4-Д, особенно при многолетнем применении, в белках уменьшалось количество аспарагиновой и глютаминовой кислот. К концу вегетации в пшенице, обрабатываемой гербицидом в текущем (0001 и 1111) или в предыдущие годы (1110), содержалось больше лизина, чем в контроле (0000).

В опыте с банвелом-д (табл. 5) через 11 дней после обработки гербицидом к фазе трубкования в вариантах 0001 и 1111 в суммарных белках увеличивалось содержание аспарагиновой кислоты и уменьшалось количество аланина, а в варианте 1110 уменьшалось

содержание лизина и возрастало количество аланина. Ко времени колошения наибольшие изменения в аминокислотном составе белков отмечались при многолетних обработках, что выражалось в увеличении содержания валина, аланина и уменьшении аспарагиновой кислоты и лизина. В этом варианте тенденция к увеличению содержания валина и аланина сохранилась и к периоду молочной спелости. К этому времени в варианте 1110 в составе суммарных белков значительно возрастало количество лизина (с 3,5 до 6 мг%) и умень-

Т а б л и ц а 5

Динамика аминокислотного состава суммарных белков пшеницы в период вегетации при систематическом применении банвела-д (% к общему белку)

Аминокислота	Выход в трубку				Колошение				Молочная спелость			
	0000	0001	1111	1110	0000	0001	1111	1110	0000	0001	1111	1110
Лизин	6,4	6,1	6,3	4,0	6,2	5,5	4,8	6,2	3,5	3,7	3,0	6,0
Гистидин	2,3	2,2	2,2	2,0	2,1	2,2	2,2	2,4	2,2	1,9	1,7	2,2
Аргинин	7,0	6,7	6,9	6,6	7,3	6,8	6,1	7,1	5,3	5,0	4,0	4,5
Аспарагиновая	6,7	9,3	8,1	6,5	9,1	9,2	7,4	7,5	4,9	5,6	4,8	2,3
Треонин	4,4	4,4	4,4	4,6	4,7	4,7	4,2	4,3	3,5	3,0	3,1	2,9
Серин	4,6	5,0	4,8	5,0	5,0	5,0	4,9	4,7	5,0	5,5	4,9	4,8
Глютаминовая	12,0	12,1	12,0	12,6	11,6	12,3	11,9	12,2	27,2	25,9	26,1	26,1
Пролин	5,7	5,4	5,0	4,2	5,2	3,9	5,1	5,3	8,2	8,4	9,1	8,9
Глицин	4,8	4,8	4,6	4,9	4,7	4,7	4,9	4,8	3,3	3,7	4,3	3,2
Аланин	6,3	5,1	5,2	7,1	5,4	5,1	6,2	5,9	3,6	4,3	5,4	4,4
Валин	10,3	9,8	10,2	10,9	9,7	10,5	11,0	9,7	7,9	7,5	8,8	8,4
Метионин	0,7	1,0	0,7	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,7	0,6	0,4	0,7
Изолейцин	5,3	5,1	5,4	5,5	4,9	5,2	5,4	5,3	4,3	4,2	4,3	4,5
Лейцин	7,4	7,3	7,5	7,7	7,1	7,4	7,6	7,3	6,0	6,1	6,0	6,1
Тирозин	4,1	4,2	4,2	4,7	4,1	4,2	4,4	4,4	3,0	3,3	3,2	3,5
Фенилаланин	7,4	7,1	7,7	7,7	7,0	7,4	7,7	7,3	6,1	6,2	6,3	6,3
Незаменимые аминокислоты	41,9	40,8	42,2	41,2	40,5	41,4	41,6	41,1	32,0	31,3	31,9	34,9

П р и м е ч а н и е. Во всех вариантах отмечены следы цистеина.

шалось количество аспарагиновой кислоты (с 4,9 до 2,3 мг%), сумма незаменимых аминокислот увеличивалась с 32,0 до 34,9%.

