

ВЛИЯНИЕ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ, РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И БИОПРЕПАРАТА РИЗОБАКТЕРИН НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ

И.Р. Вильдфлуш, О.И. Мишура, И.В. Глатанкова

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

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 и животноводства [1].

Микроэлементы – это необходимые элементы питания, без которых растения не могут полноценно развиваться. Они входят в состав важнейших физиологически активных веществ и участвуют в процессе синтеза белков, углеводов, витаминов, жиров. Под влиянием микроэлементов растения становятся более устойчивыми к неблагоприятным условиям атмосферной и почвенной засухи, пониженным и повышенным температурам, поражению вредителями и болезнями [2, 3, 4].

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 [5, 6].

Повысить эффективность микроудобрений можно за счет перевода их в комплексные соединения (хелаты), которые эффективны в любых почвенно-климатических зонах и хорошо совместимы с регуляторами роста растений. При этом перспективное значение имеют регуляторы роста природного происхождения (экосил, гуматы и др.), поскольку они легко включаются в естественные природные цепи превращений, легко расщепляются до простых химических соединений [7]. В настоящее время широкое распространение получили комплексные препараты на основе микроэлементов и регуляторов роста, эффективность некоторых слабо изучена на пивоваренном ячмене.

Улучшить питание небобовых культур (ячменя, овса, яровой пшеницы, льна и др.) способны ассоциативные микроорганизмы. Значение не симбиотических diaзотрофов долгое время недооценивалось, поскольку их вклад в улучшение азотного питания зерновых, кормовых трав и других культур считается незначительным. К настоящему времени разработан целый ряд достаточно эффективных биопрепаратов на основе ассоциативных азотфиксаторов, применение которых на яровых зерновых культурах равнозначно по действию 30–40 кг азота минеральных удобрений [8].

МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследований – изучение эффективности минеральных и бактериальных удобрений, новых регуляторов роста растений, однокомпонентных и многокомпонентных микроудобрений в хелатной форме на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой с глубины 1 м моренным суглинком. В 2011–2013 гг. для этого были проведены полевые опыты с пивоваренным ячменем Бровар, который высевался с нормой посева семян 5,0 млн/га.

В опытах применялись карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий, КАС, новое комплексное удобрение АФК форма 10–19–25 с Cu – 0,25 % и Mn – 0,2 % для пивоваренного ячменя.

Некорневые подкормки пивоваренного ячменя в фазе начала выхода в трубку проводились жидким комплексным удобрением Эколист 3 (N – 10,5 %, K₂O – 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, комплексными препаратами на основе микроэлементов и регулятором роста Фитовитал, водорастворимый концентратом (д.в.: янтарная кислота, 5 г/л; сопутствующие компоненты: комплекс микроэлементов – Mg, Cu, Fe, Zn, B, Mn, Mo, Co, Li, Br, Al, Ni) в дозе 0,6 л/га и МикроСтим медь Л (медь – 78 г/л, азот – 65 г/л, гуминовые вещества – 0,6–5,0 мг/л) в дозе 1 л/га. В фазе начала выхода в трубку на ячмене проводилась обработка регулятором роста Экосил в дозе 50 мл/га.

Семена ячменя обрабатывали бактериальным препаратом Ризобактерин из расчета 200 мл на гектарную массу семян. Ризобактерин разработан на основе ассоциативного diaзотрофа (*Kl. planticola* 5), которому свойственна колонизирующая способность, ростостимуляция, антимикробное действие.

Определение агрохимических показателей почвы и качества урожая ячменя проводили общепринятыми методами согласно ГОСТ и ОСТ. Экспериментальные данные обработаны методами дисперсионного анализа на ЭВМ.

Почва опытных участков с ячменем имела слабокислую реакцию pH_{KCl} – 5,7–6,0, среднее содержание гумуса – 1,66–1,70 %, повышенное содержание подвижного фосфора – 186–225 мг/кг и среднее и повышенное содержание подвижного калия – 186–240 мг/кг, среднюю обеспеченность подвижной медью – 1,7–2,2 мг/кг и низкую – подвижным цинком – 1,7–2,3 мг/кг.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В среднем за 2011–2013 гг. урожайность зерна ячменя по сравнению с неудобренным контролем при применении $N_{16}P_{60}K_{90}$, $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{90}P_{60}K_{90}$ возросла на 3,7, 12,2 и 16,8 ц/га соответственно (табл. 1).

