

Эффективность применения минеральных удобрений, Эпина и биопрепаратов при возделывании гречихи

А. Р. Цыганов, доктор с.-х. наук, И. В. Полховская, соискатель
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 07.03.2017 г.)

В статье изложены результаты исследований влияния различных доз макроудобрений, обработки семян и посевов регулятором роста Эпин и борной кислотой, предпосевной инокуляции семян бактериальными препаратами Ризобактерин и Фитостимифос при возделывании гречихи на густоту стояния растений в фазе всходы и к уборке, агрономическую эффективность и качественный состав зерна.

The article presents the results of researches of influence of application of various doses of macrofertilizer, treatment of seeds and crops with the growth regulator Epin and boric acid presowing inoculation of seeds with bacterial preparations Rhizobacterin and Phytostimophos in the cultivation of buckwheat on the plant density in the phase of seedlings and harvesting, agronomic efficiency and quality of the grain.

Введение

Гречиха является одной из главных крупяных культур для нашей страны. Гречневая крупа по своему продовольственному значению занимает лидирующую позицию среди основных видов круп [1]. Она богата легкоусвояемыми белками (13–15 %) и углеводами (76–78 %), содержит значительное количество жиров (2,8–4,1 %), много полезных минеральных веществ и зольных элементов (2,0–2,2 %), органических кислот, витаминов [1–5].

Несмотря на всю ценность гречихи как культуры диетического и лечебного питания, за 2005–2015 гг. посевная площадь гречихи в Республике Беларусь колебалась от 8 тыс. га в 2005 г. до 44 тыс. га в 2012 г., что составляет всего лишь от 0,2 % до 0,8 % в структуре общей посевной площади всех сельскохозяйственных культур в стране. За эти годы валовый сбор зерна данной культуры варьировал от 5 тыс. т в 2006 г. до 45 тыс. т в 2011 г. при средней урожайности от 6,5 ц/га в 2006 г. до 11,6 ц/га в 2008 г. [6].

Для обеспечения производства хотя бы 3,5 кг (согласно рекомендациям диетологов) гречневой крупы на одного жителя республики валовой сбор зерна должен составлять 50–55 тыс. т, что возможно достичь или расширением площади посева или повышением урожайности гречихи [7].

В настоящее время сложились три подхода повышения урожайности и качества зерна гречихи: агротехнический; биологический – использование биологически активных соединений естественного или синтетического происхождения; микробиологический – использование препаратов на основе микроорганизмов и их производных [8]. Изучение данных приемов представляет большой интерес для науки, так как их внедрение в производство позволит получать высокие и стабильные урожаи зерна гречихи с наименьшими затратами.

В связи с этим целью проведенных исследований являлось определить эффективность применения минеральных удобрений, Эпина и биопрепаратов при возделывании гречихи на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили в 2012–2014 гг. в полевых опытах на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Почва участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1,2 м моренным суглинком. Пахотный горизонт опытного участка по годам исследований характеризовался слабокислой и близкой к нейтральной ($\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,6-6,2$) реакцией почвенной среды, содержанием общего азота 0,08–0,12 %, низким содержанием гумуса (1,21–1,48 %), повышенной и высокой обеспеченностью

подвижными формами фосфора (245,6–276,0 мг/кг) и повышенной подвижного калия (224,5–284,3 мг/кг), средним содержанием бора (0,4–0,7 мг/кг почвы) [9].

В качестве основного удобрения под гречиху с осени вносили аммофос (12 % N, 50 % P_2O_5) и хлористый калий (60 % K_2O), весной – карбамид (46 % N). В качестве микроудобрений использовали борную кислоту, в качестве регулятора роста – Эпин. Предпосевную обработку семян согласно схеме опыта проводили методом инкрустации семян Эпином (4,5 мл/т 0,025 % р-р) и борной кислотой (300 г/т) с добавлением 8 л/т семян воды и 0,2 кг NaKMЦ. В фазе ветвление-начало бутонизации проводили обработку посевов Эпином (80 мл/га 0,025 % р-р) и борной кислотой (0,5 кг/га) с добавлением 200 л воды. Для предпосевной обработки семян использовали также бактериальные препараты Ризобактерин (ТУ РБ 03535144.004-97, № гос. регистрации 10-0036) и Фитостимифос (ТУ РБ 100289066.022-2002, № гос. регистрации 014876/01) в расчете 200 мл инокулянта на гектарную норму семян гречихи (2%-ный раствор). Обработку проводили за день до посева (согласно рекомендациям по применению препаратов Ризобактерин и Фитостимифос Института микробиологии НАН Беларуси).

