

УДК 581.133.12.04:632.95:633.16

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ АМИНОКИСЛОТ В ВЕГЕТАТИВНЫХ И ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНАХ ЯЧМЕНЯ ПРИ РАЗДЕЛЬНОМ И СОВМЕСТНОМ ВНЕСЕНИИ ГРАНСТАРА, ТИЛТА И КАРБАМИД-АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

Г.С. ГРУЗДЕВ, К.В. ДЕЙКОВ

(Кафедра химических средств защиты растений)

Установлено, что разные сочетания гербицида гранстар, фунгицида тилт и карбамид-аммиачной селитры влияют на содержание свободных аминокислот в вегетативных органах, а также в зерне ярового ячменя. В заметно меньшей мере значение этого показателя зависит от способов внесения данных агрохимикатов. Изменения в содержании большинства свободных аминокислот находятся в прямой зависимости от динамики разрушения остаточных количеств действующих веществ пестицидов.

Важнейшей фракцией органически связанного азота в вегетативных органах растений являются свободные аминокислоты. Сочетание различных факторов внешнего воздействия вызывает реакцию культуры, выражающуюся прежде всего в перестройке баланса свободных аминокислот, а также отдельных групп и фракций белков. О влиянии пестицидов и минеральных удобрений на содержание аминокислот сообщали многие авторы [1-3, 6-10]. Важность изучения данного вопроса обусловлена механизмом действия ряда действующих веществ пестицидов. В частности, исследуемый в опыте гербицид гранстар приводит к ингибированию активности фермента ацетолактатсинтазы, специфичного для биосинтеза таких аминокислот, как изолейцин, лейцин и валин. Этот процесс наблюдается и у чувствительных, и у устойчивых к гербициду растений [4]. В литературе имеются сообщения о влиянии фунги-

цида тилт на ряд важнейших ферментов и ферментативных комплексов, в том числе и на нитратредуктазу (основной фермент азотного обмена) [5]. Отсюда следует, что при сочетании гербицида гранстар с фунгицидом тилт, особенно при их совместном внесении в виде баковых смесей, могут возникнуть серьезные изменения в балансе свободных аминокислот у растений.

Изучение такого рода изменений и явилось задачей нашего исследования.

Методика

Опыты проводились в 1989-1992 гг. в лабораторных и полевых условиях.

Полевой опыт был заложен в учхозе «Михайловское» по полной 3-факториальной схеме в 3-кратной повторности с рендомизированным расположением делянок. Площадь делянки 40 м². Почва дерново-подзолистая, рН — 6,4; Н_г — 2,5; содержание гумуса — 1,7 % (по

Тюрину); S_0 — 12,0; V — 90, P_2O_5 — 6,9 мг (по Кирсанову); K_2O — 10,3 мг (по Масловой) на 100 г. Объектом исследований был выбран сорт ярового ячменя Зазерский 85.

Схема опытов включала следующие сочетания пестицидов с жидким азотным удобрением КАС-28: 1 — фон 90N90P90K, 2,8 — по фону раздельное последовательное внесение препаратов с интервалом в 2 ч: 2 — 30N, 3 — фунгицид, 4 — гербицид, 5 — фунгицид, 30N, 6 — гербицид, 30N, 7 — гербицид, фунгицид, 8 — гербицид, фунгицид, 30N; 9-12 — по фону совместное внесение агрохимикатов в виде баковых смесей: 9 — фунгицид + 30N, 10 — гербицид + 30N, 11 — гербицид + фунгицид, 12 — гербицид + фунгицид + 30N.

Норма расхода препаратов в расчете на 1 га составляла: для гербицида гранстар 25 г по препарату, для фунгицида тилт — 350 мл по препарату; доза азотных удобрений, вносимая с подкормкой в виде КАС-28, — 30 кг по азоту (110 л).

Обработку посевов проводили в межфазный период конец кущения — начало трубкования.

Отбор проб вегетативных органов и зерна осуществляли в полевом опыте по унифицированным правилам № 2051-79 в 2 срока: через 3 дня и 2 недели после обработки.

