

УДК 633.16:631.82:631.559

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА
ПРОДУКТИВНОСТЬ, ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ И
АМИНОКИСЛОТНЫЙ
СОСТАВ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ КОРМОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Н. В. БАРБАСОВ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 18.10.2019)

Удобрения являются средством воздействия как на величину урожая, так и на его качество. В зависимости от видов удобрения, сроков и способов их внесения, сбалансированности соотношений по основным элементам питания будет зависеть качество получаемого урожая. При рационально составленной системе удобрения расход элементов питания на формирование единицы продукции будет ниже и элементы питания будут расходоваться более экономно.

В данной статье приведены результаты урожайности зерна, общего и удельного выноса основных элементов питания (азот, фосфор, калий) и аминокислотного состава зерна у сортов ярового ячменя кормового назначения Батка и Якуб при использовании различных систем удобрений на основе применения новых комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок, микроудобрений, регуляторов роста и комплексных микроудобрений с регулятором роста на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Установлена высокая эффективность основного внесения и некорневых подкормок посевов ячменя комплексными удобрениями и регуляторами роста. Наибольшая урожайность зерна ячменя сорта Батка (70,0 ц/га) и сорта Якуб (72,5 ц/га) отмечена в варианте $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40 \text{ карб.}} + \text{МикроСтим} - \text{Медь Л}$. В среднем за 2015–2017 гг. у сорта Батка и сорта Якуб максимальный удельный вынос азота (21,9 и 23,0 кг/т), фосфора (10,3 и 10,5 кг/т) и калия (25,3 и 25,7 кг/т) отмечено в варианте с использованием МикроСтим – Медь Л на фоне применения повышенных доз минеральных удобрений ($N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40 \text{ карб.}}$). Наибольшие показатели суммы незаменимых аминокислот и общей суммы аминокислот у сортов ячменя Батка (2,04 и 9,14 г/100 г) и Якуб (2,37 и 10,54 г/100 г) отмечены в варианте с некорневой подкормкой МикроСтим-Медь Л на фоне повышенных доз минеральных удобрений ($N_{80}P_{70}K_{120}$) в сочетании с азотной подкормкой (N_{40}).

Ключевые слова: *ячмень, удобрения, регуляторы роста, урожайность, вынос элементов питания, аминокислоты.*

Fertilizers are a means of influencing both the size of the crop and its quality. The quality of the crop depends on the type of fertilizer, the timing and methods of their application, and the balance of ratios of the main elements of nutrition. With a rationally designed fertilizer system, the input of nutrients for the formation of a unit of production will be lower and the feeding units will be spent more economically.

This article presents results of research into grain yield, total and specific removal of basic nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium) and the amino acid composition of grain in fodder varieties of spring barley Batka and Yakub using various fertilizer systems based on the use of new complex fertilizers for main application and non-root top dressing, micronutrient fertilizers, growth regulators and complex micronutrient fertilizers with growth regulator on sward-podzolic light loamy soil. The high efficiency of the main application and foliar top dressing of barley crops has been established with complex fertilizers and growth regulators. The highest grain yields of barley varieties Batka (7.0 t / ha) and Yakub (7.25 t / ha) were recorded in the variant with $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40 \text{ carb.}} + \text{MicroStim} - \text{Copper L}$. On average during 2015–2017 in Batka and Yakub varieties, the maximum specific removal of nitrogen (21.9 and 23.0 kg / t), phosphorus (10.3 and 10.5 kg / t) and potassium (25.3 and 25.7 kg / t) was noted in the variant using MicroStim - Copper L against the background of application of high doses of mineral fertilizers ($N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40 \text{ carb.}}$). The highest indices of the sum of essential amino acids and the total amount of amino acids in barley varieties Batka (2.04 and 9.14 g / 100 g) and Yakub (2.37 and 10.54 g / 100 g) were noted in the variant with foliar MicroStim-Copper L top dressing against the background of increased doses of mineral fertilizers ($N_{80}P_{70}K_{120}$) in combination with nitrogen top dressing (N_{40}).

Key words: *barley, fertilizers, growth regulators, productivity, removal of nutrients, amino acids.*

Введение

Научной основой для разработки рациональной системы удобрений, которая предусматривает получение высоких урожаев и поддержание почвенного плодородия, является разработка количественных параметров химического состава культур, общего выноса и затрат основных элементов питания на формирование единицы продукции [1].

