

УДК 633.16:[581.192:547.965+632.954

ДИНАМИКА АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ВЕГЕТАТИВНОЙ МАССЫ ЯЧМЕНЯ НА РАЗНЫХ ФОНАХ ПИТАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕРБИЦИДОВ

Л. Г. ГРУЗДЕВ, Л. В. ПОСМИТНАЯ, Г. С. ГРУЗДЕВ
(Кафедра химических средств защиты растений)

При использовании в сельскохозяйственном производстве химических регуляторов роста и гербицидов, обладающих высокой физиологической активностью, появилась возможность направленного регулирования различных жизненно важных процессов у растений. Под действием синтетических регуляторов роста, особенно гербицидов, изменяется окислительное фосфорилирование [12, 18], синтез нуклеиновых кислот, аминокислот и белков [2, 14, 16], а также многие показатели, характеризующие качество урожая [10, 13, 15, 17]. Применение гербицидов и регуляторов роста должно основываться на знании механизмов их действия, метаболической реакции культурных и сорных растений на тот или иной препарат, примененный отдельно или совместно с различными удобрениями в разных дозах.

В ранее проведенных исследованиях [1—6] было показано, что такие гербициды, как 2,4-Д, дикамба, диален и хлорамп, существенно влияют на некоторые стороны метаболизма пшеницы, овса и ячменя, динамику содержания азота, фосфора и калия, а также аминокислотного состава вегетативной массы в процессе роста и развития. Степень проявления действия гербицидов во многом зависела от доз внесенных удобрений. Продолжая работу в этом направлении, мы изучали динамику содержания и состава аминокислот в вегетативной массе ячменя при обработке некоторыми гербицидами на двух фонах питания.

Материал и методы

Полевые опыты с ячменем Московский 121 проводили в учхозе «Дубки» Московской области в 1972—1974 гг. Почва опытных участков дерново-подзолистая, средне-суглинистая, содержание доступного фосфора по Кирсанову — 5,0—7,0 мг, обмен-

ного калия — 10—15 мг на 100 г, гумуса по Тюрину — 1,2—1,6%, обменная кислотность по Соколову — 2,2—2,3 мг-экв/100 г, сумма поглощенных оснований — 10—11,3 мг-экв/100 г и $pH_{\text{соль}}$ 5,1—5,5.

Учетная площадь делянок 50 м², повторность 4-кратная. Аммиачную селитру, гранулированный суперфосфат и хлористый калий вносили соответственно в дозах 85, 35 и 65 кг д. в на 1 га (фон I) и 170, 70 и 130 кг д. в на 1 га (фон II).

Аминную соль 2,4-Д в дозе 1,0 кг д. в на 1 га, дикамбу (банвел-д) — 0,1 и тордон 22 к — 0,05 кг вносили ручным опрыскивателем ОРП-Г, расход жидкости 600 л/га. Климатические условия в годы проведения опытов описаны ранее [3].

Пробы вегетативной массы ячменя отбирали в фазы кушения (III—IV этапы органогенеза), трубкования (IV—VI), колошения (VII—VIII) и молочной спелости зерна (XI этап органогенеза), фиксировали в термостате при 120° в течение 20 мин и высушивали при 60° до воздушно-сухого состояния.

Анализы химического состава растений проводили в ЦИНАО. Содержание азота определяли по Кьельдалю [11]. Свободные

аминокислоты из тонкоразмолотого материала экстрагировали водой по методике, описанной в практикуме по биохимии растений для извлечения небелкового азота [11]. Содержание свободных аминокислот после очистки экстракта небелкового азота на катионите КУ-2 устанавливали с помощью автоматических анализаторов аминокислот НД-1200 Е [7]. Идентифицировали только «протеиногенные» аминокислоты, триптофан и γ -аминомасляную кислоту. Суммарное содержание азота этих аминокислот составляло 85—90% общего аминного азота. Гидролиз белков проводили в запаянных ампулах с 6 н. HCl в течение 24 ч при 105° и соотношении навески с кислотой 1 : 200 [7]. Ошибка определений аминокислот на автоматическом анализаторе не превышала $\pm 2,5\%$, а коэффициент вариации для содержания отдельных аминокислот — 9—12%. Повторность всех анализов 2—3-кратная. Для расчетов использовали ЭВМ ЕС-1020 и специальную программу [8].

