

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

М. В. Рак, Е. Н. Пукалова, С. Г. Кудласевич, Л. Н. Гук
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных зерновых кормовых культур в Беларуси является ячмень. В структуре посевных площадей зерновых колосовых культур он занимает до 30 %. Озимый ячмень имеет значительные преимущества перед яровым ячменем. Возделываемые на территории Беларуси сорта озимого ячменя имеют многорядный колос, и в большинстве случаев содержат в зерне больше протеина (на 1–2 %), чем яровые двурядные формы. Важной особенностью озимого ячменя является его высокая засухоустойчивость, обусловленная раннеспелостью и эффективным использованием накопившихся в почве в течение зимы запасов влаги. Это позволяет получать относительно высокие урожаи в засушливые годы, а также на легких с неустойчивым водным режимом почвах, характерных для южной части Беларуси. В почвенно-климатических условиях центральной части Республики Беларусь на дерново-подзолистой супесчаной почве при соблюдении всех элементов технологии возделывания озимый ячмень способен формировать урожайность зерна на уровне 58,8–64,7 ц/га [1–5].

Повышение урожайности зерна и улучшение его качества невозможно получить без разработки новых агрохимических приемов в технологии возделывания озимого ячменя. Самым необходимым фактором для получения стабильных урожаев этой культуры являются рациональное применение удобрений и правильный подбор высокозимостойкого сорта. Урожайность сельскохозяйственных культур примерно на 50 % определяется рациональным применением органических и минеральных удобрений. Особенно тесно связано формирование компонентов продуктивности с уровнем азотного питания и влагообеспеченности в критические этапы органогенеза растений. Азотное питание растений, которое обеспечивается за счет использования минерального удобрения, является определяющим фактором в формировании продуктивности сельскохозяйственных культур, а также в повышении качественных показателей урожая зерна [6–9].

Для повышения эффективности макроудобрений в технологии возделывания озимого ячменя большое значение имеет внесение микроэлементов. Потребность растений в микроэлементах увеличивается с уменьшением кислотности почвы, при высоком содержании доступного фосфора и азота в почве, при внесении больших доз фосфорных и азотных удобрений. Особенно это актуально для дерново-подзолистых почв, где потребность растений в микроэлементах и роль сбалансированности минерального питания возрастает в условиях интенсивных технологий, направленных на формирование высокопродуктивных посевов. Поэтому определение роли и места макро- и микроэлементов в минеральном питании озимого ячменя актуально и имеет практическую значимость [10–13].

Цель исследований – установить влияние разных доз и сроков применения азотных, медных, марганцевых и цинковых удобрений на урожайность и качество озимого ячменя на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования с озимым ячменем проводились в 2023–2024 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в ОАО «Гастелловское» Минского района. Агрохимическая характеристика пахотного слоя дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы: pH_{KCl} – 6,4, гумус – 2,3 %, P_2O_5 – 754 мг/кг почвы, K_2O – 364, В – 0,5, Cu – 1,9, Zn – 3,6, Mn обм. – 1,8, S – 4,4 мг/кг почвы.

Опыт с ячменем (сорт Буслик) включал 10 вариантов с применением в некорневую подкормку возрастающих доз и сочетаний меди, марганца и цинка на двух уровнях азотного питания (N_{90} и N_{120}), на фоне внесения фосфорно-калийных удобрений ($\text{P}_{75}\text{K}_{150}$).

Фосфорные и калийные удобрения под озимый ячмень внесены до посева с заделкой под культивацию в форме суперфосфата аммонизированного и хлористого калия. Азотные подкормки проведены в начале возобновления активной вегетации (КАС) и в стадию первого узла (карбамид). На первом уровне (фон 1) дробное внесение азота составило N_{50+40} , на втором уровне (фон 2) – в дозе N_{70+50} . Микроэлементы $\text{Cu}_{0,05}\text{Mn}_{0,05}\text{Zn}_{0,075}$ внесены однократно в стадии первого узла, микроэлементы $\text{Cu}_{0,05}\text{Mn}_{0,05}$ двукратно: в стадию осеннего кущения и в стадии первого узла. Микроэлементы вносили в виде микроудобрений МикроСтим-Медь Л, МикроСтим-Марганец и МикроСтим-Цинк в некорневые подкормки озимого ячменя согласно схеме опыта. Расход рабочего раствора 200 л/га. Общая площадь делянок – 30 м², повторность – 3-кратная. Предшественник – озимый рапс. Норма высева – 4,0 млн всхожих семян на 1 га.