Минеральные удобрения и регуляторы роста оказывают положительное влияние не только на урожайность, но и на качественный состав получаемой продукции. На улучшение качества зерна положительное воздействие оказывают агротехнические

приемы: соблюдение севооборотов, подбор предшественника, оптимальные нормы высева, применение регуляторов роста и химических средств защиты. Однако среди перечисленных факторов наиболее существенное действие на повышение белковости зерна и биологической ценности белка оказывают минеральные удобрения и состояние почвенного плодородия. Важное значение для характеристики качества зерна имеет аминокислотный состав белка. Многие аминокислоты синтезируются в организме человека и животных, но 8 из 20 известных аминокислот являются для человека незаменимыми и должны поступать с пищей [2–4].

Исследованиями И. Р. Вильдфлуша, А. Р. Цыганова и К. А. Гурбана с яровым ячменем на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве было установлено положительное влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на аминокислотный состав зерна ячменя. В. И. Панасиным исследовалось действие микроэлементов на аминокислотный состав зерна ячменя. При внесении меди в оптимальной дозе увеличивалось содержание как суммы, так и отдельных аминокислот в зерне ячменя [5–6].

Цель исследований – изучить влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность и аминокислотный состав зерна ячменя, а также оценить влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на вынос с урожаем элементов питания при возделывании ячменя кормового назначения на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Основная часть

Полевые опыты проводили в 2015–2017 гг. в УНЦ «Опытные поля УО БГСХА» с раннеспелым сортом ярового ячменя Батяка и среднепоздним сортом Якуб. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Она характеризуется следующими показателями: средним содержанием гумуса (1,6–1,7 %) и общего азота (0,19–0,2 %), повышенной обеспеченностью подвижным фосфором (195–203 мг/кг) и калием (200–203 мг/кг), средним содержанием подвижной меди (1,80–1,91 мг/кг) и цинка (3,52–3,95 мг/кг), слабокислой реакцией (pH_{KCL} 5,73–5,96).

Общая площадь делянки 21 м², учетная – 16,5 м², повторность четырехкратная. Норма высева – 5,5 млн/га всхожих семян. В опытах применялись карбамид (N–46 %), аммофос (N – 10–12 %, P₂O₅ – 52 %), хлористый калий (60 %), комплексное удобрение для основного внесения АФК марки 16:11:20 с 0,15% Cu и 0,10% Mn, комплексные удобрения для некорневых подкормок Нутривант плюс (N (6%), P₂O₅ (23 %), K₂O (35 %), MgO (1 %), B (0,1 %), Zn (0,2 %), Cu (0,25 %), Fe (0,05 %), Mo (0,002 %)), Кристалон особый – (N (18 %), P₂O₅ (18 %), K₂O (18 %), MgO (3 %), B (0,025 %), Zn (0,025 %), Cu (0,01 %), Fe (0,07 %), Mo (0,004 %), Mn (0,04 %), S (5,0 %)), Кристалон коричневый – (N (3 %), P₂O₅ (18 %), K₂O (38 %), MgO (4 %), B (0,025 %), Zn (0,025 %), Cu (0,01 %), Fe (0,07 %), Mo (0,004 %), Mn (0,04 %), S (27,5 %)), микроудобрения Адоб Медь (6,43 % меди в хелатной форме, 9 % азота и 3 % магния) и ЭлеГум – Медь (гуминовых веществ – 10 г/л и меди – 50 г/л), комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим – Медь Л (медь – 78,0 г/л, азот – 65,0 г/л, гуминовые в-ва – 0,60–5,0 мг/л), регуляторы роста Экосил (препаративная форма – 5%-ная водная эмульсия тритерпеновых кислот) и Фитовитал (водорастворимый концентрат янтарной кислоты, 5 г/л; сопутствующие компоненты: комплекс макро- и микроэлементов – Mg, Cu, Fe, Zn, B, Mn, Mo, Co, Li, Br, Al, Ni).

