

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

И. Р. ВИЛЬДФЛУШ, О. И. МИШУРА, О. В. МУРЗОВА, Н. В. БАРБАСОВ

УО «Белорусская государственная орденом Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: agrohim_bgsha@mail.ru

(Поступила в редакцию 22.06. 2023)

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния комплексных удобрений для допосевого внесения и некорневых подкормок, комплексных микроудобрений с регуляторами роста на урожайность, качество и экономическую эффективность озимой пшеницы, овса и ячменя. Комплексные удобрения показали достаточно высокую агрономическую и экономическую эффективность при возделывании зерновых культур. Некорневые подкормки комплексным удобрением Эколист-З, комплексными микроудобрениями с регулятором роста МикроСил-Медь и МикроСтим-Медь на фоне $N_{20}P_{64}K_{140} + N_{70+40+40}$ повысили урожайность зерна озимой пшеницы сорта Богатко с 60,2 ц/га на 8,3, 11,1 и 10,2 ц/га соответственно. Наиболее выгодными вариантами систем удобрения с агроэкономической точки зрения были варианты с основным внесением марки NPK с 0,15 % Cu и 0,1 % Mn в дозе, эквивалентной $N_{90}P_{60}K_{90}$, и некорневыми подкормками комплексным микроудобрением с регулятором роста МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ и МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{80+40}P_{70}K_{120}$, которые обеспечили урожайность зерна ячменя кормового назначения сорта Батка на уровне 62,4-70,0 ц/га, где чистый доход составил 134,7-150,0 долл/га при рентабельности 51,9-60,9 %. У голозерного овса сорта Гоша оптимальной была система удобрения при использовании комплексного АФК удобрения с B, Cu, Mn + N_{30} , внесенного в дозах ($N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$), некорневой подкормки МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$, где чистый доход составил 20,0 и 20,4 долл/га при рентабельности 14,2 и 15,3 % соответственно.

Ключевые слова: озимая пшеница, овес, ячмень, комплексные удобрения, урожайность, качество, экономическая эффективность.

The article presents the results of studies on the influence of complex fertilizers for pre-sowing application and foliar fertilizing, complex micro-fertilizers with growth regulators on the yield, quality and economic efficiency of winter wheat, oats and barley. Complex fertilizers have shown fairly high agronomic and economic efficiency in the cultivation of grain crops. Foliar feeding with complex fertilizer Ecolist-Z, complex micro-fertilizers with growth regulator MicroSil-Copper and MicroStim-Copper against the background of $N_{20}P_{64}K_{140} + N_{70+40+40}$ increased the grain yield of winter wheat variety Bogatko from 6.02 t/ha to 0.83, 1.11 and 1.02 t/ha, respectively. The most profitable options for fertilizer systems from an agro-economic point of view were options with the main application of the NPK brand with 0.15 % Cu and 0.1 % Mn at a dose equivalent to $N_{90}P_{60}K_{90}$, and foliar fertilizing with complex micro-fertilizer with the growth regulator MicroStim-Copper L against the background of $N_{90}P_{60}K_{90}$ and MicroStim-Copper L against the background of $N_{80+40}P_{70}K_{120}$, which ensured the grain yield of feed barley of the Batka variety at the level of 6.24-7.00 t/ha, where the net income amounted to 134.7-150.0 dollars/ha with a profitability of 51.9-60.9 %. For naked oats of the Gosh variety, the optimal fertilizer system was when using complex NPK fertilizer with B, Cu, Mn + N_{30} , applied in doses ($N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$), foliar feeding by MicroStim-Copper L against the background of $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$, where the net income was 20.0 and 20.4 dollars/ha with profitability of 14.2 and 15.3 %, respectively.

Key words: winter wheat, oats, barley, complex fertilizers, productivity, quality, economic efficiency.

