

Таблица 4 – Комплексная балльная оценка сортообразцов белого и жёлтого люпина

| Показатель | Люпин белый | | | | Люпин желтый | | | |
|---|------------------|--------|-------|---------|-------------------|----------|----------|----------|
| | Амига (контроль) | Росбел | Мара | БЛ-ДТ-4 | Владко (контроль) | БГСХА-81 | БГСХА-99 | БГСХА-82 |
| Выход белка с 1 га, % | 1,5 | 15,9 | 14,3 | 10,3 | 7,7 | 14,3 | 11,8 | 9,2 |
| Балл | 2 | 8 | 7 | 5 | 3 | 7 | 6 | 4 |
| Распространенность антракноза, % | 75,4 | 26,6 | 33,4 | 44,6 | 51,9 | 36,1 | 33,4 | 33,6 |
| Балл | 2 | 8 | 7 | 4 | 3 | 5 | 7 | 6 |
| Продолжительность вегетационного периода, дн. | 163 | 132 | 131 | 121 | 117 | 111 | 114 | 105 |
| Балл | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 6 | 8 |
| Уровень рентабельности, % | -70,5 | 155,4 | 139,7 | 64,4 | 42,9 | 124,29 | 79,8 | 58,5 |
| Балл | 1 | 8 | 7 | 4 | 2 | 6 | 5 | 3 |
| Сумма баллов | 6 | 26 | 24 | 21 | 13 | 25 | 24 | 21 |

семян приносит 55 коп. прибыли, а также сортообразец Мара симподиального типа ветвления. Из сортообразцов жёлтого люпина наибольший уровень рентабельности при возделывании и сумму баллов имеет БГСХА-81 симподиального типа ветвления.

Литература

1. Шундалов, Б. М. Сравнительная производственно-экономическая оценка продукции кормовых культур / Б. М. Шундалов // Вестник Белорус. гос. с.-х. академии. – 2017. – № 3. – С. 5–11.
2. Тарануха, В. Г. Результаты конкурсного и государственного испытания сортов и сортообразцов жёлтого люпина / В. Г. Тарануха, Г. И. Тарануха // Вестник Белорус. гос. с.-х. академии. – 2018. – № 2. – С. 61–65.
3. Равков, Е. В. Адаптивный потенциал белого люпина в условиях Республики Беларусь / Е. В. Равков, Ю. С. Малышкина // Вестник Белорус. гос. с.-х. академии. – 2019. – № 1. – С. 97–100.

4. Возделывание кормового люпина на зерно и зеленую массу. Типовые технологические процессы // Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов. – Мн.: Ин-т аграрной экономики НАН Беларуси, 2005. – С. 304–311.
5. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства: в 2 т. / под ред. В. Г. Гусакова. – Мн.: Ин-т аграрной экономики НАН Беларуси – Центр аграрной экономики, 2006. – 521 с.
6. Отраслевые нормы выработки и расхода топлива на механизированные работы в сельском хозяйстве / Приказ Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 15.01.2018 г. № 15 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/documents/trud/d9a106c47454c630.html>. – Дата доступа: 25.08.2020.
7. Рекомендации по тарификации механизированных и ручных работ в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/information/zarplata/commercial/f09549959cea93d0.html>. – Дата доступа: 25.08.2020.

УДК 631.8:633.11»321»

Экономическая и энергетическая эффективность применения макро- и микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата на яровой пшенице

Е. И. Коготько, соискатель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 10.09.2020 г.)

В статье приводятся результаты расчета экономической и энергетической эффективности применения удобрений, регуляторов роста и биопрепарата на двух сортах яровой пшеницы. Отмечена высокая эффективность некорневой подкормки КАС с микроудобрением на основе гуминовых кислот ЭлеГум Медь и регулятором роста Фитовитал.

The article presents the results of calculating the economic and energy efficiency of the use of fertilizers, growth regulators and biological products on two varieties of spring wheat. High efficiency of application of foliar feeding of UAN with microfertilizer based on humic acids EleGum Copper and growth regulator Fitovital was noted.