Наибольшая урожайность зерна ячменя была получена в вариантах с применением новых комплексных препаратов на основе микроэлементов и регуляторов роста Фитовитал и МикроСтим медь Л на фоне $N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} карбамид и МикроСтим–Медь Л на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ + N_{30} карбамид (табл.1). Прибавка урожайности зерна при этом составила по отношению к фоновому варианту $N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} при использовании Фитовитал 5,3 ц/га и МикроСтим–Медь Л – 7,7 ц/га. Высокая прибавка урожая в этих вариантах оказала влияние на увеличении окупаемости 1 кг NPK, которая составила в этих вариантах опыта 10,4 и 11,4 кг зерна соответственно.

Таблица 1

**Влияние макро- и микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата
на урожайность зерна ячменя**

Вариант опыта	Урожайность, ц/га				Окупаемость 1кг НРК, кг зерна, сред- нее за 3 года
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее за 3 года	
1. Без удобрений	26,3	28,1	29,0	27,8 (28,6*)	–
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	28,7	32,1	33,8	31,5	2,2
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	33,5	38,4	48,0	40,0 (43,2*)	5,8 (7,0*)
4. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	41,1	42,8	50,0	44,6 (46,4*)	7,0
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ (АФК форма 10–19–25) с Cu и Mn	–	46,8	53,6	50,2*	10,3*
6. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Экосил в фазу нач. вых. в трубку	46,4	44,8	50,8	47,3	8,1
7. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ КАС в фазу нач. вых. в трубку	44,7	43,3	48,3	45,4	7,3
8. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в нач. фазу вых. в трубку	46,1	45,2	51,1	47,5	8,2
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ КАС с Экосил в фазу нач. вых. в трубку	48,1	45,9	52,5	48,8	8,8
10. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид + Микро- Стим–Медь Л в фазу нач. вых. в трубку	51,5	54,6	59,5	55,2	11,4
11. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в фазу нач. вых. в трубку + Эколист 3	45,6	47,9	51,9	48,5	8,6
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид + Фитови- тал в фазу нач. вых. в трубку	50,2	50,3	58,0	52,8	10,4
13. N ₉₀ P ₈₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ карбамид в фазу нач. вых. в трубку + МикроСтим–Медь Л	52,0	53,5	57,0	54,2	8,0
14. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	33,3	34,9	38,7	35,6	–
НСР ₀₅	1,6	1,9	2,4	1,2	

* Среднее за 2012–2013 гг.

Внесение комплексного удобрения АФК 10–19–25 с Cu, Mn на фоне N₆₀P₆₀K₉₀ способствовало в среднем за 2012–2013 гг. повышению урожайности зерна на 7,0 ц/га по сравнению с применением карбамида, аммофоса и хлористого калия в эквивалентных (N₆₀P₆₀K₉₀) дозах (табл. 1).

Обработка посевов пивоваренного ячменя регулятором роста Экосил по сравнению с вариантом N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ КАС увеличивала урожайность зерна на 3,4 ц/га и на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ – на 2,7 ц/га.

Под влиянием бактериального препарата Ризобактерин на фоне N₁₆P₆₀K₉₀ урожайность зерна ячменя в среднем за 3 года возросла на 4,1 ц/га.

В среднем за 3 года максимальная урожайность ячменя (52,8–55,2 ц/га) была получена в вариантах с применением комплексных препаратов на основе микроудобрений и регуляторов роста МикроСтим–Медь Л на фоне N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ карбамид, МикроСтим–Медь Л на фоне N₉₀P₈₀K₁₃₀ + N₃₀ карбамид и Фитовитал на фоне N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ карбамид.

Жидкое комплексное удобрение Эколист 3 в среднем за 3 года не повышало урожайность зерна ячменя по сравнению с фоновым вариантом $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид (табл. 1).

Основными элементами урожайности зерновых культур является: число продуктивных стеблей, число зерен в колосе (озерненность) и масса 1000 зерен [9].