Введение

К комплексным удобрениям относятся удобрения, содержащие два, три и более элементов питания: азот, фосфор, калий, магний, серу и микроэлементы. Чем больше общее содержание питательных веществ в удобрении, тем оно ценнее. Высокая концентрация действующего вещества, одновременное содержание нескольких элементов питания – большое преимущество комплексных удобрений. Питательные элементы комплексных элементов более равномерно вносятся по поверхности почвы и наличие в одной грануле нескольких элементов питания делает их позиционно доступнее для корней растений [1].

Себестоимость производства комплексных удобрений (в пересчете на единицу питательных веществ) выше, чем простых удобрений. Однако затраты на доставку, хранение и внесение в почву комплексных удобрений (с учетом затрат на производство) ниже [2].

Для различных сельскохозяйственных культур, почв, климатических и других условий требуется комплексные удобрения с разным соотношением и содержанием азота, фосфора, калия и других элементов питания. По данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси», применение таких удобрений позволяет в два раза снизить энергетические затраты и трудовые затраты [3].

По сравнению с простыми формами минеральных удобрений комплексные удобрения позволяют оптимизировать питание растений и снизить затраты на их применение [4].

На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение АФК с Cu и Mn повышало урожайность зерна яровой пшеницы сорта Бомбона по сравнению с внесением в эквивалентной дозе ($N_{60+30}P_{60}K_{90}$) карбамида, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия на 8,4 ц/га.

В этом же опыте применение на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ в некорневую подкормку комплексных удобрений Нутривант плюс, Кристалон, Адоб Профит повышало урожайность зерна яровой пшеницы на 6,8; 4,4 и 5,3 ц/га соответственно [5].

В опытах М. В. Рак и Е. Н. Пукаловой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве некорневая подкормка МикроСтим – Медь Л повышала урожайность зерна яровой пшеницы на 3,7 ц/га, а применение в подкормку ячменя комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСтим – Марганец на 3,2 ц/га [6].

В опытах с пивоваренным ячменем на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение в допосевное внесение АФК с Cu и Mn повышало урожайность зерна на 7,2 ц/га по сравнению с применением в эквивалентной дозе ($N_{60}P_{60}K_{90}$) карбамида, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия [4].

Цель исследований – изучить влияние комплексных удобрений для допосевного внесения и некорневых подкормок, комплексных микроудобрений с регуляторами роста на урожайность, качество и экономическую эффективность озимой пшеницы, овса и ячменя.

Основная часть

Исследования проводились с озимой пшеницей сорта Богатко, ячменем сорта Батяка и голозерным овсом сорта Гоша на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком.

Почва опытных участков с озимой пшеницей по годам исследования имела близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (pH_{KCl} 6,1–6,2), среднее содержание гумуса (1,68–1,70 %), повышенное – подвижных форм фосфора (225–227 мг/кг), среднее – подвижного калия (185–186 мг/кг), а также низкую и среднюю обеспеченность подвижной медью (1,5–2,0 мг/кг).

Для проведения опытов в основное внесение удобрений применялись аммофос (52 % P_2O_5 , 12 % N), хлористый калий (60 % K_2O), подкормка озимой пшеницы проводилась карбамидом (46 % N). Изучалось также твердое комплексное удобрение для озимых зерновых культур (N – 5 %, P_2O_5 – 16 %, K_2O – 35 %, Cu – 0,3 % и Mn – 0,25 %), разработанное РУП «Институт почвоведения и агрохимии». Для некорневой подкормки растений озимой пшеницы в фазе начала выхода в трубку применялось польское комплексное удобрение Эколист-3 (N – 10,5 %, K_2O – 5,1 %, MgO – 2,5 %, B – 0,38 %, Cu – 0,45 %, Fe – 3,07 %, Mn – 0,05 %, Mo – 0,0016 %, Zn – 0,14 %) в дозе 3 л/га, а также комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Медь Л (медь – 78,0 г/л, азот – 65,0 г/л, гуминовые вещества – 0,6–5,0 мг/л) и МикроСил-Медь Л (медь – 78,0 г/л, азот – 65,0 г/л).