Под влиянием тордона 22к (табл. 6) в вариантах многолетних обработок и их последействия ко времени колошения в белках пшеницы уменьшалось содержание аспарагиновой кислоты, а в варианте последействия (1110) также уменьшалось содержание лизина и аргинина и увеличивалось количество глютаминовой кислоты. К концу вегетации ее содержание в белках понижалось во всех вариантах с гербицидом и его последействием. В результате последействия трехлетних обработок (1110) уменьшалось также содержание аспарагиновой кислоты и лизина.

Таким образом, как первичная, так и повторные (в поколениях) обработки пшеницы гербицидом приводили к изменению количества и соотношения аминокислот пшеницы в период вегетации. Причем изменялось не только количество свободных аминокислот, но и содержание отдельных аминокислот в суммарных белках пшеницы.

В литературе отмечается [4], что уже через 3 дня после обработки листьев овса 2,4-Д более 90% гербицида находилось в составе белкового комплекса. 2,4-Д связывается белками и в листьях кукурузы, пшеницы, ячменя, пырея ползучего, в то время как для чувствительных растений, таких как подсолнечник, фасоль и другие двудольные, эти процессы не характерны [23]. Важно подчеркнуть, что у гороха, чувствительного к 2,4-Д, существенных изменений в ами-

нокислотном составе суммарных белков под влиянием сублетальных доз гербицида в период сильного угнетения роста не произошло [13]. Наблюдаемые нами изменения в содержании отдельных аминокислот в суммарных белках обусловлены, видимо, тем, что пшеница — устойчивая к гербициду культура. Характер и степень воздействия гербицидов на пшеницу во многом определялись необычными условиями крайне засушливого в условиях Северного Казахстана 1974 г., вызвавшими сильное угнетение растений в течение длительного периода.

Интересно отметить, что изменения как в содержании свободных аминокислот, так и в количестве отдельных аминокислот суммарных белков пшеницы были более значительными при многолетних обработках гербицидами, чем при их первичном воздействии. И совер-

Т а б л и ц а 6

Динамика аминокислотного состава суммарных белков пшеницы в период вегетации при систематическом применении тордона 22к (% к общему белку)

Аминокислота	Выход в трубку				Колошение				Молочная спелость			
	0000	0001	1111	1110	0000	0001	1111	1110	0000	0001	1111	1110
Лизин	5,7	5,9	6,0	7,0	6,3	6,1	5,9	4,5	3,5	3,4	4,1	1,9
Гистидин	1,9	1,9	2,1	2,5	2,0	2,0	2,0	1,5	2,0	1,9	2,0	2,2
Аргинин	6,3	6,2	6,3	6,6	6,6	6,3	6,5	5,3	5,3	4,7	4,7	5,8
Аспарагиновая	8,6	7,5	7,7	8,5	7,5	6,4	5,9	4,0	3,5	4,4	4,3	2,0
Треонин	3,5	5,8	3,3	2,9	3,6	3,7	3,6	3,5	2,9	3,2	3,2	2,1
Серин	5,4	5,0	4,6	4,0	5,4	4,8	6,1	5,4	5,1	5,1	5,1	5,3
Глютаминовая	12,0	11,7	12,7	11,2	12,1	12,3	12,3	19,7	28,3	25,6	25,4	26,6
Пролин	5,6	5,0	5,2	5,6	6,0	5,2	6,1	5,9	8,5	8,4	7,1	8,3
Глицин	4,9	4,6	4,9	4,7	4,5	4,7	4,6	4,6	3,2	3,5	3,7	3,7
Аланин	6,1	6,1	6,1	6,7	6,2	6,3	6,8	6,8	5,2	4,1	4,5	5,4
Валин	9,8	10,2	10,4	10,5	10,0	10,8	10,1	9,6	8,1	8,7	9,3	8,7
Метионин	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	0,8	0,9	0,7	1,3
Изолейцин	5,2	5,2	5,6	5,2	4,8	5,3	5,0	4,9	4,1	4,6	4,4	4,8
Лейцин	7,5	7,4	7,7	7,4	7,6	7,6	7,4	7,3	6,1	6,4	6,2	6,7
Тирозин	4,3	3,9	4,3	4,2	3,9	4,4	4,0	3,9	2,9	3,5	3,1	3,4
Фенилаланин	7,4	7,4	7,6	7,3	7,1	7,7	7,4	7,1	5,7	6,4	7,0	6,9
Незаменимые аминокислоты	40,0	42,6	41,4	41,3	40,4	42,1	40,4	37,9	31,2	33,6	34,9	32,4