Новое комплексное удобрение АФК марки 16:11:20 с 0,15 % Cu и 0,10 % Mn, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии, вносили до посева. Комплексным удобрением Нутривант Плюс израильского производства проводилось 2 обработки: первая – в фазе кущения в дозе 2 кг/га, вторая – в фазе начала выхода в трубку в дозе 2 кг/га. Комплексное удобрение Кристалон (Нидерланды) использовался двух видов: особый – в фазе кущения в дозе 2 кг/га, коричневый – в фазе начала выхода в трубку в дозе 2 кг/га. Адоб Медь применяли в фазе начала выхода в трубку в дозе 0,8 л/га, ЭлеГум – Медь и МикроСтим – Медь Л – в той же фазе, что и Адоб Медь в дозе 1 л/га. Обработка

посевов ячменя регуляторами роста Экосил и Фитовитал проводилась в фазе начала выхода в трубку в дозе 75 мл/га и 0,6 л/га соответственно. Азотная подкормка ячменя проводилась карбамидом в фазе начала выхода в трубку.

Уборка урожая производилась комбайном «Sampro – 500», учет урожая – прямым поделночным способом.

Содержание аминокислот в зерне ячменя определялось по М-04-38-2009 с использованием системы капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ 105М».

Статистическую обработку результатов исследований проводили по Б. А. Доспехову [7] и М. Ф. Дембицкому [8].

В среднем за три года урожайность зерна ячменя сорта Батка в варианте с применением $N_{90}P_{60}K_{90}$ по сравнению с вариантом без удобрений возрасла на 28,7 ц/га, а сорта Якуб – на 31,3 ц/га. Применение нового комплексного удобрения для яровых зерновых культур с Cu и Mn увеличивало урожайность зерна раннеспелого ячменя сорта Батка на 6,3 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе ($N_{90}P_{60}K_{90}$) применяли карбамид, аммофос и хлористый калий. На среднеспелом сорте ячменя Якуб прибавка при применении этого удобрения составила 5,7 ц/га (табл. 1).

В 2015–2017 гг. при обработке посевов ячменя на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ микроудобрениями Адоб Медь и МикроСтим-Медь Л в фазе начала выхода в трубку повышалась урожайность зерна раннеспелого сорта Батка на 6,0 и 6,9 ц/га, у среднеспелого сорта Якуб урожайность зерна в этих же вариантах возрастала на 4,3 и 8,8 ц/га соответственно. При повышенных дозах минеральных удобрений ($N_{80+40}P_{70}K_{120}$) применение МикроСтим-Медь Л увеличивало урожайность зерна раннеспелого сорта ячменя Батка и среднеспелого сорта Якуб на 7,5 и 7,8 ц/га.

Таблица 1. Влияние систем удобрения на урожайность и удельный вынос основных элементов питания ячменем в среднем за три года исследований

Варианты	Урожайность, ц/га		Удельный вынос, кг/т					
			сорт Батка			сорт Якуб		
	сорт Батка	сорт Якуб	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Без удобрений	26,8	25,7	15,0	7,3	14,8	15,4	7,5	16,4
$N_{60}P_{60}K_{90}$	46,4	49,4	16,8	8,0	19,3	17,3	8,1	18,3
$N_{90}P_{60}K_{90}$ – Фон 1	55,5	57,0	17,8	8,2	19,9	18,8	8,3	19,5
$N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ – Фон 2	62,2	65,1	19,2	9,3	22,9	20,6	9,5	24,3
Фон 1 + Адоб Медь	61,5	61,3	18,4	8,6	20,2	19,0	8,5	21,6
Фон 1 + Нутривант плюс (2 обработки)	59,8	61,2	18,6	8,6	20,5	18,6	8,7	21,4
Фон 1 + Кристалон (2 обработки)	61,1	62,8	19,2	8,7	20,7	19,3	8,8	22,2
Фон 1 + Экосил	60,2	61,2	19,3	8,8	20,8	19,2	8,4	21,0
$N_{90}P_{60}K_{90}$ с Cu (0,15 %), Mn (0,10 %) (комплексное)	61,8	62,7	18,9	8,6	20,7	19,6	9,0	21,5
Фон 1 + ЭлеГум-Медь	64,5	66,7	20,5	9,0	21,1	20,7	9,3	22,3
Фон 1 + МикроСтим-Медь Л	62,4	65,8	20,7	9,1	21,3	21,0	9,5	23,3
Фон 1 + Фитовитал	61,1	62,2	20,0	8,9	21,4	20,0	8,8	21,1
Фон 2 + МикроСтим-Медь Л	70,0	72,5	21,9	10,3	25,3	23,0	10,5	25,7
НСР ₀₅	1,3	1,5	–	–	–	–	–	–

Некорневая подкормка водорастворимым комплексным удобрением Кристалон (2 обработки) по сравнению с фоновым вариантом $N_{90}P_{60}K_{90}$ увеличила урожайность зерна раннеспелого сорта Батка на 5,6 ц/га, а у среднеспелого сорта ячменя Якуб прибавка к фону составила 5,8 ц/га. Обработка посевов ячменя комплексным удобрением Нутривант плюс на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ способствовала повышению урожайности зерна среднеспелого сорта Якуб и раннеспелого сорта Батка на 4,2 и 4,3 ц/га соответственно.