Результаты исследований

Уровень минерального питания ячменя и гербициды оказывали заметное влияние на относительное и абсолютное содержание азота, его белковых и небелковых форм в растениях. С повышением уровня питания в вегетативной массе ячменя во все фазы развития несколько увеличивалось относительное содержание общего азота. Так, если в фазу кушения (IV этап органогенеза) в контрольном варианте (без удобрений) оно составляло 1,9—2,1% сухой массы, то на фоне I и II — 2,1—2,3 и 2,6—2,8%, к трубкованию (V—VI этапы) — соответственно 1,25; 1,78 и 1,65%, а к восковой спелости зерна (IX этап) — 0,3; 0,9 и 1,1%. Большая вегетативная масса ячменя при внесении туков обусловила и большее абсолютное накопление азота [3].

Применение 2,4-Д и дикамбы в вариантах без туков привело к снижению относительного содержания азота в ячмене к концу фазы кушения. К фазам трубкования и колошения различия между вариантами с гербицидами несколько сглаживались, и к восковой спелости зерна количество общего азота в соломе различных вариантов практически было одинаковым. Это говорит о том, что применение гербицидов хотя и влияет на содержание общего азота растений, но не изменяет его кардинально.

Аминный и амидный азот составлял до 20—25% общего азота вегетативной массы ячменя на III—IV этапах органогенеза и более 45—50% в фазу начала формирования и налива зерна (X—XI этапы). В процессе роста и развития растений существенно менялись обменный фонд аминокислот и аминокислотный состав суммарных белков. Так, в фазу кушения в наибольшем количестве в зеленой массе ячменя, выращиваемого на фоне I, содержались пролин, аспарагиновая, глутаминовая и γ -аминомасляная кислоты, валин, фенилаланин и серин (табл. 1). Содержание метионина, глицина, аргинина и триптофана было наименьшим. Улучшение условий питания растений (фон II) в фазу кушения вызывало увеличение суммы свободных аминокислот в основном за счет γ -аминомасляной и аспарагиновой кислот, гистидина, аргинина, аланина, серина, глицина, валина и цистеина, при этом снижался уровень глутаминовой кислоты и особенно пролина (табл. 1).

В результате применения гербицидов на фоне I увеличивалось содержание свободных аминокислот — лизина, гистидина, аргинина, ас-

Содержание свободных аминокислот в вегетативной массе ячменя Московский 121
в фазу кущения (мг/100 г сухой массы)

| Аминокислота | Фон I | | | | Фон II | | | |
|-----------------|----------|--------|---------|---------------|----------|--------|---------|---------------|
| | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22К | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22К |
| Триптофан | 31,3 | 23,5 | 37,6 | 47,0 | 17,4 | 18,8 | 25,8 | 36,8 |
| Лизин | 54,9 | 59,3 | 78,6 | 70,5 | 55,0 | 58,7 | 40,8 | 49,2 |
| Гистидин | 83,5 | 97,4 | 106,1 | 95,6 | 100,9 | 96,5 | 26,1 | 43,5 |
| Аргинин | 27,6 | 36,8 | 42,6 | 35,7 | 37,2 | 31,1 | 25,3 | 26,5 |
| Аспарагиновая | 771,5 | 923,8 | 1008,3 | 744,8 | 1043,8 | 1407,2 | 1483,9 | 1253,8 |
| Треонин | 52,0 | 56,4 | 55,7 | 50,5 | 70,2 | 44,5 | 37,1 | 67,5 |
| Серин | 279,5 | 327,3 | 384,2 | 367,4 | 484,2 | 482,7 | 265,2 | 207,4 |
| Глютаминовая | 303,0 | 301,9 | 253,9 | 308,3 | 247,4 | 388,3 | 485,6 | 369,3 |
| Пролин | 1047,2 | 1312,0 | 1107,4 | 1366,8 | 688,0 | 863,9 | 1374,1 | 837,7 |
| Глицин | 24,0 | 30,2 | 30,1 | 25,0 | 43,7 | 31,8 | 20,3 | 29,4 |
| Аланин | 116,0 | 166,1 | 202,6 | 160,3 | 161,2 | 172,5 | 186,4 | 184,2 |
| Цистеин | 57,9 | 56,1 | 58,8 | 36,1 | 119,3 | 142,5 | 123,5 | 198,5 |
| Валин | 206,1 | 259,3 | 214,2 | 253,9 | 286,6 | 253,9 | 205,5 | 265,9 |
| Метионин | 4,4 | 1,8 | 0,9 | 0,9 | Сл. | 1,8 | 0,9 | Сл. |
| Изолейцин | 84,5 | 78,7 | 64,0 | 79,4 | 78,5 | 66,2 | 76,4 | 80,0 |
| Лейцин | 89,4 | 101,4 | 96,4 | 95,7 | 99,1 | 175,4 | 172,3 | 117,7 |
| Тирозин | 72,0 | 67,7 | 49,1 | 51,3 | 34,6 | 73,1 | 53,5 | 45,4 |
| Фенилаланин | 203,5 | 321,6 | 229,7 | 259,0 | 158,8 | 384,2 | 272,0 | 204,1 |
| γ-аминомасляная | 181,0 | 190,5 | 162,5 | 191,6 | 215,4 | 357,1 | 355,5 | 236,4 |