Период исследований 2023–2024 гг. отличался от среднемноголетних значений по температурному режиму и влагообеспеченности. В вегетационный период 2023 г. ГТК в весенне-летний период вегетации озимого ячменя составил 1,5, при среднемноголетних показателях ГТК – 1,9. Весна оказалась засушливой и формирование урожайности ячменя проходило в условиях жаркой и сухой погоды. Гидротермический коэффициент в мае составил 0,2, при среднемноголетней норме – 1,8, в июне – 0,8, при среднемноголетней норме – 1,4 соответственно. При этом в июле количество выпавших осадков составило 153,6 % от среднемноголетнего показателя. В вегетационный период 2024 г. растения озимого ячменя развивались в условиях избыточного увлажнения на фоне повышенных температур. ГТК в весенне-летний период вегетации озимого ячменя составил 2,4, при среднемноголетних показателях ГТК – 1,8. Возобновление весенней вегетации 2024 г. происходило в условиях избыточного увлажнения. В апреле сумма осадков за месяц на 157,6 % превысила среднемноголетний показатель. Дальнейшее формирование урожайности ячменя проходило в условиях жаркой и умеренно влажной погоды. Гидротермический коэффициент в мае составил 1,4, при среднемноголетней норме – 1,8, в июне – 1,5, при среднемноголетней норме – 1,4 соответственно. В последний месяц вегетации (июль) сумма осадков составила 172,3 % от среднемноголетнего показателя, при отклонении температуры на 1,1 °C выше нормы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что урожайность и качество озимого ячменя зависели от системы применения удобрений. При этом подкормки озимого ячменя азотными удобрениями обеспечили прибавку урожайности зерна на уровне 56,4–68,9 %, некорневые подкормки медными, марганцевыми и цинковыми удобрениями повышали урожайность зерна на 7,7–12,0 %.

Так, при возделывании озимого ячменя на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в среднем за два года, в варианте без внесения удобрений, получена урожайность зерна 23,5 ц/га, при внесении фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{35}K_{90}$ – 36,0 ц/га. Применение фосфорно-калийных удобрений в сочетании с азотной подкормкой в дозе N_{90} (N_{50+40}) обеспечило урожайность зерна на уровне 56,3 ц/га, при повышении уровня азотного питания до N_{120} (N_{70+50}) – 60,8 ц/га. Применение азотных подкормок на фоне $P_{35}K_{90}$ обеспечивало повышение урожайности зерна на 20,3 и 24,8 ц/га (56,4 и 68,9 %), сбор белка – на 2,1 и 2,8 ц/га. С повышением дозы азотных удобрений с N_{90} до N_{120} , урожайность зерна увеличилась на 4,5 ц/га (рис.1, табл.1).

Некорневые подкормки озимого ячменя микроудобрениями МикроСтим на фоне минерального питания $N_{90}P_{35}K_{90}$ достоверно повышали урожайность зерна на 5,7–6,8 ц/га (10,1–12,0 %), на фоне $N_{120}P_{35}K_{90}$ – на 4,7–6,1 ц/га (7,7–10,0 %).

Внесение азотных удобрений способствовало повышению содержания белка в зерне ячменя на 0,9–1,4 %, сбор белка – на 2,1–2,8 ц/га. Увеличение дозы азотных удобрений с N_{90} до N_{120} , на фоне $P_{35}K_{90}$, повышало содержание белка в зерне ячменя на 0,5 %, сбор белка – на 0,7 ц/га. Внесение микроудобрений увеличивало содержание белка в зерне ячменя на 0,3–0,7 %, сбор белка – на 0,6–1,0 ц/га.

При оценке эффективности применения минеральных удобрений важное значение имеет химический состав основной и побочной продукции, поскольку внесенные удобрения оказывают значительное влияние на поступление элементов минерального питания в растения, чем определяют как уровень урожайности, так и качество получаемой продукции.

