

УДК 631.8.022.3:631.811.98:633.1

А. Р. ЦЫГАНОВ<sup>1</sup>, И. Р. ВИЛЬДФЛУШ<sup>2</sup>

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР

<sup>1</sup> Президиум НАН Беларуси,

<sup>2</sup> Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Поступила в редакцию 14.08.2008)

**Введение.** В Беларуси из зернофуражных культур широкое распространение получили ячмень, овес, озимая и яровая тритикале. Площади под ячменем в последние годы достигали 600 тыс. га, под овсом – 245 тыс. га. В будущем планируется сократить площади возделывания ячменя до 480 тыс. га, овса – до 160 тыс. га. В то же время, согласно Государственной программе возрождения и развития села на 2005–2010 годы, планируется расширить в структуре посевной площади зерновых культур посеvy озимой и яровой тритикале до 420 тыс. га [1].

Управление ростом и развитием растений при помощи регуляторов роста растений приобретает актуальное значение, так как позволяет существенно повысить стрессоустойчивость растений при неблагоприятных условиях выращивания при минимальных затратах труда и средств [2–4].

Внесение повышенных доз азотных, фосфорных и калийных удобрений сдвигает ионное равновесие почвенного раствора часто в сторону, неблагоприятную для поглощения микроэлементов, увеличивает потребность во внесении микроудобрений. При внесении высоких доз фосфора уменьшается доступность растениям цинка, калия – бора, азотных – меди и цинка [5]. На почвах с низким содержанием микроэлементов внесение микроудобрений может повысить урожайность сельскохозяйственных культур на 10–15% и более. Микроудобрения существенно улучшают качество растениеводческой продукции, так как они положительно влияют на накопление белков и углеводов [5]. Микроэлементный состав сельскохозяйственной продукции – важный показатель ее биологической ценности.

Как показывают исследования, наиболее рациональным способом внесения микроудобрений являются некорневые подкормки. Нередко почвы имеют низкое содержание нескольких микроэлементов, поэтому весьма эффективным является применение комплексных микроудобрений. В последнее время создано новое поколение комплексных микроудобрений на основе хелатов, однако их эффективность изучена недостаточно.

Цель настоящих исследований – изучить действие однокомпонентных и комплексных микроудобрений и регуляторов роста растений на урожайность и качество овса, ячменя, яровой и озимой тритикале.

**Объекты и методы исследований.** Исследования с ячменем сорта Бурштын, овсом Богач, озимой тритикале Дубрава и яровой тритикале Лана проводили на опытном поле «Гушково» учебно-опытного хозяйства БГСХА на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Почва характеризовалась низким и недостаточным содержанием гумуса (1,4–1,7%), реакция почвенной среды колебалась от слабокислой до близкой к нейтральной (рН 5,52–6,20), содержание подвижных форм фосфора (148–250 мг/кг), калия (155–210 мг/кг) было средним и повышенным. Общая площадь делянки в опытах с овсом – 54 м<sup>2</sup>, учетная – 43,8 м<sup>2</sup>. В опытах с ячменем, озимой и яровой тритикале общая площадь делянки – 60 м<sup>2</sup>, учетная – 53,2 м<sup>2</sup>. Повторность во всех опытах с яровыми зерновыми культурами – четырехкратная. В опытах применяли карбамид (46% N), КАС (30% N), аммонизированный суперфосфат (8% N и 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), хлористый

калий (60% K<sub>2</sub>O). Регуляторы роста растений эпин и гомобрассинолид применяли в фазе начала выхода в трубку в дозе 20 мг/га. Регулятор роста эмистим С и агростимулин применяли на овсе в фазе выхода в трубку в дозе 10 мл/га.

Комплексное микроудобрение «Миком», содержащее цинк (3,22%), медь (1,58%), бор (0,28%) и молибден (0,1%), применяли в фазе выхода в трубку под ячмень, овес и яровую тритикале в дозе 2,5 л/га. Под овес, яровое и озимую тритикале применяли также в фазе выхода в трубку некорневую подкормку 150 г сернокислой меди. Под озимую тритикале изучали действие нового комплексного препарата «Витамар-3», содержащем в 1 л следующие компоненты: MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O – 220 г, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> – 20 г, ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O – 20 г, MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O – 120 г, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O – 260 г, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>·4H<sub>2</sub>O – 10 г, FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O – 120 г, соль Мора (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·FeSO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O – 10 г, гуматы – 50 мл. Препарат «Витамар-3» применяли на озимой тритикале в фазе выхода в трубку в дозе 1 л/га.

Агротехника возделывания зерновых культур – согласно правилам, рекомендуемым для условий Могилевской области.

**Результаты и их обсуждение.** Некорневая подкормка медью и комплексным микроудобрением «Миком» на фоне N<sub>70</sub>P<sub>50</sub>K<sub>90</sub>+N<sub>20</sub> КАС повышала урожайность зерна овса на 0,23 и 0,37 т/га (табл. 1).

Обработка посевов овса регуляторами роста агростимулином и эмистимом С увеличивала урожайность зерна на фоне N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> на 0,51 и 0,52 т/га, или 11,4 и 11,6% соответственно. Возрастание урожайности в этих вариантах по сравнению с фоном происходило за счет увеличения озерненности метелки и массы зерна с одной метелки. Максимальная урожайность зерна овса в среднем за 3 года (4,98–5,00 т/га) формировалась при некорневой подкормке N<sub>20</sub>КАС с комплексным микроудобрением «Миком» в фазе выхода в трубку на фоне N<sub>70</sub>P<sub>50</sub>K<sub>90</sub> и применении регулятора роста эмистима С на фоне N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub>.

Т а б л и ц а 1. Влияние микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна овса, среднее за 2002–2004 гг.

Вариант опыта	Урожайность зерна, т/га	Окупаемость 1 кг НРК, кг зерна	Масса 1000 зерен, г	Содержание сырого белка, %	Выход сырого белка, ц/га
Без удобрений	2,74	–	34,3	9,4	2,16
N <sub>10</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>	3,57	7,5	35,1	9,8	3,17
N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>	4,48	10,9	35,1	11,5	4,37
N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + агростимулин	4,99	14,1	37,6	12,4	5,28
N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + эмистим С	5,00	14,1	37,3	12,8	5,43
N <sub>70</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС	4,61	8,1	35,3	12,4	4,87
N <sub>70</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС с Cu	4,84	9,1	36,1	12,9	5,34
N <sub>70</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС с «Миком»	4,98	9,7	36,2	13,0	5,52
НСП <sub>05</sub>	0,14–0,23		1,35	0,23	

Некорневые подкормки овса медью и комплексным препаратом «Миком» на фоне N<sub>70</sub>P<sub>50</sub>K<sub>90</sub>+N<sub>20</sub> КАС повышали содержание сырого белка в зерне на 0,5 и 0,6%, а его выход – на 0,47 и 0,65 ц/га соответственно (табл. 1).

Регуляторы роста агростимулин и эмистим С увеличивали в среднем за 3 года содержание сырого белка в зерне овса по сравнению с фоновым вариантом на 0,9 и 1,3%, а его выход – на 1,06 и 0,91 ц/га. Максимальный выход сырого белка был при применении эмистима С на фоне N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> и комплексного микроудобрения «Миком» на фоне N<sub>70</sub>P<sub>50</sub>K<sub>90</sub>+ N<sub>20</sub> КАС, который составил 5,43 и 5,52 ц/га соответственно.

На почве с низким содержанием цинка и меди весьма эффективным было применение комплексного микроудобрения «Миком» при возделывании ячменя, под влиянием которого урожайность зерна возрасла на 0,55 т/га. Совместное и раздельное внесение меди с КАС или фунгицидом тилт по действию на урожайность зерна ячменя не отличалось.

Максимальная урожайность зерна ячменя в среднем за 3 года наблюдалась в следующих вариантах: N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>+ N<sub>20</sub> КАС + «Миком» + тилт и N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>+ N<sub>20</sub> КАС с «Миком» + тилт, которая составила 5,60 и 5,61 т/га соответственно. Наибольшая окупаемость 1 кг НРК кг зерна была отмечена в вариантах N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>+ N<sub>20</sub> КАС с «Миком» + тилт; N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>+ N<sub>20</sub> КАС + «Миком» + тилт и составила 128 и 12,7 кг соответственно (табл. 2).

Регулятор роста растений эпин при раздельном и совместном внесении с КАС повышал урожайность зерна на 0,27 и 0,47 т/га.

Таким образом, применение комплексного микроудобрения «Миком» способствовало увеличению содержания сырого белка в зерне и выходу сырого белка при раздельном внесении КАС на 0,6 ц/га и совместном – на 0,2 ц/га. Регулятор роста растений эпин повышал содержание сырого белка в зерне ячменя при совместном внесении с КАС на 1,1%.

Т а б л и ц а 2. Влияние микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна ячменя, среднее за 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Урожайность зерна, т/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна	Масса 1000 зерен, г	Содержание сырого белка, %	Выход сырого белка, ц/га
Без удобрений	2,55	–	43,1	9,6	2,5
N <sub>14</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	3,65	6,7	44,1	9,8	3,6
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС	4,45	10,0	48,1	10,9	5,5
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС + «Миком»	5,60	12,7	49,7	10,7	6,0
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС с «Миком»	5,61	12,8	47,6	11,0	6,3
N <sub>70</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС + эпин	5,22	11,1	47,5	11,2	5,9
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС с эпином	5,42	12,0	47,1	12,0	6,6
НСР <sub>05</sub>	1,2–2,6				

Некорневая подкормка яровой тритикале сернокислой медью в виде баковой смеси с КАС по сравнению с фоновым вариантом обеспечивала получение прибавки урожая зерна яровой тритикале 0,35 ц/га (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Влияние микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой тритикале, среднее за 2002–2006 гг.

Вариант опыта	Урожайность зерна, т/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна	Содержание сырого белка, %	Выход сырого белка, ц/га
Без удобрений	2,34	–	13,4	3,1
N <sub>14</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	2,67	2,0	14,4	3,8
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС	3,90	7,2	15,3	6,0
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС + гомоброссинолид	4,33	8,3	14,9	6,5
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС с гомоброссинолидом	4,28	83,1	15,6	6,6
N <sub>70</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС + «Миком»	4,30	82	16,3	7,0
N <sub>70</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС с «Миком»	4,19	7,7	15,7	6,6
N <sub>70</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>20</sub> КАС с Cu	4,25	8,0	15,6	6,6
НСР <sub>05</sub>	1,0			

Раздельное и совместное внесение комплексного микроудобрения «Миком» повышало урожайность зерна яровой тритикале в среднем за три года по сравнению с фоном на 0,40 и 0,29 т/га.

Применение регулятора роста растений гомоброссинолид увеличивало урожайность зерна яровой тритикале при раздельном внесении с КАС на 0,43 т и совместном – на 0,38 т/га. Обработка посевов препаратом «Миком» и гомоброссинолидом способствовала и повышению окупаемости 1 кг NPK кг зерна.

При использовании гомоброссинолида наряду с повышением урожайности зерна яровой тритикале прослеживалась тенденция к увеличению содержания сырого белка в зерне яровой тритикале и его выхода с 1 га. Повышению содержания сырого белка в зерне яровой тритикале способствовало и раздельное внесение препарата «Миком» с КАС.

Наиболее высокое содержание сырого белка в зерне яровой тритикале (16,3%) и выход сырого белка (7,0 ц/га) отмечен в варианте с раздельным внесением препарата «Миком» с КАС.

Применение 150 г/га сернокислой меди совместно и раздельно с КАС в фазу выхода в трубку по действию было равнозначным и в среднем за 3 года повышало урожайность зерна на 0,19–0,28 т/га. При использовании раздельно и совместно с КАС комплексного препарата «Витамар» в дозе 1 л/га в фазу выхода в трубку, содержащего бор, цинк, молибден, магний, железо и регулятор роста стимулирующего действия гидрогумат, урожайность зерна озимой тритикале сорта Дубрава по сравнению с фоном N<sub>19</sub>P<sub>70</sub>K<sub>100</sub> + N<sub>50</sub> + N<sub>30</sub> возрастала на 0,34 и 0,43 т/га соответственно. При раздельном применении регулятора роста эпин с КАС урожайность зерна озимой тритикале увеличилась по сравнению с фоном на 0,37 т/га, а при совместном – 0,43 т/га.

В вариантах с комплексным препаратом «Витамар» и регулятором роста эпин обеспечивалась высокая окупаемость 1 кг NPK кг зерна (13,3 кг) и наибольший сбор сырого белка (7,8 ц/га). Учитывая высокую продуктивность и содержание в зерне сырого белка, посевные площади озимой тритикале в Республике Беларусь достигли 370 тыс. га.

Т а б л и ц а 4. Влияние удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой тритикале, среднее за 2005–2007 гг.

Вариант опыта	Урожайность зерна, т/га	Содержание сырого белка, %	Выход сырого белка, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна
Без удобрений	2,87	10,1	2,4	–
$N_{12}P_{45}K_{60} + N_{45}$	4,42	11,6	4,4	9,6
$N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50}$	5,54	12,2	5,8	11,2
$N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС	6,02	12,9	6,7	11,7
$N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Cu	6,30	13,4	7,3	12,8
$N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Cu	6,21	13,5	7,2	12,4
$N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с «Витамар»	6,45	14,0	7,8	13,3
$N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + «Витамар»	6,36	13,8	7,5	13,0
$N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + эпин	6,39	13,9	7,6	13,1
$N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с эпином	6,45	14,1	7,8	13,3
НСР <sub>05</sub>	0,17–0,20			

Исследования с озимой тритикале показали, что совместное внесение с КАС микроудобрений, регулятора роста эпин, комплексного препарата «Витамар» было равнозначным раздельному и дает возможность снизить затраты на применение средств химизации. При уменьшении количества обработок сокращается расход горючего, уменьшается уплотнение почвы и снижается повреждение посевов.

**Заключение.** Применение однокомпонентных и комплексных микроудобрений, а также регуляторов роста растений оказывало положительное влияние не только на повышение урожайности зерна, овса, ячменя, яровой и озимой тритикале, но и в большинстве случаев способствовало возрастанию содержания сырого белка в зерне и увеличению его выхода с 1 га. Под влиянием регуляторов роста растений урожайность зерна овса возрастала на 0,51–0,52 т/га, ячменя – на 0,27–0,47, яровой тритикале – на 0,38–0,43, озимой тритикале – на 0,37–0,43 т/га. Комплексные микроудобрения способствовали повышению урожайности зерна овса на 0,37 т/га, ячменя – 0,65–0,66, яровой тритикале – 0,29–0,40 и озимой тритикале – 0,34–0,43 т/га.

Наибольшей урожайностью и выходом сырого белка с 1 га отличалась озимая тритикале. Яровая тритикале хотя по урожайности зерна и уступала ячменю и овсу, но по содержанию сырого белка в зерне и выходу сырого белка превосходила их.

### Литература

1. Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 годы. Минск: Беларусь, 2005. 97 с.
2. С у х о в и ц к а я Л. А. Биологический азот: итоги и перспективы исследований в институте микробиологии НАН Беларуси // Проблемы питания растений и использования удобрений в современных условиях: Материалы междунар. науч.-практ. конф. / Под ред. М. А. Кадырова. Жодино, 2000. С. 505–511.
3. П о н о м а р е н к о С. П. Регуляторы роста растений. Киев: Институт биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины, 2003. 319 с.
4. Ц ы г а н о в А. Р., Г о р д е е в А. М., В и л ь д ф л у ш И. Р. Биофизические основы рациональных способов внесения минеральных удобрений. Горки: БГСХА, 2006. 304 с.
5. Л а п а В. В., Б о с а к В. Н. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности. Минск: БелНИИПА, 2002. 184 с.

*A. P. TSYGANOV, I. R. WILDFLUSH*

### EFFICIENCY OF APPLICATION OF MICROFERTILIZERS AND GROWTH REGULATORS OF PLANTS WHEN CULTIVATING GRAIN FEED CULTURES

#### Summary

The article presents the results on the influence of microfertilizers and growth regulators on the crop yield and quality of oats, barley, spring and winter triticale in soddy loamy soil.