Содержание аминокислот определяли на полностью автоматизированном аминокислотном анализаторе «Хроматон Д-500» (Англия), управляемом ЭВМ. Метод определения основан на реакции с нингидриновым реагентом (по Муру и Стейну) с использованием ионно-обменной хроматографии на колонках.

К навеске образца приливали 10 мл 5,7 н. HCl с добавлением 0,02 н. 2-меркаптоэтанола (для предотвращения окисления метионина). Исследуемый образец охлаждали до 0°С в вакууме. Вакуумирование продолжалось 10 мин.

Отвакуумированные пробирки запаивали. Гидролиз проводили 24 ч при температуре 110 °С и непрерывном перемешивании. Затем пробирки вскрывали и отбирали по 1 мл их содержимого для упаривания при температуре 35 °С. После упаривания соляной кислоты остаток разбавляли деионизированной водой (0,2 мл), вновь упаривали досуха и добавляли в пробирку 1 мл натрийцитратного буфера (рН 2,2). Перед взятием проб гидролизат центрифугировали и вводили в анализатор. Абсолютные концентрации аминокислот в пробе подсчитывали с помощью ЭВМ на основании калибровочных коэффициентов, представляющих собой площади хроматографических пиков содержания аминокислот, полученных предварительно при анализе эквивалентной смеси аминокислот заданной концентрации. Данные о концентрации калибровочной смеси вводятся в память компьютера и используются при расчетах. Для повышения точности анализа значения концентрации вводятся в компьютер в размерности 10^{-11} моля, или 10^{-3} мкг. Количество вводимой пробы составляет 120 мкл, режим ионно-обменной колонки 60 °С при 50 ат, реакция с нингидрином происходит в змеевике при 95 °С в среде азота. Измерение оптической плотности осуществляется с помощью двух фотометров с длинами волн 440 и 590 нм.

При определении остаточных количеств гербицида гранстар использовали метод ВЭЖХ на хроматографе «Waters-510» (США) и методику, разработанную В.А. Калининим. Остаточные количества фунгицида тилт в культуре определяли методом ГЖХ на хроматографе «Цвет-550» по методике Т.М. Петровой.

Результаты

Через 3 дня после применения средств химизации наблюдались довольно существенные изменения в суммар-

Т а б л и ц а 1
 Содержание свободных аминокислот (мг/100 г) в вегетативных органах и 1990 г. (числитель) и 1989 г. (знаменатель) через 3 дня после обработки транстаром (Г) и тиллом (Т) в разных сочетаниях по фону 90N90P90K

