

УДК 633.16:[631.81.095.337+631.811.98]:631.445.24

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ КОМПЛЕКСНЫХ,
МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
СРЕДНЕПОЗДНЕГО СОРТА ЯЧМЕНЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ
ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ**

Н. В. БАРБАСОВ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Беларусь, 213407, e-mail: nbarbasov@mail.ru*

(Поступила в редакцию 29.06.2017)

Оптимизация питания растений, повышение эффективности внесения удобрений в огромной степени связаны с обеспечением оптимального соотношения в почве макро- и микроэлементов. Причем это важно не только для роста урожайности, но и повышения качества продукции растениеводства. Микроэлементы – это необходимые элементы питания, без которых растения не могут полноценно развиваться. Под влиянием микроэлементов растения становятся более устойчивыми к неблагоприятным условиям атмосферной и почвенной засухи, пониженным и повышенным температурам, поражению вредителями и болезнями. Современным направлением повышения урожайности и качества продукции растениеводства является внедрение в сельскохозяйственное производство высоких энергосберегающих технологий с применением регуляторов роста растений. Управление ростом и развитием растений при помощи регуляторов роста позволяет существенно повысить устойчивость к неблагоприятным факторам среды: высоким и низким температурам, недостатку влаги. В статье дана агрономическая оценка применения комплексных удобрений для некорневой подкормки Нутривант плюс (Израиль) и Кристалон (Нидерланды), микроудобрения Адоб Медь (Польша), нового комплексного удобрения разработанного в Институте почвоведения и агрохимии, НРК

плексные соединения органических веществ с металлами, в которых атом металла (железа, цинка, меди и др.) связан с двумя или большим числом атомов органического соединения – хелатного агента. В качестве органического соединения выступают органические кислоты, наиболее эффективными из которых являются химически синтезированные этилендиаминтетрауксусная (ЭДТА) и диэтилентриаминпентауксусная кислота (ДТПА) [5]. Применение комплексных минеральных удобрений по сравнению с однокомпонентными позволяет внести весь необходимый комплекс элементов питания за один проход техники, дает возможность сократить сроки внесения удобрений, снизить затраты, уменьшить неравномерность их распределения по площади поля, что положительно сказывается на урожайности и качестве сельскохозяйственных культур [6]. Управление ростом и развитием растений при помощи регуляторов роста приобретает важное значение в связи с тем, что повышает устойчивость к неблагоприятным условиям и позволяет существенно увеличить урожайность при минимальных затратах [7]. Включение в систему удобрения комплексных удобрений со сбалансированным содержанием макро- и микроэлементов, высокоэффективных микроудобрений и регуляторов роста позволяет оптимизировать питание растений, снизить влияние неблагоприятных условий произрастания и получать более стабильные урожаи сельскохозяйственных культур [8].

В связи с этим целью данных исследований являлось изучение применения новых форм комплексных, микроудобрений и регуляторов роста и их влияния на урожайность и качество зерна среднепозднего сорта ячменя Якуб на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Основная часть

Полевые опыты проводили в 2015–2016 гг. в УНЦ «Опытные поля УО БГСХА». Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лесовидном 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 (200–208 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 %), новое комплексное удобрение, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии, NPK с Cu (0,15 %) и Mn (0,10 %), 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 вещества – 0,60–5,0 мг/л).

Новое комплексное удобрение, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии, NPK с Cu (0,15 %) и Mn (0,10 %) 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 в дозе 1 л/га, Экосил (препаративная форма – 5%-ная водная эмульсия тритерпеновых кислот) – в дозе 75 мл/га, 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) – 0,6 л/га.

Азотная подкормка ячменя в некоторых вариантах проводилась карбамидом в фазе начала выхода в трубку. Учет урожая производился сплошным методом комбайном «Sampro – 500».

Качественные показатели зерна ячменя и агрохимические показатели почвы определяли по общепринятым методикам. Статистическую обработку результатов исследований проводили по Б. А. Доспехову [6] и М. Ф. Дембицкому [7]. Метеорологические условия по годам исследований существенно отличались. Вегетационный период 2015 г. характеризовался аномально высокими температурами и недостаточным увлажнением, в то время как вегетационный период 2016 года был более умеренным по температурному режиму и с большим количеством осадков, что в конечном итоге повлияло на урожайность зерна ячменя [8].

Внесение удобрений по сравнению с контрольным вариантом без удобрений значительно увеличивало урожайность зерна ячменя. В среднем за 2 года урожайность зерна в вариантах $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{90}P_{60}K_{90}$ по сравнению с контролем возросла на 21,8 и 28,9 ц/га соответственно. Окупаемость в этих вариантах опыта 1 кг NPK составила 10,4 и 12,0 кг зерна соответственно.