Таким образом, отечественное микроудобрение МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ по сравнению с импортным удобрением Адоб Медь польского производства обеспечивало прибавку урожайности зерна на среднеспелом сорте Якуб в 4,5 ц/га. На раннеспелом сорте микроудобрение МикроСтим-Медь Л по действию было таким же, как и Адоб Медь (табл. 3).

Обработка посевов ярового ячменя регуляторами роста Экосил и Фитовитал по сравнению с фоновым вариантом $N_{90}P_{60}K_{90}$ увеличивала урожайность зерна раннеспелого

сорта ячменя Батка на 4,7 и 5,6 ц/га. На среднепозднем сорте Якуб Экосил и Фитовитал повышали урожайность зерна на 4,2 и 5,2 ц/га.

Некорневая подкормка микроудобрением ЭлеГум-Медь в фазе начала выхода в трубку на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ увеличивала урожайность зерна раннеспелого сорта ячменя Батка на 9,0 ц/га и среднепозднего сорта Якуб на 9,7 ц/га при. По действию удобрение ЭлеГум-Медь было на уровне МикроСтим-Медь Л.

По вариантам опыта урожайность среднепозднего сорта ячменя Якуб была несколько выше, чем у раннеспелого сорта Батка. Максимальная урожайность зерна сортов Батка и Якуб отмечена в варианте $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ в сочетании с обработкой посевов МикроСтим-Медь Л, которая составила 70,0 и 72,5 ц/га соответственно (табл. 1).

На основании результатов урожайности зерна ячменя обоих сортов и соломы, химического анализа основной и побочной продукции был определен вынос элементов питания. Применение макро-, микроудобрений и регуляторов роста повышало урожайность ячменя и общий вынос элементов питания. Максимальный общий вынос азота, фосфора и калия у раннеспелого сорта ячменя (153,2, 72,0 и 176,1 кг/га) и у среднепозднего сорта ячменя (166,1, 76,4 и 185,8 кг/га соответственно) получен в варианте с повышенными дозами азота, фосфора и калия ($N_{80}P_{70}K_{120}$) в сочетании с азотной подкормкой (N_{40}) и некорневой подкормкой МикроСтим-Медь Л.

Одним из важных показателей потребления элементов питания культурой, помимо общего выноса, является удельный вынос элементов питания, выражаемый как вынос элементов питания на 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции.

В вариантах с высокими дозами минеральных удобрений в сочетании с азотной подкормкой ($N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$) показатель удельного выноса азота, фосфора и калия был более высоким и составил у сорта Батка 19,2, 9,3 и 22,9 кг/т, у сорта Якуб – 20,6, 9,5 и 24,3 кг/т. В вариантах с применением медьсодержащих удобрений Адоб Медь, ЭлеГум-Медь и МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ у раннеспелого сорта ячменя удельный вынос возрастал по сравнению с фоновым вариантом по азоту – на 0,6, 2,7 и 2,9 кг/т, незначительно по фосфору – на 0,4, 0,8 и 0,9 кг/т и по калию – на 0,3, 1,2 и 1,4 кг/т. В этих же вариантах опыта у среднепозднего сорта ячменя удельный вынос основных элементов питания также возрастал по сравнению с фоном $N_{90}P_{60}K_{90}$: по азоту – на 0,2, 1,9 и 2,2 кг/т, незначительно по фосфору – на 0,2, 1,0 и 1,2 кг/га и более существенно по калию – на 2,1, 2,8 и 3,8 кг/т соответственно.

Максимальный удельный вынос азота, фосфора и калия у раннеспелого сорта ячменя Батка (21,9, 10,3 и 25,3 кг/т) и у среднепозднего сорта ячменя Якуб (23,0, 10,5 и 25,7 кг/т соответственно) получен в варианте с высокими дозами азота, фосфора и калия ($N_{80}P_{70}K_{120}$) в сочетании с азотной (N_{40}) и некорневой подкормками МикроСтим-Медь Л (табл. 1).

Полноценность белков и протеинов определяется качеством белка, т. е. аминокислотным составом. Большое значение имеет определение незаменимых аминокислот, которые не могут синтезироваться в организме человека и животных. Однако в настоящее время представление о незаменимых аминокислотах изменилось, так как при определенных условиях та или иная аминокислота может выступать и как незаменимая, и как заменимая. Например, многие исследователи относят гистидин к незаменимым аминокислотам. В опытах с ячменем было определено восемь аминокислот, пять из которых (лизин, валин, треонин, изолейцин, гистидин) являются незаменимыми.

В среднем за три года в варианте без удобрений общая сумма аминокислот у сорта Батка и сорта Якуб составила 6,26 и 6,60 г/100 г, сумма незаменимых аминокислот – 1,60 и 1,67 г/100 г. В варианте с применением $N_{60}P_{60}K_{90}$ в сравнении с вариантом без удобрений общая сумма аминокислот у сорта Батка и сорта Якуб возрасла на 0,68 и 0,52 г/100 г, сумма незаменимых аминокислот – на 0,12 и 0,13 г/100 г соответственно. В фоновом варианте $N_{90}P_{60}K_{90}$ в среднем за три года исследований у сорта Батка и сорта Якуб общая сумма аминокислот составила 7,05 и 7,21 г/100 г, сумма незаменимых аминокислот – 1,75 и 1,81 г/100 г соответственно.

На фоне повышенных доз минеральных удобрений в сочетании с подкормкой азотом ($N_{80+40}P_{70}K_{120}$) общая сумма аминокислот у раннеспелого сорта ячменя Батка и

среднепозднего сорта Якуб составила 7,97 и 8,52 г/100 г, сумма незаменимых аминокислот – 1,98 и 1,97 г/100 г (табл. 2, 3).

Таблица 2. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на содержание аминокислот в зерне ячменя сорта Батка в среднем за 2015–2017 гг.

Варианты	Содержание аминокислот, г/100 г								Сумма незаменимых аминокислот, г/100 г	Общая сумма аминокислот, г/100 г
	Валин	Гистидин	Изолейцин	Треонин	Лизин	Аланин	Аргинин	Пролин		
Без удобрений	0,31	0,21	0,37	0,34	0,37	3,42	0,40	0,84	1,60	6,26
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	0,34	0,23	0,40	0,36	0,39	3,81	0,44	0,97	1,72	6,94
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ – Фон 1	0,34	0,24	0,41	0,37	0,39	3,87	0,45	0,98	1,75	7,05
N ₈₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₄₀ – Фон 2	0,41	0,28	0,47	0,40	0,42	4,34	0,50	1,15	1,98	7,97
Фон 1 + Адоб Медь	0,36	0,26	0,43	0,39	0,41	4,15	0,46	1,11	1,85	7,56
Фон 1 + Нутривант плюс (2 обработки)	0,36	0,25	0,42	0,38	0,40	4,09	0,47	1,07	1,81	7,43
Фон 1 + Кристалон (2 обработки)	0,36	0,25	0,43	0,38	0,40	4,14	0,47	1,08	1,83	7,52
Фон 1 + Экосил	0,37	0,25	0,43	0,39	0,40	4,18	0,47	1,09	1,84	7,58
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ с Cu (0,15 %), Mn (0,10 %) (комплексное)	0,36	0,26	0,43	0,41	0,40	4,20	0,49	1,14	1,85	7,68
Фон 1 + ЭлеГум-Медь	0,39	0,26	0,45	0,41	0,41	4,50	0,50	1,15	1,92	8,06
Фон 1 + МикроСтим-Медь Л	0,39	0,27	0,46	0,41	0,42	4,52	0,50	1,15	1,94	8,10
Фон 1 + Фитовитал	0,36	0,25	0,43	0,38	0,40	4,01	0,42	1,00	1,82	7,25
Фон 2 + МикроСтим-Медь Л	0,41	0,28	0,48	0,45	0,41	5,25	0,54	1,31	2,04	9,14
НСР ₀₅	0,07	0,04	0,07	0,05	0,02	0,8	0,08	0,03	–	–

Обработка посевов микроудобрениями МикроСтим-Медь Л, ЭлеГум-Медь и Адоб Медь на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ увеличивала в зерне ячменя сорта Батка в среднем за три года исследований общую сумму аминокислот на 1,05, 1,01 и 0,51 г/100 г, сумму незаменимых аминокислот – на 0,19, 0,17 и 0,10 г/100 г соответственно. У сорта Якуб в этих же вариантах опыта общая сумма аминокислот возросла на 2,17, 1,62 и 0,21 г/100 г, сумма незаменимых аминокислот – на 0,30 и 0,22 г/100 г соответственно. Применение микроудобрения Адоб Медь не способствовало увеличению содержания незаменимых аминокислот в зерне ячменя сорта Якуб.

Применение нового комплексного удобрения для основного внесения (NPK с Cu (0,15 %), Mn (0,10 %) в эквивалентной дозе (N₉₀P₆₀K₉₀) по сравнению с внесением карбамида, аммофоса и хлористого калия в посевах ячменя сорта Батка и сорта Якуб способствовало возрастанию общей суммы аминокислот на 0,53 и 1,18 г/100 г и суммы незаменимых аминокислот – на 0,10 и 0,11 г/100 г соответственно (табл. 2, 3).

Двукратная обработка посевов ячменя сорта Батка Кристалоном и Нутривантом Плюс в фазе кущения и выхода в трубку на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ в среднем за три года не способствовала существенному увеличению суммы незаменимых аминокислот в зерне ячменя, возрастала лишь общая сумма аминокислот на 0,47 и 0,38 г/100 г по каждому варианту. В зерне ячменя сорта Якуб в данных вариантах опыта сумма незаменимых аминокислот также существенно не увеличивалась, возрастала лишь общая сумма аминокислот на 0,27 и 0,18 г/100 г. соответственно по каждому варианту. Увеличение общей суммы аминокислот по обоим сортам ячменя в данных вариантах опыта происходило за счет увеличения содержания заменимых аминокислот.

Таблица 3. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на содержание аминокислот в зерне ячменя сорта Якуб в среднем за 2015–2017 гг.

Варианты	Содержание аминокислот, г/100 г								Сумма незаменимых аминокислот, г/100 г	Общая сумма аминокислот, г/100 г
	Валин	Гистидин	Изолейцин	Треонин	Лизин	Аланин	Аргинин	Пролин		
Без удобрений	0,36	0,25	0,44	0,35	0,40	3,60	0,43	0,90	1,67	6,60
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	0,41	0,26	0,47	0,37	0,40	3,89	0,45	0,98	1,80	7,12
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ – Фон 1	0,38	0,27	0,50	0,37	0,41	3,94	0,47	0,98	1,81	7,21

N ₈₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₄₀ – Фон 2	0,38	0,28	0,51	0,40	0,41	4,82	0,50	1,23	1,97	8,52
Фон 1 + Адоб Медь	0,38	0,27	0,50	0,39	0,41	4,04	0,46	1,04	1,88	7,42
Фон 1 + Нутривант плюс (2 обработки)	0,38	0,27	0,51	0,38	0,41	4,05	0,46	1,02	1,86	7,39
Фон 1 + Кристалон (2 обработки)	0,37	0,28	0,52	0,39	0,40	4,08	0,46	1,07	1,87	7,48
Фон 1 + Экосил	0,38	0,28	0,51	0,40	0,40	4,35	0,49	1,11	1,91	7,85
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ с Cu (0,15 %), Mn (0,10 %) (комплексное)	0,39	0,29	0,54	0,41	0,40	4,77	0,52	1,19	1,92	8,39
Фон 1+ЭлеГум-Медь	0,40	0,31	0,55	0,44	0,41	5,01	0,53	1,26	2,03	8,83
Фон 1 + МикроСтим-Медь Л	0,46	0,33	0,56	0,45	0,41	5,42	0,56	1,28	2,11	9,38
Фон 1 + Фитовитал	0,54	0,32	0,58	0,45	0,41	4,86	0,53	1,17	2,11	8,67
Фон 2 + МикроСтим-Медь Л	0,52	0,39	0,66	0,52	0,42	6,00	0,61	1,56	2,37	10,54
НСР ₀₅	0,05	0,04	0,05	0,05	0,02	0,9	0,07	0,2	–	–

Обработка посевов ячменя сорта Батка регуляторами роста Экосил и Фитовитал на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ в среднем за три года не способствовала существенному увеличению суммы незаменимых аминокислот в зерне ячменя, возрастала лишь общая сумма аминокислот на 0,53 и 0,20 г/100 г соответственно по каждому варианту. В зерне ячменя сорта Якуб в данных вариантах опыта сумма незаменимых аминокислот увеличилась на 0,10 и 0,30 г/100 г, общая сумма аминокислот – на 0,64 и 1,46 г/100 г соответственно по каждому варианту.