Введение

В фактических затратах на производство яровых зерновых культур наибольший удельный вес занимают

расходы на удобрения и средства защиты растений (50,4 %) [1]. Поэтому очень важно применять их эффективно, т. е. получать максимально возможную для

конкретных условий производства отдачу, выраженную в повышении урожайности, получении прибыли и эко-номии энергии.

Оценка эффективности применения удобрений под сельскохозяйственные культуры дается путем определения агрономической, экономической и энергетической эффективности [2, 3].

Экономическая оценка эффективности является субъективным показателем, так как зависит от ценовой политики, рыночной конъюнктуры и используется для краткосрочного планирования.

Более объективная и долгосрочная оценка дается при расчете энергетической эффективности, которая имеет ряд преимуществ перед экономической: показатели выражаются в единых международных единицах (МДж), она не обусловлена политикой ценообразования, позволяет сопоставить эффективность технологий в различных странах и в различные периоды времени, при необходимости может быть переведена в любые денежные единицы. Кроме того, сельскохозяйственное производство является одним из основных потребителей энергии, поэтому важно разрабатывать энергосберегающие технологии производства сельскохозяйственной продукции. Полную оценку энергетической эффективности различных технологических приемов позволяет дать биоэнергетический коэффициент. Установлено, что для расширенного воспроизводства энергии биоэнергетический коэффициент должен составлять как минимум 1,3–1,4 единицы [4, 5].

В связи с этим представляет интерес оценить эффективность применения удобрений, регуляторов роста и биопрепарата на яровой пшенице в условиях северо-восточной части Беларуси.

Методика проведения исследований

Исследования проводили в 2009–2011 гг. на опытном поле БГСХА (Горецкий район Могилевской области). По термическим ресурсам и влагообеспеченности вегетационного периода Горецкий район входит в северную умеренно теплую влажную зону. В почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые почвы с невысоким содержанием гумуса, кислой и слабокислой реакцией среды и с низкими валовыми запасами элементов питания [6].

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, среднеоккультуренная: индекс агрохимической окультуренности ($I_{ок}$) – 0,68–0,73 ед., pH_{KCl} – 5,9–6,2, содержание гумуса – 1,41–1,58 %, содержание подвижного фосфора – 172–242 мг/кг, обеспеченность подвижным калием – 176–212 мг/кг. В качестве объектов исследования выступали два среднеспелых сорта яровой пшеницы Сабина и Тома. В опытах под предпосевную культивацию вносили карбамид стандартный и с гуматными добавками (46 % N), аммонизированный суперфосфат (8 % N, 30 % P_2O_5), хлористый калий (60 % K_2O). В фазе выхода в трубку (ВВСН 31–32) проводили подкормки баковых смеси карбамид-аммиачной селитры (КАС 30 % N) с медным купоросом (200 г/га), жидкими удобрениями ЭлеГум Медь (1 л/га), Эколист Зерновые (3 л/га), Басфолиар 36 Экстра (5 л/га), Витамар (2 л/га), МикроСил Бор, Медь (1 л/га) и регуляторами роста Эпин (80 мл/га) и Фитовитал (0,6 л/га). Вторую азотную подкормку проводили 5%-ным раствором мочевины в фазе флагового листа (ВВСН 39). Для обра-

ботки семян применяли Ризобактерин – препарат на основе азотфиксирующих бактерий *Klebsiella planticola* (1,1 л/т) [7, 8].

Агротехника выращивания яровой пшеницы общепринятая согласно отраслевому регламенту [9].

Экономическую и энергетическую эффективность применения удобрений рассчитывали на прибавку урожая в среднем за 3 года исследований по методике, разработанной в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» [2, 3].

Результаты исследований и их обсуждение

Применение макро- и микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата на яровой пшенице было эффективно с экономической и энергетической точки зрения. Показатели экономической и энергетической эффективности зависели в первую очередь от величины прибавки урожая, а также от материальных и энергетических затрат, связанных с производством, приобретением и внесением данных средств химизации. Прибавка урожая зерна от применения удобрений колебалась по вариантам от 3,5 до 24,6 и от 4,3 до 21,6 ц/га соответственно по сортам Сабина и Тома.