В варианте опыта с дробным внесением азота и повышенными дозами фосфора и калия ($N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$) урожайность зерна по сравнению с контролем возросла на 35,8 ц/га, но при этом несколько снизилась окупаемость 1 кг NPK (табл. 1).

Таблица 1. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность зерна ячменя

Вариант	Урожайность (ц/га)		Среднее	Прибавка к контролю	Прибавка к фону 1, ц/га	Прибавка к фону 2, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK кг зерна
	2015 г.	2016 г.					
Без удобрений	22,2	29,6	25,9	–	–	–	–
$N_{60}P_{60}K_{90}$	37,8	57,5	47,7	21,8	–	–	10,4
$N_{90}P_{60}K_{90}$ – Фон 1	47,4	62,2	54,8	28,9	–	–	12,0
$N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ – Фон 2	54,2	69,1	61,7	35,8	–	–	11,5
Фон 1 + Адоб Медь	52,4	66,6	59,5	33,6	4,7	–	14,0
Фон 1 + Нутривант плюс (2 обработки)	55,0	66,4	60,7	34,8	5,9	–	14,5
Фон 1 + Кристалон (2 обработки)	55,1	67,5	61,3	35,4	6,5	–	14,8
Фон 1 + Экосил	54,1	65,1	59,6	33,7	4,8	–	14,0
$N_{90}P_{60}K_{90}$ с Cu (0,15%), Mn (0,10%)	56,1	65,4	60,8	34,9	–	–	14,5
Фон 1 + ЭлеГум – Медь	60,3	70,4	65,4	39,5	10,6	–	16,5
Фон 1 + МикроСтим – Медь Л	57,9	69,1	63,5	37,6	8,7	–	15,7
Фон 1 + Фитовитал	55,9	64,5	60,2	34,3	5,4	–	14,3
Фон 2 + МикроСтим – Медь Л	63,5	75,7	69,6	43,7	–	7,9	14,1
НСР ₀₅	2,1	4,2	1,9	–	–	–	–

Некорневая подкормка ячменя удобрениями Адоб Медь, ЭлеГум-Медь и МикроСтим-Медь Л в фазе начала выхода в трубку на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ также повышала урожайность зерна на 4,7, 10,6 и 8,7 ц/га соответственно по сравнению с фоновым вариантом $N_{90}P_{60}K_{90}$ при окупаемости 1 кг NPK 14,0, 16,5 и 15,7 кг зерна.

Использование водорастворимого комплексного удобрения Нутривант плюс при двух обработках по сравнению с фоновым вариантом $N_{90}P_{60}K_{90}$ увеличило урожайность зерна ячменя на 5,9 ц/га. Окупаемость 1 кг NPK в этом варианте опыта составила 14,5 кг зерна. Двукратная обработка посевов ячменя Кристалоном на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ в среднем за два года обеспечило прибавку урожайности 6,5 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 14,8 кг зерна. Белорусское микроудобрение ЭлеГум-Медь по эффективности превосходило польское микроудобрение Адоб Медь, а отечественное комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим – Медь Л по действию при некорневых подкормках не уступало израильскому удобрению Нутривант плюс и комплексному удобрению из Нидерландов Кристалон. Таким образом, белорусские удобрения ЭлеГум – Медь и МикроСтим – Медь Л могут быть использованы для импортозамещения.

Применение нового комплексного удобрения (NPK с Cu (0,15 %), Mn (0,10 %)) в эквивалентной дозе ($N_{90}P_{60}K_{90}$) со стандартными удобрениями (карбамид, аммофос, хлористый калий) увеличивало урожайность зерна среднепозднего сорта ячменя сорта Якуб в среднем за два года на 6,0 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе применялись карбамид, аммофос и хлористый калий. Окупаемость 1 кг NPK в этом варианте опыта составила 14,5 кг зерна. Обработка посевов регуляторами роста Экосил увеличивала урожайность зерна по сравнению с фоном на 4,8 ц/га, а Фитовиталом – на 5,4 ц/га при окупаемости 1 кг NPK кг зерна 14,0 и 14,3 кг соответственно.

В среднем за два года максимальная урожайность зерна ячменя (69,6 ц/га) была в варианте с применением МикроСтим–Медь Л на фоне N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N₄₀ карб. Прибавка к данному фону составила 7,9 ц/га, а окупаемость 1кг NPK кг зерна – 14,1 кг.

