

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-85-90

УДК 631.82:631.559:633.358

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ГОРОХА СОРТА ФОКОР

Л.А. ПИСКАРЕВА, кандидат с.-х. наук, ORCID ID 0000-0001-6624-0179

ФГБНУ «ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА»

E-mail: niish1c@mail.ru

В статье приводятся результаты исследований в условиях юго-востока ЦЧЗ по формированию урожайности зерна гороха в зависимости от доз применения агрохимических средств и их влияние на качество зерна. В ходе исследований рассмотрено влияние удобрений на урожайность, содержание элементов питания в растениях и качество зерна гороха.

Установлено, что применение удобрений под горох достоверно повышает урожайность. Максимальная прибавка получена на варианте с непосредственным внесением минеральных удобрений под горох в дозе $N_{40}P_{40}K_{40}$ и двух некорневых подкормок агропрепаратами. Снижение и увеличение дозы внесения удобрений вело к снижению урожайности зерна гороха.

Ключевые слова: горох, урожайность, уровень удобренности, агропрепараты, качество зерна.

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY AND THE QUALITY OF THE GRAIN OF THE FOCOR PEA VARIETY

L.A. Piskareva

FSBSI «V.V. DOKUCHAEV FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER, VORONEZH»

E-mail: niish1c@mail.ru

Abstract: *The article presents the results of research in the conditions of the south-east of the Central Agricultural District on the formation of the yield of pea grain depending on the doses of agrochemical agents and their impact on the quality of grain. In the course of the research, the influence of fertilizers on the yield, the content of nutrients in plants and the quality of pea grain was considered.*

It was found that the use of fertilizers for peas significantly increases the yield. The maximum increase was obtained on the variant with the direct application of mineral fertilizers for peas at a dose of $N_{40}P_{40}K_{40}$ and two non-root top-ups of agricultural products. Reducing and increasing the dose of fertilizer application led to a decrease in the yield of pea grain. The applied agricultural products also provided an increase in the grain yield.

Keywords: peas, yield, fertilization level, agricultural products, grain quality

Горох является одной из основных зернобобовых культур в нашей стране. Он является источником белка, крахмала, минеральных и биологически активных веществ. По своим потребительским и средообразующим качествам горох по праву занимает одно из ведущих мест среди бобовых культур. Зерно гороха используется как в качестве корма для животных, так и для использования в кулинарии, поэтому увеличение урожайности и повышение качества семян в настоящее время находится в центре внимания мировой науки и практики [1, 2, 3].

Главенствующая роль в вопросах поддержания высокой продуктивности земледелия и получения продукции высокого качества принадлежит системе применения удобрений [4].

Исследования ученых свидетельствуют о том, что удобрения дают наивысшую отдачу тогда, когда они применяются в строгой научно обоснованной системе с учетом свойств почв и самих удобрений, климатических условий, биологических особенностей культур, агротехники возделывания [5]. Основным условием экономически обоснованного и экологически безопасного применения удобрений при возделывании различных культур является их использование в агротехнологиях различного уровня интенсификации (дозы, сроки, способы применения при оптимальном соотношении элементов питания). Основное место в таких технологиях занимает использование биопрепаратов, стимуляторов роста и бактериальных удобрений, применение которых становится экономически выгодным и экологически целесообразным [6]. Современные регулирующие препараты антистрессового действия при обработке семян и растений повышают иммунную систему, устойчивость проростков к болезням и вредителям, улучшают посевные качества семян и повышают продуктивность растений [7].

Исследованиями, проведенными на черноземе обыкновенном в Приморской зоне Ростовской области, установлено, что в данной почвенно-климатической зоне при длительном внесении минеральных удобрений максимальная урожайность зерна гороха – 21,8 и 21,7 ц/га получена при внесении минеральных удобрений в дозах P_{40} и $N_{30}P_{40}K_{30}$ [8]. Установлено, что применение на семенах гороха экспериментального препарата (в концентрации – $10^{-4}\%$) увеличивает как рост и развитие проростков обработанных семян, так и урожайность семян гороха [9].

Целью настоящих исследований является получение новых знаний для разработки научно – обоснованных и экономически целесообразных приемов совместного применения минеральных удобрений и регуляторов роста растений в технологии возделывания гороха на черноземных почвах Воронежской области с различным уровнем обеспеченности элементами минерального питания.

Условия, материалы и методы

Научные исследования по разработке приемов совместного применения минеральных удобрений и агропрепаратов в технологии возделывания гороха в зернопропашном севообороте проводились в стационарном трехфакторном опыте Воронежского ФАНЦ им. В.В. Докучаева. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднегумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый со следующей агрохимической характеристикой: содержание гумуса – 7,0%, pH_{kcl} – 7,0%, гидролитическая кислотность – 1,3 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 46,1 мг-экв/100 г почвы, валовое содержание азота – 0,297%, фосфора – 0,170%, калия – 1,82%. Содержание подвижных форм фосфора и калия колеблется соответственно от 70 до 120 и от 65 до 115 мг/кг почвы.

Климат зоны, где проводились исследования, характеризуется умеренной континентальностью с относительно холодной зимой, жарким, нередко засушливым летом, температурными колебаниями в течение года. Средняя температура в течение года составляет $+5,7^{\circ}C$. Самый теплый месяц – июль, его средняя температура $+20,1^{\circ}C$. Континентальность усиливается с северо-запада на юго-восток. Здесь один раз в 3-4 года отмечаются засухи. Годовое количество атмосферных осадков колеблется от 500 мм на северо-западе, до 400 мм на юго-востоке. Максимум их приходится на июнь-июль. Сумма среднесуточных активных температур ($+10^{\circ}C$ и выше) на северо-западе области составляет $2500-2600^{\circ}C$, а на юго-востоке достигает $2800-3000^{\circ}C$.

Закладку опыта и математическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова [10]. В схему стационарного опыта включены три фактора. Фактор первого порядка (уровни удобрённости севооборота) включает четыре уровня удобрённости: 1 – без удобрёний; 2 – $(NPK)_{51,4}$; 3 – $(NPK)_{102,8}$; 4 – $(NPK)_{154,2}$. С момента закладки опыта (2011-2012 гг.) на варианты первого порядка внесено соответственно $N_0P_0K_0$, $N_{110}P_{110}K_{110}$, $N_{240}P_{210}K_{210}$, $N_{390}P_{300}K_{300}$. Непосредственно перед основной обработкой почвы под горох на варианты первого порядка внесено $(NPK)_0$, $(NPK)_{20}$, $(NPK)_{40}$, $(NPK)_{60}$. Фактор второго порядка – двукратная некорневая обработка посевов гороха агропрепаратами в период вегетации пяти

листьев и в фазу бутонизации: 1 – без обработки, 2 – обработка Акварином-5 в дозе по 3,0 кг/га; 3 – обработка S.PROGEN growth в дозе по 0,4 кг/га; 4 – обработка Аквадон-Микро в дозе по 3,0 л/га; 5 – обработка Гуми-20М богатый в дозе по 1,0 л/га. Фактор третьего порядка – сорт гороха Фокор.

Опыт заложен в трехкратной повторности. Размещение повторений и делянок систематическое. Схема опыта построена по методу расщепленных делянок. Делянки первого порядка (удобрение) – 21,6 x 55 м, площадь 1188 м². Делянки второго порядка (сорт) – 21,6 x 11м², площадь 237,6 м². Минеральные удобрения вносились осенью под основную обработку почвы.