Величина урожайности на 50 % зависит от плотности продуктивного стеблестоя, на 25 % – от числа зерен в колосе и на 25 % – от массы 1000 зерен [10].

Основным фактором, регулирующим густоту стеблестоя зерновых культур, является норма высева семян. Оказывает влияние на структуру и конечную урожайность зерновых культур и применение азотных удобрений. Применение азотных удобрений способствует существенному увеличению количества продуктивных стеблей. Увеличение массы колосьев может происходить и при применении регуляторов роста.

В удобряемых вариантах, по сравнению с неудобренным контролем, возросло количество растений, стеблей и стеблей с колосом, а также общая и продуктивная кустистость, длина колоса, среднее число зерен в колосе (табл. 2).

Таблица 2

Влияние удобрений и регуляторов роста на структуру урожайности пивоваренного ячменя, среднее 2011–2013 гг.

Вариант опыта	Количество шт./1 м ²			Коэффициент		Длина колоса, см	Среднее число зерен в колосе, шт.
	растений	стеблей	стеблей с колосом	общей кустистости	продуктивной кустистости		
1. Без удобрений	305	417	372	1,30	1,17	6,2	19
2. $N_{16}P_{60}K_{90}$	332	459	433	1,38	1,32	6,5	19
3. $N_{60}P_{60}K_{90}$	351	502	446	1,39	1,25	6,3	20
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$	357	535	441	1,51	1,27	7,0	22
5. $N_{60}P_{60}K_{90}$ (АФК форма 10–19–25)	373	594	496	1,60	1,33	7,0	21
6. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Эколист в фазу нач. вых. в трубку	361	558	451	1,56	1,26	6,3	19
7. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} КАС в фазу нач. вых. в трубку	371	585	469	1,58	1,34	7,2	21
8. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} карбамид в нач. фазу вых. в трубку	377	613	525	1,63	1,39	7,0	21
9. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} КАС с Эколист в фазу нач. вых. в трубку	389	611	537	1,57	1,38	6,8	22
10. $N_{60}P_{70}K_{90}$ + N_{30} карбамид + МикроСтим–Медь Л в фазу нач. вых. в трубку	381	612	533	1,61	1,40	6,8	20
11. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} карбамид в фазу нач. вых. в трубку + Эколист 3	390	612	536	1,57	1,37	7,0	22
12. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} карбамид + Фитовитал в фазу нач. вых. в трубку	401	607	522	1,53	1,31	7,0	21

Вариант опыта	Количество шт./м ²			Коэффициент		Длина колоса, см	Среднее число зерен в колосе, шт.
	растений	стеблей	стеблей с колосом	общей кустистости	продуктивной кустистости		
13. N ₉₀ P ₈₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ карбамид в фазу нач. вых. в трубку + МикроСтим–Медь Л	394	621	538	1,58	1,36	6,9	21
14. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	357	620	509	1,62	1,42	6,3	20
НСП ₀₅							

Наиболее существенное влияние на увеличение продуктивности стеблестоя, от которого в наибольшей степени зависит урожайность зерна, оказали азотные удобрения. В вариантах с повышенными дозами азотных удобрений этот показатель был выше. Возрастание данного показателя в некоторой степени наблюдалось при применении микроэлементов и комплексных препаратов на основе микроэлементов и регуляторов роста растений. Больше всего продуктивных стеблей было в вариантах, где на фоне N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ карбамид применялось жидкое комплексное удобрение Эколист 3 (536 шт./м²) и комплексный препарат МикроСтим–Медь Л (533 стебля на м²). Достаточно высоким этот показатель был в вариантах с внесением N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ КАС с Экосилом (537 шт./м²) и N₉₀P₈₀K₁₃₀ + N₃₀ карбамид + МикроСтим–Медь Л (538 шт./м²). Эти варианты опыта отличались и более высокой урожайностью.

Среднее число зерен в колосе несколько больше было в удобряемых вариантах. Однако в вариантах с микроэлементами, регуляторами роста и комплексными препаратами на основе микроэлементов и регуляторов роста число зерен в колосе варьировало в незначительных пределах.