Общая площадь делянок с озимой пшеницей – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность четырехкратная. Посев проводился сеялкой RAU Airsem-3 с нормой высева семян озимой пшеницы сорта Богатко 5,0 миллионов всхожих семян на гектар. Агротехника возделывания озимой пшеницы общепринятая для Беларуси. Экономическая эффективность рассчитана по методике разработанной РУП «Институт почвоведения и агрохимии, а статистическая обработка выполнена по – Б. А. Доспехову [7, 8].

Почва опытного участка с овсом по годам исследования имела кислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (pH_{KCl} 5,1–6,1), низкое и среднее содержание гумуса (1,2–1,7 %), повышенное и высокое содержание подвижных форм фосфора (225–318 мг/кг), среднее и повышенное содержание подвижного калия (173–238 мг/кг), низкую и среднюю обеспеченность подвижной медью (1,2–2,2 мг/кг). Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность четырехкратная. Норма высева семян – 5,5 миллионов всхожих семян на гектар.

До посева в опытах применяли карбамид (46 % N), аммофос (12 % N, 52 % P_2O_5), хлористый калий (60 % K_2O) и комплексное удобрения АФК (13:11:22) с 0,1 % B, 0,15 % Cu и 0,1 % Mn. Некорневые подкормки проводили комплексным удобрением Нутривант плюс (N – 6 %, P_2O_5 – 23 %, K_2O – 35 %, MgO – 1,0 %, B – 0,1 %, Zn – 0,2 % Cu – 0,25 %, Fe – 0,05 %, Mo – 0,002 % и фертивант) в дозе 2 кг/га в фазах кушения и начала выхода в трубку, в фазе начала выхода в трубку комплексным микроудобрением с регулятором роста МикроСтим Медь Л (1 л/га).

Почва опытного участка с ячменем характеризовалась средним содержанием гумуса (1,6–1,7 %) и общего азота (0,19–0,20 %), повышенной обеспеченностью подвижным фосфором (195–203 мг/кг) и

калием (200–208 мг/кг), средним содержанием подвижной меди (1,80–1,91 мг/кг) и цинка (3,52–3,95 мг/кг), слабокислой реакцией (рН_{KCL} 5,73–5,96).

Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность четырехкратная. Норма высева семян ярового ячменя составляла 5,5 млн. всхожих семян на 1 га. В опыте для основного внесения в почву применяли стандартные удобрения (карбамид, аммофос, хлористый калий) и комплексное удобрение марки N:P:K (16:11:20 с 0,15 % Cu и 0,10 % Mn), разработанное в РУП «Институт почвоведения и агрохимии». В качестве некорневых подкормок по вегетации ячменя применяли комплексное удобрение с регулятором роста МикроСтим–Медь Л; комплексное удобрение Нутривант Плюс зерновой; Кристалон особый; Кристалон коричневый.

МикроСтим–Медь Л – комплексное микроудобрение с регулятором роста растений (медь – 78,0 г/л, азот – 65,0 г/л, гуминовые вещества – 0,60–5,0 мг/л) применяли в фазе начала выхода в трубку в дозе 1 л/га.

Нутривант Плюс зерновой – водорастворимое комплексное удобрение израильского производства, применяли в фазе кущения и выхода в трубку в дозе по 2 кг/га. Удобрение содержит N (6 %), P₂O₅ (23 %), K₂O (35 %), MgO (1 %), B (0,1 %), Zn (0,2 %), Cu (0,25 %), Fe (0,05 %), Mo (0,002 %) и фертивант (прилипатель).

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 %).

Кристалон особый и коричневый производятся в Нидерландах. Кристалон особый применяли в фазе кущения в дозе 2 кг/га, а коричневый – в фазе начала выхода в трубку в дозе 2 кг/га. Подкормку ячменя проводили карбамидом (N₄₀) в фазе начала выхода в трубку.