В среднем за 3 года исследований внесение небольших доз азота (N_{16}) на фоне $P_{60}K_{90}$ было экономически не эффективно на двух сортах, но получен небольшой энергетический эффект – биоэнергетический коэффициент был больше единицы (1,11 и 1,31 ед. соответственно по сортам Сабина и Тома).

Повышение доз азота до 65 кг д. в. на том же фоне было рентабельным (24,2 и 38,6 %), чистый доход составил 46,22 и 72,67 долл./га соответственно по сортам Сабина и Тома.

Большая разница между сортами по экономическим показателям в данном варианте обусловлена величиной прибавки и классностью зерна, где по сорту Тома данные показатели были выше. По сравнению с вариантом $N_{16}P_{60}K_{90}$ удельные энергозатраты снизились на 665 и 422 МДж/ц (826 и 844 МДж/ц), а биоэнергетический коэффициент был на уровне 2,01 и 1,97 % по сортам Сабина и Тома.

Дальнейшее увеличение доз азота до 90 кг/га д. в. на фоне $P_{60}K_{90}$ увеличивало чистый доход и рентабельность. На сорте Сабина был получен чистый доход в размере 83,41 долл./га, рентабельность составила 38,4 %. На сорте Тома данные показатели были на уровне 92,50 долл./га и 42,0 %. По сравнению с дозой 65 кг д. в. в данном варианте повышались энергозатраты на получение 1 ц дополнительного урожая и снижался биоэнергетический коэффициент. Так, соответственно по сортам Сабина и Тома в варианте с внесением 90 кг/га д. в. азотных удобрений на фоне $P_{60}K_{90}$ удельные энергозатраты составили 891 и 868 МДж/ц, биоэнергетический коэффициент был на уровне 1,86 и 1,91 единиц.

Отмечена реакция сортов яровой пшеницы на различные формы мочевины, внесенной в дозе 90 кг/га д. в. на фоне $P_{60}K_{90}$. На сорте Сабина более экономически целесообразным в качестве азотного удобрения под предпосевную культивацию было применение мочевины с гуматным покрытием, где чистый доход повышался по отношению к варианту с применением стандартной мочевины на 7,58 долл./га, рентабельность – на 2,3 %. Также это было эффективно и с энергетической точки зрения, так как снижались удельные энергозатраты и

Влияние макро- и микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата на показатели экономической и энергетической эффективности при возделывании яровой пшеницы (среднее, 2009–2011 гг.)