Важным показателем качества зерна является содержание сырого белка. Этот показатель увеличивался с возрастанием доз вносимых азотных удобрений. Обработка посевов ячменя удобрениями ЭлеГум-Медь и МикроСтим–Медь Л на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ увеличивала содержание сырого белка на 1,3 и 1,2%, а его выход – на 1,6 и 1,4 ц/га. Наиболее высокое содержание сырого белка в среднем за 2 года наблюдалось при обработке посевов ячменя МикроСтим–Медь Л на фоне N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N₄₀ карб., где содержание сырого белка составило 12,9 %. В этом же варианте был и самым большим выход сырого белка – 8,0 ц/га. Показатели качества зерна также были высокими и в варианте с применением ЭлеГум – Медь на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ (табл. 2).

Таблица 2. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на качество зерна ячменя

Вариант	Сырой белок, %			Выход сырого белка, ц/га		
	2015 г.	2016 г.	среднее	2015 г.	2016 г.	среднее
Без удобрений;	7,6	9,9	8,8	1,7	2,5	2,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	8,9	10,7	9,8	3,6	5,3	4,5
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ – фон 1	10,8	10,9	10,9	5,1	5,8	5,5
N ₈₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₄₀ – фон 2;	11,1	11,0	11,1	5,9	6,5	6,2
Фон 1 + Адоб Медь	10,9	11,1	11,0	5,6	6,4	6,0
Фон 1 + Нутривант плюс (2 обработки)	10,2	11,2	10,7	5,3	6,4	5,9
Фон 1 + Кристалон (2 обработки)	11,8	11,2	11,5	6,2	6,5	6,4
Фон 1+ Экосил	11,2	11,3	11,3	5,2	6,3	5,8
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ с Cu (0,15%), Mn (0,10%)	11,6	11,5	11,6	6,1	6,5	6,3
Фон 1 + ЭлеГум – Медь	12,4	11,9	12,2	7,0	7,2	7,1
Фон 1 + МикроСтим–Медь Л	12,3	11,8	12,1	6,7	7,0	6,9
Фон 1 + Фитовитал	12,1	11,7	11,9	5,8	6,5	6,2
Фон 2 + МикроСтим–Медь Л	13,2	12,5	12,9	7,9	8,1	8,0
НСР ₀₅	1,2	0,3	0,5	1,5	0,4	0,7

Натура – это масса 1 л зерна, выраженная в граммах. Натура характеризует выполненность и плотность зерновки, ее технологические свойства. Зерно с большой натурой хорошо развито, выполнено, содержит большее количество эндосперма и меньше оболочек. Натура зерна ячменя в вариантах опыта в среднем за два года колебалась у среднепозднего сорта Якуб в пределах 475,5 – 566,8 г/дм³. Применение минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₉₀ и N₉₀P₆₀K₉₀ увеличило натуру зерна ячменя на 47,2 и 50,1 г/дм³, по сравнению с вариантом без применения минеральных удобрений. Обработка посевов удобрениями Адоб Медь и Нутривант плюс в фазе начала выхода в трубку на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ не способствовала увеличению натуре зерна по сравнению с фоном.

Применение нового комплексного удобрения (NPK с Cu (0,15 %), Mn (0,10 %)), увеличило натуру зерна ячменя на 67,0 г/дм³ по сравнению с контролем. При использовании МикроСтим – Медь Л и ЭлеГум – Медь в фазе начала выхода в трубку на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ натура зерна ячменя возрастала на 21,3 и 20,7 г/дм³ по сравнению с фоновым показателем. Повышенные дозы минеральных удобрений в сочетании с азотной подкормкой (N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N₄₀) увеличивали натуру зерна в среднем за 2 года на 52,6 г/дм³ по сравнению с контрольным вариантом. Некорневая подкормка МикроСтим–Медь Л в фазе начала выхода в трубку на фоне N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N₄₀ увеличила натуру зерна на 38,3 г/дм³ по сравнению с фоновым вариантом N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N₄₀. Наиболее высокой натуре зерна ячменя (566,4 г/дм³) была в варианте N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N₄₀+ МикроСтим–Медь Л (табл. 3).

Применение удобрений по сравнению с вариантом без внесения их способствовало некоторому возрастанию массы 1000 зерен. Наибольшая масса 1000 зерен у среднепозднего сорта ячменя Якуб (66,0 г) в среднем за 2 года наблюдалась в варианте с применением МикроСтим - Медь Л на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40 \text{ карб}}$. Это связано, вероятно, с повышенным минеральным питанием и применением микроудобрения (табл. 3).