Применение комплексного удобрения для озимых зерновых культур для основного внесения марки 5:16:35 с Cu 0,3 % и Mn 0,25 %, по сравнению с внесением карбамида, аммофоса и хлористого калия в эквивалентных дозах по азоту, фосфору и калию, увеличило в среднем за три года урожайность зерна сорта Богатко на 4,9 ц/га (табл. 1).

Таблица 1. Эффективность применения комплексных удобрений при возделывании озимой пшеницы сорта Богатко (среднее за 2011–2014 гг.)

Варианты опыта	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна	Сырой белок, %	Сырая клейковина, %	Чистый доход, долл/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений (контроль)	29,1	–	–	11,6	19,4	–	–
2. N ₂₀ P ₆₄ K ₁₄₀ + N ₇₀ + N ₄₀ +N ₄₀ – фон	60,2	–	6,9	12,7	28,7	313,5	88,5
3. Фон + Эколист-3	68,5	8,3	10,4	13,3	32,0	454,5	116,1
4. Фон + МикроСил–Медь Л	71,3	11,1	10,5	13,5	31,1	528,1	139,7
5. Фон + МикроСтим–Медь Л	70,4	10,2	11,3	13,3	30,6	491,7	124,5
6. N ₂₀ P ₆₄ K ₁₄₀ (АФК удобрение с Cu и Mn) + N ₇₀ +N ₄₀ + N ₄₀	65,1	4,9	11,3	12,9	29,9	419,0	118,4
НСР ₀₅	2,1	–	–	–	–	–	–

Подкормки азотными удобрениями существенно повысили содержание сырого белка и сырой клейковины в зерне озимой пшеницы. Положительное влияние на увеличение содержания сырого белка в зерне озимой пшеницы оказали некорневые подкормки комплексным удобрением Эколист-3 на фоне N₂₀P₆₄K₁₄₀ + N₇₀ + N₄₀ + N₄₀. Некорневая подкормка комплексным микроудобрениями с регулятором роста МикроСил–Медь и МикроСти–Медь на фоне N₂₀P₆₄K₁₄₀ + N₇₀ + N₄₀ + N₄₀ повышали урожайность зерна на 11,1 и 10,2 ц/га.

Содержание сырой клейковины в зерне пшеницы существенно возросло при применении комплексных удобрений Эколист–3, МикроСтим–Медь Л и комплексного удобрения с регулятором роста МикроСил–Медь Л. В этих вариантах опыта оно превышало 28 %, что соответствовало норме, установленной для озимой пшеницы (табл. 1). Наибольшее содержание клейковины в зерне (32 %) было при применении МикроСтим–Медь Л.

Наибольший чистый доход был получен при сочетании N₂₀P₆₄K₁₄₀ + N₇₀ + N₄₀+ N₄₀ с обработкой посевов МикроСтим–Медь и МикроСтим–Медь Л, который составил 491,7 и 528,1 долл/га соответственно. В этих вариантах был более высокий уровень рентабельности (124,5 и 139,7 %).

Применение комплексного АФК удобрения с В, Си и Мп + N₃₀ по сравнению с внесением в эквивалентной дозе стандартных удобрений увеличило урожайность зерна голозерного овса в среднем за три года на 5,8 ц/га (табл. 2).

Таблица 2. Эффективность применения комплексных удобрений при возделывании голозерного овса сорта Гоша (среднее за 2013–2015 гг.)

Варианты опыта	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Прибавка к фону, ц/га		Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га	Чистый доход, долл/га	Рентабельность, %
			Фон 1	Фон 2				
1. Без удобрений	21,7	–	–	–	13,4	2,5	–	–
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ – фон 1	32,2	10,5	–	–	15,0	4,1	–	–
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ – фон 2	33,9	12,2	–	–	15,3	4,5	10,1	10,2
4. Фон 1 + МикроСтим-Медь Л	37,4	15,7	5,2	–	15,7	5,0	12,0	9,4
5. Фон 1 + Нутривант Плюс	40,5	18,8	8,3	–	15,9	5,5	19,3	13,0
6. АФК удобрение с В, Си, Мп + N ₃₀ (эквивалентный по NPK варианту 5)	39,7	18,0	–	–	16,5	5,7	20,0	14,2
7. Фон 2+ Нутривант Плюс	40,2	18,5	–	6,3	16,3	5,7	17,6	12,0
8. Фон 2+ МикроСтим-Медь Л	38,9	17,2	–	5,0	16,6	5,6	20,4	15,3
НСР ₀₅	0,8	–	–	–	0,7	–		