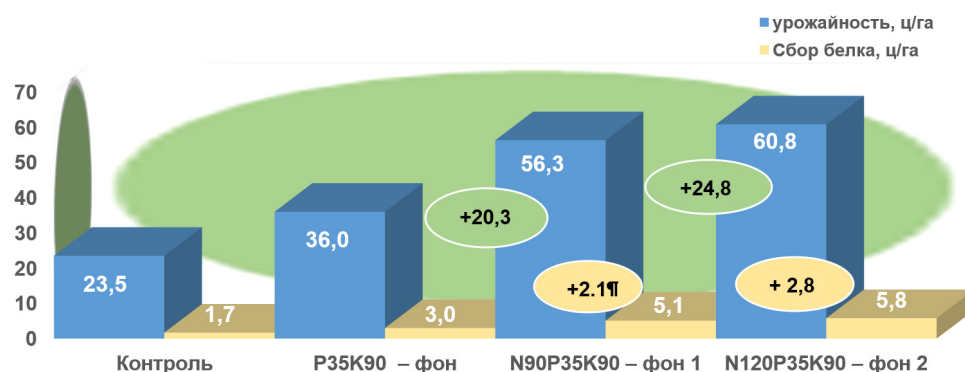


Рис. 1. Влияние азотных удобрений на урожайность и сбор белка зерна озимого ячменя

Таблица 1

Влияние макро- и микроудобрений на урожайность и качество озимого ячменя

| Вариант | Урожайность зерна, ц/га | | | Прибавка к фону 1,2, ц/га | Среднее 2023–2024 гг. | |
|---|-------------------------|---------|---------|---------------------------|-----------------------|------------------|
| | 2023 г. | 2024 г. | средняя | | содержание белка, % | сбор белка, ц/га |
| Вариант без удобрений | 25,0 | 22,1 | 23,5 | – | 8,2 | 1,7 |
| P ₃₅ K ₉₀ – фон | 38,0 | 34,0 | 36,0 | – | 9,6 | 3,0 |
| N ₉₀ P ₃₅ K ₉₀ – фон 1 | 60,0 | 52,7 | 56,3 | – | 10,5 | 5,1 |
| Фон 1 + Cu _{0,05} Mn _{0,05} | 65,6 | 58,4 | 62,0 | 5,7 | 10,8 | 5,8 |
| Фон 1 + Cu _{0,05} Mn _{0,05} Zn _{0,075} | 64,8 | 59,5 | 62,1 | 5,8 | 11,0 | 5,9 |
| Фон 1 + Cu _{0,05} Mn _{0,05} + Cu _{0,05} Mn _{0,05} | 67,0 | 59,2 | 63,1 | 6,8 | 11,2 | 6,1 |
| N ₁₂₀ P ₃₅ K ₉₀ – фон 2 | 63,3 | 58,4 | 60,8 | – | 11,0 | 5,8 |
| Фон 2 + Cu _{0,05} Mn _{0,05} | 67,6 | 63,4 | 65,5 | 5,5 | 11,5 | 6,5 |
| Фон 2 + Cu _{0,05} Mn _{0,05} Zn _{0,075} | 66,6 | 64,5 | 65,5 | 4,7 | 11,3 | 6,4 |
| Фон 2 + Cu _{0,05} Mn _{0,05} + Cu _{0,05} Mn _{0,05} | 69,7 | 64,2 | 66,9 | 6,1 | 11,7 | 6,8 |
| HCP ₀₅ | 3,0 | 2,5 | 2,6 | – | – | 0,63 |

Содержание элементов минерального питания в основной и побочной продукции сельскохозяйственных культур определяется прежде всего их видовыми особенностями, но зависит также от сорта и условий выращивания. Для формирования урожая зерна и соломы озимого ячменя в разной степени использовались питательные вещества. По содержанию в зерне озимого ячменя макроэлементы располагаются в порядке убывания: N > P > K > Mg > S > Ca, в соломе – K > N > Mg > Ca > S > P. Так, содержание азота и фосфора значительно выше в хозяйственной части урожая – в зерне, чем в соломе. Калия больше содержится в соломе, чем в товарной части урожая. Из микроэлементов в зерне больше цинка, в соломе – марганца (рис. 2, табл. 2).