Применение удобрений по сравнению с вариантом без внесения удобрений способствовало некоторому возрастанию массы 1000 зерен. Наибольшая масса 1000 зерен (56,8 г) отмечена в варианте с использованием МикроСтим–Медь Л на фоне N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ карбамид. В целом, масса 1000 зерен в вариантах с применением макро- и микроудобрений и регуляторов роста варьировала в незначительных пределах (табл. 3).

Таблица 3

Влияние макро- и микроудобрений, регуляторов роста и бактериального препарата на массу 1000 зерен и содержание сырого белка в зерне ячменя

Варианты опыта	Масса 1000 зерен, г				Сырой белок, %		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее за 3 года	2011 г.	2012 г.	2013 г.
1. Без удобрений	56,2	54,8	53,1	54,7	7,8	9,5	9,8
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	57,4	54,7	54,7	55,6	8,1	9,4	9,1
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	58,2	56,2	53,7	56,0	8,0	9,9	9,9
4. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	57,6	56,4	55,7	56,6 (55,0*)	10,0	10,8	10,5
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + (АФК форма 10–19–25 с Cu и Mn)	–	55,6	54,3	55,0*		9,7	11,6
6. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Экосил в фазу нач. вых. в трубку	57,5	54,9	56,1	56,2	8,3	10,3	12,0

Варианты опыта	Масса 1000 зерен, г				Сырой белок, %		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее за 3 года	2011 г.	2012 г.	2013 г.
7. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ КАС в фазу нач. вых. в трубку	57,2	55,8	54,8	55,9	8,7	9,9	11,1
8. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид в нач. фазу вых. в трубку	57,9	56,4	55,4	56,6	8,5	11,1	12,3
9. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ КАС с Эко-сил в фазу нач. вых. в трубку	58,0	55,8	54,6	56,1	10,3	9,9	11,3
10. $N_{60}P_{70}K_{90} + N_{30}$ карбамид + МикроСтим–Медь в фазу нач. вых. в трубку	58,6	55,9	55,9	56,8	10,7	10,3	12,0
11. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид в фазу нач. вых. в трубку + Эколист 3	57,9	54,0	54,2	55,4	10,0	9,8	11,6
12. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид + Фитовитал в фазу нач. вых. в трубку	58,1	55,7	54,4	56,1	10,3	9,4	13,2
13. $N_{90}P_{80}K_{130} + N_{30}$ карбамид в фазу нач. вых. в трубку + МикроСтим–Медь Л	58,2	55,2	56,3	56,6	10,2	9,4	13,3
14. $N_{16}P_{60}K_{90} +$ Ризобактерин	57,8	55,8	55,4	56,3	8,6	9,1	11,4
НСР ₀₅	0,5	0,4	1,1	0,4	0,7	0,6	0,3

* Среднее за 2012–2013 гг.

Содержание сырого белка в зерне пивоваренного ячменя в большинстве вариантов опыта по годам исследований находилось в допустимых пределах ГОСТ и не превышало 12 %. Содержание сырого белка было ниже в вариантах без внесения удобрений, с внесением небольших доз азота ($N_{16}P_{60}K_{90}$) и инокуляцией семян ячменя препаратом Ризобактерин. Наибольшее накопление сырого белка в зерне было при применении комплексного препарата МикроСтим–Медь Л на фоне $N_{90}P_{80}K_{130} + N_{30}$ карбамид и регулятора роста Фитовитал на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид в фазу начала выхода в трубку. Следует отметить, что накопление сырого белка в зерне пивоваренного ячменя свыше допустимых 12 % было только в 2013 г. в нескольких вариантах опыта. Наибольших величин (13,2–13,3 %) он достигал в варианте с применением Фитовитал на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ и МикроСтим–Медь Л на фоне $N_{90}P_{80}K_{130} + N_{30}$.

Таким образом, сорт Бровар даже при дозах N_{90} и N_{120} при применении микроэлемента меди в комплексе с регулятором роста не накапливал чрезмерно большого количества сырого белка в зерне в двух годах из трех лет проведения опытов.

В таблице 4 приведена натура зерна пивоваренного ячменя. 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. Чем выше натура, тем больше его масса в единице объема. Натура зерна ячменя составляет обычно 580–700 г/дм³.