Аминокислота	По фону											НСР ₉₅
	Фон	30N	Т	Г	Г, Т	Г, Т, 30N	Г+Т	Г+30N	Г+Т+30N	НСР ₉₅		
Аспаргин	6,5	24,6	42,3	10,4	11,4	55,9	31,7	12,0	55,9	51,5	15	
	10,8	29,6	57,3	13,4	12,5	61,0	57,4	11,4	65,3	59,3	17	
Треонин	50,6	40,4	55,9	20,3	14,6	78,9	67,1	21,2	78,3	52,4	13	
	62,5	52,3	58,1	24,2	28,7	80,2	88,2	33,5	89,7	71,6	20	
Серин	152,1	151,4	154,3	56,9	53,8	106,3	34,4	49,7	131,9	91,5	22	
	188,3	175,7	181,2	71,8	66,0	139,4	117,6	55,8	156,2	127,5	24	
Глутамин	244,6	168,0	93,8	125,4	143,3	81,5	102,7	139,3	101,9	93,6	31	
	53,3	184,5	66,4	144,0	135,6	108,8	119,5	117,5	127,1	139,4	29	
Глицин	17,3	25,1	19,5	9,5	15,9	20,1	18,1	18,0	20,6	15,6	3	
	21,7	33,1	23,7	16,6	18,7	27,3	25,9	20,1	25,2	19,7	4	
Аланин	101,1	136,8	146,5	49,2	51,5	133,3	102,4	53,7	108,2	110,1	18	
	126,0	149,9	131,1	69,5	77,3	158,2	137,1	66,4	136,5	123,9	15	
Валин	199,6	197,1	102,4	97,2	93,4	235,4	178,9	108,4	188,7	164,9	15	
	154,9	148,3	122,7	113,4	122,6	277,5	189,2	141,0	189,3	173,1	16	
Меткоянин	2,2	2,5	1,6	0,6	0,8	0,9	1,5	0,6	0,9	1,2	0,3	
	2,1	2,3	1,9	0,8	0,8	0,8	1,6	0,8	0,8	1,5	0,3	
Изолейцин	92,6	113,3	150,7	46,9	76,9	139,0	106,2	67,5	140,4	90,5	13	
	87,3	126,2	144,2	67,5	84,3	161,2	148,3	79,3	154,6	116,8	14	
Лейцин	54,6	55,3	102,4	26,1	43,3	103,1	77,4	51,4	74,3	71,3	7	
	68,2	74,5	155,9	33,7	51,2	137,0	89,2	66,5	100,2	93,5	9	
Тирозин	37,3	62,6	66,4	45,8	49,0	51,0	51,9	52,8	71,5	41,4	11	
	51,5	78,0	63,4	56,0	64,7	56,2	54,7	71,2	84,7	78,2	13	
Фенилаланин	101,3	216,5	205,4	130,5	147,1	159,2	118,5	131,9	133,7	89,9	27	
	129,7	235,1	229,8	154,1	166,9	180,7	165,2	155,8	159,3	109,1	26	
Гистидин	73,5	153,1	155,5	92,3	82,9	172,7	96,4	87,5	162,4	84,8	12	
	89,0	177,1	181,3	107,3	94,1	195,2	111,8	91,3	186,1	97,5	14	
Лизин	31,6	55,7	59,4	11,1	10,9	61,2	47,9	10,4	61,2	28,4	9	
	37,2	50,5	61,0	15,2	13,7	77,9	39,7	17,2	91,0	38,9	11	
Аргинин	35,7	76,2	60,7	61,1	41,2	42,2	32,9	44,2	27,2	22,3	18	
	29,6	80,2	78,0	77,8	68,0	69,5	54,4	50,6	90,3	64,5	17	
Пролин	10,1	9,3	10,6	15,1	8,4	16,4	10,4	16,9	27,4	26,5	3	
	11,3	10,7	1,2	16,7	10,2	17,3	20,6	17,2	23,5	25,4	3	
Σ	954,7	1487,9	1427,4	803,7	844,4	1458,1	1137,4	866,2	1452,7	1035,9		
	1123,4	1606,8	1567,9	984,0	1012,4	1749,7	1431,5	995,8	1683,9	1524,4		

ном содержании свободных аминокислот на всех вариантах опытов (табл. 1). Достоверно возросло суммарное количество свободных аминокислот после внесения КАС-28 и тилта, а при обработке гранстаром значение изучаемого показателя снижалось.

Увеличение содержания свободных аминокислот при применении азотной подкормки (КАС-28) обусловлено более интенсивным поступлением в культуру соединений азота и, следовательно, активизацией азотного обмена. Увеличение содержания аминокислот оказалось довольно значительным (43 и 56 % к контролю соответственно в 1989 и 1990 гг.), а происходило оно за счет аминокислот семейства шикимовой кислоты (прежде всего тирозина и фенилаланина) и семейства глутаминовой кислоты (аргинина и глутамин), а также гистидина и лизина.

При обработке тилтом содержание свободных аминокислот в вегетативных органах ячменя также существенно повысилось (на 50 и 40 % в 1989 и 1990 гг.). Вероятно, это объясняется активизацией процессов метаболизма и связанным с этим изменением в аминокислотном балансе. Отмеченный рост содержания аминокислот осуществлялся за счет увеличения количества аминокислот семейства шикимовой кислоты (фенилаланина и тирозина), что повышало резистентность растений к возбудителям заболеваний. Некоторое увеличение происходило и за счет аминокислот семейства глутаминовой кислоты (глутамин и аргинин). Отмечалось также определенное перераспределение аминокислот семейства пируватов, в частности увеличилось содержание лейцина и снизилось — валина.

Применение гранстара привело к снижению суммарного содержания свободных аминокислот (на 12 и 15 % по отношению к контролю соответственно в 1989 и 1990 г.). При этом произошли изменения в аминокислотном балан-

се. Отмечались изменения и в содержании отдельных аминокислот. Так, обнаружено достоверное уменьшение содержания аминокислот семейств аспартата, пирувата и серина при одновременном увеличении содержания аминокислот семейств глутаминовой и шикимовой аминокислот, а также гистидина. Выявленные изменения существенны, что свидетельствует об активном протекании метаболических процессов, вызванных детоксикацией действующего вещества гербицида. Отмечено достоверное снижение содержания тех аминокислот, синтез которых ингибируется действующим веществом гербицида (валина, изолейцина и лейцина).

При использовании гербицида в сочетании с фунгицидом наблюдалось снижение концентрации аминокислот семейства аспарагиновой кислоты и серина, в то же время содержание аминокислот семейства глутаминовой кислоты возросло. Данные изменения не зависели от способа применения препаратов. Внесение баковой смеси из гербицида и фунгицида, по всей видимости, не привело к увеличению степени и длительности ингибирования ацетолаттатсинтазы, так как заметных изменений в синтезе изолейцина, валина и лейцина по сравнению с вариантом, где применяли один лишь гербицид, не было обнаружено.

Внесение гербицида в сочетании с азотной подкормкой вызвало некоторое изменение баланса аминокислот. Так, возросло содержание аминокислот семейства глутаминовой кислоты (за счет увеличения содержания глутамин и пролин), а также существенно возросло содержание гистидина. Несколько повысилась концентрация отдельных аминокислот, в частности лизина и изолейцина. Содержание изолейцина, валина и лейцина оказалось выше, чем в варианте с внесением гербицида, что указывает на более быстрое преодоление ингибирования ацетолаттатсинта-

Таблица 2

Содержание свободных аминокислот (мг/100 г) в вегетативных органах ячменя
в 1989 г. (злапатель) и 1990 г. (знаменатель) через 2 нед после обработки агрохимикатами

Аминокислота	По фону										НСР ₀₅
	Фон	30N	T	Г	Г, Т	Г, Т	Г, Т, 30N	Г+Т	Г+30N	Г+Т+30N	
Аспарагин	21,0	34,8	24,1	24,3	22,6	27,6	28,9	23,3	24,7	29,3	11
	33,9	38,6	29,8	33,7	39,8	41,8	34,5	43,8	37,2	44,8	13
Треонин	20,2	13,4	22,8	18,7	19,6	21,8	24,3	20,9	23,0	23,6	14
	25,4	43,2	30,9	38,5	36,2	34,7	47,9	37,9	38,8	30,7	12
Серин	51,4	70,8	66,5	45,6	47,3	40,2	63,5	50,4	58,1	66,8	16
	62,7	81,3	68,3	69,3	71,5	81,5	66,6	64,2	57,8	67,2	17
Глутамин	52,7	73,6	49,2	68,4	60,1	48,9	71,4	57,3	54,2	75,1	18
	58,3	76,5	59,5	88,5	91,3	108,2	113,3	82,6	78,3	83,1	19
Глицин	5,5	7,1	6,8	5,1	5,0	6,3	6,7	6,6	6,0	6,5	2
	6,3	8,2	2,3	6,0	5,1	6,9	7,0	6,6	7,1	6,8	3
Аланин	53,4	67,0	64,9	48,3	51,7	45,1	54,2	54,8	53,3	57,8	10
	72,3	79,8	88,8	76,2	77,4	58,7	50,3	53,6	73,4	62,1	11
Валин	31,8	60,7	17,7	37,5	30,0	27,9	44,6	36,2	41,2	48,0	10
	45,2	73,9	25,6	44,6	33,7	49,6	57,5	69,3	66,1	70,1	12
Метионин	0,8	0,9	0,8	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,2
	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,2
Изолейцин	68,3	50,1	73,7	54,8	49,9	70,1	67,8	64,3	77,3	70,9	10
	79,2	65,4	89,1	61,3	60,9	77,0	87,3	51,9	75,1	71,5	9
Лейцин	50,1	41,4	87,3	47,6	41,3	45,3	44,6	49,3	48,1	45,6	5
	65,2	66,7	80,5	40,3	39,7	68,4	60,2	78,2	54,5	50,1	7
Тирозин	30,9	21,8	44,7	38,4	34,5	39,7	43,2	40,0	42,0	44,8	7
	33,7	44,1	69,3	57,8	49,2	96,9	67,5	76,2	81,3	84,5	6
Фенилаланин	78,3	91,1	139,2	120,0	116,7	102,1	132,3	121,8	125,2	138,9	18
	82,5	107,0	180,8	141,5	138,6	140,3	151,4	119,7	114,0	106,3	17
Гистидин	65,3	61,8	89,3	66,1	62,3	62,5	67,8	65,7	66,3	63,1	7
	69,9	74,6	83,8	98,5	84,1	77,3	68,9	71,2	90,1	79,5	8
Лизин	20,2	14,5	34,6	18,4	17,5	22,4	20,9	18,3	18,9	20,6	5
	22,8	18,9	35,9	29,3	31,8	40,1	54,5	35,3	20,7	40,9	4
Аргинин	46,3	55,7	31,2	48,0	47,9	51,6	50,2	44,5	50,7	54,3	10
	50,1	46,2	39,7	61,8	94,0	64,5	81,2	63,9	75,1	69,6	11
Пролин	10,7	14,6	11,2	13,7	12,4	13,0	14,8	13,1	13,2	14,3	2
	12,2	16,7	13,3	14,1	13,5	14,7	15,0	13,8	15,1	15,6	2
Σ	607,6	663,3	774,1	655,4	613,5	625,7	735,1	670,1	709,7	762,3	
	730,1	842,7	811,8	862,2	873,6	931,2	812,3	793,8	900,4	847,4	

зы при сочетании гербицида с азотной подкормкой.

При комплексном применении всех изучаемых факторов наблюдалось повышение содержания аминокислот семейства глутаминовой кислоты (за счет глутамин и пролина) и некоторое увеличение аминокислот — производных аспарагиновой кислоты.

В содержании изолейцина, валина и лейцина, т.е. тех аминокислот, синтез которых ингибируется действующим веществом гербицида, достоверных различий по сравнению с контролем не обнаружено. Причем и здесь можно констатировать отсутствие влияния способов внесения и сочетаний агрохимикатов.

Таким образом, наши исследования показали, что через 3 дня после применения средств химизации произошли достоверные изменения как в суммарном содержании, так и в концентрации отдельных аминокислот. При этом следует отметить, что выявленные изменения обусловлены вариантами сочетаний изучаемых агрохимикатов, но не зависят от способа их внесения.

Через 2 нед после внесения средств химизации суммарное содержание свободных аминокислот лишь незначительно превышало контроль во всех вариантах, кроме вариантов с тилтом (табл. 2), в которых достоверные различия сохранились.

При использовании азотной подкормки наблюдалась лишь тенденция к повышению суммарного содержания аминокислот (на 9 и 15 % соответственно в 1989 и 1990 гг.); достоверное увеличение отмечено только по валину и пролину.

Под действием тилта содержание аминокислот семейства шикимовой кислоты и гистидина достоверно повысилось, а семейства пируватов — снизилось.

Влияние гербицида на суммарное содержание свободных аминокислот ока-

залось незначительным (табл. 2), однако выявлены достоверные различия в содержании отдельных аминокислот. Так, количество фенилаланина и пролина увеличилось, изолейцина и метионина — несколько снизилось. Вероятно, данное перераспределение аминокислот связано с протеканием процессов детоксикации метаболитов гербицида, поскольку его действующее вещество в это время уже не обнаруживалось в культуре.