парагиновой, серина, пролина, аланина, фенилаланина и снижался уровень изолейцина и метионина. Общая сумма аминокислот в вариантах с гербицидами возросла на 13—20% к контролю. Применение 2,4-Д, дикамбы и тордона на фоне II привело к увеличению содержания в об-

Таблица 2

Содержание свободных аминокислот в вегетативной массе ячменя Московский 121
в фазу трубкувания (мг /100 г сухой массы)

| Аминокислота | Фон I | | | | Фон II | | | |
|-----------------|----------|-------|---------|---------------|----------|-------|---------|---------------|
| | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22К | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22К |
| Триптофан | Сл. | Сл. | Сл. | Сл. | 1,1 | 0,9 | Сл. | 0,8 |
| Лизин | 32,7 | 25,6 | 24,3 | 19,8 | 24,2 | 12,1 | 13,9 | 13,0 |
| Гистидин | 13,7 | 13,0 | 10,1 | 14,5 | 13,0 | 12,9 | 11,2 | 11,7 |
| Аргинин | 35,1 | 25,5 | 27,5 | 18,2 | 22,0 | 11,6 | 14,0 | 6,9 |
| Аспарагиновая | 318,0 | 168,7 | 148,8 | 140,1 | 466,3 | 319,9 | 180,6 | 108,2 |
| Треонин | 43,0 | 32,0 | 26,0 | 20,2 | 28,5 | 20,7 | 20,8 | 17,9 |
| Серин | 77,7 | 63,4 | 64,2 | 59,2 | 63,7 | 8,7 | 12,0 | 7,7 |
| Глютаминовая | 125,6 | 96,8 | 119,4 | 118,7 | 213,3 | 127,3 | 165,1 | 161,7 |
| Пролин | 240,4 | 121,2 | 128,0 | 140,3 | 318,8 | 143,3 | 151,2 | 133,5 |
| Глицин | 17,2 | 10,3 | 13,5 | 6,5 | 9,7 | 7,1 | 7,3 | 6,5 |
| Аланин | 97,0 | 95,5 | 57,4 | 100,0 | 88,4 | 106,4 | 100,7 | 89,4 |
| Цистеин | 26,9 | 10,3 | 9,7 | 12,1 | 28,0 | 20,1 | 14,3 | 18,0 |
| Валин | 109,0 | 64,7 | 100,5 | 25,9 | 59,7 | 29,2 | 26,5 | 22,0 |
| Метионин | Сл. | 2,6 | 1,1 | 1,7 | 0,4 | Сл. | Сл. | 0,5 |
| Изолейцин | 42,2 | 36,1 | 35,3 | 15,5 | 32,2 | 11,6 | 11,4 | 8,1 |
| Лейцин | 65,2 | 34,7 | 29,3 | 21,7 | 32,5 | 18,9 | 19,5 | 14,8 |
| Тирозин | 1,1 | 32,2 | 7,4 | 28,4 | 39,8 | 21,5 | 25,4 | 15,4 |
| Фенилаланин | 24,1 | 39,6 | 34,2 | 18,2 | 113,8 | 103,2 | 76,5 | 70,9 |
| γ-аминомасляная | 101,6 | 61,8 | 28,9 | 29,3 | 154,2 | 134,4 | 143,3 | 128,4 |

Содержание свободных аминокислот в вегетативной массе ячменя Московский 121 в фазу колошения (мг /100 г сухой массы)

| Аминокислота | Фон I | | | | Фон II | | | |
|-----------------|----------|-------|---------|------------|----------|-------|---------|------------|
| | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22к | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22к |
| Триптофан | Сл. | Сл. | Сл. | Сл. | 0,3 | Сл. | 0,4 | 0,2 |
| Лизин | 2,3 | 2,9 | 3,8 | 2,8 | 3,6 | 4,6 | 6,5 | 2,8 |
| Гистидин | 1,6 | 2,1 | 2,0 | 1,6 | 1,9 | 1,9 | 3,1 | 2,0 |
| Аргинин | 3,7 | 4,2 | 4,6 | 3,7 | 4,9 | 5,3 | 8,3 | 4,2 |
| Аспарагиновая | 15,7 | 23,5 | 37,0 | 21,7 | 23,4 | 20,4 | 52,2 | 17,4 |
| Треонин | 2,6 | 2,8 | 3,6 | 2,4 | 1,9 | 2,0 | 4,4 | 2,7 |
| Серин | 6,6 | 10,3 | 12,7 | 5,6 | 8,1 | 6,0 | 18,6 | 7,1 |
| Глютаминовая | 6,2 | 9,7 | 13,9 | 9,5 | 11,9 | 20,1 | 17,4 | 10,1 |
| Пролин | 35,5 | 41,0 | 80,8 | 58,2 | 29,2 | 23,2 | 30,2 | 20,1 |
| Глицин | 0,5 | 1,0 | 1,3 | 1,1 | 1,6 | 1,6 | 2,4 | 0,9 |
| Аланин | 3,8 | 5,4 | 7,5 | 5,9 | 8,9 | 8,4 | 10,1 | 6,7 |
| Цистеин | 2,3 | 2,1 | 3,6 | 2,3 | 5,4 | 5,4 | 6,7 | 4,8 |
| Валин | 5,1 | 9,6 | 11,1 | 7,4 | 10,6 | 9,2 | 13,3 | 7,4 |
| Метионин | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | Сл. | Сл. | 0,1 | 0,3 |
| Изолейцин | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 2,7 | 2,1 | 2,9 | 2,6 | 1,7 |
| Лейцин | 3,5 | 4,6 | 5,2 | 6,9 | 6,9 | 7,5 | 7,9 | 4,8 |
| Тирозин | 0,7 | 0,8 | 1,5 | 0,6 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,4 |
| Фенилаланин | 2,1 | 2,3 | 0,6 | 2,6 | 1,0 | 2,8 | 3,0 | 3,1 |
| γ-аминомасляная | 7,3 | 7,9 | 5,5 | 9,4 | 13,4 | 13,2 | 20,9 | 11,8 |

менном фонде γ-аминомасляной кислоты, фенилаланина, аспарагиновой и глютаминовой кислот, пролина, аланина, цистеина, лейцина и снижению количества гистидина, серина и глицина (табл. 1). Общая сумма аминокислот возросла на 8—33%.

Гербициды оказывали различное действие на свободные аминокислоты. Так, наиболее значительно их уровень изменялся в вариантах с дикамбой и тордоном 22к. В целом действие гербицидов на содержание свободных аминокислот в вегетативной массе ячменя через 48 ч после обработки было наиболее заметным на фоне II, т. е. при лучших условиях питания растений.

К фазе трубкования (V—VI этапы органогенеза) сумма свободных аминокислот в вегетативной массе ячменя была в 2,5—3 раза больше, чем в фазу кущения. В этот период обменный фонд характеризовался высоким уровнем пролина, валина, серина, аспарагиновой, глютаминовой и γ-аминомасляной кислот и низким (следы) — метионина, триптофана и тирозина. При двойном уровне удобрений по сравнению с одинарным повышалось количество свободных аминокислот: аспарагиновой, глютаминовой и γ-аминомасляной, пролина, тирозина и фенилаланина. Общая сумма кислот при этом увеличилась с 1369 до 1708 мг на 100 г сухой массы (табл. 2).

Действие гербицидов на содержание отдельных компонентов в обменном фонде ячменя в период трубкования было менее заметным, чем в фазу кущения. Не наблюдалось существенных различий между вариантами с 2,4-Д, дикамбой и тордоном 22к по содержанию лизина, аргинина, аспарагиновой и глютаминовой кислот, серина, пролина, валина, лейцина и γ-аминомасляной кислоты (табл. 2). Значительные различия по содержанию гистидина, аланина, метионина, фенилаланина и тирозина отмечались между вариантами при разных фонах питания. При обработке дикамбой и тордоном 22к аминокислотный состав вегетативной массы ячменя больше отличался от контроля, чем при обработке аминной солью 2,4-Д на обоих фонах.

Содержание свободных аминокислот в вегетативной массе ячменя Московский 121 в фазу молочной спелости зерна (мг на 100 г сухой массы)

| Аминокислота | Фон I | | | | Фон II | | | |
|-----------------|----------|-------|---------|------------|----------|-------|---------|------------|
| | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22к | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22к |
| Триптофан | Сл. | Сл. | Сл. | Сл. | Сл. | Сл. | Сл. | Сл. |
| Лизин | 2,2 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,4 | 1,8 | 2,3 | 2,6 |
| Гистидин | 0,7 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,4 | 0,8 | 0,6 |
| Аргинин | 2,7 | 3,5 | 3,8 | 4,1 | 2,7 | 2,7 | 3,4 | 2,9 |
| Аспарагиновая | 12,3 | 9,6 | 10,5 | 7,4 | 12,3 | 7,2 | 8,3 | 8,6 |
| Треонин | 0,8 | 1,4 | 1,1 | 1,5 | 0,6 | 1,7 | 2,9 | 3,1 |
| Серин | 2,5 | 2,2 | 2,4 | 4,5 | 2,7 | 2,7 | 3,0 | 1,9 |
| Глютаминовая | 13,5 | 7,1 | 9,7 | 10,1 | 12,6 | 6,2 | 7,5 | 9,0 |
| Пролин | 18,6 | 31,1 | 54,4 | 47,4 | 11,5 | 27,7 | 32,3 | 43,1 |
| Глицин | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 0,9 | 0,7 | 0,9 |
| Аланин | 3,2 | 5,5 | 9,0 | 9,5 | 3,4 | 4,5 | 5,6 | 8,4 |
| Цистенин | 2,1 | 4,1 | 4,5 | 4,8 | 2,6 | 4,8 | 2,8 | 3,5 |
| Валин | 3,9 | 5,1 | 8,0 | 5,3 | 3,7 | 4,7 | 4,9 | 5,8 |
| Метионин | Сл. | Сл. | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,4 |
| Изолейцин | 2,0 | 1,5 | 2,2 | 3,0 | 1,3 | 1,8 | 1,6 | 1,5 |
| Лейцин | 3,1 | 4,1 | 5,0 | 5,9 | 2,6 | 2,5 | 4,9 | 2,9 |
| Тирозин | 0,6 | 1,5 | 1,2 | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,9 |
| Фенилаланин | 1,9 | 2,9 | 2,2 | 2,2 | 1,4 | Сл. | 1,9 | 1,3 |
| γ-аминомасляная | 10,2 | 7,6 | 9,7 | 10,8 | 12,7 | 4,5 | 7,2 | 10,3 |

В фазу колошения (табл. 3) сумма свободных аминокислот снизилась до 101 мг на фоне I и до 137 мг на 100 г сухой массы на фоне II. В наибольшем количестве представлены аспарагиновая кислота, пролин, несколько меньше было глютаминовой и γ-аминомасляной кислот, серина и совсем мало (менее 1 мг) — тирозина, триптофана (следы), глицина и метионина. В вариантах с 2,4-Д в обменном фонде увеличилось содержание лизина, глютаминовой кислоты и лейцина, количество остальных аминокислот практически не изменилось. Наиболее значительные изменения отмечены на фоне I. Дикамба на обоих фонах удобрений приводила к увеличению количества лизина, гистидина, аргинина, аспарагиновой, глютаминовой кислот, пролина и некоторых других свободных аминокислот, общая их сумма возросла до 196 (фон I) и 209 мг (фон II) на 100 г сухой массы растений. Действие этого гербицида, как и 2,4-Д, на содержание свободных кислот сильнее проявлялось на фоне I. В результате применения тордона 22к на фоне I возрастала сумма свободных аминокислот за счет аспарагиновой и γ-аминомасляной кислот, лизина, пролина, аланина, валина, изолейцина и лейцина, а на фоне II их суммарное содержание уменьшалось в результате снижения уровня лизина и основной массы кислых и нейтральных аминокислот.

К молочной спелости зерна величина обменного фонда аминокислот уменьшилась до 76—81 мг% (табл. 4). В этот период он представлен преимущественно аспарагиновой, глютаминовой, γ-аминомасляной кислотами и пролином, составляющими более 2/3 общей суммы аминокислот. В эту фазу развития растений в следовых количествах обнаружены триптофан, гистидин, треонин, глицин, метионин и тирозин.

В вариантах с применением гербицидов отмечалось пониженное содержание глютаминовой, аспарагиновой и γ-аминомасляной кислот. Имелись изменения и в количестве некоторых других свободных аминокислот, однако возросшая ошибка определения их содержания (из-

за малых количеств) затрудняет обсуждение достоверности этих различий.

Содержание белков в вегетативных органах ячменя Московский 121 в онтогенезе снижалось с 16% (IV этап) до 2,5—3,0% на сухую массу (IX этап). При улучшении условий питания количество белков в фазу кущения повышалось с 12 до 16% (табл. 5). В этот период белки вегетативной массы характеризовались высоким содержанием глутаминовой (14—15%) и аспарагиновой (9—12%) кислот, лейцина (8—12%), валина, фенилаланина, пролина, глицина и аланина (5—8%) и низким — гистидина и метионина (1,5—3%). Содержание триптофана в белках вегетативной массы ячменя в данном опыте нами не определялось.

Гербициды оказывали некоторое влияние на аминокислотный состав суммарных белков вегетативной массы (табл. 5), однако каких-либо закономерностей в их действии по двум фонам питания нами не отмечено. Вероятно, изменения в аминокислотном составе белков как в период кущения, так и в более поздние фазы (табл. 6, 7) связаны с перегруппировками содержания отдельных ферментов, осуществляющих детоксикацию и обеспечивающих утилизацию метаболитов, а также с вторичными изменениями ферментных систем.

С ростом и развитием растений увеличивается содержание глутаминовой кислоты и общей концентрации кислот ее семейства в белках вегетативной массы (табл. 5—7). В целом белки ячменя к началу формирования зерна и в процессе его созревания становятся менее сбалансированными — в эти периоды по сравнению с ранними фазами в них содержится повышенное количество глутаминовой кислоты и пролина, по составу они приближаются к запасным белкам зерна.

Улучшение условий питания растений приводит к увеличению урожая зерна, но содержание в нем общего азота, фосфора, калия, белков и крахмала при этом существенно не меняется [3]. Так, концентрация белков в зерне ячменя без внесения туков составляла 11,25—11,88%, на фоне I — 11,13—11,94, а на фоне II — 11,75—12,19%. При этом раз-

Таблица 5

Аминокислотный состав белков вегетативной массы ячменя Московский 121 в фазу кущения (% от содержания белка)

| Аминокислота | Фон I | | | | Фон II | | | |
|-------------------------|----------|-------|---------|------------|----------|-------|---------|------------|
| | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22к | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22к |
| Лизин | 5,1 | 4,7 | 4,8 | 4,7 | 5,3 | 5,2 | 4,3 | 6,3 |
| Гистидин | 2,0 | 2,3 | 2,0 | 2,1 | 2,5 | 2,6 | 2,4 | 2,9 |
| Аргинин | 5,0 | 5,3 | 4,8 | 4,5 | 6,3 | 5,5 | 6,0 | 6,6 |
| Аспарагиновая | 11,7 | 10,3 | 13,7 | 11,2 | 9,1 | 10,9 | 10,1 | 8,3 |
| Треонин | 5,3 | 5,7 | 5,2 | 5,5 | 5,3 | 5,2 | 5,3 | 5,4 |
| Серин | 5,3 | 5,3 | 5,1 | 5,1 | 4,7 | 5,4 | 4,6 | 4,8 |
| Глутаминовая | 15,1 | 15,1 | 14,5 | 15,1 | 14,3 | 13,7 | 13,9 | 14,5 |
| Пролин | 6,0 | 6,3 | 5,4 | 6,1 | 5,3 | 6,0 | 5,7 | 4,7 |
| Глицин | 6,3 | 5,3 | 5,7 | 6,2 | 5,9 | 6,1 | 6,0 | 6,1 |
| Аланин | 7,5 | 6,9 | 6,7 | 7,6 | 7,9 | 6,8 | 7,3 | 7,5 |
| Цистеин | 2,1 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 1,7 | 1,9 | 1,6 |
| Валин | 6,1 | 8,9 | 6,0 | 6,4 | 6,9 | 6,8 | 7,0 | 6,7 |
| Метионин | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 1,4 | 1,3 | 1,6 | 1,9 | 1,5 |
| Изолейцин | 4,8 | 5,6 | 5,4 | 5,3 | 5,5 | 4,8 | 5,3 | 5,5 |
| Лейцин | 8,0 | 12,3 | 11,3 | 8,5 | 8,9 | 10,1 | 10,4 | 8,8 |
| Тирозин | 3,8 | 4,1 | 5,6 | 3,6 | 3,9 | 3,5 | 3,7 | 3,8 |
| Фенилаланин | 6,3 | 6,6 | 5,8 | 6,4 | 6,8 | 5,9 | 6,4 | 6,8 |
| Белок, % от сухой массы | 12,8 | 10,8 | 11,3 | 11,8 | 16,1 | 11,4 | 16,0 | 11,1 |

Аминокислотный состав белков вегетативной массы ячменя Московский 121
в фазу трубкования (% от содержания белка)