Натура пивоваренного ячменя в зависимости от применяемых систем удобрения, 2011–2013 гг., г/дм³

Вариант опыта	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее
1. Без удобрений	620	628	623	624
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	630	638	630	633
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	625	628	640	631
4. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	613	643	643	633
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ (АФК форма 10–19–25 с Cu и Mn)	640	653	657	650
6. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Экосил в фазу нач. вых. в трубку	650	653	658	654
7. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ КАС в фазу нач. вых. в трубку	653	663	652	656
8. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в нач. фазу вых. в трубку	650	645	657	651
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ КАС с Экосил в фазу нач. вых. в трубку	673	680	665	673
10. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +N ₃₀ карбамид + МикроСтим–Медь Л в фазу нач. вых. в трубку	668	670	651	663
11. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в фазу нач. вых. в трубку + Эколист 3	655	665	652	657
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид + Фитовитал в фазу нач. вых. в трубку	668	688	646	667
13. N ₉₀ P ₈₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ карбамид в фазу нач. вых. в трубку + МикроСтим–Медь Л	645	665	650	653
14. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	648	658	647	651
НСР ₀₅	19,4	21,6	18,6	11,5

Натура зерна ячменя в вариантах опыта колебалась в среднем за 2011–2013 гг. в пределах 624–673 г/дм³. Несколько ниже она была в варианте без удобрений и при внесении невысоких доз азотных удобрений. Выше она была в вариантах с применением Фитовитал и МикроСтим–Медь Л на фоне N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ карбамид.

Согласно проведенным исследованиям в 2011–2013 гг. установлено, что зерно пивоваренного ячменя Бровар отвечает всем требованиям ГОСТ 5060–86 и относится ко второму классу качества зерна поставляемого для пивоварения (табл. 5).

Наиболее эффективным вариантом из изучаемых систем удобрения был вариант с применением N₆₀P₆₀K₉₀+ N₃₀ МикроСтим–Медь Л в фазу начала выхода в трубку, где была получена максимальная урожайность, содержание сырого белка в зерне не превышало по годам исследований 12 % и зерно в этом варианте относится по комплексу показателей ко второму классу качества зерна поставляемого для пивоварения.

Нами был рассчитан вынос элементов питания пивоваренным ячменем. Хозяйственный вынос элементов питания был ниже в варианте без внесения удобрений. Под их влиянием он значительно возрастал и достигал максимума в вариантах с повышенными дозами минеральных удобрений, где была более высокая урожайность ячменя. По азоту и фосфору он был более высоким в вариантах с применением комплексных препаратов МикроСтим–Медь Л и Фитовитал на фоне N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ карбамид и МикроСтим–Медь Л на фоне N₉₀P₈₀K₁₃₀ + N₃₀ карбамид (табл. 6).

Таблица 5
Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на качество урожая пивоваренного ячменя
 (среднее за 2011–2013 гг.)

Вариант	Цвет	Запах	Состояние	Влажность, %	Сырой белок, %	Сорная примесь, %	Зерновая примесь, %	Мелкие зерна, %	Крупность, %	Способность прорастания, %	Жизнеспособность, %	Зараженность вредителями хлебных злаков
1. Без удобрений	Светло-желтый			14,2	9,0	1,5	3,3	6,1	72	98	94	
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	Светло-желтый			14,0	8,9	1,5	3,0	6,2	72	99	95	
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	Светло-желтый			14,3	9,3 9,6*	1,5	3,2	6,3	72	98	96	
4. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	Серовато-желтый			14,2	10,4 10,7*	1,5	3,3	6,1	72	98	95	
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ (АФК форма 10–19–25) с Си и Мп	Светло-желтый			14,2	7,1	1,5	3,2	6,3	73	97	97	
6. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Экосил в фазу нач. вых. в трубку	Серовато-желтый			14,2	10,2	1,5	3,3	6,3	72	98	96	
7. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ КАС в фазу нач. вых. в трубку	Серовато-желтый			14,3	9,9	1,4	3,2	6,2	72	97	96	
8. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в фазу нач. вых. в трубку	Серовато-желтый			14,0	10,6	1,5	3,2	6,3	73	99	96	нет
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ КАС с Экосил	Светло-желтый			14,0	10,5	1,5	3,3	6,3	73	98	95	
10. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид + МикроСтим–Медь Л	Серовато-желтый			14,3	11,0	1,4	3,2	6,1	72	98	95	
11. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в фазу нач. вых. в трубку + Эколист 3	Светло-желтый			14,3	10,5	1,4	3,2	6,4	73	98	96	
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид + Фитовитал в фазу нач. вых. в трубку	Светло-желтый			14,7	11,0	1,5	3,2	6,3	72	98	96	
13. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ карбамид в фазу нач. вых. в трубку + МикроСтим–Медь Л	Светло-желтый			14,2	11,0	1,5	3,0	6,1	72	98	94	
14. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	Светло-желтый			14,2	9,7	1,5	3,2	6,3	72	99	96	