Таблица 3. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на массу 1000 зерен и натуру зерна ячменя

Вариант	Масса 1000 зерен, г			Натура зерна, г/дм ³		
	2015 г.	2016 г.	среднее	2015 г.	2016 г.	среднее
Без удобрений	55,8	58,6	57,2	484	466,9	475,5
$N_{60}P_{60}K_{90}$	57,3	60,3	58,8	495	550,3	522,7
$N_{90}P_{60}K_{90}$ – фон 1	57,4	60,8	59,1	500	551,1	525,6
$N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ – фон 2	58,4	64,4	61,4	503	553,2	528,1
Фон 1 + Адоб Медь	59,3	62,2	60,8	512	553,7	532,9
Фон 1 + Нутривант плюс (2 обработки)	59,5	62,9	61,2	514	553,7	533,9
Фон 1 + Кристалон (2 обработки)	59,5	63,3	61,4	517	556,1	536,6
Фон 1+ Экосил	60,3	64,1	62,2	518	558,4	538,2
$N_{90}P_{60}K_{90}$ с Cu (0,15%), Mn (0,10%)	60,7	61,8	61,3	526	558,9	542,5
Фон 1 + ЭлеГум – Медь	61,2	65,5	63,4	533	559,5	546,3
Фон 1 + МикроСтим–Медь Л	61,4	64,0	62,7	533	560,8	546,9
Фон 1 + Фитовитал	61,9	63,7	62,8	535	567,6	551,3
Фон 2 + МикроСтим–Медь Л	62,8	69,1	66,0	559	573,7	566,4
НСР ₀₅	0,3	0,9	0,4	14,8	18,2	11,8

Заключение

Некорневая подкормка посевов удобрениями Адоб Медь, ЭлеГум – Медь, МикроСтим – Медь Л, Нутривант плюс и Кристалона на фоне $N_{90} P_{60} K_{90}$ повышала урожайность зерна на 4,7, 10,6, 8,7, 5,9 и 6,5 ц/га соответственно.

Новое комплексное удобрение НРК с Cu (0,15 %), Mn (0,10 %) для основного внесения в эквивалентной дозе ($N_{90}P_{60}K_{90}$) увеличивало урожайность зерна ячменя по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе применялись карбамид, аммофос и хлористый калий, на 6,0 ц/га.

Максимальная урожайность зерна ячменя среднепозднего сорта Якуб (69,6 ц/га) и масса 1000 зерен (66,0 г) в среднем за 2015–2016 гг. была в варианте $N_{80} P_{70} K_{120} + N_{40 \text{ карб}}$ + МикроСтим - Медь Л.

Натура зерна ячменя колебалась в пределах 475,5 – 566,4 г/дм³. Максимальной она была (566,4 г/дм³) в варианте с обработкой посевов МикроСтим - Медь Л на фоне $N_{80} P_{70} K_{120} + N_{40 \text{ карб}}$.

Наибольшие показатели качества зерна (содержание сырого белка в зерне и его выход) были в варианте $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40 \text{ карб}}$. + МикроСтим - Медь Л – 12,9 % и 8,0 ц/га.

Белорусское микроудобрение ЭлеГум – Медь по действию превосходило польское микроудобрение Адоб Медь, а комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим – Медь Л по эффективности не уступало комплексным удобрениям для некорневых подкормок известных зарубежных фирм Нутривант плюс (Израиль) и Кристалон (Нидерланды). Белорусские удобрения ЭлеГум – Медь и МикроСтим – Медь Л могут быть использованы для импортозамещения удобрений зарубежных фирм при некорневых подкормках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ячмень [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wildgarden.ru/cereals/barley.php>. – Дата доступа: 23.01.2017.
2. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. // Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.
3. Яровой ячмень [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ronl.ru/knigi/botanika-i-selskoe-hoz-vo/714112>. – Дата доступа – 23.01.2017.
4. Повышение урожайности ржи озимой при использовании микроудобрений и биопрепаратов в короткоротационном севообороте [Текст] / В. А. Полищук // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно: ГГАУ, 2016. – Т. 32: Агрономия. – С. 146.
5. Богусевич, П. Т. Эффективность микроудобрений Адоб и Эколист при возделывании свеклы столовой [Текст] / П. Т. Богусевич, Ф. Н. Леонов // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы: сборник научных трудов / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». - Гродно: ГГАУ, 2016. – Т. 32: Агрономия. – С. 32.
6. Применение новых форм комплексных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры: рекомендации / Г. В. Пироговская [и др.] – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2011. – 48 с.
7. Вильдфлуш, И. Р. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.] – Минск: Беларуская навука, 2011. – 293 с.
8. Применение новых форм минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.] – Горки: БГСХА, 2014. – 38 с.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. // М.: Колос, 1985. – 235 с.
10. Гидрометеорологические условия в Беларуси в мае-сентябре 2015–2016 гг. [Электронный ресурс]. – Минск, 2016. – Режим доступа: <http://www.pogoda.by/press-release/>. – Дата доступа: 01.02.2017.
11. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Весці Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – №3. – С. 60–64.