| Вариант | Прибавка к контролю, ц/га зерна | | Чистый доход, долл./га | | Рентабельность, % | | Удельные энергозатраты, МДж/ц | | Биоэнергетический коэффициент, % | |
|------------------------|---------------------------------|-----------------|------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|----------------------------------|-----------------|
| | С | Т | С | Т | С | Т | С | Т | С | Т |
| 1 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 2 | 3,5 | 4,3 | – | – | – | – | 1491 | 1266 | 1,11 | 1,31 |
| 3 | 9,7* | 8,7* | 13,45* | 21,69* | 9,8* | 16,4* | 841* | 903* | 1,97* | 1,84* |
| 4 | 15,3 | 14,8 | 46,22 | 72,67 | 24,2 | 38,6 | 826 | 844 | 2,01 | 1,97 |
| 5 | 18,6 (15,2*) | 15,8 (12,6*) | 98,68 (49,50*) | 61,38 (15,42*) | 42,9 (22,61*) | 28,2 (7,44*) | 840 (963*) | 937 (1101*) | 1,98 (1,72*) | 1,77 (1,51*) |
| 6 | 17,0 | 17,7 | 83,41 | 92,50 | 38,4 | 42,0 | 891 | 868 | 1,86 | 1,91 |
| 7 | 17,8 | 18,1 | 90,99 | 94,84 | 40,7 | 42,2 | 885 | 875 | 1,88 | 1,90 |
| 8 | 19,0 | 18,3 | 103,11 | 93,82 | 44,4 | 40,9 | 829 | 850 | 2,00 | 1,95 |
| 9 | 21,5 | 19,4 | 133,89 | 106,37 | 54,5 | 45,0 | 767 | 818 | 2,17 | 2,03 |
| 10 | 21,1 | 18,7 | 118,73 | 86,28 | 46,7 | 35,4 | 775 | 838 | 2,14 | 1,98 |
| 11 | 20,1 | 19,2 | 90,50 | 78,44 | 34,2 | 30,1 | 799 | 824 | 2,08 | 2,02 |
| 12 | 19,7 | 15,7 | 108,78 | 55,32 | 45,5 | 25,0 | 810 | 943 | 2,05 | 1,76 |
| 13 | 20,1 | 18,9 | 107,53 | 91,65 | 43,5 | 37,9 | 800 | 832 | 2,08 | 2,00 |
| 14 | 24,6 | 21,6 | 171,29 | 131,20 | 64,9 | 52,4 | 706 | 764 | 2,35 | 2,17 |
| 15 | 14,8* | 12,2* | 41,96* | 7,69* | 19,2* | 3,7* | 982* | 1128* | 1,69* | 1,47* |
| 16 | 18,8 | 21,2 | 61,81 | 93,32 | 22,9 | 33,2 | 1005 | 924 | 1,65 | 1,80 |
| 17 | 19,8 | 21,6 | 62,14 | 85,56 | 21,6 | 28,9 | 969 | 913 | 1,71 | 1,82 |
| 18 | 6,7 | 8,0 | – | 10,51 | – | 9,3 | 915 | 817 | 1,82 | 2,03 |
| 19 | 9,5* | 7,6* | 8,20* | 3,98* | 5,9* | 3,1* | 853* | 992* | 1,95* | 1,67* |
| НСП ₀₅ (А) | 0,3 | | | | | | | | | |
| НСП ₀₅ (Б) | 0,9 | | | | | | | | | |
| НСП ₀₅ (АБ) | 1,3 | | | | | | | | | |

Примечания – 1 – С – сорт Сабина; Т – сорт Тома; фактор А – сорт, фактор Б – удобрения.

2 – Варианты опыта: 1 – без удобрений (контроль); 2 – N₁₆P₆₀K₉₀; 3 – N₃₀P₆₀K₉₀; 4 – N₆₅P₆₀K₉₀; 5 – N₆₅P₆₀K₉₀ + N₂₅ КАС – Фон; 6 – N₉₀P₆₀K₉₀; 7 – N₉₀P₆₀K₉₀ (мочевина с гуматами); 8 – Фон + CuSO₄ × 5H₂O; 9 – Фон + ЭлеГум Медь; 10 – Фон + Эколист Зерновые; 11 – Фон + Басфолиар 36 Экстра; 12 – Фон + Витамар; 11 – Фон + Эпин; 14 – Фон + Фитовитал; 15 – Фон + МикроСил Бор, Медь; 16 – N₇₅P₇₀K₁₂₀ + N₂₅ КАС + N₂₀; 17 – N₇₅P₇₀K₁₂₀ + N₂₅ КАС + Эколист Зерновые + N₂₀; 18 – N₁₆P₆₀K₉₀ + Ризобактерин; 19 – N₃₀P₆₀K₉₀ + Ризобактерин.

3 – *Среднее за 2010–2011 гг.

4 – Экономическую эффективность определяли по ценам 2020 г., курс доллара – 2,45 бел. руб.

повышался биоэнергетический коэффициент. На сорте Тома при внесении мочевины с гуматным покрытием показатели экономической эффективности повышались незначительно по отношению к стандартной форме, также увеличивались удельные энергозатраты.

Сорта яровой пшеницы по-разному отзывались на дробное применение азота, в частности на применение некорневой подкормки N₂₅ КАС в фазе начало выхода в трубку на фоне N₆₅P₆₀K₉₀. Так, на сорте Сабина подкормка КАС повышала чистый доход в 2 раза (98,68 долл./га) по отношению к фону N₆₅P₆₀K₉₀, рентабельность – в 1,8 раза (42,9 %). На сорте Тома данный прием был не эффективным по отношению к фону N₆₅P₆₀K₉₀, так как чистый доход и рентабельность снижались на 11,29 долл./га и 10,4 % соответственно. Расчет энергетической эффективности применения подкормки показал значительное увеличение удельных энергозатрат по отношению к фону и снижение коэффициента энергоотдачи, особенно на сорте Тома.

