

Эффективность удобрений на основе гуминовых кислот при возделывании гороха в условиях черноземных почв Курской области*

В. И. ЛАЗАРЕВ, Ж. Н. МИНЧЕНКО

Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 70б, Курск, 305021, Российская Федерация

Резюме. Исследования проводили с целью изучения влияния гуминовых удобрений (Гумистим, Лигногумат, Биоплант Флора) на урожайность и качество зерна гороха сорта Фараон для оптимизации отдельных элементов агротехнологий, адаптированных к почвенно-климатическим условиям ЦЧР. Работу выполняли в 2018–2020 гг. в Курской области. Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов: без обработок гуминовыми удобрениями (контроль); Гумистим – обработка семян (5 л/т) + двукратная обработка вегетирующих растений (в фазах полные всходы и бутонизация, по 3,0 л/га); Лигногумат – обработка семян (0,5 л/т) + двукратная обработка вегетирующих растений (в фазах полные всходы и бутонизация, по 0,3 л/га); Биоплант Флора обработка семян (2,0 л/т) + двукратная обработка вегетирующих растений (фаза полные всходы – 0,5 л/га, бутонизация – 1,0 л/га). Почва опытного участка – чернозем типичный мощный, тяжелосуглинистый. Обработка семян гороха гуминовыми удобрениями повышала энергию прорастания, по сравнению с контролем, на 3,0...5,0 %, лабораторную всхожесть – на 4,0...6,0 %. При обработке семян и растений гуминовыми удобрениями урожайность гороха увеличивалась на 2,8...4,1 ц/га, или 9,4...13,7 %, содержание белка – на 1,1...1,4 %. Более высокую прибавку урожая к контролю обеспечивало использование Гумистима – 4,1 ц/га. Эффективность Лигногумата и Биоплант Флора была ниже, прибавки от их использования составили 2,8...3,2 ц/га, или 9,4...10,7 %. Использование гуминовых удобрений на посевах гороха было экономически выгодно: чистый доход составил 32504...34487 руб./га, уровень рентабельности – 122,7...129,9 %, при величинах этих показателей в контроле соответственно 28432 руб./га и 112,7 %.

Ключевые слова: горох (*Pisum sativum*), удобрения на основе гуминовых кислот, урожайность, структура урожая, содержание белка, экономическая эффективность.

Сведения об авторах: В. И. Лазарев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник (e-mail: vla190353@yandex.ru); Ж. Н. Минченко, научный сотрудник.

Для цитирования: Лазарев В. И., Минченко Ж. Н. Эффективность удобрений на основе гуминовых кислот при возделывании гороха в условиях черноземных почв Курской области // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38. № 2. С. 41–45. doi: 10.53859/02352451_2024_38_2_41

*работа выполнена по теме государственного задания № -FGZU-2024-0001.

The effectiveness of fertilizers based on humic acids when cultivating peas in chernozem soils of the Kursk region

V. I. Lazarev, Zh. N. Minchenko

Kursk Federal Agricultural Scientific Center, ul. Karla Marksa, 70 b, Kursk, 305021, Russian Federation

Abstract. Research was carried out to study the effect of humic fertilizers (Gumistim, Lignohumate, Bioplant Flora) on the yield and grain quality of peas of the Pharaoh variety to optimise individual elements of agricultural technologies adapted to the soil and climatic conditions of the Central Black Earth Region. The work was carried out in 2018–2020 in the Kursk region. The experimental design involved studying the following options: without treatment with humic fertilizers (control); Gumistim – seed treatment (5 l/t) + double treatment of vegetative plants (in the phases of full germination and budding, 3.0 l/ha); Lignohumate – seed treatment (0.5 l/t) + double treatment of vegetative plants (in the phases of full germination and budding, 0.3 l/ha); Bioplant Flora seed treatment (2.0 l/t) + double treatment of vegetative plants (full germination phase – 0.5 l/ha, budding – 1.0 l/ha). The soil of the experimental plot was typical deep, heavy loamy chernozem. Treatment of pea seeds with humic fertilizers increased germination energy, compared to the control, by 3.0–5.0%, laboratory germination – by 4.0–6.0%. When treating seeds and plants with humic fertilizers, pea yield increased by 2.8–4.1 c/ha, or 9.4–13.7%, protein content – by 1.1–1.4%. A higher increase in yield compared to the control was ensured using Gumistim – 4.1 c/ha. The effectiveness of Lignohumate and Bioplant Flora was lower, the increase from their use amounted to 2.8–3.2 c/ha, or 9.4–10.7%. The use of humic fertilizers on pea crops was economically profitable: net income amounted to 32,504–34,487 roubles/ha, the level of profitability was 122.7–129.9%, with the values of these indicators in the control being 28,432 roubles/ha and 112.7%, respectively.