| Аминокислота | Фон I | | | | Фон II | | | |
|----------------------------|----------|-------|---------|---------------|----------|-------|---------|---------------|
| | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22К | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22К |
| Лизин | 5,4 | 5,2 | 4,4 | 4,9 | 5,8 | 5,3 | 5,0 | 5,7 |
| Гистидин | 2,0 | 2,5 | 1,9 | 2,1 | 3,9 | 2,3 | 2,3 | 2,5 |
| Аргинин | 6,6 | 6,8 | 5,9 | 7,3 | 6,0 | 5,9 | 6,2 | 6,1 |
| Аспарагиновая | 9,7 | 9,6 | 9,1 | 8,8 | 9,6 | 9,9 | 9,8 | 9,9 |
| Треонин | 5,4 | 6,3 | 5,0 | 5,8 | 5,1 | 5,6 | 5,4 | 4,9 |
| Серин | 5,1 | 4,5 | 4,2 | 5,0 | 4,6 | 4,9 | 4,8 | 4,3 |
| Глютаминовая | 13,4 | 12,7 | 13,5 | 14,9 | 13,8 | 14,2 | 14,7 | 14,5 |
| Пролин | 5,5 | 5,3 | 4,8 | 5,0 | 5,3 | 5,7 | 4,9 | 4,8 |
| Глицин | 5,3 | 4,5 | 5,3 | 4,9 | 5,7 | 6,0 | 6,3 | 5,6 |
| Аланин | 7,0 | 8,1 | 7,1 | 7,8 | 6,5 | 6,8 | 7,0 | 7,1 |
| Цистеин | 1,6 | 1,9 | 1,5 | 1,5 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,5 |
| Валин | 7,3 | 7,4 | 7,0 | 6,6 | 8,0 | 6,7 | 6,6 | 7,0 |
| Метонин | 2,0 | 1,8 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,4 |
| Изолейцин | 5,2 | 5,6 | 6,5 | 5,3 | 4,8 | 4,5 | 5,2 | 5,3 |
| Лейцин | 10,7 | 10,0 | 14,3 | 10,9 | 9,8 | 10,1 | 9,3 | 10,0 |
| Тирозин | 3,7 | 3,6 | 3,0 | 3,4 | 3,7 | 3,6 | 3,7 | 3,9 |
| Фенилаланин | 5,5 | 5,6 | 5,9 | 6,6 | 6,2 | 6,3 | 6,8 | 6,7 |
| Белок, % от сухой массы | 11,2 | 8,0 | 10,3 | 9,3 | 10,3 | 10,8 | 8,9 | 12,7 |

личия в белковости были в большей степени связаны с климатическими условиями (1972—1974 гг.), чем с влиянием фона питания и гербицидов. Последние не оказывали влияния на содержание в зерне сырой золь, фосфора, калия, а также на его пленчатость.

Аминокислотный состав суммарных белков зерна в наших опытах [3] характеризовался высоким содержанием глютаминовой кислоты

Таблица 7

Аминокислотный состав белков вегетативной массы ячменя Московский 121
в фазу молочной спелости зерна (% от содержания белка)

| Аминокислота | Фон I | | | | Фон II | | | |
|----------------------------|----------|-------|---------|---------------|----------|-------|---------|---------------|
| | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22К | контроль | 2,4-Д | дикамба | тордон 22К |
| Лизин | 4,2 | 4,1 | 5,0 | 5,3 | 4,3 | 6,6 | 5,6 | 6,9 |
| Гистидин | 1,7 | 1,7 | 1,9 | 1,8 | 1,4 | 2,0 | 1,9 | 2,0 |
| Аргинин | 5,5 | 5,4 | 5,1 | 4,8 | 5,8 | 6,9 | 7,7 | 6,4 |
| Аспарагиновая | 9,1 | 7,2 | 9,3 | 11,3 | 8,5 | 9,6 | 8,3 | 11,2 |
| Треонин | 4,7 | 4,4 | 4,7 | 5,5 | 4,5 | 4,7 | 3,9 | 4,4 |
| Серин | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 4,4 | 4,8 | 4,9 | 4,1 | 4,2 |
| Глютаминовая | 22,0 | 23,0 | 17,7 | 17,0 | 21,6 | 19,3 | 18,0 | 15,0 |
| Пролин | 8,2 | 9,0 | 9,4 | 6,5 | 9,3 | 7,2 | 5,9 | 6,5 |
| Глицин | 5,0 | 4,8 | 5,0 | 5,5 | 4,8 | 5,4 | 4,9 | 5,2 |
| Аланин | 6,0 | 5,6 | 7,0 | 7,3 | 6,6 | 5,6 | 9,2 | 8,2 |
| Цистеин | 1,2 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,3 | 1,2 | 1,5 | 1,2 |
| Валин | 6,7 | 6,9 | 6,6 | 6,8 | 6,0 | 5,7 | 7,4 | 6,8 |
| Метонин | 1,3 | 1,6 | 1,4 | 1,7 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,4 |
| Изолейцин | 4,1 | 4,5 | 4,9 | 4,3 | 4,6 | 3,9 | 4,9 | 3,7 |
| Лейцин | 8,6 | 9,5 | 8,5 | 9,8 | 8,7 | 6,0 | 7,5 | 6,8 |
| Тирозин | 3,3 | 2,7 | 3,3 | 2,9 | 2,7 | 3,1 | 4,4 | 3,8 |
| Фенилаланин | 4,6 | 5,2 | 6,2 | 5,5 | 5,2 | 5,7 | 5,1 | 6,5 |
| Белок, % от сухой массы | 2,5 | 2,4 | 2,9 | 2,4 | 2,9 | 3,2 | 3,3 | 3,6 |

(более 25%), пролина и аспарагиновой кислоты. Сумма незаменимых аминокислот составляла 30—31%. Повышение доз удобрений привело к изменению фракционного состава белков: увеличилось относительное содержание спирто- и щелочерастворимых белков, что сопровождалось некоторыми изменениями в аминокислотном составе суммарных белков [3].