Полевой опыт проводили в 4-кратном повторении. Общая площадь делянки составляла 21 м², учетная – 17 м². Учет урожайности сплошной поделяночный. Основные цифровые данные, полученные в опытах, обработаны методом дисперсионного анализа [10, 11].

Объектом исследования являлся диплоидный сорт гречихи Лакнея, внесенный в Госреестр РБ в 2012 г. Его отличием является детерминантный морфотип растения. Согласно данным ГСИ РБ, средняя урожайность за 2009–2011 гг. составила 21,0 ц/га зерна, максимальная – 33,0 ц/га получена на Каменецком ГСУ в 2011 г. Сорт устойчив к полеганию и осыпанию семян, характеризуется дружным созреванием семян. Средняя масса 1000 семян – 29,9 г. Технические и крупяные качества хорошие, выравненность зерна – 85 %, пленчатость – 22,3 %. Выход крупы – 72 %, крупяного ядра – 55 %, содержание белка в крупе – 14,8 %.

Результаты исследований и их обсуждение

Одними из важных показателей, оказывающих влияние на уровень урожайности посевов, являются количество растений к фазе полных всходов (полевая всхожесть, %) и количество растений на единицу площади, сохранившихся к уборке (сохранность, %), которые формируются под воздействием факторов внешней среды и уровня агротехники [13].

По результатам исследований, значения густоты стояния растений в фазе всходов и полевая всхожесть слабо

варьировали при внесении минеральных удобрений по отношению к контрольному варианту без внесения удобрений (таблица 1). Применение макроудобрений в посевах гречихи позволяло повысить густоту стояния всходов в среднем за 3 года на 9 шт./м². Полевая всхожесть колебалась на уровне 76,1–79,3 % и превышала показатель контрольного варианта на 1–3 %, что является не существенным.

Наиболее выражено действие удобрений на густоту стояния и полевую всхожесть проявлялось в вариантах с внесением всех трех макроэлементов.

Раздельная обработка семян Эпином и борной кислотой существенно не повлияла на густоту всходов гречихи. Совместная инкрустация семян гречихи Эпином и борной кислотой является более эффективной, чем раздельное применение препаратов и позволяет получить густоту стояния всходов в среднем за 3 года 248 растений на 1 м², что на 10 шт. больше, чем на фоновом уровне N₄₅P₆₀K₉₀. Полевая всхожесть в данном варианте в среднем за 3 года составила 82,6 %, что выше фонового показателя на 3,3 %.

Наиболее существенным был рост густоты всходов и полевой всхожести при использовании бактериальных препаратов на минеральном уровне питания с использованием пониженных доз макроудобрений – N₃₀P₃₀K₉₀. При

обработке семян гречихи Ризобактерином и внесении данных доз макроэлементов густота стояния растений в фазе всходы составила 246 шт./м², полевая всхожесть – 82,1 %, при обработке Фитостимифосом – 248 шт./м² и 82,6 % соответственно, что выше показателей не только варианта N₃₀P₃₀K₉₀ на 11 и 12 шт./м² или на 4 %, но и фонового варианта на 8 и 10 шт./м² или на 3 %. Совместное применение азотфиксирующего и фосфатмобилизирующего препаратов позволило значительно увеличить густоту стояния всходов (254 шт./м²) и полевую всхожесть (84,5 %), что значительно выше показателей варианта N₃₀P₃₀K₉₀ (на 18 шт./м² или 6 %) и фона (на 15 шт./м² и 5 %).