Keywords: peas (*Pisum sativum*); fertilizers based on humic acids; yield; crop structure; protein content; economic efficiency.

Author Details: V. I. Lazarev, D. Sc. (Agr.), chief research fellow (e-mail: vla190353@yandex.ru); Zh. N. Minchenko, research fellow.

For citation: Lazarev V.I., Minchenko Zh.N. [The effectiveness of fertilizers based on humic acids when cultivating peas in chernozem soils of the Kursk region]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2024;38(2):41–5. Russian. doi: 10.53859/02352451_2024_38_2_41

Горох – одна из важнейших зернобобовых культур, которую широко возделывали в Курской области еще в прошлом веке. Однако за последние годы динамика площадей ее посевов имела тенденцию к снижению с 28,52 тыс. га в 2011 г. до 7,63 тыс. га в 2020 г. В 2023 г. посевные площади гороха в Курской области увеличились и составили 16,20 тыс. га (рис. 1). Урожайность культуры за эти годы имела тенденцию к росту – с 15,9 ц/га в 2011 г. до 33,8 ц/га в 2023 г. (<https://rosstat.gov.ru>).

Увеличение производства гороха, а главное стабилизация его продуктивности по годам невозможно без разработки и широкого внедрения агротехнологий нового поколения, включающих использование биопрепаратов и стимуляторов роста растений, био- и

микроэлементных удобрений. На сегодняшний день все больший интерес у сельхозтоваропроизводителей вызывают технологии возделывания гороха, основанные на широком применении гуминовых удобрений, которые легко вписываются в существующий технологический процесс возделывания этой ценной зернобобовой культуры [1].

Гуматы представляют собой высококонцентрированную смесь биологически активных веществ, выделенных из экологически чистого сырья природного происхождения, которые благодаря особенностям строения и физико-химическим свойствам обладают высокой физиологической активностью [2, 3].

Под влиянием гуматов в клетках растений изменяется проницаемость клеточных мембран, повышается

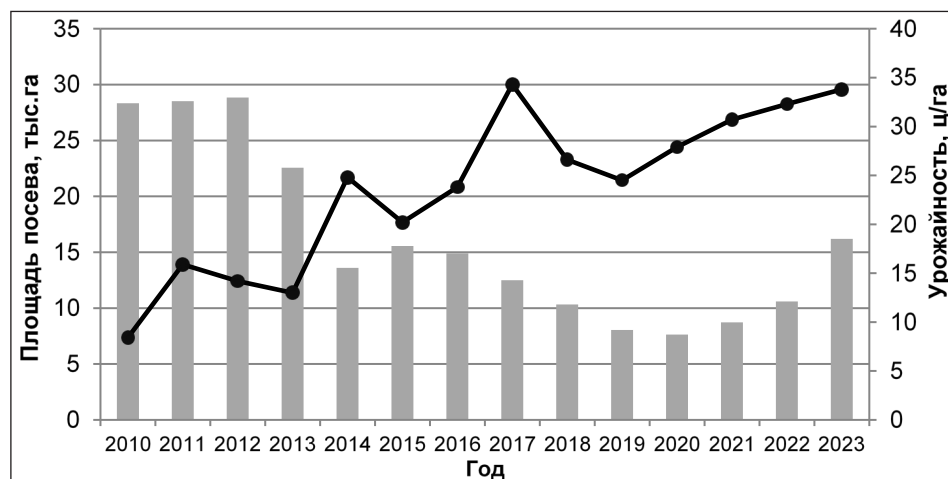


Рис. 1. Динамика площадей посева и урожайности гороха в Курской области: ■ – площадь посевов, тыс. га; —●— – урожайность, ц/га.