При электрофоретических исследованиях компонентного состава легкорастворимых фракций и проламинов [4] в вариантах с использованием гербицидов каких-либо отклонений от контроля не обнаружено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Груздев Л. Г. Аминокислотный состав вегетативной массы пшеницы при использовании синтетических регуляторов роста. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 6, с. 84—94. — 2. Груздев Л. Г., Крищенко В. П. Обмен азотистых веществ в растениях пшеницы, обработанных хлорхлинхлоридом. — Физиология растений, 1975, т. 22, вып. 1, с. 181—187. — 3. Груздев Л. Г., Миренков Ю. М., Посмитная Л. В., Груздев Г. С. Действие гербицидов на динамику содержания азотистых соединений в ячмене. — Изв. ТСХА, 1976, вып. 4, с. 163—171. — 4. Груздев Л. Г., Посмитная Л. В., Ладонин В. Ф. Компонентный состав белков зерна ячменя при применении гербицидов на различных фонах питания. — Докл. ВАСХНИЛ, 1977, № 7, с. 12—14. — 5. Груздев Л. Г., Раскин М. С., Миролюбов Н. Г., Фомин А. В. Биологическая ценность зерна, выращенного с применением гербицидов. — Докл. ВАСХНИЛ, 1978, № 10, с. 20—22. — 6. Груздев Л. Г., Щербакова Н. И., Горшкова Т. М. Действие хлорхлинхлорида и его сочетаний с гербицидами на урожай и качество зерна озимой пшеницы, выращенной на разных фонах азота. — Докл. ВАСХНИЛ, 1974, № 6, с. 19—21. — 7. Груздев Л. Г., Кручинина Л. К., Синягин Е. И. Метод гидролиза кормов, пригодный для массовых определений их аминокислотного состава. — Химия в сельск. хоз-ве, 1978, № 4, с. 46—51. — 8. Груздев Л. Г., Ерохина Н. В., Стрелец Н. И. Применение ЭВМ для расчетов аминокислотного состава растений и кормов. — Химия в сельск. хоз-ве, 1978, № 7, с. 66—69. — 9. Деева В. П., Шеллер З. И. Физиология устойчивости сортов растений к гербицидам и ретардантам. Минск, «Наука и техника», 1976. — 10. Ладонин В. Ф. Некоторые вопросы теории и практики применения гербицидов. — Бюл. ВИУА, 1976, № 3, с. 3—9. — 11. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. М., «Колос», 1976. — 12. Чкаников Д. И., Соколов М. С. Гербицидное действие 2,4-Д и других галлоидфеноксикислот. М., «Наука», 1973. — 13. Aniol A. — *Pamiętnik Pulawski*, 1975, vol. 62, p. 167—172. — 14. Basler E., Hansen T. L. — *Bot. Gaz.*, 1964, vol. 125, N 1, p. 50. — 15. McGuire C. F., Lebsok K. L. — *Crop Sci.*, 1972, vol. 12, N 4, p. 456—459. — 16. Overbeek J. — *Parasitica*, 1963, vol. 19, N 1, p. 12. — 17. Pellet P. L., Saghir A. R. — *Weed Res.*, 1971, vol. 11, N 2/3, p. 182—189. — 18. Stenlid G., Saddik K. — *Physiol. Plantarum*, 1962, vol. 15, N 2, p. 150.

Статья поступила 27 ноября 1978 г.

SUMMARY

In field trials with barley Moskovsky 121 the content and composition of proteins and free aminoacids were studied on two nutritional backgrounds — $N_{85}P_{35}K_{65}$ and $N_{170}P_{70}K_{130}$ — with the supply of 2.4-D (1.0 kg of active substance per 1 ha), dicamba (0.1 kg), and tordone 22k (0.05 kg). It has been shown that application of higher doses of fertilizers resulted in higher content of proteins and free amino acids in the vegetative mass of barley. In the total amount of free amino acids, the proportion of asparagic and γ -aminobutyric acids, arginine, hystidine, alanine, and serine increased.

The application of herbicides caused significant changes in the exchange fund of amino acids which are the most intensive in the tillering — booting period and less pronounced by the beginning of grain formation. The effect of various herbicides on the amount of free amino acids was not the same, varying also with the level of the supply of elements of nutrition. Dicamba and tordone produced more intensive effect on the exchange of free amino acids than amine salt 2.4-D.