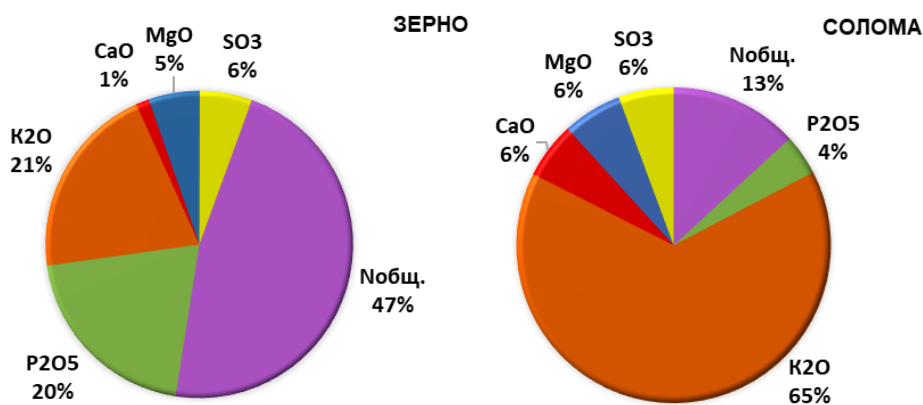


Рис. 2. Соотношение элементов питания в зерне и соломе озимого ячменя

В результате исследований установлено, что повышение уровня азотного питания с 90 кг/га до 120 кг/га увеличивало содержание азота в растениях ячменя с 1,64 до 1,78 %. На фоне внесения минеральных удобрений $N_{120}P_{75}K_{150}$ содержание азота, фосфора и калия в зерне и соломе ячменя выше, чем на фоне $N_{90}P_{75}K_{150}$. Некорневые подкормки растений озимого ячменя медью, марганцем и цинком также повышали содержание микроэлементов в продукции в сравнении с фоновыми вариантами.

Таблица 2

**Содержания макро- и микроэлементов в зерне и соломе озимого ячменя
(среднее 2023–2024 гг.)**

| Варианты | $N_{\text{общ.}}$ | P_2O_5 | K_2O | CaO | MgO | SO_3 | Cu | Zn | Mn |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | % сухой массы | | | | | | мг/кг сухой массы | | |
| Вариант без удобрений | <u>1,48</u> 0,36 | <u>0,67</u> 0,10 | <u>0,69</u> 1,86 | <u>0,04</u> 0,18 | <u>0,19</u> 0,22 | <u>0,16</u> 0,19 | <u>1,8</u> 1,5 | <u>8,4</u> 4,9 | <u>6,6</u> 9,8 |
| $P_{35}K_{90}$ – фон | <u>1,54</u> 0,37 | <u>0,69</u> 0,11 | <u>0,74</u> 2,02 | <u>0,05</u> 0,18 | <u>0,19</u> 0,22 | <u>0,20</u> 0,18 | <u>1,8</u> 1,5 | <u>8,7</u> 5,3 | <u>7,0</u> 10,3 |
| $N_{90}P_{35}K_{90}$ – фон 1 | <u>1,59</u> 0,40 | <u>0,67</u> 0,12 | <u>0,71</u> 2,11 | <u>0,05</u> 0,19 | <u>0,19</u> 0,19 | <u>0,19</u> 0,20 | <u>1,9</u> 1,6 | <u>8,9</u> 5,5 | <u>7,2</u> 10,5 |
| Фон 1 + $Cu_{0,05}Mn_{0,05}$ | <u>1,67</u> 0,41 | <u>0,70</u> 0,14 | <u>0,74</u> 2,26 | <u>0,05</u> 0,19 | <u>0,19</u> 0,20 | <u>0,19</u> 0,22 | <u>2,0</u> 1,8 | <u>9,2</u> 5,7 | <u>7,6</u> 10,9 |
| Фон 1 + $Cu_{0,05}Mn_{0,05}Zn_{0,075}$ | <u>1,66</u> 0,43 | <u>0,72</u> 0,13 | <u>0,72</u> 2,19 | <u>0,04</u> 0,21 | <u>0,19</u> 0,20 | <u>0,21</u> 0,19 | <u>2,4</u> 2,0 | <u>9,8</u> 5,9 | <u>7,5</u> 11,0 |
| Фон 1 + $Cu_{0,05}Mn_{0,05} + Cu_{0,05}Mn_{0,05}$ | <u>1,72</u> 0,44 | <u>0,79</u> 0,13 | <u>0,72</u> 2,16 | <u>0,07</u> 0,19 | <u>0,19</u> 0,20 | <u>0,17</u> 0,18 | <u>2,1</u> 2,0 | <u>10,4</u> 6,2 | <u>8,0</u> 11,3 |
| $N_{120}P_{35}K_{90}$ – фон 2 | <u>1,70</u> 0,45 | <u>0,72</u> 0,15 | <u>0,71</u> 2,16 | <u>0,05</u> 0,18 | <u>0,19</u> 0,19 | <u>0,21</u> 0,19 | <u>2,1</u> 1,9 | <u>9,4</u> 5,8 | <u>7,7</u> 11,3 |
| Фон 2 + $Cu_{0,05}Mn_{0,05}$ | <u>1,73</u> 0,47 | <u>0,72</u> 0,17 | <u>0,73</u> 2,17 | <u>0,05</u> 0,19 | <u>0,19</u> 0,19 | <u>0,22</u> 0,18 | <u>2,2</u> 2,0 | <u>10,2</u> 6,4 | <u>7,8</u> 11,8 |
| Фон 2 + $Cu_{0,05}Mn_{0,05}Zn_{0,075}$ | <u>1,73</u> 0,47 | <u>0,74</u> 0,15 | <u>0,75</u> 2,27 | <u>0,05</u> 0,21 | <u>0,19</u> 0,20 | <u>0,21</u> 0,17 | <u>2,5</u> 2,2 | <u>10,6</u> 6,6 | <u>8,0</u> 12,0 |
| Фон 2 + $Cu_{0,05}Mn_{0,05} + Cu_{0,05}Mn_{0,05}$ | <u>1,80</u> 0,55 | <u>0,78</u> 0,17 | <u>0,75</u> 2,25 | <u>0,04</u> 0,19 | <u>0,20</u> 0,20 | <u>0,19</u> 0,17 | <u>2,2</u> 2,1 | <u>10,8</u> 6,7 | <u>9,1</u> 12,2 |