Сравнивая варианты с дробным и однократным внесением азотных удобрений в дозе 90 кг д. в., следует

отметить, что дробное применение было эффективнее с экономической и энергетической точки зрения на сорте Сабина, однократное – на сорте Тома.

Проведение двух азотных подкормок (1-я – N₂₅ КАС, 2-я – N₂₀ 5%-ным раствором мочевины) на фоне N₇₅P₇₀K₁₂₀ на сорте Сабина было менее экономически эффективно, чем применение одной подкормки N₂₅ КАС на фоне N₆₅P₆₀K₉₀, где чистый доход и рентабельность значительно снижались (на 36,87 долл./га и 20 %) и составили 61,81 долл./га и 22,9 %. Удельные энергозатраты в данном варианте повышались до 1005 МДж/ц, биоэнергетический коэффициент составил 1,65 единиц.

Сорт Тома положительно отзывался на внесение повышенных доз минеральных удобрений. На фоне N₇₅P₇₀K₁₂₀ + N₂₅ КАС + N₂₀ по сравнению с вариантом N₆₅P₆₀K₉₀ + N₂₅ КАС чистый доход и рентабельность повысились на 31,94 долл./га и 5 %, удельные энергозатраты составили 924 МДж/ц, биоэнергетический коэффициент достигал 1,80 единицы. Добавление к КАС комплексного жидкого удобрения Эколист Зерновые на фоне

$N_{75}P_{70}K_{120} + N_{25}$ КАС + N_{20} снижало показатели экономической эффективности на двух сортах яровой пшеницы. Однако на сорте Сабина применение Эколиста Зерновые значительно снижало удельные энергозатраты (на 36 МДж/ц) по отношению к фону $N_{75}P_{70}K_{120} + N_{25}$ КАС + N_{20} и повышало биоэнергетический коэффициент с 1,65 до 1,71 единицы.

По отношению к варианту $N_{90}P_{60}K_{90}$ экономическая и энергетическая эффективность применения повышенных доз удобрений на двух сортах яровой пшеницы была ниже вследствие высоких материальных и энергетических затрат.

Применение баковых смесей КАС с микроудобрениями и жидкими комплексными удобрениями на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС существенно повышало чистый доход и рентабельность на двух сортах яровой пшеницы. На сорте Сабина высокие показатели экономической эффективности (чистый доход – 103,11–133,89 долл./га, рентабельность – 44,4–54,5 %) были в вариантах с применением сернокислой меди, комплексного препарата Витамар, жидкого комплексного удобрения Эколист Зерновые и микроудобрения на основе гуминовых кислот ЭлеГум Медь. На сорте Тома высокую экономическую эффективность по отношению к фону $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС показали варианты с применением жидких комплексных удобрений Басфолиар 36 Экстра и Эколист Зерновые, сернокислой меди, микроудобрения на основе гуминовых кислот ЭлеГум Медь, где чистый доход составил 78,44–106,37 долл./га, рентабельность – 30,1–45,0 %. Значительная экономия энергии на двух сортах была в вариантах с применением Басфолиар 36 Экстра, Эколист Зерновые и ЭлеГум Медь, где удельные затраты на производство дополнительной продукции снижались по отношению к фону $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС на 41; 65 и 73 МДж/ц соответственно по сорту Сабина и на 113; 99 и 119 МДж/ц соответственно по сорту Тома.

Применение комплексного жидкого удобрения МикроСил Бор, Медь совместно с КАС на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС в среднем за 2 года исследований было не эффективно по отношению к фону на двух сортах.

Регулятор роста Эпин, внесенный совместно с КАС на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС, повышал экономические и биоэнергетические показатели по отношению к фону. На сорте Сабина в данном варианте чистый доход увеличился на 8,85 долл./га, затраты энергии снизились на 40 МДж/ц, рентабельность увеличилась незначительно по отношению к фону (+0,6 %). На сорте Тома применение Эпина было более эффективно: чистый доход по отношению к фону повышался на 30,27 долл./га, рентабельность увеличилась на 9,2 %, удельные энергозатраты снизились на 113 МДж/ц.