П р и м е ч а н и е. Во всех вариантах отмечены следы цистеина.

шенно неожиданными оказались еще более значительные изменения названных показателей в вариантах последствия трехлетних обработок гербицидами, тем более что в динамике роста накопления сухого вещества, в структуре и величине урожая пшеницы в этом варианте заметных различий по сравнению с контролем не наблюдалось.

Гербициды 2,4-Д, банвел-д и тордон 22к не однотипно влияли на содержание отдельных аминокислот, что может быть связано с различиями в механизме их действия на растения. Не наблюдалось и определенных закономерностей в изменении содержания аминокислот в период вегетации. По мере роста и развития пшеницы различия между вариантами по сумме свободных аминокислот уменьшались, но влияние гербицидов на содержание одних аминокислот было более значительным вскоре после обработок гербицидами в начальные фазы роста, количество других аминокислот больше изменялось к концу вегетации. Это, видимо, объясняется тем, что аминокислоты играют неодинаковую роль в предотвращении токсического действия гербицидов и обеспечении устойчивости культуры на различных этапах роста и развития пшеницы.



В целом полученные результаты показывают, что гербициды вызывали у устойчивых растений значительные изменения в обмене азотсодержащих соединений, которые не обнаруживались при определении содержания общего азота, суммарного азота белка и его небелковых форм, но выявлялись при определении количества свободных аминокислот и отдельных аминокислот в суммарных белках. Многолетние систематические обработки пшеницы гербицидами сопровождались более глубокими нарушениями обмена, чем однолетние. Изменение динамики аминокислотного состава зеленой массы пшеницы в варианте 1110 (последействие) свидетельствует о влиянии на метаболизм пшеницы обработок, проводимых в предшествующие годы. В то же время полученные данные пока не позволяют сделать конкретных выводов о причинах выявленных различий в содержании свободных аминокислот и количестве отдельных аминокислот в составе суммарных белков, что требует проведения углубленных исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Груздев Л. Г., Орлова В. Ф., Накоржевая Н. Л. Урожай и качество ячменя при систематических обработках гербицидами. «Докл. ТСХА», 1972, вып. 187, с. 87—91.—2. Груздев Л. Г. Качество белков зерна злаков при применении синтетических регуляторов роста. В сб.: Проблемы белка в сельск. хоз-ве. М., «Колос», 1975, с. 531—536.—3. Дэвис Д., Джованелли Дж., Рис Т. Биохимия растений. М., ИЛ, 1966.—4. Земская В. А., Ракин Ю. В. О детоксикации 2,4-Д в растениях подсолнечника и овса. «Агрохимия», 1964, № 7, с. 101—104.—5. Зинченко В. А., Таболина Ю. П. Влияние 2-летних обработок гербицидами на урожай и качество пшеницы. «Докл. ТСХА», 1975, вып. 208, с. 43—46.—6. Зинченко В. А., Таболина Ю. П., Калитина Н. В. Об особенностях действия гербицидов при их систематическом многолетнем применении. «Изв. ТСХА», 1976, вып. 5, с. 157—168.—7. Зинченко В. А., Таболина Ю. П., Калитина Н. В. Влияние ежегодных в течение трех лет обработок гербицидами на урожай пшеницы и его качество. «Изв. ТСХА», 1977, вып. 2, с. 153—159.