*содержание элементов: над чертой – в зерне, под чертой – в соломе.

Так, при возделывании озимого ячменя на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, в среднем за два года в зерне и соломе ячменя в контроле содержалось 1,48 % азота, 0,67 % фосфора, 0,69 % калия, 0,04 % кальция, 0,19 % магния, 0,16 % серы и 0,36 % азота, 0,10 % фосфора, 1,86 % калия, 0,18 % кальция, 0,22 % магния, 0,19 % серы соответственно.

На первом уровне минерального питания ($N_{90}P_{35}K_{90}$) концентрация азота в зерне и соломе ячменя составила 1,59 % и 0,40 %, фосфора – 0,67 % и 0,12 %, калия – 0,71 % и 2,11 % соответственно. На втором уровне минерального питания ($N_{120}P_{35}K_{90}$) отмечается тенденция к повышению содержания основных элементов питания в зерне и соломе озимого ячменя. Так, концентрация азота в зерне и соломе ячменя составила 1,70 % и 0,45 %, фосфора – 0,72 % и 0,15 %, калия – 0,71 % и 2,16 % соответственно. Существенного изменения кальция, магния и серы по вариантам опыта не отмечается.

В среднем за два года в зерне и соломе озимого ячменя в фоновых вариантах содержалось: 1,9–2,1 мг/кг меди, 8,9–9,4 мг/кг цинка, 7,2–7,7 мг/кг марганца и 1,6–1,9 мг/кг меди, 5,5–5,8 мг/кг цинка, 10,5–11,3 мг/кг марганца соответственно. Под влиянием некорневых подкормок ячменя медью содержание элемента в зерне увеличивалось до 2,4–2,5 мг/кг, в соломе – до 2,0–2,2 мг/кг сухой массы. Применение цинковых удобрений повышало содержание цинка в зерне до 10,4–10,8 мг/кг, в соломе – до 6,2–6,7 мг/кг сухой массы. Некорневое внесение марганца в подкормку ячменя способствовало увеличению его содержания в зерне до 8,0–9,1 мг/кг, в соломе – до 11,3–12,2 мг/кг сухой массы.