Самые высокие показатели экономической и биоэнергетической эффективности были получены при внесении регулятора роста Фитовитал совместно с КАС, где чистый доход составил 171,29 и 131,20 долл./га, рентабельность – 64,9 и 52,4 %, удельные энергозатраты – 706 и 764 МДж/ц, биоэнергетический коэффициент составил 2,35 и 2,17 единицы соответственно по сортам Сабина и Тома.

Обработка семян биопрепаратом на основе азотфиксирующих бактерий Ризобактерин на сорте Сабина была экономически эффективна только на фоне $N_{30}P_{60}K_{90}$. В среднем за 2 года исследований в данном варианте чистый доход составил 8,20 долл./га, рентабельность –

5,9 %. Но данные показатели снижались по отношению к фону $N_{30}P_{60}K_{90}$ на 5,25 долл./га и 3,9 %. С энергетической точки зрения обработка семян Ризобактерином на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ была эффективной, так как позволяла экономить 576 МДж/ц энергии.

На сорте Тома обработка семян Ризобактерином на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ была эффективна: чистый доход и рентабельность составили 10,51 долл./га и 9,3 %, удельные энергозатраты снижались на 449 МДж/ц. В среднем за 2 года исследований обработка семян на фоне $N_{30}P_{60}K_{90}$ обеспечивала получение чистого дохода в размере 3,98 долл./га и рентабельности 3,1 %, но данные показатели снижались по отношению к фону на 17,71 долл./га и 13,3 %.

Заключение

Применение минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы во всех вариантах (с внесением азотных удобрений) обеспечивало получение чистого дохода и было рентабельным. Лучшим фоном минерального питания с экономической точки зрения на сорте Сабина был $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС, на сорте Тома – $N_{90}P_{60}K_{90}$ (мочевина с гуматами), где чистый доход составил 98,68 и 94,84 долл./га, рентабельность – 42,9 и 42,2 % соответственно по сортам. Ресурсосберегающим вариантом системы удобрения был $N_{65}P_{60}K_{90}$, где для производства 1 ц дополнительного урожая зерна тратилось 826 и 844 МДж энергии, а коэффициент энергетической эффективности составил 2,01 и 1,97 единицы соответственно по сортам Сабина и Тома.

Микроудобрения значительно повышали эффективность азотной подкормки с использованием КАС. Наибольшая экономическая эффективность на двух сортах получена при применении отечественного микроудобрения на основе гуминовых кислот ЭлеГум Медь, которое может использоваться в импортозамещении. На сорте Сабина чистый доход в данном варианте составил 133,89 долл./га, рентабельность – 54,5 %, на сорте Тома чистый доход был на уровне 106,37 долл./га, рентабельность – 45 %. Также в варианте с применением микроудобрения ЭлеГум Медь по сравнению с другими микроудобрениями и жидкими комплексными удобрениями были наименьшие удельные энергозатраты – 767 и 818 МДж/ц и наибольший биоэнергетический коэффициент – 2,17 и 2,03 единицы соответственно по сортам Сабина и Тома.

Наибольшая экономическая и энергетическая эффективность по опыту на двух сортах была в варианте с применением регулятора роста на основе янтарной кислоты Фитовитал на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС. По отношению к фону чистый доход и рентабельность соответственно по сортам Сабина и Тома повышались на 72,61 и 69,82 долл./га, 22,0 и 24,2 % и составили 171,29 и 131,20 долл./га, 64,9 и 52,4 %. Удельные энергозатраты в данном варианте снижались до уровня 706 и 764 МДж/ц, коэффициент энергоотдачи повышался до 2,35 и 2,17 единицы соответственно по сортам Сабина и Тома.