—8. Зинченко В. А., Губашеева М. С., Таболина Ю. П., Калитина Н. В. Влияние ежегодных в течение 4 лет обработок гербицидами на вынос основных элементов питания пшеницей и содержание их в растениях. «Изв. ТСХА», 1977, вып. 3, с. 164—169.—9. Иваненко А. С. Действие и последствие натриевой соли 2,4-Д на яровую пшеницу. «Химия в сельск. хоз-ве», 1968, № 4, с. 37—39.—10. Калитина Н. В., Зинченко В. А., Груздев Л. Г., Таболина Ю. П., Распутин В. М. Влияние систематических четырехлетних обработок гербицидами на урожай пшеницы и его качество. «Изв. ТСХА», 1977, вып. 1, с. 140—148.—11. Калмыков П. П., Терехова М. А., Иваненков В. П. Повысить эффективность гербицидов 2,4-Д. Алма-Ата, «Кайнар», 1975.—12. Ладонин В. Ф. Физиологические и биохимические аспекты действия гербицидов на растения. Автореф. докт. дис. Л., 1974.—13. Ладонин В. Ф., Самойлов Л. Н., Посмитная Л. В., Груздев Л. Г., Дюкина М. И. Влияние банвела-д на некоторые стороны азотистого обмена растений гороха. «Агрохимия», 1974, № 9, с. 120—127.—14. Петунова А. А., Покровская Н. Ф. Действие гербицидов на урожай и химический состав зерна яровой пшеницы. «Агрохимия», 1966, № 5, с. 123—128.—15. Петунова А. А., Казарина Е. М., Трофимовская А. Я. Влияние многолетнего применения гербицидов на урожай и качество зерна ячменя. Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1971, т. 44, с. 252—260.—16. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. М., «Колос», 1968.—17. Словцов Р. И., Орлова В. Ф., Груздев Л. Г. Влияние повторных обработок гербицидами на аминокислотный состав экстрактивных и неэкстрактивных белков зерна ячменя. Тр. II Всесоюз. совета по исследованию остатков пестицидов. Таллин, 1971, с. 173—174.—18. Словцов Р. И., Груздев Л. Г., Накоржевая Н. Л. Влияние повторных обработок гербицидами на урожай, химический состав и биологическую ценность зерна ячменя. Тез. Всесоюз. конф.: Химизация растениеводства и качество с.-х. продукции. М., НТОСХ, 1971, с. 89—94.—19. Словцов Р. И., Груздев Л. Г. Действие систематического применения гербицидов на состав и биологическую ценность белков зерна ячменя. «Изв. ТСХА», 1975, вып. 2, с. 157—163.—20. Томкевичус П. В. Исследование систематического применения гербицидов на посевах ячменя, гороха и кормового люпина. Автореф. канд. дис. Каунас, 1973.—21. Филипченко И. А. Влияние 2,4-Д на онтогенез и семенные качества пшеницы. Автореф. канд. дис. М., 1961.—22. Фоуден Л.

Биогенез аминокислот. В кн.: Биохимия растений. М., «Мир», 1968, с. 204—224. — 23. Чкаников Д. М. Герби-

цидное действие 2,4-Д и других галогид-феноксикислот. М., «Наука», 1973.

*Статья поступила 15 июня 1977 г.*

#### SUMMARY

The data on the dynamics of nitrogen form content and amino acid composition of green mass of wheat in the growing period under conditions of treatment with slightly volatile ethers 2,4-D (C<sub>7</sub>—C<sub>9</sub>), banvel D and tordone 22k for four years are presented in the paper.

The herbicides caused considerable changes in the exchange of compounds containing nitrogen. The amount of free amino acids and of certain amino acids in summary proteins was changed; the amount of total nitrogen, summary nitrogen of protein and of its non-protein forms remained at the same level. Regular herbicidal treatments of wheat for many years resulted in more serious disturbances of amino acid exchange than treatments conducted for one year.