При оценке хозяйственного выноса отмечено, что за свой короткий период вегетации озимый ячмень усваивал в большей мере азот и калий и в сравнительно меньшей – фосфор, магний, серу и кальций. С урожаем озимого ячменя в среднем потребление азота в 2,5 раза, а калия в 4,7 раза больше, чем фосфора. Из микроэлементов с урожаем ячменя марганца выносятся в 1,3 раза больше, чем цинка и в 5,0 раз больше, чем меди. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, с повышением уровня минерального питания наряду с увеличением урожайности ячменя вынос азота увеличился на 25,4 кг/га, калия – на 31,6 кг/га, фосфора – на 9,8 кг/га (табл. 3).

Таблица 3

Общий вынос элементов питания озимым ячменем (среднее 2023–2024 гг.)

| Вариант | Урожайность, ц/га | | N _{общ.} | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | SO ₃ | Cu | Zn | Mn |
|--|-------------------|--------|-------------------|-------------------------------|------------------|------|------|-----------------|------|-------|-------|
| | зерно | солома | кг | | | | | | г | | |
| N ₉₀ P ₃₅ K ₉₀ – фон 1 | 56,3 | 107,2 | 113,0 | 43,2 | 224,4 | 19,5 | 26,3 | 27,2 | 24,5 | 92,6 | 129,4 |
| N ₉₀ P ₃₅ K ₉₀ + Cu _{0,05} Mn _{0,05} | 62,0 | 112,6 | 127,8 | 50,6 | 253,5 | 20,6 | 29,0 | 30,9 | 27,7 | 103,0 | 143,6 |
| N ₉₀ P ₃₅ K ₉₀ + Cu _{0,05} Mn _{0,05} Zn _{0,075} | 62,1 | 110,6 | 128,6 | 50,5 | 241,7 | 21,6 | 28,7 | 28,9 | 31,4 | 107,2 | 143,9 |
| N ₉₀ P ₃₅ K ₉₀ + Cu _{0,05} Mn _{0,05} + Cu _{0,05} Mn _{0,05} | 63,1 | 113,0 | 135,1 | 55,2 | 244,1 | 21,8 | 29,3 | 26,9 | 30,4 | 115,3 | 150,7 |
| В среднем фон 1 | | | 123,1 | 48,1 | 239,9 | 20,6 | 28,0 | 29,0 | 27,9 | 100,9 | 139,0 |
| N ₁₂₀ P ₃₅ K ₉₀ – фон 2 | 60,8 | 121,2 | 134,7 | 52,9 | 256,5 | 20,9 | 29,3 | 30,3 | 30,3 | 108,2 | 155,3 |
| N ₁₂₀ P ₃₅ K ₉₀ + Cu _{0,05} Mn _{0,05} | 65,5 | 125,6 | 151,3 | 58,5 | 269,5 | 22,9 | 31,8 | 31,4 | 33,5 | 125,0 | 169,0 |
| N ₁₂₀ P ₃₅ K ₉₀ + Cu _{0,05} Mn _{0,05} Zn _{0,075} | 65,5 | 124,2 | 146,5 | 57,3 | 278,8 | 24,7 | 31,6 | 29,6 | 37,0 | 128,6 | 170,3 |
| N ₁₂₀ P ₃₅ K ₉₀ + Cu _{0,05} Mn _{0,05} + Cu _{0,05} Mn _{0,05} | 66,9 | 126,0 | 161,8 | 62,9 | 281,3 | 22,4 | 33,7 | 28,9 | 34,9 | 134,2 | 176,3 |
| В среднем фон 2 | | | 148,5 | 57,9 | 271,5 | 22,7 | 31,6 | 30,0 | 33,9 | 124,0 | 167,7 |
| В среднем общий | | | 137,4 | 53,9 | 256,2 | 21,8 | 30,0 | 29,3 | 31,2 | 114,3 | 154,8 |

ВЫВОДЫ

На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве двукратная азотная подкормка озимого ячменя в дозах N_{50+40} и N_{70+50} на фоне внесения фосфорно-калийных удобрений ($P_{35}K_{90}$) обеспечила повышение урожайности зерна на 20,3 и 24,8 ц/га, содержание белка – на 0,5 и 1,3 %, сбор белка – на 2,1 и 2,8 ц/га при урожайности 56,3 и 60,8 ц/га соответственно. Эффективным приемом повышения урожайности озимого ячменя является некорневая подкормка растений медными и марганцевыми удобрениями, обеспечивающая прибавку урожайности зерна 4,7–6,8 ц/га.

В зерне озимого ячменя накапливается больше азота, фосфора и цинка, в соломе – калия и марганца. На фоне внесения минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{35}K_{90}$ содержание азота, фосфора, калия, цинка и марганца в зерне и соломе ячменя выше, чем на фоне – $N_{90}P_{35}K_{90}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Седукова, Г. В. Влияние элементов питания на урожайность озимого ячменя при разных системах удобрения / Г. В. Седукова, А. А. Зубкович, С. А. Исаченко // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2020. – № 56. – С. 174–180.
2. Урбан, Э. П. Состояние селекции зерновых, зернобобовых культур в Республике Беларусь / Э. П. Урбан // Земледелие и растениеводство – 2016. – № 2. – С. 7–10.
3. Привалов, Ф. И. Урожайность озимого ячменя и динамика формирования ее структурных компонентов / Ф. И. Привалов, В. В. Холодинский, И. С. Акулич // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2015. – № 51. – С. 117–123.
4. Булавин, Л. А. Основные факторы, определяющие перезимовку и продуктивность озимого ячменя в условиях Беларуси / Л. А. Булавин, Т. М. Булавина, И. И. Яцкевич [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / УО «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно : ГГАУ, 2012. – Т. 16: Агрономия. – С. 32–43.
5. Сенченко, В. Г. Озимый ячмень в Беларуси / В. Г. Сенченко, И. И. Яцкевич // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 8. – С. 8–10
6. Семененко, Н. Н. Адаптивные системы применения азотных удобрений / Н. Н. Семененко. – Минск: Бел. изд. товарищество «Хата», 2003. – 163 с.
7. Ерешко, А. С. Озимый ячмень: сорт, удобрение, урожай : монография / А. С. Ерешко, В. Б. Хронюк, Р. Г. Бершанский, С. В. Татаркин-Зерноград : ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – 134 с.
8. Коростылев, М. Н. Оптимизация азотного питания озимого ячменя в зоне неустойчивого увлажнения / М. Н. Коростылев, А. Н. Есаулко // Агрохимический вестник. – 2009. – С. 26–27.
9. Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь / В. Г. Гусаков, В. И. Бельский, И. И. Крупко [и др.]; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред) [и др.] / Нац. акад. наук Беларуси, МСХП Респ. Беларусь. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 683 с.
10. Рак, М. В. Жидкие комплексные микроудобрения МикроСтим в технологии возделывания сельскохозяйственных культур / М. В. Рак // Земледелие и защита растений. – 2018. – Прил. к журналу № 2 (117). – С. 53.
11. Эффективность микроудобрений при возделывании ярового ячменя на дерново-подзолистой высокоокультуренной легкосуглинистой почве / М. В. Рак,

Е. Н. Пукалова, Н. С. Гузова, [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2023. – № 1 – С. 112–118.

12. Шпока, Е. И. Влияние комплексного применения макро- и микроудобрений на урожайность и вынос элементов питания ячменем при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве / Е. И. Шпока // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 2(49). – С. 128–134.

13. Бугаевский, В. К. Применение микроэлементов для питания и защиты озимых колосовых культур / В. К. Бугаевский [и др.] // Земледелие. – 2005. – № 6. – С. 31–32.

EFFICIENCY OF MACRO- AND MICRO-FERTILIZATION IN TECHNOLOGY OF WINTER BARLEY CULTIVATION ON SOD-PODZOLIC LIGHTLY CARBONACEOUS SOIL

М. V. Rak, E. N. Pukalova, S. G. Kudlasevich, L. N. Guk

Summary

The article presents the results of studies on the effect of macro- and micro-fertilizers on the yield and quality of grain when cultivating winter barley on sod-podzolic lightly loamy soil. It has been established that an effective technique for increasing winter barley yield of winter barley is feeding plants with nitrogen, copper and manganese against the background of the application of phosphorus-potassium fertilizers.

Поступила 14.05.25