Более всего положительное влияние на густоту посевов и сохранность растений к уборке оказывало внесение всех трех макроэлементов с одновременной оптимизацией их соотношения. Наибольшая густота стояния растений гречихи к уборке была получена на фоновом уровне минерального питания N₄₅P₆₀K₉₀ – 195 шт./м² и сохранность – 82,0 %, что выше контрольных показателей на 41 шт./м² и 14,8 % соответственно.

Как инкрустация семян, так и обработка вегетирующих растений гречихи Эпином и бором в смеси и раздельно позволяли повысить стрессоустойчивость растений и получить более стабильную густоту и сохранность посева к уборке по годам. Наблюдалось суммирующее положи-

Таблица 1 – Густота стояния растений гречихи в фазе всходы и к уборке (среднее, 2012–2014 гг.)

Вариант	Густота стояния растений гречихи											
	в фазе всходы						к уборке					
	шт./м ²	%	± к контролю		± к фону		шт./м ²	%	± к контролю		± к фону	
			шт./м ²	%	шт./м ²	%			шт./м ²	%	шт./м ²	%
1. Контроль	228,7	76,2	0,0	0,0	-9,1	-3,0	153,8	67,2	0,0	0,0	-41,1	-14,8
2. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	229,6	76,5	0,9	0,3	-8,2	-2,8	163,3	71,1	9,5	3,8	-31,6	-10,9
3. N ₃₀ K ₉₀	228,2	76,1	-0,5	-0,1	-9,6	-3,2	165,5	72,5	11,8	5,2	-29,4	-9,5
4. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	234,7	78,2	6,0	2,0	-3,1	-1,0	181,5	77,4	27,8	10,1	-13,4	-4,6
5. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ – фон	237,8	79,3	9,1	3,0	0,0	0,0	194,9	82,0	41,1	14,8	0,0	0,0
6. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	235,8	78,6	7,1	2,3	-2,0	-0,7	186,0	78,9	32,2	11,6	-8,9	-3,1
7. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	237,3	79,1	8,7	2,9	-0,5	-0,1	182,5	76,9	28,7	9,7	-12,4	-5,1
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Эпин (инкрустация семян)	246,2	82,1	17,6	5,8	8,4	2,8	210,9	85,8	57,1	18,5	16,0	3,8
9. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + В (инкрустация семян)	242,9	81,0	14,2	4,7	5,1	1,7	206,0	84,9	52,2	17,7	11,1	2,9
10. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Эпин + В (инкрустация семян)	247,8	82,6	19,1	6,4	10,0	3,3	214,7	86,8	60,9	19,6	19,8	4,8
11. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Эпин (обработка посевов)	237,3	79,1	8,7	2,9	-0,5	-0,2	198,9	83,8	45,1	16,5	4,0	1,8
12. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + В (обработка посевов)	235,8	78,6	7,1	2,3	-2,0	-0,7	196,0	83,2	42,2	16,0	1,1	1,2
13. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Эпин + В (обработка посевов)	238,0	79,3	9,3	3,1	0,2	0,1	206,2	86,7	52,5	19,5	11,3	4,7
14. Контроль + Ризобактерин	235,3	78,5	6,7	2,2	-2,5	-0,8	175,5	74,7	21,8	7,4	-19,4	-7,3
15. Контроль + Фитостимифос	240,7	80,2	12,0	4,0	2,9	0,9	180,4	75,0	26,7	7,8	-14,5	-7,0
16. Контроль + Ризобактерин + Фитостимифос	244,9	81,6	16,2	5,4	7,1	2,4	187,6	76,7	33,8	9,5	-7,3	-5,3
17. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	242,4	80,8	13,8	4,6	4,6	1,5	189,8	78,4	36,0	11,1	-5,1	-3,6
18. N ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос	241,1	80,4	12,4	4,1	3,3	1,1	192,0	79,8	38,2	12,5	-2,9	-2,2
19. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Ризобактерин	246,4	82,1	17,8	5,9	8,6	2,9	199,1	80,8	45,3	13,6	4,2	-1,2
20. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос	247,8	82,6	19,1	6,4	10,0	3,3	199,3	80,5	45,6	13,3	4,4	-1,5
21. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Ризобактерин + Фитостимифос	253,5	84,5	24,9	8,3	15,7	5,3	210,9	83,3	57,1	16,1	16,0	1,3
НСР ₀₅	8,8	2,9					10,4	4,4				

тельное действие росторегулятора и микроэлемента на изучаемые показатели. При применении Эпина для инкрустации семян на фоновом уровне минерального питания $N_{45}P_{60}K_{90}$ густота стояния растений в среднем за 3 года составила 211 шт./м², при использовании бора – 206 шт./м², при использовании смеси препаратов – 215 шт./м², сохранность – от 85 до 87 %, что выше фона на 16, 11 и 20 шт./м² и 3–5 % соответственно. Опрыскивание Эпином и бором на уровне питания $N_{45}P_{60}K_{90}$ позволило получить густоту посевов к уборке 196 шт./м² и 199 шт./м² при раздельном использовании и 206 шт./м² – при использовании смеси препаратов, сохранность – 83,8 %, 83,2 %, и 86,7 % соответственно, что превышает показатели фонового уровня только в варианте с совместным использованием препаратов.

Совмещение обработки семян гречихи бактериальными удобрениями с внесением средних доз азота и фосфора позволяло значительно повысить густоту ценоза и способствовало росту сохранности растений. Отдельное применение Ризобактерина и Фитостимифоса на минеральном уровне $N_{30}P_{30}K_{90}$ привело практически к одинаковой густоте стояния растений к уборке – 199 шт./м² и сохранности растений – 81 %, что выше показателей варианта $N_{30}P_{30}K_{90}$ на 13 шт./м² и 2 %. Более выраженное влияние на густоту посевов и сохранность к уборке имела совместная обработка семян гречихи Ризобактерином и Фитостимифосом на сниженном уровне минерального питания, позволяя сохранить 83,3 % взошедших растений (211 шт./м²), что превышало фоновые значения.

Внесение макроудобрений оказало существенное влияние на урожай зерна диплоидной гречихи сорта Лакнея. В среднем за 3 года прибавка к контролю составила от 2,0 до 6,4 ц/га или 15,6–50,0 % (таблица 2). Примене-

ние 45 кг/га д. в. азота дает более высокую прибавку урожая по сравнению с внесением 60 кг/га д. в. в сочетании с фосфором и калием, что связано с усиленным ростом растений гречихи, повышением их полегаемости и запаздыванием созревания зерна. Поэтому в качестве фонового варианта для определения целесообразности применения борной кислоты и Эпина взята доза $N_{45}P_{60}K_{90}$.

В среднем за 3 года урожайность в вариантах с применением борной кислоты и Эпина как совместно, так и по отдельности на фоновом уровне минерального питания $N_{45}P_{60}K_{90}$ составляла от 19,7 до 21,2 ц/га, что на 2,6–10,4 % выше фона. Как при инкрустации семян, так и при обработке посевов гречихи сорта Лакнея наблюдался суммирующий эффект на урожай зерна от совместного применения бора и Эпина.

При использовании Ризобактерина в посевах гречихи за 3 года прибавка к контролю составила от 1,2 ц/га до 8,2 ц/га или от 8,8 до 58,5 % в зависимости от уровня внесения NPK. При обработке семян препаратом в варианте без применения удобрений в среднем за 3 года прибавка урожая составила 1,5 ц/га (11,7 %). Применение Ризобактерина на фоне минерального питания $N_{14}P_{60}K_{90}$ позволило повысить урожайность на 4,0 ц/га (31,3 %) по сравнению с контролем и на 2,0 ц/га (13,5 %) по сравнению с фоном $N_{14}P_{60}K_{90}$. Использование Ризобактерина на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ обеспечило прибавку урожая в 6,6 ц/га (51,6 %) по отношению к контролю, в 2,2 ц/га (12,8 %) по отношению к фону $N_{30}P_{30}K_{90}$ и достигло показателя фонового варианта $N_{45}P_{60}K_{90}$ (19,2 ц/га).

При применении Фитостимифоса в посевах гречихи за 3 года прибавка урожая к контролю составила от 1,0 ц/га до 8,6 ц/га или от 7,6 % до 66,6 % в зависимости от уровня внесения NPK. При обработке семян препаратом в кон-

Таблица 2 – Агрономическая эффективность минеральных удобрений, Эпина, Ризобактерина и Фитостимифоса при возделывании гречихи

Вариант	Урожайность, ц/га								Окупаемость 1 кг NPK, кг/га
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее	к контролю		к фону		
					ц/га	%	ц/га	%	
1. Контроль	13,1	12,9	12,5	12,8	0,0	0,0	–	–	–
2. $N_{14}P_{60}K_{90}$	14,7	15,7	14,1	14,8	2,0	15,6	–	–	1,3
3. $N_{30}K_{90}$	15,1	15,5	14,5	15,0	2,2	17,2	–	–	1,8
4. $N_{30}P_{60}K_{90}$	16,8	19,3	17,9	18,0	5,2	40,6	–	–	2,9
5. $N_{45}P_{60}K_{90}$ – фон	17,5	20,8	19,2	19,2	6,4	50,0	–	–	3,3
6. $N_{30}P_{30}K_{90}$	16,6	18,1	17,0	17,2	4,4	34,4	–	–	2,9
7. $N_{60}P_{60}K_{90}$	16,1	19,3	18,2	17,9	5,1	39,8	–	–	2,1
8. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин (инкрустация семян)	18,2	21,2	19,8	19,7	6,9	53,9	0,5	2,6	3,5
9. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + В (инкрустация семян)	18,6	21,6	20,1	20,1	7,3	57,0	0,9	4,7	3,7
10. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин + В (инкрустация семян)	18,7	22,4	20,8	20,6	7,8	60,9	1,4	7,3	4,0
11. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин (обработка посевов)	17,4	21,5	20,2	19,7	6,9	53,9	0,5	2,6	3,5
12. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + В (обработка посевов)	17,6	22,3	20,6	20,2	7,4	57,8	1,0	5,2	3,8
13. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин + В (обработка посевов)	17,8	23,9	22,0	21,2	8,4	65,6	2,0	10,4	4,3
14. Контроль + Ризобактерин	14,3	14,3	14,2	14,3	1,5	11,7	–	–	–
15. Контроль + Фитостимифос	14,1	15,4	14,0	14,5	1,7	13,3	–	–	–
16. Контроль + Ризобактерин + Фитостимифос	14,7	15,7	15,4	15,3	2,5	19,5	–	–	–
17. $N_{14}P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин	15,5	18,3	16,7	16,8	4,0	31,3	–	–	2,7
18. $N_{30}K_{90}$ + Фитостимифос	16,3	18,9	16,9	17,4	4,6	35,9	–	–	3,8
19. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ризобактерин	17,7	21,1	19,3	19,4	6,6	51,6	0,2	1,0	4,4
20. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос	17,5	21,5	18,9	19,3	6,5	50,8	0,1	0,5	4,3
21. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ризобактерин + Фитостимифос	18,6	22,6	20,0	20,4	7,6	59,4	1,2	6,3	5,1
НСР ₀₅	0,8	0,9	0,6	0,4					

троле в среднем за 3 года прибавка урожая составила 1,7 ц/га (13,3 %). Применение Фитостимифоса на уровне $N_{30}K_{90}$ позволило повысить урожайность на 4,6 ц/га (35,9 %) по сравнению с контролем и на 2,4 ц/га (16,0 %) по сравнению с фоном $N_{30}K_{90}$. Использование препарата на уровне $N_{30}P_{30}K_{90}$ обеспечило прибавку в 6,5 ц/га (50,8 %) по отношению к контролю и в 2,1 ц/га (12,2 %) по отношению к фону $N_{30}P_{30}K_{90}$ и позволило достигнуть показателя фонового варианта.

При совместном применении препаратов для инкрустации семян гречихи наблюдалось суммирующее влияние на рост урожайности. Так, при совместном применении Ризобактерина и Фитостимифоса в варианте без внесения минеральных удобрений прибавка урожая к контролю в среднем за 3 года составила 2,5 ц/га (19,5 %). Использование биопрепаратов на уровне минерального питания $N_{30}P_{30}K_{90}$ позволило получить прибавку в 7,6 ц/га (59,4 %) по отношению к контролю, в 3,2 ц/га (18,6 %) – по отношению к уровню $N_{30}P_{30}K_{90}$ и 1,2 ц/га (6,3 %) – по отношению к фону $N_{45}P_{60}K_{90}$.

Внесение минеральных удобрений, особенно азотных и фосфорных, значительно влияло на состав зерна гречихи (таблица 3).

Внесение фосфорно-калийных удобрений способствовало увеличению содержания в зерне гречихи сырого протеина на 2,0 %, жира – на 7,6 % и золы – на 5,5 %. Применение азотных удобрений позволило повысить содержание протеина на 6,2–13,8 %, жира – 12,8–28,8 % и золы – на 1,1–1,4 %. Клетчатка практически полностью составляет оболочку плодов гречихи, а применение удобрений способствует уменьшению пленчатости зерна, тем самым снижая содержание клетчатки на 1,9–3,6 %. Внесение повышенной дозы азота – 60 кг/га д. в. вызыва-

ло повышение содержания белка, но снижение содержания жира и золы в зерне гречихи по сравнению со средним уровнем азотного питания.

Обработка семян и посевов гречихи Эпином способствовала увеличению содержания сырого протеина в зерне на 4,6–5,0 % и несущественно влияла на содержание остальных веществ. Применение бора для обработки семян повышало содержание протеина в зерне гречихи на 6,2 %, при обработке вегетирующих растений – на 7,6 %. Использование бора на гречихе позволило повысить содержание жира в зерне на 14,0 % и несущественно снижало содержание клетчатки и увеличивало содержание золы. При использовании смеси Эпина и бора содержание белка в зерне увеличилось на 7,2–8,1 %, а содержание золы – на 3,2–3,7 %, жира – 11,3–15,5 %.

Инокуляция семян гречихи Ризобактерином при отсутствии внесения азотных удобрений способствовала росту содержания сырого протеина на 5,6–8,0 %, жира – на 20,6 %, сырой золы – на 1,3–1,5 %. Применение Фитостимифоса при отсутствии внесения минерального фосфора увеличивало содержание белка на 2,5–3,0 %, жира – на 12,1 %, золы – на 1,9 %. При внесении всех трех макроэлементов биопрепараты снижали свое влияние на состав зерна гречихи. При совместном использовании проявился суммирующий эффект действия бактериальных препаратов, что привело к повышению содержания в зерне гречихи сырого протеина на 5,8–7,8 %, золы – на 1,4–2,8 % и снижению содержания сырой клетчатки на 2,0–2,5 %.

Применение Эпина, борной кислоты и бактериальных препаратов одновременно с ростом урожая зерна увеличивает потребление элементов питания растениями, что приводит к большему их выносу. Наименьший удельный

Таблица 3 – Качественный состав зерна и удельный вынос элементов питания основной и побочной продукцией гречихи при применении минеральных удобрений, Эпина и биопрепаратов (среднее, 2012–2014 гг.)

Вариант	Содержание, %				Удельный вынос, кг/т		
	сырой протеин	сырая клетчатка	сырой жир	сырая зола	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль	10,44	12,93	1,16	1,85	34,0	19,9	52,5
2. $N_{14}P_{60}K_{90}$	10,65	12,77	1,24	1,95	34,9	24,2	65,4
3. $N_{30}K_{90}$	11,30	12,75	1,30	1,96	38,8	22,9	65,3
4. $N_{30}P_{60}K_{90}$	11,56	12,51	1,46	1,94	40,6	26,4	65,6
5. $N_{45}P_{60}K_{90}$ – фон	12,11	12,31	1,60	1,97	46,6	27,8	71,8
6. $N_{30}P_{30}K_{90}$	11,32	12,53	1,50	1,97	41,3	25,6	69,0
7. $N_{60}P_{60}K_{90}$	11,89	12,38	1,53	1,98	51,9	29,8	77,8
8. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин (инкрустация семян)	12,68	12,34	1,63	2,00	50,8	28,0	76,9
9. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + В (инкрустация семян)	12,86	12,11	1,83	2,00	49,2	27,7	75,0
10. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин + В (инкрустация семян)	12,99	12,14	1,85	2,04	52,7	28,9	76,4
11. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин (обработка посевов)	12,72	12,33	1,55	1,95	49,1	28,9	75,0
12. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + В (обработка посевов)	13,03	12,12	1,83	2,05	47,6	27,0	73,8
13. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин + В (обработка посевов)	13,09	12,14	1,78	2,05	49,6	28,4	70,7
14. Контроль + Ризобактерин	11,02	12,79	1,21	1,88	39,4	21,4	55,4
15. Контроль + Фитостимифос	10,70	12,76	1,24	1,88	37,6	24,9	58,7
16. Контроль + Ризобактерин + Фитостимифос	11,27	12,66	1,33	1,90	42,0	24,6	58,7
17. $N_{14}P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин	11,50	12,52	1,50	1,98	42,1	26,3	73,1
18. $N_{30}K_{90}$ + Фитостимифос	11,65	12,58	1,46	1,97	42,0	26,1	72,8
19. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ризобактерин	11,67	12,37	1,54	2,00	46,7	27,4	72,4
20. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос	11,70	12,36	1,57	1,98	42,7	29,2	73,0
21. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ризобактерин + Фитостимифос	11,98	12,21	1,64	2,00	48,2	29,8	71,9
НСР ₀₅	0,34	0,20	0,16	0,07			

вынос азота, фосфора и калия на 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции гречихи был получен в контрольном варианте. Наибольший удельный вынос азота (52,7 кг/т) отмечен при обработке семян Эпином и бором на фоне $N_{45}P_{60}K_{90}$, фосфора (31,0 кг/т) – при использовании смеси Ризобактерина и Фитостимифоса на среднем уровне минерального питания $N_{30}P_{30}K_{90}$ и калия (77,8 кг/т) – при обработке семян Эпином на фоне $N_{45}P_{60}K_{90}$.

Заключение

Внесение $N_{45}P_{60}K_{90}$ с предпосевной обработкой семян гречихи Эпином (4,5 мл/т) в смеси с борной кислотой (300 г/т) обеспечивает повышение стрессоустойчивости растений, способствует повышению густоты всходов на 6,4 % и сохранности растений к уборке на 19,6 % и позволяет получить большую плотность ценоза к уборке в количестве 215 шт./м². Применение Эпина (80 мл/га) и бора (0,5 кг/га борной кислоты) для обработки посевов при внесении $N_{45}P_{60}K_{90}$ повышает плотность ценоза к уборке на 19,5 %, позволяя сохранить 206 растений на 1 м². Инокуляция семян смесью Ризобактерина и Фитостимифоса (по 200 мл препарата на гектарную норму семян) с внесением $N_{30}P_{30}K_{90}$ увеличивает густоту всходов на 8,3 %, повышает сохранность растений к уборке на 16,1 %, в результате чего плотность ценоза к уборке составляет 211 шт./м².

Внесение $N_{45}P_{60}K_{90}$ совместно с применением Эпина и бора при возделывании гречихи обеспечивает урожайность 20,6–21,2 ц/га зерна с содержанием протеина 13–13,1 %, клетчатки – 12,1 %, жира – 1,8–1,9 % и зольных элементов – 2,0–2,1 %. Предпосевная инокуляция семян

гречихи Ризобактерином и Фитостимифосом с внесением $N_{30}P_{30}K_{90}$ позволяет получить урожайность 20,4 ц/га зерна с содержанием протеина 12,0 %, клетчатки – 12,2 %, жира – 1,6 % и зольных элементов – 2,1 %. Удельный вынос элементов питания с 1 т основной продукции составляет 50 кг N, 30 кг P₂O₅ и 70–75 кг K₂O.

Литература

1. Якименко, А. Ф. Гречиха / А. Ф. Якименко. – М.: Колос, 1982. – 196 с.
2. Ефименко, Д. Я. Индустриальная технология возделывания гречихи / Д. Я. Ефименко, Г. И. Барабаш. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 160 с.
3. Гречиха / сост. С. И. Лосев. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 48 с.
4. Анохин, А. Н. Гречиха на полях Белоруссии / А. Н. Анохин. – Минск: Ураджай, 1984. – 80 с.
5. Kara, N. Yield and Mineral Nutrition Content of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench): The Effect of Harvest Times / N. Kara // Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. – 2014. – № 9 (1). – P.85–94.
6. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет. Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведова [и др.]. – Минск, 2016. – 229 с.
7. Анохина, Т. А. Гречиха в Беларуси: перспективы возделывания / Т. А. Анохина, Е. И. Дубовик, А. П. Гвоздов // Наше сел. хоз-во. Агрономия. – 2005. – №17. – С. 54–57.
8. Влияние люрастима и бактериородопсида на урожай и качество зерна гречихи / А. В. Коротков [и др.] // Изв. Тимирязевской с.-х. акад. – 2011. – №1. – С. 118–123.
9. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под общ. ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматфактаравага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Вес. Акад. аграр. навук Беларусі. – 1994. – № 3. – С. 60–64.
12. Сорт Лакнея // Сорта, включенные в Госреестр – основа высоких урожаев / ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений» – Минск: Минскминпроект, 2012. – Часть 7: Характеристика сортов, включенных в Госреестр с 2012 г. – С. 18–19.
13. Можаяев, Н. И. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / Н. И. Можаяев, П. А. Серикаев, Г. Ж. Стыбаев. – Астана: Фолиант, 2013. – 160 с.

УДК 631.87:633.15:631.445.2

Влияние эффлюента, отхода ила активного и регуляторов роста на урожайность и качество кукурузы при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве

Е. Н. Богатырева, Т. М. Серая, О. М. Бирюкова, кандидаты с.-х. наук,
Т. М. Кирдун, Ю. А. Белявская, младшие научные сотрудники
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 20.01.2017 г.)

В статье представлены данные по агрономической эффективности эффлюента, отхода ила активного, регуляторов роста Реоплант и Эмистим С при возделывании кукурузы на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Введение

В последние годы в Республике Беларусь посевы кукурузы составляют более 1,0 млн гектаров, что обусловлено довольно высокой ее продуктивностью по сравнению с другими культурами, питательной ценностью и технологичностью возделывания [1, 2]. Кукуруза относится к типу интенсивных культур с высоким выносом питательных веществ, поэтому требовательна к плодородию почв и внесению удобрений.

Начиная с 2012 г., из-за сложившейся экономической ситуации отмечена тенденция снижения доз внесения минеральных удобрений: в 2015 г. азотных удобрений внесено на 22 % меньше, фосфорных – на 55 %, калийных – на 30 %, чем в 2011 г. Недостаток элементов питания частично можно компенсировать за счет увеличения

The agronomic efficiency of effluent, active sludge waste, growth regulators, Rehoplant and Emistim C present in the article on cultivation of maize on sod-podzolic sandy loam soil.

объемов внесения органических удобрений [3]. Однако расчеты показывают, что при сложившейся в 2015 г. структуре посевных площадей для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель в среднем по республике необходимо вносить 12,3 т/га органических удобрений. С учетом имеющегося поголовья скота, а также за счет запашки соломы на каждый гектар посевной площади объективно можно внести только 11,3 т органических удобрений. Поскольку органические удобрения – это отход сельскохозяйственного производства, то не следует ожидать увеличения объемов их выхода, что выдвигает необходимость использования всех альтернативных источников удобрений, в частности отходов промышленности. Это позволит, с одной стороны, их утилизировать, с другой стороны, расширить ассорти-