При использовании гербицида в сочетании с фунгицидом сумма свободных аминокислот возросла незначительно (на 19 и 8 % при раздельном и 2 и 11 % при совместном внесении соответственно в 1989 и 1990 гг.). В то же время достоверные изменения обнаружены по отдельным аминокислотам. В частности, при раздельном внесении агрохимикатов возросло содержание аминокислот семейства шикимовой кислоты (за счет фенилаланина), а при совместном внесении — фенилаланина, тирозина и производных глутаминовой кислоты.

Применение гербицида в сочетании с азотной подкормкой привело к достоверному повышению суммарного содержания свободных аминокислот за счет увеличения аминокислот семейства шикимовой и глутаминовой кислот.

В вариантах с использованием всех факторов опыта также произошло возрастание суммарного содержания свободных аминокислот, что определялось повышением содержания аминокислот семейства глутаминовой кислоты, пируватов и шикимовой кислоты. Выявленные изменения не зависели от способа внесения средств химизации.

Приведенные данные по второму сроку определения (через 2 нед после применения агрохимикатов) свидетельствуют о стабилизации аминокислотного баланса, что указывает на наличие прямой связи между динамикой разрушения действующих веществ пестицидов

и содержанием аминокислот в культуре (табл. 3, 4). Лишь в вариантах с фунгицидом тилт отмечались изменения в аминокислотном балансе, поскольку к этому времени действующее вещество гербицида уже не обнаруживалось, а пропиконазол (д.в. фунгицида тилт) сохранялся в довольно больших количествах (2,14-2,38 мг на 1 кг вегетативной массы).

Способы внесения агрохимикатов (совместное в виде баковых смесей и раздельное) фактически не отразились на изучаемых показателях.

Итак, изменения в содержании свободных аминокислот в вегетативных органах ячменя, вызванные применением средств химизации, носят кратковременный характер и не зависят от способа внесения препаратов.

В зерне ячменя суммарное содержание аминокислот в 1989 г. было выше, чем в контроле, во всех вариантах опы-

та (табл. 3). Каждый фактор в отдельности и особенно гербицид достоверно повышали значения этого показателя. Примерно в равной степени способствовало накоплению аминокислот применение фунгицида и азотной подкормки.

При внесении средств химизации в различных сочетаниях также отмечалось повышение содержания аминокислот в зерне. Максимальными его значения были при сочетании фунгицида и азотной подкормки. И в этом случае способ внесения средств химизации не оказал влияния на суммарное содержание аминокислот.

В 1990 г. были получены несколько другие результаты. Так, наибольшее увеличение суммарного количества аминокислот наблюдалось в варианте с азотной подкормкой, несколько меньше — в варианте с фунгицидом, а гербицид не оказал существенного влияния на данный показатель (табл. 3). Прирост сум-

Т а б л и ц а 3

Содержание аминокислот (мг/100 г) в зерне ярового ячменя в среднем за 1989-1991 гг.

Аминокислота	Фон	По фону											
		30N	Г	Г	Г, 30N	Г, 30N	Г, Т	Г, Т, 30N	Т+30N	Г+30N	Г+Т	Г+Т+30N	
Моноаминодикарбоновые, диаминокрбоновые и циклические													
Аспарагин	7,2	7,2	8,3	6,9	7,2	7,6	7,0	7,0	6,9	7,4	7,2	7,6	
Глутамин	26,1	28,8	29,9	25,8	26,9	24,6	25,5	27,4	27,3	24,6	28,0	29,6	
Лизин	4,4	4,0	4,0	3,4	4,0	3,3	3,7	4,0	3,8	3,8	3,8	3,8	
Аргинин	5,2	6,0	7,0	7,1	7,4	6,5	6,2	7,2	7,0	7,1	6,3	7,1	
Пролин	11,3	13,4	13,7	13,3	13,3	11,9	12,1	12,4	12,6	11,9	11,6	12,0	
Тирозин	3,2	2,9	2,9	2,9	3,1	2,8	3,0	3,2	3,6	3,2	3,4	3,4	
Фенилаланин	5,6	5,4	7,1	5,4	5,9	5,3	5,7	5,9	6,0	5,3	6,0	6,4	
Гистидин	2,8	2,7	3,5	2,8	3,2	2,5	3,2	3,3	3,1	2,7	3,4	3,3	
Σ	65,8	70,4	76,4	67,4	70,9	64,6	66,4	70,4	68,2	66,0	69,7	74,1	
% к фону	100	107	116	103	108	98	101	107	104	100	106	113	
Моноаминокрбоновые													
Глицин	4,4	4,7	5,1	5,0	4,5	4,2	4,5	4,4	4,3	4,1	4,4	4,6	
Аланин	4,3	4,8	5,6	4,9	4,6	4,3	4,6	4,4	4,3	4,2	4,6	4,8	
Серин	4,9	5,1	4,0	5,4	5,0	4,6	4,9	4,9	5,0	4,6	4,6	5,1	
Треонин	3,8	4,2	3,5	4,5	4,0	3,8	3,9	4,1	3,8	3,7	4,3	4,1	
Метионин	1,3	1,5	1,4	1,7	1,6	1,4	1,3	1,4	1,4	1,3	1,4	1,5	
Валин	4,7	5,0	4,9	5,4	5,1	4,7	4,7	4,9	5,1	4,8	5,3	5,8	
Изолейцин	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5	3,2	3,1	3,5	3,4	3,3	3,5	3,8	
Лейцин	7,1	7,0	7,1	7,4	7,3	6,7	6,9	7,3	7,2	6,9	7,5	7,8	
Σ	33,9	35,8	34,9	37,7	35,6	32,9	33,9	34,4	34,5	32,9	35,6	37,5	
% к фону	100	106	103	111	105	97	100	103	102	97	105		

Динамика разрушения действующих веществ (мг/кг) гербицида гранстар (числитель) и фунгицида тилт (знаменатель) в зеленой массе ярового ячменя в 1989 г.

Вариант опыта	Время после обработки				
	12 ч	3 дня	7 дней	14 дней	30 дней
3 — Г	<u>0,53</u>	<u>0,43</u>	<u>0,32</u>	Сл.	-
4 — Т	-	-	-	-	-
	6,63	5,32	3,44	2,14	Сл.
5 — Т, 30N	-	-	-	-	-
	7,12	5,26	3,38	2,23	Сл.
6 — Г, 30N	<u>0,58</u>	<u>0,32</u>	Сл.	-	-
7 — Г, Т	<u>0,61</u>	<u>0,38</u>	<u>0,22</u>	Сл.	-
	7,00	5,36	3,19	2,38	Сл.
8 — Г, Т 30N	<u>0,51</u>	<u>0,42</u>	<u>0,23</u>	-	-
	6,81	5,14	3,32	2,16	Сл.
9 — Т + 30N	-	-	-	-	-
	6,93	5,39	3,26	2,31	Сл.
10 — Г + 30N	<u>0,42</u>	<u>0,31</u>	Сл.	-	-
11 — Г + Т	-	-	-	-	-
	<u>0,56</u>	<u>0,34</u>	<u>0,21</u>	-	-
	6,75	5,30	3,50	2,37	Сл.
12 — Г + Т + 30N	<u>0,44</u>	<u>0,36</u>	<u>0,29</u>	Сл.	-
	6,89	5,28	3,43	2,29	Сл.

Примечание. В конце вегетационного периода в 1989 г. в зерне, соломе и почве не было обнаружено остаточных количеств действующих веществ пестицидов. В 1990 г. последние разрушались на 3-4 дня быстрее при тех же соотношениях.

марного содержания аминокислот при азотной подкормке, вероятно, вызван метеорологическими условиями в вегетационный период. При жаркой и сухой погоде сдерживалось поступление в растения минеральных веществ из почвы, в связи с этим возросло значение азотной подкормки. Метеоусловия повлияли и на содержание аминокислот в вариантах с фунгицидом.

Применение агрохимикатов в различных сочетаниях хотя и незначительно, но снизило суммарное количество аминокислот. Исключение составил лишь вариант с сочетанием фунгицида и азотной подкормки.

Данные дисперсионного анализа показали отсутствие достоверных различий по изучаемому показателю между

вариантами опытов при совместном и раздельном внесении препаратов.