Максимальная общая сумма аминокислот в зерне ячменя сорта Батка и сорта Якуб (9,14 и 10,54 г/100 г) и сумма незаменимых аминокислот (2,04 и 2,37 г/100 г) отмечена в варианте с использованием МикроСтим-Медь Л на фоне N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N₄₀, где применялись повышенные дозы азота, фосфора и калия (табл. 2, 3).

Заключение

1. Использование макро,- микроудобрений и регуляторов роста в 2015–2017 гг. способствовало увеличению урожайности зерна ячменя. Наибольшая урожайность зерна ячменя сортов Батка и Якуб (70,0 и 72,5 ц/га) в среднем за три года была в варианте с применением в посевах ячменя комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСтим-Медь Л на фоне N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N₄₀.

2. В среднем за три года в зависимости от доз и форм вносимых удобрений и регуляторов роста удельный вынос ячменем сорта Батка элементов питания в удобряемых вариантах азота колебался в пределах 16,8 – 21,9 кг/т, фосфора – 8,0 – 10,3 кг/т, калия – 19,3 – 25,3 кг/т соответственно. В этих же вариантах опыта у сорта ячменя Якуб удельный вынос азота колебался от 17,3 до 23,0 кг/т, фосфора – от 8,1 до 10,5 кг/т, калия – от 18,3 до 25,7 кг/т. Согласно данным ряда исследований, в описываемом опыте с ячменем удельный вынос азота, фосфора и калия был несколько ниже. Вероятно, это связано с тем, что в данном опыте при современных технологиях возделывания получалась высокая урожайность зерна, обусловленная применением новых форм минеральных удобрений и регуляторов роста для основного внесения и некорневых подкормок.

3. В среднем в 2015–2017 гг. высокие показатели суммы незаменимых аминокислот и общей суммы аминокислот у сорта ячменя Батка были в вариантах с внесением высоких доз минеральных удобрений (N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N₄₀) – 1,98 и 7,97 г/100 г, некорневых подкормках ЭлеГум-Медь (1,92 и 8,06 г/100г) и МикроСтим-Медь Л (1,94 и 8,10 г/100 г) на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ у сорта ячменя Якуб в этих же вариантах опыта сумма незаменимых аминокислот и общая сумма аминокислот составила: 1,97 и 8,52 г/100 г, 2,03 и 8,83 г/100 г, 2,11 и 9,38 г/100 г.

Максимальная общая сумма аминокислот в зерне ячменя сорта Батка и сорта Якуб (9,14 и 10,54 г/100 г) и сумма незаменимых аминокислот (2,04 и 2,37 г/100 г) отмечена в варианте с использованием МикроСтим-Медь Л на фоне N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N₄₀, где применялись повышенные дозы азота, фосфора и калия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Содержание и вынос элементов питания [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://agro-portal.su/zemledelie-buryatii/2401-soderzhanie-i-vynos-elementov-pitaniya.html> – Дата доступа – 27.01.2019.

2. Влияние систем удобрения на качество зерна озимого тритикале при возделывании на дерновоподзолистой супесчаной почве / В. В. Лапа [и др.] // Почвоведение и агрохимия – 2012. – № 1 (48). – С. 45–54.
3. Влияние удобрений на качество урожая [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://helpiks.org/7-67510.html> – Дата доступа – 22.10.2019.
4. Влияние удобрений, норм высева семян и сорта на кормовую ценность и минеральный состав зерна ярового ячменя / В. Е. Торилов [и др.] // Вестник Брянской ГСХА – 2012. – № 1. – С. 63–67.
5. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур: монография / И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, В. В. Лапа, Т. Ф. Персикова. – Мн.: УП «Технопринт», 2005. – 276 с.
6. Панасин, В. И. Избранные научные труды / В. И. Панасин; сост., подготов. текста Д. А. Рымаренко. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2018. – Т. 1: Микроэлементы в земледелии. – 209 с.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. // М.: Колос, 1985. – 235 с.
8. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Весці Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. № 3 – С. 60 – 64.