активность ферментов и скорость физиологических и биохимических процессов [4], стимулируются процессы дыхания [5], синтеза белков и углеводов [6].

Гуминовые препараты, активизируя метаболизм и размножение полезной почвенной микрофлоры, помогают растениям справиться с последствиями заморозков, засухи, снизить химический стресс от обработки пестицидами [5].

Гуматы, как неспецифические активаторы иммунной системы, повышают устойчивость растений к различным заболеваниям, способствуют формированию высокого урожая сельскохозяйственных культур. Кроме того, гуматы стимулируют развитие корневой системы, регулируют корневое и некорневое питание, улучшают проникновение питательных веществ из почвенного раствора в растение [7].

На сегодняшний день разработаны новые формы препаратов гуминовой природы, методы их применения, что позволяет повысить эффект стимуляции прорастания семян, развитие проростков, снизить пестицидную нагрузку в агрофитоценозах и улучшить качество получаемой продукции. По данным А. И. Ерохина и З. Р. Цукановой предпосевная обработка семян гороха гуминовыми препаратами повышала лабораторную и полевую всхожесть, стимулировала рост и развитие проростков, снижала поражение семян грибными заболеваниями [8].

Внесение гуминовых удобрений в почву увеличивает ее микробиологическую активность, повышает как общую численность микроорганизмов, так и численность их отдельных групп – азотфиксаторов, аммонификаторов, нитрификаторов, целлюлозоразлагающих и маслянокислых бактерий, почвенных микромицетов [9].

В «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» (М.: МСХРФ, 2023. Ч. 2. С. 55–59) на 2023 г. зарегистрировано более 80 видов удобрений на основе гуминовых кислот.

Однако исследований по эффективности применения этих удобрений на посевах различных сельскохозяйственных культур, в том числе гороха, в конкретных почвенно-климатических условиях недостаточно.

Цель исследования – определить эффективность использования различных видов гуминовых удобрений при возделывании гороха, их влияние на рост и развитие растений, структуру урожая, урожайность и качество зерна для оптимизации отдельных элементов агротехнологий возделывания гороха нового по-

коления, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Курской области.

Условия, материалы и методы. Работу проводили на базе ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» (Курская область, Курский район, пос. Черёмушки) в 2018–2020 гг., в севообороте со следующим чередованием культур: горох – озимая пшеница – сахарная свекла – яровой ячмень. Эффективность удобрений Гумистим, Лигногумат, Биоплант Флора оценивали в опыте, заложенном по следующей схеме:

контроль без обработок гуминовыми удобрениями;
Гумистим – обработка семян (5 л/т) + опрыскивание посевов в фазах полные всходы и бутонизация (по 3,0 л/га);

Лигногумат – обработка семян (0,5 л/т) + опрыскивание посевов в фазах полные всходы и бутонизация (по 0,3 л/га);

Биоплант Флора – обработка семян (2,0 л/т) + опрыскивание посевов в фазах полные всходы (0,5 л/га) и бутонизация (1,0 л/га).

Повторность в опыте 3-кратная, варианты располагали систематически в один ярус. Площадь посевной делянки 189 м², учетной – 100 м².

Гумистим – комплексное натуральное экологически безопасное удобрение, производимое из биогумуса, торфа и настоев лекарственных растений. Препарат содержит в себе все компоненты вермикомпоста в растворенном состоянии: гумины, фульвокислоты, витамины, природные фитогормоны, макро- и микроэлементы в легкоусвояемой растениями форме. Гумистим обладает адаптогенными свойствами, способствует антистрессовой устойчивости растений к заболеваниям и неблагоприятным условиям среды, обладает высокой химической чистотой и растворимостью, повышает урожайность и качество продукции (<https://ginseng.su/humistim/>).

Лигногумат – высокоэффективное и технологичное (безбалластное) гуминовое удобрение с микроэлементами в хелатной форме, со свойствами стимулятора роста и антистрессанта. Применение Лигногумата направлено на увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, повышение качества продукции, снижение количества нитратов и тяжелых металлов, усиление иммунитета у растений, повышение устойчивости растений к заморозкам, засухе, избытку влаги и другим неблагоприятным факторам (<https://lignohumate.ru/kontakty/>).

Биоплант Флора – высококонцентрированное жидкое удобрение на основе гуминовых кислот с микроэлементами. «Биоплант Флора» повышает иммунную устойчивость растений в условиях различных внешних неблагоприятных факторов: резких перепадов температур, заморозков, засух, переувлажнения, недостатка суммы активных температур. Обладает ростостимулирующими и фунгицидными свойствами, индуцирует иммунитет к комплексу грибных, бактериальных и вирусных заболеваний (<http://bio.ntnn.ru/Bioplant-nnov.pdf>).

Почва опытного участка – чернозём типичный мощный тяжелосуглинистого гранулометрического состава на карбонатном лессовидном суглинке. При закладке полевого опыта содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое составляло 5,3 %, щелочногидролизуемого азота – 69,0 мг/кг, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) – 8,8 мг/кг и 14,5 мг/кг соответственно, реакция почвенной среды слабокислая – pH_{KCl} 5,4 ед.

В период проведения полевых опытов метеорологические условия складывались удовлетворительно для роста и развития гороха, и были типичными для Курской области. Среднесуточная температура вегетационного периода (апрель–июль) 2018 г. соответствовала среднесуточной температуре этого периода, а сумма осадков составила 272,5 мм, или 126,7 % от нормы. Метеорологические условия 2019 г. характеризовались теплой и засушливой погодой, среднесуточная температура периода вегетации гороха была на 1,8 °C выше средней многолетней температуры (16,2 °C) при сумме осадков за этот период 177,5 мм, или 82,5 % от нормы. В 2020 г. среднемесячная температура периода вегетации была на 0,7 °C выше среднесуточной, а сумма осадков составила 213,6 мм, или 99,3 % от нормы.

Для посева использовали элитные семена сорта Фараон, отвечающие требованиям 1 класса посевных стандартов с нормой высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га, способ посева – рядовой, глубина заделки семян –

4...5 см. Под основную обработку почвы, общим фоном вносили минеральные удобрения на запланированный урожай 25 ц/га в дозе $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$. Гуминовые удобрения при обработке семян и растений гороха вносили ранцевым опрыскивателем с нормой расхода рабочего раствора из расчета 15 л/т семян и 200 л/га.

Учет урожая проводили методом прямого комбайнирования (Сампо-1200). Пересчет урожая проводили на 100 %-ную чистоту и 14 %-ную влажность семян. Энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян определяли по ГОСТ-12038-84 (2011), структуру урожая гороха – по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / ред. В. И. Головачев, Е. В. Кирилловская. М: Колос, 1989. Вып. 2. 195 с.). Экономическую эффективность применения гуминовых удобрений рассчитывали по технологическим картам. Для обработки экспериментальных данных применяли дисперсионный метод математического анализа с использованием программ Microsoft Excel, Statistica.

Результаты и обсуждение. Обработка семян гороха удобрениями на основе гуминовых кислот способствовала повышению энергии прорастания (на 3-й день прорастивания) – на 3...5 %, лабораторной всхожести семян (на 7-й день прорастивания) – на 4...6 %, в сравнении с контрольным вариантом, а в дальнейшем

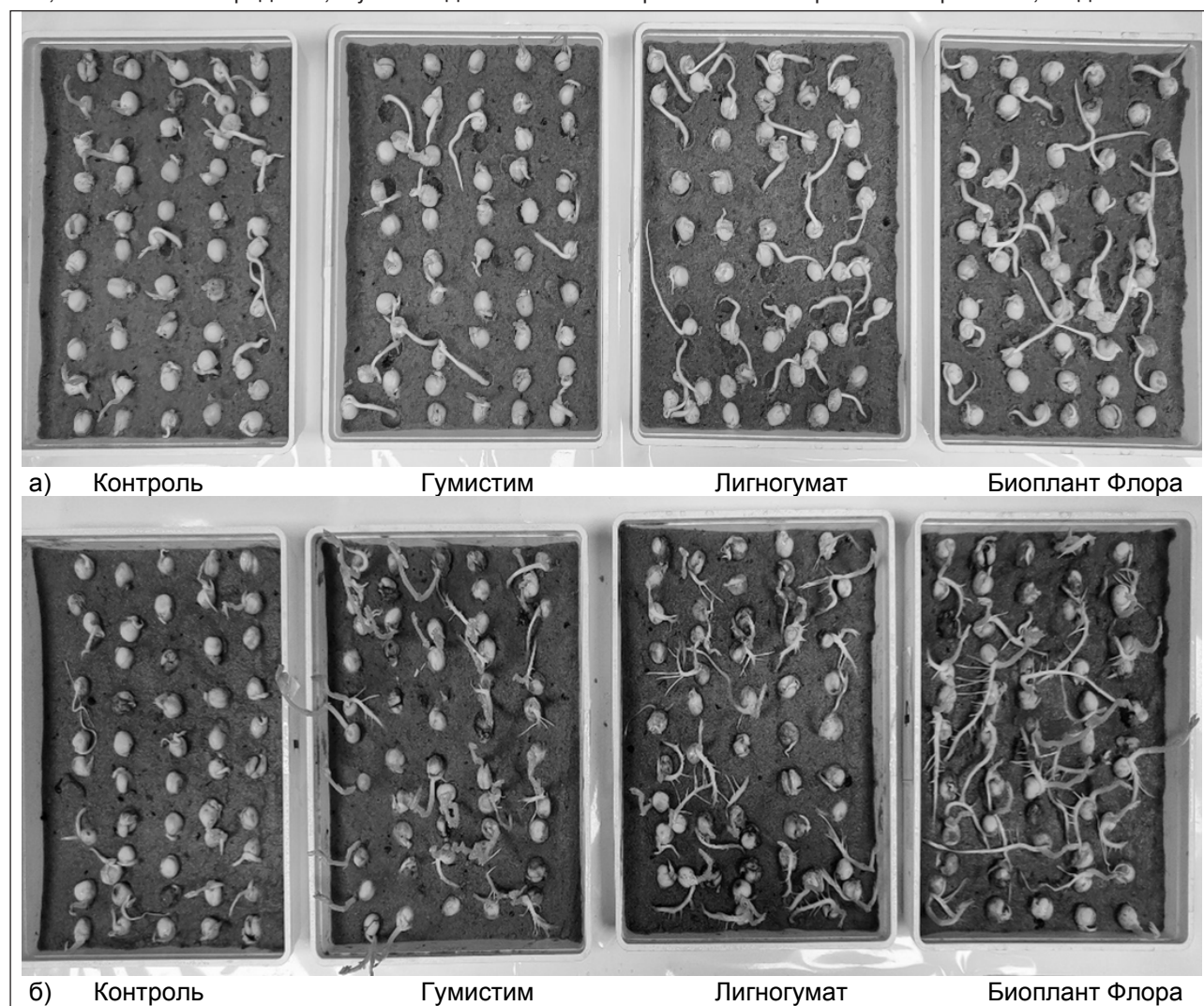


Рис. 2. Семена гороха, обработанные гуминовыми удобрениями: а) на третий день прорастивания; б) на седьмой день прорастивания.

Таблица 1. Влияние обработки семян удобрениями на основе гуминовых кислот на энергию прорастания, лабораторную и полевую всхожесть семян гороха (среднее за 2018–2020 гг.)

Вариант	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Число взошедших растений, шт./м ²	Полевая всхожесть, %
Контроль	79,2	84,1	99,8	83,2
Гумистим	83,5	87,7	104,2	86,8
Лигногумат	82,2	86,3	102,6	85,5
Биоплант Флора	83,7	88,2	104,5	87,1
НСР ₀₅	1,5	1,1	1,4	1,3

оказывала стимулирующее действие на рост проростков гороха (рис. 2, табл. 1).

Наиболее высокая энергия прорастания (83,5...83,7 %) и лабораторная всхожесть семян (87,7...88,2 %) отмечена в вариантах с использованием гуминовых удобрений Гумистим в дозе (5 л/т) и Биоплант Флора (2 л/т). Препарат Лигногумат (0,5 л/т) обладал меньшим стимулирующим эффектом, обработка семян гороха этим препаратом повышала энергию прорастания на 3,0 %, лабораторную всхожесть на 2,2 %, в сравнении с контролем (см. табл. 1). Предпосевная обработка семян гуминовыми удобрениями оказывала положительное влияние на полевую всхожесть семян гороха, повышая ее на 2,3...3,9 %, по сравнению с необработанными семенами.

Таблица 2. Влияние удобрений на основе гуминовых кислот на поражаемость гороха аскохитозом и пероноспорозом (среднее за 2018–2020 гг.)

Вариант	Аскохитоз (<i>Ascochyta pisi</i>)		Пероноспороз (<i>Peronospora pisi</i>)	
	поражаемость, %	биологическая эффективность, %	поражаемость, %	биологическая эффективность, %
Контроль	26,8	–	12,2	–
Гумистим	20,5	23,5	10,6	13,1
Лигногумат	23,3	13,0	11,0	9,8
Биоплант Флора	22,1	17,5	10,8	11,4
НСР ₀₅	2,1	–	1,1	–

Посев гороха в годы исследований проводили во второй–третьей декадах апреля. В контрольном варианте всходы появились на 10...11-й день после посева, а в вариантах с обработкой семян удобрениями на основе гуминовых кислот – на 9...10-й день или на 1...2 дня раньше. В дальнейшем, гуминовые удобрения в вариантах с обработкой семян и двукратной обработкой растений в фазе «полные всходы» и фазе «бутионизация» оказывали стимулирующее влияние на рост и развитие гороха: ускоряли наступление фаз «бутионизация» и «цветение» на 1...2 дня, способствовали некоторому увеличению продолжительности периода активной вегетации гороха, замедляя наступление фазы «полная спелость зерна» на 2 дня, в сравнении с контрольным вариантом.

Инфекционный фон посевов гороха в годы проведения исследований был умеренным. Наблюдали поражение растений аскохитозом (*Ascochyta pisi*) и ложной мучнистой росой (*Peronospora pisi*). Определение степени поражения растений этими заболеваниями, которое проводили в период созревания гороха, показало, что использование гуминовых удобрений способствовало сдерживанию развития аскохитоза на 3,5...6,3 %, пероноспороза – на 1,2...1,6 %, при развитии этих заболеваний в контрольном варианте 26,8 и 12,2 % соответственно.

Таблица 3. Влияние удобрений на основе гуминовых кислот на урожайность и качество гороха (среднее за 2018–2020 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Количество бобов на 1 растении, шт.	Число зерен в 1 бобе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Содержание белка, %	Сбор белка, ц/га
Контроль	29,8	3,3	3,1	258	21,3	6,35
Гумистим	33,9	3,5	3,4	262	22,7	7,69
Лигногумат	32,6	3,4	3,3	261	22,4	7,30
Биоплант Флора	33,0	3,5	3,3	262	22,5	7,42
НСР ₀₅	1,2	0,1	0,2	1,1	1,0	–

(табл. 2). Биологическая эффективность гуминовых удобрений составила: по аскохитозу – 13,0...23,5 %; пероноспорозу – 9,8...13,1 %. Наиболее высокой биологической эффективностью в сдерживании развития листостебельных заболеваний обладал препарат Гумистим, биологическая эффективность которого по аскохитозу составила – 23,5 %, по пероноспорозу – 13,1 %.

Использование различных видов гуминовых удобрений при возделывании гороха оказывало положительное влияние на формирование элементов структуры урожая. Обработка семян и посевов гороха удобрениями на основе гуминовых кислот повышала количество бобов с одного растения на 0,1...0,2 шт., озерненности бобов – на 0,2...0,3 шт., массу 1000 зерен – на 3...4 г, в сравнении с контролем (табл. 3).

Более высокие показатели структуры урожая и хорошее фитосанитарное состояние посевов в вариантах с использованием удобрений на основе гуминовых кислот, обеспечили более высокую урожайность гороха. Так, обработка семян и посевов гороха гуминовыми удобрениями в фазе «полные всходы» и фазе «бутионизация» способствовала повышению урожайности на 2,8...4,1 ц/га, или 9,4...13,7 %, при урожайности в контрольном варианте 29,8 ц/га.

Наиболее высокая урожайность гороха сформировалась в варианте с обработкой семян в дозе 5,0 л/т и двукратной обработкой посевов в фазе «полные всходы» в дозе (3,0 л/га) и фазе «бутионизация» в дозе (3,0 л/га) гуминовым удобрением Гумистим – 33,9 ц/га, что на 4,1 ц/га, или на 13,7 % выше, чем в контрольном варианте (29,8 ц/га). Эффективность обработки семян и двукратной обработки посевов гороха гуминовыми удобрениями Лигногумат и Биоплант Флора была ниже, прибавки урожая от их использования составили 2,8...3,2 ц/га, или 9,4...10,7 %, в сравнении с контролем.

Использование гуминовых удобрений при возделывании гороха положительно сказывалось на качестве зерна, повышая в нем содержание белка на 1,1...1,4 %. Эффективность влияния различных видов гуминовых

Таблица 4. Экономическая эффективность использования удобрений на основе гуминовых кислот на посевах гороха (2018–2020 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Стоимость валовой продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Себестоимость, руб./ц	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль	29,8	53640	25208	845,91	28432	112,7
Гумистим	33,9	61020	26533	752,68	34487	129,9
Лигногумат	32,6	58680	26176	802,94	32504	124,2
Биоплант Флора	33,0	59400	26673	808,27	32727	122,7

удобрений на качество зерна гороха была практически одинаковой, достоверной разницы показателей качества зерна при использовании различных гуминовых удобрений не наблюдали.

Расчеты экономической эффективности использования удобрений на основе гуминовых кислот показали высокую их эффективность на посевах гороха (табл. 4). Обработка семян и посевов гороха в фазе «полные всходы» и фазе «бутонизация» повышала урожайность гороха на 2,8...4,1 ц/га, увеличивая тем самым стоимость валовой продукции на 5040...7380 руб./га. Величина условно чистого дохода составила 32504...34487 руб./га, при уровне рентабельности 122,7...129,9 %.

Наиболее экономически выгодным на посевах гороха было использование гуминового удобрения Гумистим. Обработка семян и двукратная обработка посевов которым, обеспечивала получение 34487 руб./га условно чистого дохода при уровне рентабельности 129,9 % при

величине этих показателей в контрольном варианте 28432 руб./га и 112,7 % соответственно.

Выводы. Установлена высокая эффективность применения различных видов гуминовых удобрений (Гумистим, Лигногумат и Биоплант Флора) при выращивании гороха сорта Фараон. Обработка семян и двукратное опрыскивание посевов в фазах полные всходы и бутонизация повышали урожайность гороха на 2,8...4,1 ц/га, или на 9,4...13,7 %, содержание белка в семенах – на 1,1...1,4 %. Использование гуминовых удобрений на посевах гороха было экономически выгодно: чистый доход от их применения составил 32504...34487 руб./га, уровень рентабельности – 122,7...129,9 %, при величинах этих показателей в контроле соответственно 28432 руб./га и 112,7 %. Их эффективность была практически равной. Это создает научно-обоснованные предпосылки для широкого использования гуминовых удобрений при возделывании гороха в условиях северо-западной части ЦЧР.

Литература.

1. Кирюшин В. И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации при-родопользования // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 3. С. 19–25.
2. Федотов Г. Н., Шоба С. А. О природе гумусовых веществ // Почвоведение. 2015. № 12. С. 1424–1432. doi: 10.7868/S0032180X15120060.
3. Сравнение двух интегральных биотических индексов при оценке эффектов гуминовых препаратов в модельном эксперименте / О. С. Якименко, В. А. Терехова, М. А. Пукальчик и др. // Почвоведение. 2019. № 7. С. 781–792. doi: 10.1134/S0032180X19070153.
4. Действие гуминовых препаратов на активность почвенных ферментов в модельном опыте / М. А. Пукальчик, М. И. Панова, В. А. Терехова и др. // Агрохимия. 2017. № 8. С. 84–91. doi: 10.7868/S0002188117080105.
5. Торопкина М.А., Рюмин А.Г., Кечайкина И.О., Чуков С.Н. Влияние гуминовых кислот на метаболизм *Chlorella vulgaris* в модельном опыте // Почвоведение. 2017. № 11. С. 1336–1343.
6. Assessing the effectiveness of agricultural conservation practices in maintaining soil organic carbon under contrasting agroecosystems and changing climate / H. T. Gollany, S. J. DelGrosso, C. J. Dell, et al. // Soil Science Society of America Journal. 2021. No. 2. P. 1–18. URL: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/saj2.20232> (дата обращения: 20.05.2021). doi: 10.1002/saj2.20232
7. Чагин Вит. В., Чагин В. В. Влияние удобрений на продуктивность, качество и сохранность картофеля в период хранения в степной зоне Хакасии // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 1. С. 28–33. doi: 10.53859/02352451_202236128.
8. Ерохин А. И., Цуканова З. Р. Снижение дозы фунгицида Скарлет, МЭ при обработке семян гороха гуминовым препаратом // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 1 (33). С. 35–39. doi: 10.24411/2309-348X-2010-11150.
9. Степанов А. А., Якименко О. С. Гуминовые почвомодификаторы из торфа и угля: влияние на химические и биологические свойства модельных почвосмесей // Агрохимия. 2023. №5 С. 53–59. doi: 10.31857/S0002188123050095.

References

1. Kiryushin VI. [Mineral fertilizers as a key factor in the development of agriculture and optimization of environmental management]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016;30(3):19-25. Russian.
2. Fedotov GN, Shoba SA. [On the nature of humic substances]. Pochvovedenie. 2015;(12):1424-32. Russian. doi: 10.7868/S0032180X15120060.
3. Yakimenko OS, Terekhova VA, Pukal'chik MA, et al. [Comparison of two integral biotic indices when assessing the effects of humic preparations in a model experiment]. Pochvovedenie. 2019;(7):781-92. Russian. doi: 10.1134/S0032180X19070153.
4. Pukal'chik MA, Panova MI, Terekhova VA, et al. [Effect of humic preparations on the activity of soil enzymes in a model experiment]. Agrokimiya. 2017;(8):84-91. Russian. doi: 10.7868/S0002188117080105.
5. Toropkina MA, Ryumin AG, Kechaikina IO, et al. [Influence of humic acids on the metabolism of *Chlorella vulgaris* in a model experiment]. Pochvovedenie. 2017;(11):1336-43. Russian.
6. Gollany HT, DelGrosso SJ, Dell CJ, et al. Assessing the effectiveness of agricultural conservation practices in maintaining soil organic carbon under contrasting agroecosystems and changing climate. Soil Science Society of America Journal [Internet]. 2021 [cited 2021 May 20];(2):1-18. Available from: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/saj2.20232>. doi: 10.1002/saj2.20232.
7. Chagin ViV, Chagin VV. [Influence of fertilizers on the productivity, quality and safety of potato during storage in the steppe zone of Khakassia]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022;36(1):28-33. Russian. doi: 10.53859/02352451_202236128.
8. Erokhin AI, Tsukanova ZR. [Reducing the dose of fungicide Scarlet, ME when treating pea seeds with a humic preparation]. Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2020;(1):35-9. Russian. doi: 10.24411/2309-348X-2010-11150.
9. Stepanov AA, Yakimenko OS. [Humic soil modifiers from peat and coal: Influence on the chemical and biological properties of model soil mixtures]. Agrokimiya. 2023;(5):53-9. Russian. doi: 10.31857/S0002188123050095.