Некорневые подкормки комплексным удобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л, а также комплексным удобрением Нутривант Плюс на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ повысили урожайность зерна голозерного овса на 5,2 и 8,3 ц/га.

На фоне N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ урожайность зерна при обработке посевов комплексным микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л увеличилась на 5,0, а комплексным удобрением Нутривант Плюс – на 6,3 ц/га. В этих вариантах опыта обеспечивалась максимальная урожайность зерна голозерного овса сорта Гоша.

Применение белорусского комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСтим–Медь Л на фоне N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ обеспечило более высокий чистый доход и рентабельность, чем использование для некорневых подкормок комплексного удобрения Нутривант Плюс на аналогичном фоне удобрений. Выше чистый доход и рентабельность были в вариантах при применении комплексного удобрения АФК с В, Си, Мп + N₃₀ и микроудобрения МикроСтим–Медь Л на фоне N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ у которых чистый доход составил 20,0 и 20,4 долл/га при рентабельности 14,2 и 15,3 % соответственно.

Применение нового комплексного АФК удобрения для яровых зерновых культур с 0,15 % Си и 0,10 % Мп увеличило урожайность зерна раннеспелого ячменя сорта Батяка на 6,3 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе применялись карбамид, аммофос и хлористый калий (табл. 3).

Таблица 3. Эффективность применения комплексных удобрений при возделывании ярового ячменя сорта Батяка (среднее за 2015–2017 гг.)

Варианты опыта	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна	Сырой белок, %	Выход сырого протеина, ц/га	Чистый доход, долл/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	26,8	–	–	9,6	2,2	–	–
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ – фон 1	55,5	28,7	11,9	11,2	6,0	85,8	41,7
3. N ₈₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₄₀ – фон 2	62,2	35,4	11,4	10,8	5,7	99,1	38,0
4. Фон 1 + Нутривант Плюс (2 обработки)	59,8	33,0	13,8	11,3	5,9	96,5	40,4
5. Фон 1 + Кристалон (2 обработки)	61,1	34,3	14,3	11,7	6,0	106,2	43,8
6. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ с Си (0,15 %), Мп (0,10 %) (комплексное)	61,8	35,0	14,6	12,4	6,9	134,7	60,9
7. Фон 1 + МикроСтим–Медь Л	62,4	35,6	14,8	12,4	6,5	130,5	56,4
8. Фон 2 + МикроСтим–Медь Л	70,0	43,2	13,9	0,5	–	150,0	51,9
НСР ₀₅	1,3	–	–				

При обработке посевов ярового ячменя на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ комплексным микроудобрением МикроСтим–Медь Л в фазе начала выхода в трубку урожайность зерна раннеспелого сорта Батяка повысилась на 6,9 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 14,8 кг зерна. При повышенных дозах минеральных удобрений (N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N_{40 карб}) применение МикроСтим–Медь Л увеличило урожайность зерна у раннеспелого сорта ячменя Батяка на 7,5 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 13,9 кг зерна.

Некорневая подкормка водорастворимым комплексным удобрением Кристалон (2 обработки) по сравнению с фоновым вариантом N₉₀P₆₀K₉₀ повысила урожайность зерна у раннеспелого сорта Батяка

на 5,6 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 14,3 кг зерна. Нутривант Плюс на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ способствовал повышению урожайности зерна 4,3 ц/га (табл. 3).

Одним из важнейших показателей качества зерна ячменя является содержание сырого протеина. Оптимальное содержание сырого протеина в кормах – 15 % и более. Этот показатель увеличивался с возрастанием доз вносимых азотных удобрений. Максимальное содержание сырого белка 12,4 % и его выход 6,5 и 6,9 ц/га отмечены при применении МикроСтим–Медь Л на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ и комплексного АФК удобрения с Cu и Mn.

Наибольший чистый доход у сорта Батяка (150,0 долл/га) отмечен в варианте с применением МикроСтим–Медь Л на фоне N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N_{40 карб.} Максимальная рентабельность у ячменя наблюдалась в варианте с применением комплексного азотно-фосфорно-калийного удобрения с Cu и Mn (60,9 %).

Заключение

Некорневые подкормки комплексным удобрением Эколист–З, комплексными микроудобрениями с регулятором роста МикроСил–Медь и МикроСтим–Медь на фоне N₂₀P₆₄K₁₄₀ + N₇₀₊₄₀₊₄₀ повысили урожайность зерна озимой пшеницы сорта Богатко с 60,2 ц/га на 8,3, 11,1 и 10,2 ц/га соответственно. В вариантах с тремя и четырьмя подкормками азотом содержание сырой клейковины составило более 28 % (28,7–30,0 %), что соответствует норме, установленной для озимой пшеницы.

Наиболее выгодными вариантами систем удобрения, с агроэкономической точки зрения, были варианты с основным внесением марки NPK с 0,15 % Cu и 0,1 % Mn в дозе, эквивалентной N₉₀P₆₀K₉₀, и некорневыми подкормками МикроСтим–Медь Л на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ и МикроСтим–Медь Л на фоне N₈₀₊₄₀P₇₀K₁₂₀, которые обеспечили урожайность зерна ячменя кормового назначения раннеспелого сорта Батяка на уровне 61,8–70,0 ц/га, где чистый доход составил 134,7–150,0 долл/га при рентабельности 51,9–60,9 %.

У голозерного овса сорта Гоша некорневые подкормки удобрением Нутривант Плюс на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ и N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ увеличили урожайность зерна на 6,3–8,2 ц/га (с 32,2 до 40,5 ц/га и с 33,9 до 40,3 ц/га). Максимальное содержание сырого белка (16,6 %) было в варианте с применением комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСтим–Медь Л на N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀.

У голозерного овса сорта Гоша оптимальной была система удобрения при использовании комплексного АФК удобрения с B, Cu, Mn + N₃₀, внесенного в дозах (N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀), некорневой подкормки МикроСтим–Медь Л на фоне N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀, где чистый доход составил 20,0 и 20,4 долл/га при рентабельности 14,2 и 15,3 % соответственно.

Комплексные удобрения показали достаточно высокую агрономическую и экономическую эффективность при возделывании зерновых культур. Более высокая экономическая эффективность комплексных удобрений для допосевного внесения и некорневых подкормок была у озимой пшеницы, затем у ячменя кормового назначения и ниже она была у голозерного овса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимия. Удобрения и их применение в современной земледелии: учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2019. – 405 с.
2. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапа. – Минск; ИВЦ Минина, 2021. – 260 с.
3. Агрохимия: учебник / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред.И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013.– 704 с.
4. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на продуктивность и качество сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 161 с.
5. Вильдфлуш, И. Р. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность, структуру урожая и качество зерна яровой пшеницы / Вильдфлуш И. Р., Кулешова А. А. // Почвоведение и агрохимия. – 2023.– № 1(70). – С. 126–135.
6. Рак, М. В. Эффективность микроудобрений при возделывании ярового ячменя на дерново-подзолистой высокоокультуренной легкосуглинистой почве / Рак М. В., Пукалова Е. Н., Гузова Н. С., Гук Л. Н., Корсакова В. В. // Почвоведение и агрохимия. – 2023. – № 1(70). – С. 112–118.
7. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.] / РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2010. – 24 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.