**Влияние систем удобрения на вынос элементов питания пивоваренным ячменем
(среднее за 2011–2013 гг.)**

Вариант	Хозяйственный вынос элементов питания, кг/га			Вынос на 10 ц основной продукции с учетом побочной		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без удобрений	45,75	25,84	60,53	16,46	9,29	21,77
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	52,24	28,54	80,53	16,58	9,06	25,57
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	74,03	37,25	113,04	18,51	9,31	28,26
4. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	96,61	45,54	129,60	21,66	10,21	29,10
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + (АФК форма 10–19–25 для пивоваренного ячменя)	106,63	47,77	157,48	21,24	9,52	31,37
6. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Экосил в фазу нач. вых. в трубку	93,14	47,14	131,77	19,69	9,97	27,86
7. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ КАС в фазу нач. вых. в трубку	89,87	48,45	156,60	19,79	10,67	33,60
8. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в фазу вых. в трубку	113,40	50,62	154,74	23,87	10,66	32,58
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ КАС с Экосил в фазу нач. вых. в трубку	101,11	51,52	152,45	20,72	10,55	31,24
10. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид + МикроСтим–Медь Л в фазу нач. вых. в трубку	115,19	53,11	163,80	20,87	9,62	29,67
11. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в фазу нач. вых. в трубку + Эколист 3	104,43	53,85	155,46	21,53	11,10	32,05
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид + Фитовитал в фазу нач. вых. в трубку	112,96	55,66	143,06	21,39	10,54	27,09
13. N ₉₀ P ₈₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ карбамид в фазу нач. вых. в трубку + МикроСтим–Медь Л	120,98	55,12	161,20	22,32	10,17	29,74
14. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	72,51	41,63	123,41	20,37	11,69	34,66

Более стабильным был вынос элементов питания на 10 ц основной продукции с учетом побочной. В большинстве случаев применение удобрений способствовало по сравнению с неудобренным контролем возрастанию выноса элементов питания и прежде всего, азота и калия, в меньшей мере фосфора.

Вынос азота и фосфора ячменем на 10 ц основной и соответствующим количеством побочной продукции в удобряемых вариантах колебался в незначительных пределах. В большей мере в этих вариантах изменялся вынос калия.

ВЫВОДЫ

1. Применение комплексных препаратов на основе микроэлементов и регуляторов роста Фитовитал и МикроСтим–Медь Л было очень эффективным и повышало урожайность зерна пивоваренного ячменя на фоне N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ карбамид в среднем за 2011–2013 гг. на 5,3 и 7,7 ц/га.

2. Комплексное удобрение с медью и марганцем для пивоваренного ячменя повышало урожайность зерна ячменя в среднем за 2012–2013 гг. по сравнению с вариантом с внесением карбамида, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия в эквивалентных дозах ($N_{60}P_{60}K_{90}$) на 7,0 ц/га.

3. Регулятор роста экосил повышал урожайность зерна ячменя на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ на 2,7 ц/га и на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ – 3,4 ц/га, а бактериальный препарат Ризобактерин на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ – на 4,1 ц/га.