Обработка семян яровой пшеницы сорта Сабина бактериальным препаратом Ризобактерин на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ была не эффективной с экономической точки зрения, однако по сравнению с фоном на 576 МДж/ц снижались удельные энергозатраты (915 МДж/ц) и на 0,71 единицы повышался биоэнергетический коэффициент (1,82 еди-

ницы). На сорте Тома обработка семян на данном фоне обеспечивала получение чистого дохода в размере 10,51 долл./га и рентабельности – 9,3 %, также снижались удельные энергозатраты по сравнению с фоном на 449 МДж/ц (817 МДж/ц) и повышался биоэнергетический коэффициент на 0,72 единицы (2,03 единицы).

Литература

1. Сайганов, А. С. Анализ эффективности производства продукции растениеводства в сельскохозяйственных предприятиях / А. С. Сайганов, А. В. Ленский // Вес. Нац. акадэміі навук Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2015. – № 1. – С. 22–36.
2. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2010. – 24 с.
3. Система применения удобрений. Дипломное и курсовое проектирование: метод. указания / УО «Белорус. гос. с.-х. академия»; сост.: С. Ф. Шекунова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2009. – 150 с.

4. Малявко, Г. П. Энергетическая оценка агротехнологий: учеб.-метод. пособие / Г. П. Малявко. – Брянск: изд-во Брянской ГСХА, 2012. – 48 с.
5. Энергоэффективность аграрного производства / В. Г. Гусаков [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Отд. аграр. наук, Ин-т экономики, Ин-т энергетики; под общ. ред. акад. В. Г. Гусакова, Л. С. Герасимовича. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 776 с.
6. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.
7. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
8. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2017. – 688 с.
9. Возделывание яровой пшеницы / С. И. Гриб [и др.]. // Орг. тех. нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2005. – С. 46–65.

УДК 633.367.2:631.81:631.559

Динамика накопления основных элементов питания в надземной биомассе в период вегетации и урожайность люпина узколистного в зависимости от макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений

*Т. Ф. Персикова, доктор с.-х. наук, М. Л. Радкевич, старший преподаватель
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия*

(Дата поступления статьи в редакцию 24.11.2020 г.)

В статье приведены результаты трехлетних полевых исследований с люпином узколистным сортов Першацвет и Ян по изучению влияния макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на динамику поступления основных элементов питания в период вегетации, на урожайность культуры.

Наибольшее содержание азота, фосфора и калия в сухой биомассе растений к фазе молочно-восковой спелости наблюдается при применении для предпосевной обработки семян Co (хелат), CuSO₄ × 5H₂O, MnSO₄ × 5H₂O на фоне N₃₀P₃₀K₉₀ + Фитостимофос + Санпронит + Эпин.

Введение

Потребление элементов минерального питания растениями в процессе органогенеза является составной частью круговорота веществ в земледелии. Содержание и соотношение питательных элементов у каждого вида растений изменяется в довольно узких пределах и связано с критическими периодами их роста и развития, длительностью вегетационного периода [1].

Внесение удобрений является основным фактором повышения содержания ряда питательных веществ в растениях вследствие непосредственного участия элементов питания в химических соединениях растений и улучшения условий функционирования растительных организмов [2].

Научно обоснованная система применения удобрений позволяет максимально реализовать потен-

The article presents the results of three-year field studies with narrow-leaved lupine varieties Pershatsvet and Yan to study the effect of macro-, micronutrient fertilizers, plant growth regulators and bacterial fertilizers on the dynamics of the intake of basic nutrients during the growing season, on crop yield.

The highest content of nitrogen, phosphorus and potassium in the dry biomass of plants by the phase of milky-wax ripeness is observed when Co (chelate), CuSO₄ × 5H₂O, MnSO₄ × 5H₂O are used in pre-sowing seed treatment against the background of N₃₀P₃₀K₉₀ + Phytostimophos + Saprunit + Epin.

циал продуктивности сельскохозяйственных культур, а также получить продукцию с высокими показателями качества [3].

Цель исследований – совершенствование системы питания ценной зернобобовой культуры люпина узколистного, изучение влияния макро-, микроэлементов, регуляторов роста и бактериальных удобрений на динамику накопления основных элементов питания в период вегетации и урожай зерна.

Объекты, условия и методика проведения исследований

Полевые опыты с люпином узколистным сортов зернового направления Першацвет и Ян проводили в 2011–2013 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглин-