

Влияние применения минеральных удобрений, Эпина, бора и бактериальных препаратов на потребление растениями гречихи основных элементов питания

А. Р. Цыганов, доктор с.-х. наук, профессор, академик НАН Беларуси,
И. В. Полховская, соискатель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 22.05.2018 г.)

В статье изложены результаты исследований влияния применения 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 содержание основных элементов питания в растениях, зерне и соломе гречихи.

Введение

За последние 10 лет в Республике Беларусь отмечается недостаточный объем производства зерна гречихи, что связано с нестабильными и низкими валовыми сборами данной культуры [1]. Повысить эффективность производства можно путем увеличения урожайности за счет внедрения ресурсо- и энергосберегающих адаптивных технологий.

Установлено, что на протяжении вегетационного периода питательные вещества растениями гречихи усваиваются неравномерно [2, 3]. В первую половину вегетации гречиха потребляет около 60 % азота и калия и 40–48 % фосфора [4, 5]. Потребность в калии не ослабевает примерно до налива семян. Потребность в фосфоре до начала налива зерна держится примерно на одном уровне и резко возрастает в период цветения, формирования и налива плодов. Потребность гречихи в азоте после развития семядольных листьев в фазе всходов имеет тенденцию к снижению, но, начиная с фазы налива зерна, резко возрастает и даже превышает потребность гречихи в калии [6].

Согласно исследованиям И. А. Буркина (1968), основным компонентом в соотношении усвоенных элементов питания для гречихи на протяжении всей вегетации остается калий, второе место занимает азот, третье фосфор. Но соотношение питательных элементов во время роста гречихи подвержено большим колебаниям в зависимости от фазы роста и наличия удобрений [7]. Поэтому внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений в необходимых соотношениях позволяет создать оптимальные условия для роста и развития растений гречихи в течение всего периода вегетации.

В настоящее время имеются противоречивые данные по влиянию Эпина и микроэлементов на изменение динамики содержания макроэлементов в растениях. Установлено, что совместная обработка растений льна Эпином и микроэлементами активизирует поступление элементов питания в генеративные и репродуктивные органы растений во всех фазах вегетации [8]. Обработка же посевов сорго зернового смесью микроэлементов и Эпина практически не приводит к существенному изменению содержания NPK в растениях [9].

Исследованиями отмечено положительное влияние применения биопрепаратов на поступление и усвоение азота и фосфора растениями как на удобренных уровнях питания, так и совместно с внесением удобрений [10, 11]. Поэтому немаловажным является изучение возможности оптимизации поступления элементов питания в растения гречихи в течение всего периода вегетации за

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 content of the main nutrients in plants, grain and straw of buckwheat.

счет применения минеральных удобрений, регулятора роста, бора и бактериальных препаратов.

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 (pH_{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 (246–276 мг/кг) и повышенной подвижного калия (225–284 мг/кг), средним содержанием бора (0,4–0,7 мг/кг почвы). Индекс окультуренности ($I_{\text{ок}}$) составил 0,72, что соответствует градации для среднеокультуренной почвы [12].

Метеорологические условия в годы проведения исследований отличались между собой по годам и в целом были подходящими для возделывания гречихи: сумма активных температур в период вегетации гречихи (3 декада мая – первая декада сентября) составила в 2012 г. 1907,9 °С, в 2013 г. – 1992,0 °С, в 2014 г. – 1998,0 °С; 2012 г. характеризовался избыточным увлажнением, в июле прошли сильные ливни со шквалистыми порывами ветра, что привело к полеганию посевов. Гидротермический коэффициент в 2012 г. равнялся 2,1, в 2013 г. – 1,1 и в 2014 г. – 1,3.

В качестве основного удобрения под гречиху с осени вносили аммофос (12 % N, 50 % P_2O_5) и хлористый калий (60 % K_2O), весной – мочевины (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 рекоменда-

ям по применению препаратов Ризобактерин и Фитостимифос Института микробиологии НАН Беларуси).

Схема опыта по влиянию доз NPK, применению бора и Эпина, бактериальных препаратов в посевах гречихи сорта Лакнея:

1. Контроль (без внесения удобрений);
2. $N_{14}P_{60}K_{90}$;
3. $N_{30}K_{90}$;
4. $N_{30}P_{60}K_{90}$;
5. $N_{45}P_{60}K_{90}$ – фон;
6. $N_{30}P_{30}K_{90}$;
7. $N_{60}P_{60}K_{90}$;
8. Фон + Эпин (Э) (инкрустация семян) (и. с.);
9. Фон + бор (В) (инкрустация семян) (и. с.);
10. Фон + Эпин (Э) + бор (В) + (инкрустация семян) (и. с.);
11. Фон + Эпин (Э) (обработка посевов) (о. п.);
12. Фон + бор (В) (обработка посевов) (о. п.);
13. Фон + Эпин (Э) + бор (В) (обработка посевов) (о. п.);
14. Контроль + Ризобактерин (Р);
15. Контроль + Фитостимифос (Ф);
16. Контроль + Ризобактерин (Р) + Фитостимифос (Ф);
17. $N_{14}P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин (Р);
18. $N_{30}K_{90}$ + Фитостимифос (Ф);
19. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ризобактерин (Р);
20. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос (Ф);
21. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ризобактерин (Р) + Фитостимифос (Ф).

Исследования велись по трем направлениям: 1 – установление оптимального уровня минерального питания растений гречихи (варианты 1–7); 2 – определение результативности применения бора и Эпина для обработки семян и посевов гречихи (варианты 5, 8–13); 3 – определение влияния обработки семян гречихи Ризобактерином и Фитостимифосом (варианты 1, 2, 3, 5, 6, 14–21).

Определение содержания общего азота в сухом веществе образцов производилось титриметрическим методом по Кьельдалю, фосфора – фотометрическим методом, калия – пламенно-фотометрическим методом после сухого озоления. Полевой опыт проводили в 4-кратном повторении. Общая площадь делянки составляла 21 м², учетная – 17 м². Размещение делянок – рендомизированное в 4 яруса. Основные цифровые данные, полученные в опытах, обработаны методом дисперсионного анализа [13, 14].

Объектом исследования являлся диплоидный сорт гречихи Лакнея, внесенный в Госреестр РБ в 2012 г. Его отличием является детерминантный морфотип расте-

ния. 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. Средняя масса 1000 плодов – 29,9 г. Технические и крупяные качества хорошие, выравненность зерна – 85 %, плечатость – 22,3 %, выход крупы – 72 %, крупяного ядра – 55 %, содержание белка в крупе – 14,8 % [15].

Результаты исследований и их обсуждение

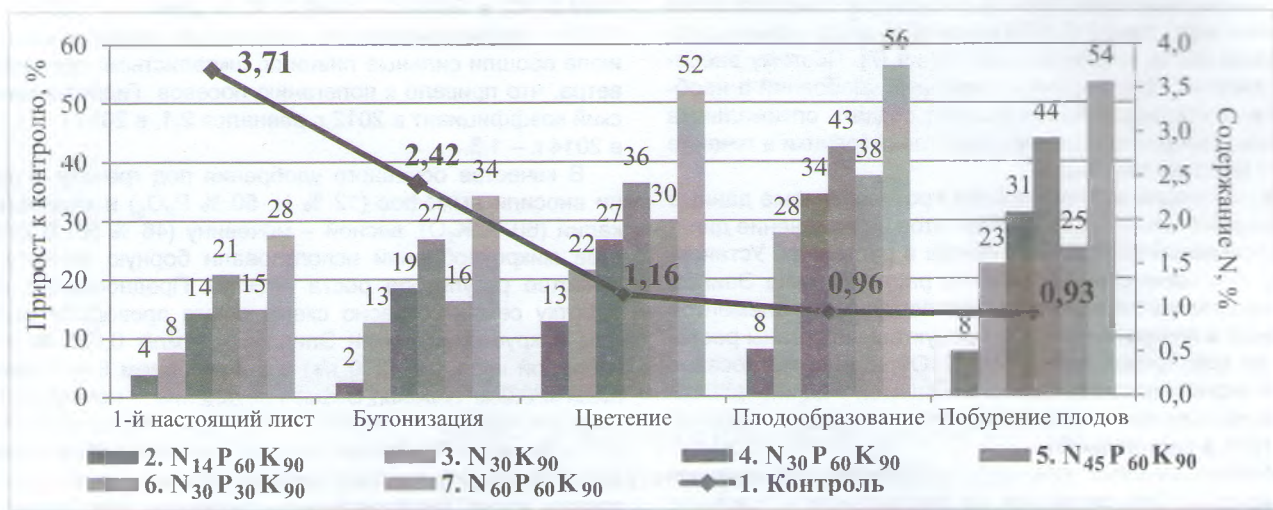
По величине содержания в течение всего периода вегетации элементы минерального питания располагались в порядке $K > N > P$. Содержание питательных элементов в растениях гречихи последовательно уменьшалось от фазы 1-й настоящий лист до побурения плодов. Соотношение NPK в результате их неравномерного потребления в течение вегетационного периода и различных условий питания колебалось в широком диапазоне (таблица).

Наибольшее содержание азота в растениях отмечено в начальные периоды развития. Затем его доля постепенно снижалась до периода начала налива зерна. Самая большая потребность в фосфоре проявлялась в фазе 1-го настоящего листа и во время побурения плодов. Калий был основным компонентом в питании, его доля в общей сумме усвоенных компонентов составляла 55,9–71,3 % и была более низкой в начале вегетации.

Внесение минеральных удобрений способствовало росту содержания всех элементов питания в растениях гречихи. На содержание азота большее влияние оказало внесение азотных удобрений, чем фосфорных и калийных, хотя в варианте с отсутствием фосфора содержание

Соотношение элементов питания в растениях гречихи от общей суммы NPK по фазам развития (среднее, 2012–2014 гг.)

Фаза роста и развития	Содержание элемента в общей сумме, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1-й настоящий лист	28,8–32,4	10,8–12,4	55,9–59,4
Бутонизация	20,5–25,3	7,8–8,5	65,9–70,5
Цветение	19,3–24,2	9,9–12,3	65,1–69,3
Плодообразование	17,6–23,1	9,8–12,1	65,3–71,3
Побурение плодов	20,3–25,3	11,1–13,2	63,1–67,1



HCP_{05} 1-й настоящий лист 0,209 %
 HCP_{05} бутонизация 0,066 %

HCP_{05} цветение 0,076 %
 HCP_{05} плодообразование 0,083 %

HCP_{05} побурение плодов 0,081 %

Рисунок 1 – Влияние минеральных удобрений на динамику содержания азота в растениях гречихи (среднее, 2012–2014 гг.)

азота в растениях в течение всей вегетации было ниже, чем при применении 60 кг/га д. в. P₂O₅ (рисунок 1).

В течение вегетационного периода положительное действие минерального азота на увеличение его содержания в растениях усиливалось. Так, при применении N₃₀P₆₀K₉₀ содержание азота в растениях гречихи в фазе 1-го настоящего листа возросло на 14,3 %, при применении N₄₅ – на 20,9 %, при N₆₀ – на 27,6 %, в фазе бутонизации – на 18,5 %, 26,8 % и 34,3 %, в фазе цветения – на 26,8 %, 36,4 %, 51,9 %, плодообразования – на 34,5 %, 42,5 %, 56,3 %, побурения плодов – на 31,4 %, 44,0 %, 53,5 % соответственно по отношению к контролю.

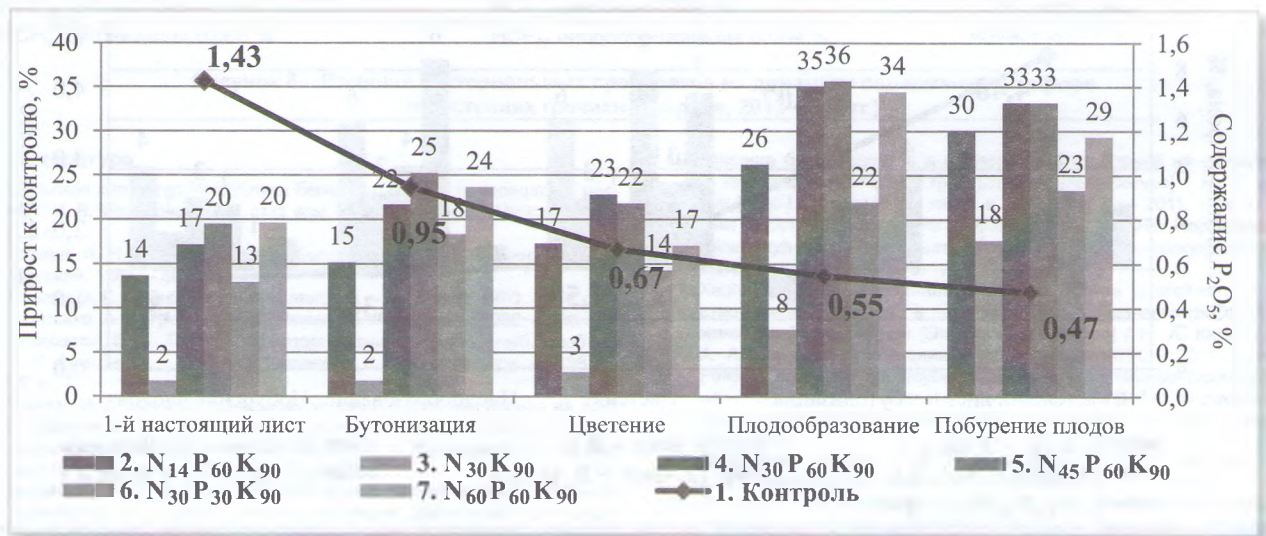
Внесение фосфорных удобрений повышало содержание фосфора в растениях гречихи в период 1-го настоящего листа – цветения на 13,7–22,8 %, в период формирования и налива зерна – на 26,2–35,7 % по отношению к контролю (рисунок 2). Снижение дозы фосфора с 60 кг/га д. в. до 30 кг/га д. в. привело к незначительному снижению его содержания в растениях.

Применение калийных удобрений повышало содержание калия в растениях гречихи на 6,7–10,4 % в фазе 1-го настоящего листа, на 8,2–11,0 % в фазе бутонизации, на 13,5–16,8 % в фазе цветения, на 11,2–17,3 % в фазе плодообразования и на 15,6–22,9 % в фазе побурения плодов (рисунок 3).

Обработка семян гречихи бором и Эпином раздельно повысила содержание азота в растениях на 2,0–3,8 % в фазе бутонизации и на 3,5–7,1 % в фазе цветения, обработка посевов – на 3,1–4,2 % в фазе плодообразования (рисунок 4).

Использование смеси данных препаратов для инкрустации семян и обработки вегетирующих растений достоверно увеличило содержание азота в растениях на 5,9–8,4 % в фазе цветения и плодообразования. На содержание фосфора и калия в растениях применение Эпина и бора значительно не повлияло.

Обработка семян Ризобактерином и Фитостимифосом способствовала лучшему усвоению азота, фосфора

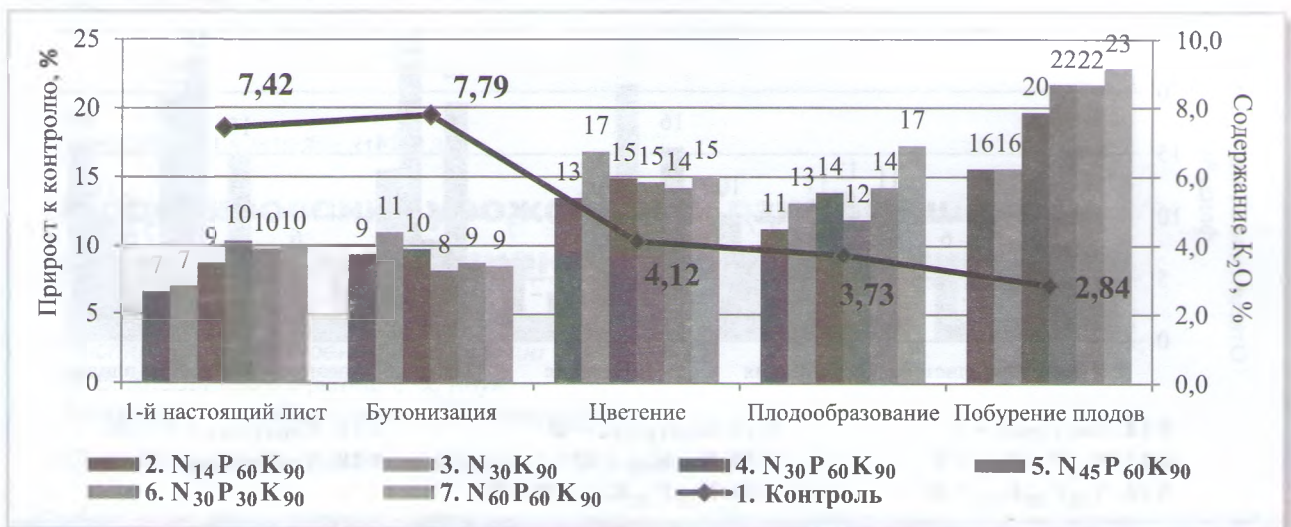


HCP₀₅ 1-й настоящий лист 0,058 %
HCP₀₅ бутонизация 0,065 %

HCP₀₅ цветение 0,081 %
HCP₀₅ плодообразование 0,079 %

HCP₀₅ побурение плодов 0,049 %

Рисунок 2 – Влияние минеральных удобрений на динамику содержания фосфора в растениях гречихи (среднее, 2012–2014 гг.)



HCP₀₅ 1-й настоящий лист 0,273 %
HCP₀₅ бутонизация 0,263 %

HCP₀₅ цветение 0,289 %
HCP₀₅ плодообразование 0,240 %

HCP₀₅ побурение плодов 0,191 %

Рисунок 3 – Влияние минеральных удобрений на динамику содержания калия в растениях гречихи (среднее, 2012–2014 гг.)

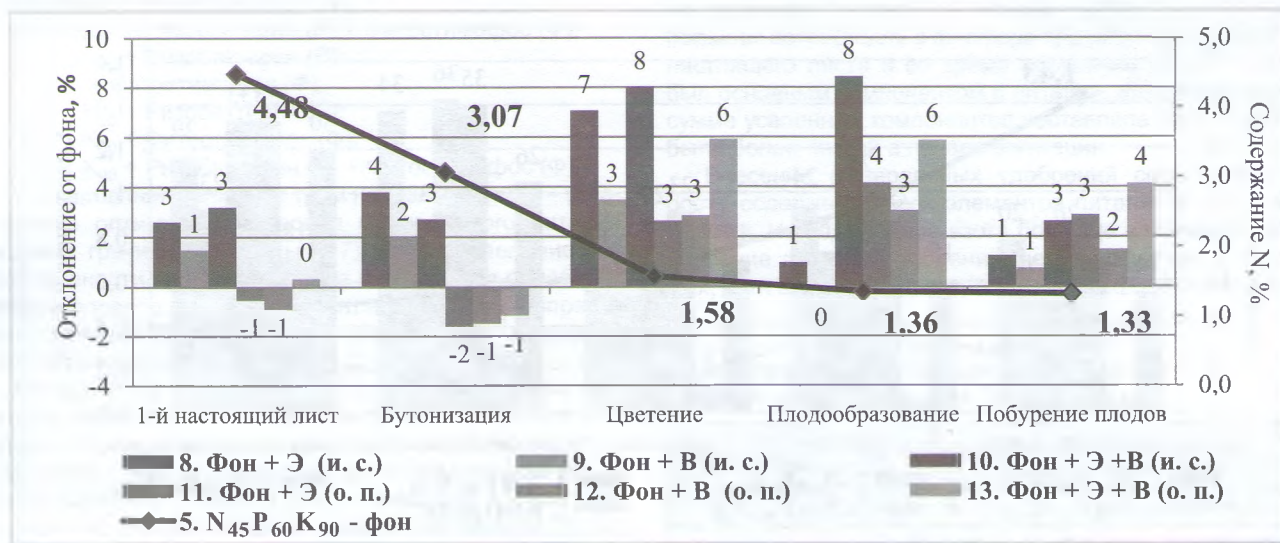
и калия растениями гречихи в течение всего периода вегетации и не влияла на содержание калия в растениях. Использование Ризобактерина на неудобренном варианте и при внесении $N_{14}P_{60}K_{90}$ увеличивало содержание азота в растениях гречихи в фазе 1-го настоящего листа на 6,3–7,2 %, бутонизации – на 10,9–11,4 %, цветения – на 10,3–15,5 %, плодообразования – на 13,9–19,2 %, побурения плодов – на 15,1–19,8 % (рисунок 5). При внесении $N_{30}P_{30}K_{90}$ эффективность действия препарата снижалась, и увеличение содержания азота в растениях в течение вегетации составило 4,0–8,9 %. Отмечено нарастание увеличения содержания азота по фазам вегетации.

При обработке семян гречихи Фитостимифосом содержание фосфора в растениях на различных минеральных фонах возросло в фазе 1-го настоящего листа на 8,2–14,0 %, бутонизации – на 8,5–17,7 %, цветения – на 11,4–13,5 %, плодообразования – на 12,8–22,9 %, побурения плодов – на 6,6–24,0 % (рисунок 6).

При использовании смеси бактериальных препаратов на различных минеральных фонах содержание азота в растениях гречихи возросло на 6,2–22,9 %, фосфора – на 8,9–25,8 % в зависимости от фазы роста и развития.

Заключение

Таким образом, наибольшее влияние на содержание и соотношение элементов питания в растениях гречихи оказывает внесение минеральных и бактериальных удобрений. Применение Эпина и бора привело только к росту содержания азота в растениях гречихи, что наблюдалось более явно при использовании смеси препаратов в периоды цветения и завязывания плодов. В течение периода вегетации растения проявляли большую отзывчивость на изменение уровня минерального азотного питания, чем фосфорного и калийного. Бактериальные препараты способствовали лучшему усвоению растениями гречихи азота и фосфора, что увеличило их содержание в сухом веществе.

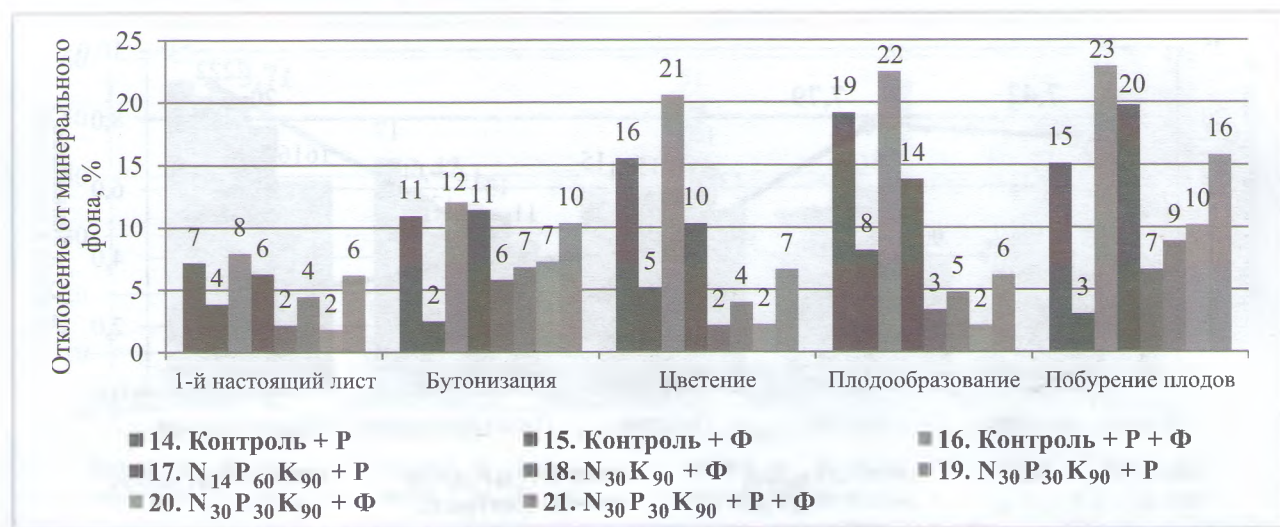


HCP_{05} 1-й настоящий лист 0,142 %
 HCP_{05} бутонизация 0,069 %

HCP_{05} цветение 0,109 %
 HCP_{05} плодообразование 0,066 %

HCP_{05} побурение плодов 0,053 %

Рисунок 4 – Влияние Эпина и бора на динамику содержания азота в растениях гречихи (среднее, 2012–2014 гг.)

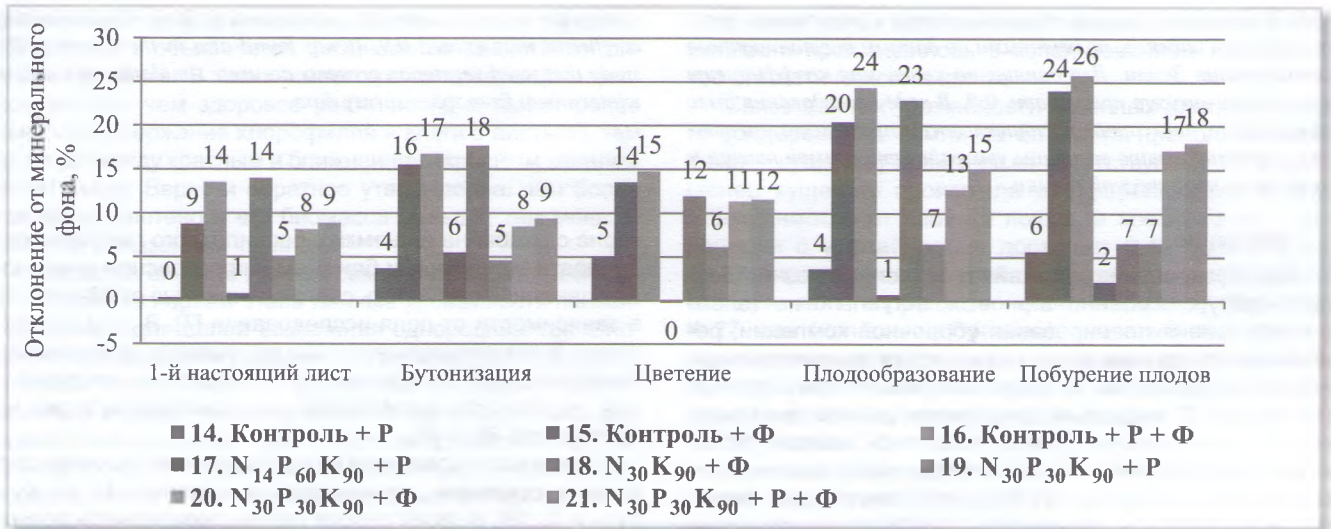


HCP_{05} 1-й настоящий лист 0,165 %
 HCP_{05} бутонизация 0,071 %

HCP_{05} цветение 0,078 %
 HCP_{05} плодообразование 0,058 %

HCP_{05} побурение плодов 0,051 %

Рисунок 5 – Влияние бактериальных препаратов на динамику содержания азота в растениях гречихи (среднее, 2012–2014 гг.)



HCP₀₅ 1-й настоящий лист 0,071 %
HCP₀₅ бутонизация 0,066 %

HCP₀₅ цветение 0,066 %
HCP₀₅ плодообразование 0,059 %

HCP₀₅ побурение плодов 0,051 %

Рисунок 6 – Влияние бактериальных препаратов на динамику содержания фосфора в растениях гречихи (среднее, 2012–2014 гг.)

Литература

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: сб. ст. / председатель редкол.: И. В. Медведова; Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – 233 с.
2. Анохин, А. Н. Гречиха на полях Белоруссии / А. Н. Анохин. – Минск: Ураджай, 1984. – 80 с.
3. Савицкий, К. А. Гречиха / К. А. Савицкий. – М.: Колос, 1970. – 312 с.
4. Якименко, А. Ф. Гречиха / А. Ф. Якименко. – М.: Колос, 1982. – 196 с.
5. Алексеева, Е. С. Технология возделывания гречихи : учеб. пособие / Е. С. Алексеева. – Кишинев: Кишинев. с.-х. ин-т им. Фрунзе, 1981. – 58 с.
6. Буркин, И. А. Влияние почвенных условий и времени посева на рост и усвоение питательных веществ растениями гречихи и на ее потребность в элементах питания / И. А. Буркин, З. И. Журбицкий, Т. В. Перетина // Агрохимия. – 1974. – № 4. – С. 53–63.
7. Буркин, И. А. Особенность усвоения элементов питания гречихой в онтогенезе / И. А. Буркин // Генетика, селекция, семеноводство и возделывание гречихи: сб. науч. ст. / Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина; редкол.: Б. А. Неунылов [и др.]. – М.: Колос, 1976. – С. 230–234.
8. Ходянков, А. А. Влияние минеральных удобрений и brassinosteroidов на продуктивность льна масличного и вынос элементов питания / А. А. Ходянков, И. Ю. Гаврюшин // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 1 (50). – С. 198–208.
9. Блохина, Е. А. Продуктивность гибридов сорго в зависимости от сроков посева и условий питания в северо-восточном регионе Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Е. А. Блохина; Беларус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2016. – 23 с.
10. Влияние биопрепаратов и минеральных удобрений на урожайность и качество многолетних трав [Электронный ресурс] / Н. С. Алметов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-biopreparatov-i-mineralnyh-udobreniy-na-urozhaynost-i-kachestvo-mnogoletnih-trav>. – Дата доступа: 28.01.2018.
11. Кирпичников, Н. А. Влияние биопрепаратов на урожайность и качество ячменя и клевера в зависимости от применения фосфорных и известковых удобрений [Электронный ресурс] / Н. А. Кирпичников, А. А. Волков // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-biopreparatov-na-urozhaynost-i-kachestvo-yachmenya-i-klevera-v-zavisimosti-ot-primeneniya-fosfornyh-i-izvestkovykh-udobreniy>. – Дата доступа: 28.01.2018.
12. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под общ. ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
13. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
14. Дзямбіцкі, М. Ф. Асабліваасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматтадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Весці Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3. – С. 60–64.
15. Сорт Лакнея / Сорта, включенные в Гостреестр – основа высоких урожаев / ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений». – Минск: Минскминпроект, 2012. – Часть VII: Характеристика сортов, включенных в Гостреестр с 2012 г. – С. 18–19.

УДК 528.8:631.8:635:338.31(047.3)

Моделирование урожайности озимой пшеницы по данным дистанционного зондирования Земли

В. А. Генин, аспирант
Институт почвоведения и агрохимии
Н. В. Клебанович, доктор с.-х. наук
Белорусский государственный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 15.05.2018 г.)

В работе была проанализирована корреляционная связь урожайности и вегетационного индекса для озимой пшеницы. Для написания статьи была использована информация о перманентном учете урожайности, собранная в 2016 г. для трех полей в Минском и Барановичском районах. В ходе статистического анализа была выявлена высокая корреляционная связь

The relationship between yield and vegetation index for winter wheat was analyzed. Information about the permanent recording of yields, harvested in 2016, for three fields in Minsk and Baranovichi regions was used to write the article. High values of correlation relationship between the data of the mass of harvested grain and the vegetation index obtained from remote sensing data were revealed