4. Наиболее эффективным вариантом системы удобрения для пивоваренного ячменя был вариант с применением $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ и МикроСтим–Медь Л в фазе начало выхода в трубку, где была получена в среднем за 3 года максимальная урожайность зерна (55,2 ц/га), содержание сырого белка не превышало по годам исследований 12 % и зерно в этом варианте по комплексу показателей относится ко второму классу качества зерна поставляемого для пивоварения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур: монография / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Технопринт, 2005. – 276 с.

2. *Анспок, П.И.* Микроудобрения: справочник / П.И. Анспок. – 2-е изд. перераб. и доп. – Л., 1990. – 272 с.

3. *Вильдфлуш, И.Р.* Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2011. – 293 с.

4. *Фатеев, А.И.* Основы применения микроудобрений / А.И. Фатеев, М.А. Захарова. – Харьков, 2005. – 134 с.

5. *Саскевич, П.А.* Применение регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / П.А. Саскевич, В. Р. Кажарский, С.Н. Козлов. – Горки, 2009. – 296 с.

6. *Пономаренко, С.П.* Регуляторы роста растений на основе N-оксидов производных пиридина / С.П. Пономаренко. – Киев, 1999. – 272 с.

7. *Барашкова, Е.Н.* Эффективность применения новых форм микроудобрений при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Е.Н. Барашкова, М.В. Рак, Г.М. Сафроновская // Почва, удобрение, урожай: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. Иванова С.Н. и 90-летию со дня рожд. Кулаковской Т.Н. – Минск, 2009. – С. 133–134.

8. *Суховицкая, Л.А.* Биологический азот: итоги и перспективы развития исследований в Институте микробиологии НАН Беларуси. Проблемы питания растений и использования удобрений в современных условиях: матер. междунар. научно-практ. конфер. Белорусский НИИ земледелия и кормов. – Жодино, 2000. – С. 505–511.

9. *Савицкий, М.С.* Структура урожая зерновых культур: учеб. пособие / М.С. Савицкий, М.Е. Николаев. – Горки: БГСХА. – 1976. – 20 с.

10. *Косарева, К.А.* Формирование высоких продуктивных посевов зерновых колосовых культур: обзорн. информ. / К.А. Косарева / Всесоюзн. научно-исследов. ин-т эконо. информ. – М., 1986. – 55 с.

INFLUENCE OF MACRO- AND MICROELEMENTS, GROWTH REGULATORS AND BACTERIAL PREPARATION RIZOBAKTERIN ON YIELD AND QUALITY OF MALTING BARLEY GRAIN

I.R. Vildflush, O.I. Mishura, I.V. Glatankova

Summary

Non – root additional feeding with micro – fertilizers Fitovital and Microstim Cu on the background of $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ increased the yield of grain of malting barley by 0,53 t/ha and 0,77 t/ha.

Поступила 6.11.14

УДК [631.81.095.337+631.811.98]:633.13

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВСА

И.Р. Вильдфлуш, О.В. Мурзова

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей зернофуражной культурой является – овес, по сумме посевных площадей занимает пятое место в мире после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя. На пищевые цели используется 11,3 % зерна овса, 77,9 % – на кормление животным. 1кг зерна приравнивается по ГОСТ к 1 кормовой единице. В 1950 г. культура размещалась лишь на 132,9 тыс. га, что составляет 73 % от овсяного клина предыдущего года, в 2013 г. – 142,8 тыс. га, а площади на 2014 и планируемые посевные площади на 2015 г. составляет по 119 тыс. га.

Наряду с макроэлементами, для получения высоких и стабильных урожаев яровых зерновых культур большое значение имеют микроэлементы, которые потребляются растениями в малых количествах, но играют важную роль в их жизнедеятельности. Содержание их в растении исчисляется сотыми и тысячными долями процента, но при этом каждый из элементов выполняет определенные физиологические функции в организме и дефицит какого-нибудь из них приводит к прекращению роста, заболеванию, а при резком голодании – и к гибели растений [1].

Высокая стоимость микроудобрений вызывает необходимость разработки рациональных способов их применения. Поэтому, перспективным направлением при применении микроудобрений является использование многокомпонентных, а также комплексонов (хелатов), где содержится в биологически активной форме целый ряд необходимых растениям микроэлементов (Zn, Cu, B, Mo, Co, Mn). Прак-