В 1991 г. суммарное содержание отдельных аминокислот в зерне ячменя было максимальным, при этом роль каждого фактора опыта оказалась довольно значительной (табл. 3). Наибольшее увеличение данного показателя отмечено в вариантах с фунгицидом и гербицидом. Азотная подкормка в условиях данного вегетационного сезона не отразилась на содержании аминокислот.

Влияние сочетаний средств химизации на содержание отдельных аминокислот было несколько иным, чем в предыдущие годы. Так, существенно повысилось содержание в зерне аспарагина и глутамина, а также лизина. В опыте 1991 г. впервые за годы исследова-

ний наблюдалась тенденция к увеличению содержания аминокислот при совместном внесении средств химизации по сравнению с раздельным их применением.

По содержанию большинства аминокислот варианты с сочетаниями агрохимикатов фактически не отличались от контроля.

Итак, можно заключить, что содержание аминокислот носит сезонный характер; на протяжении всего времени исследований не отмечалось качественных изменений в аминокислотном составе. Комплексное применение агрохимикатов способствует повышению содержания аминокислот. Влияние сочетаний средств химизации на аминокислотный состав различно. Содержание валина, лейцина и изолейцина, т.е. аминокислот, синтез которых ингибируется в чувствительных к гранстару культурах, изменялось незначительно, что свидетельствует об отсутствии длительного влияния действующего вещества гербицида на ферментативный комплекс, ответственный за синтез данных аминокислот.

Наиболее существенные изменения в содержании свободных аминокислот отмечались в первые несколько дней после обработки агрохимикатами. Степень этих изменений находилась в обратной зависимости от содержания остаточных количеств действующих веществ пестицидов (прежде всего гербицида). Выявленные изменения носят

кратковременный характер и не отражаются на суммарном количестве, а также балансе отдельных аминокислот в зерне ячменя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглов В.Г., Шелестов Е.П., Седова Е.В. Влияние гербицидов на качество зерна овса и ячменя.— Химия в сельск. хоз-ве, 1974, № 9, с. 45-47.— 2. Груздев Л.Г., Миренков Ю.М., Груздев Г.С. Химический состав и азотный обмен у ячменя при разных нормах минеральных удобрений и обработке посевов гербицидами.— Изв. ТСХА, 1984, вып. 4, с. 55-66.— 3. Деева В.П., Шелег З.И. Физиология устойчивости сортов растений к гербицидам и ретардантам. Минск, 1976.— 4. Макеева-Гурьянова Л.Т., Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Сульффонилмочевины — новые перспективные гербициды. Обз. лит. М.: Агропромиздат, 1989.— 5. Розин М.А. Влияние некоторых пестицидов и их сочетаний на активность нитратредуктазы пшеницы.— Сб. ст./Сост. Г.Н. Берим, ВИЗР, 1985, с. 38-41.— 6. Самерсов В.Ф., Прищепя И.А. Влияние гербицидно-инсектицидных смесей на содержание азотистых веществ в растениях ячменя.— Хим. в сельск. хоз-ве, 1978, № 7, с. 58-61.— 7. Macklad M.— Zusammenhang zwischen pflanzlichen Massnahmen bei der Erzeugung von Wizen einerseits und dem Backwert, Proteingehalt, dessen Aminosaeurenzusammensetzung sowie der Restmengen an Denoseb-Acetat und MCPA andererseits. Diss., Bonn, 1978.— 8. Pomeranz Y., Weseberg D., Qibberton J.— J. Cereal Chem., 1976, vol. 59, p. 890-901.— 9. Ray T.— J. Plant. Phys., 1984, vol. 75, № 3, p. 827-831.— 10. Robinson G., Fenster C.— Agr. J., 1973, vol. 3, p. 746-750.

Статья поступила 12 декабря 1993 г.

SUMMARY

It has been found that different combinations of herbicide granstar, fungicide tilt and carbamide-ammonium saltpeter influence the content of free amino acids in vegetative organs and in grain of spring barley, while the ways of applying these agricultural chemicals produce much lower effect on it. Changes in the content of most free amino acids directly depend on the dynamics of decomposition of residual amounts of active substances in pesticides.