Результаты исследований и их обсуждение

Полученные экспериментальные данные за 2015-2017 гг., свидетельствуют, что улучшая плодородие чернозема обыкновенного, средства химизации повышают продуктивность гороха. Увеличение норм внесения минеральных удобрений способствовало достоверному повышению урожайности (табл. 1). Урожайность зерна гороха от минеральных удобрений составила в среднем за три года от 23,9 ц/га до 28,2 ц/га. Средняя прибавка по всем фонам удобренности составила от 2,8 ц/га до 4,3 ц/га. Если на безудобренном фоне урожайность гороха составила 23,9 ц/га, то на удобренном фоне N₂₀P₂₀K₂₀ – 26,7 ц/га, что на 11,7% больше. Самый высокий сбор гороха обеспечил вариант с непосредственным внесением под горох N₄₀P₄₀K₄₀. Увеличение дозы внесения удобрений до N₆₀P₆₀K₆₀, как и снижение до N₂₀P₂₀K₂₀ вели к снижению продуктивности.

Таблица 1

Влияние применения удобрений на урожайность гороха (2015-2017 гг.), ц/га

Фон удобренности, NPK		Урожайность, ц/га				Прибавка, ц/га
за период проведения опыта	под горох	годы			в среднем за три года	
		2015	2016	2017		
N ₀ P ₀ K ₀	N ₀ P ₀ K ₀	38,4	10,0	23,3	23,9	-
N ₁₁₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	41,3	11,9	27,0	26,7	2,8
N ₂₄₀ P ₂₁₀ K ₂₁₀	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	41,9	13,3	29,3	28,2	4,3
N ₃₉₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	40,8	13,4	27,4	27,2	3,3
В среднем		40,6	12,1	26,7	26,5	2,6

Наиболее высокий сбор зерна гороха получен в благоприятном 2015 году и самый низкий – в неблагоприятном для гороха 2016 году.

Включение в технологию возделывания гороха двух некорневых подкормок агропрепаратами (табл. 2) способствовало существенному повышению урожайности зерна.

Таблица 2

Влияние применения агропрепаратов на урожайность гороха на различных уровнях удобренности (среднее за 2015-2017 гг.), ц/га

Агропрепараты	Уровень удобренности				В среднем по агропрепаратам (НСР _{0,5} = 1,7 ц/га)
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	
Без агропрепарата	23,9	26,7	28,2	27,2	26,5
Акварин-5	27,0	29,0	29,5	28,2	28,4
S.PROGEN growth	28,7	29,2	30,3	31,2	29,9
Аквадон-Микро	29,7	30,9	31,3	32,1	31,0
Гуми-20М богатый	28,2	31,1	33,6	33,3	31,6
В среднем по уровню удобренности (НСР _{0,5} = 0,7 ц/га)	27,5	29,4	30,6	30,4	

В среднем, не зависимо от агропрепаратов, на варианте без внесения минеральных удобрений средняя урожайность зерна составила 27,5 ц/га. На фоне рекомендуемой дозы N₂₀P₂₀K₂₀ урожайность составила 29,4 ц/га, что на 190 кг превышает контрольный вариант.

На варианте с уровнем удобрённости $N_{40}P_{40}K_{40}$ превышение составляет 3,1 ц/га. На данном варианте получена максимальная урожайность – 30,6 ц/га. Относительно агрофона $N_{20}P_{20}K_{20}$ это превышение составило 1,2 ц/га или 4,1%. При увеличении дозы внесения удобрений до 60 кг д.в. получили урожай зерна 30,4 т/га, что превышает нулевой уровень на 2,9 ц/га. Относительно агрофона $N_{40}P_{40}K_{40}$ наблюдалось снижение урожая на 20 кг.

Эффективность применяемых агрохимикатов существенно различалась как от доз минеральных удобрений, внесенных под данную культуру, так и уровней удобрённости в целом. Применяемые агропрепараты способствовали повышению урожайности гороха в среднем от 26,5 ц/га до 31,6 ц/га по четырем изучаемым агрофонам при НСР_{0,5} 1,7 ц/га. Если урожайность гороха на естественном агрофоне составила 23,9 ц/га, то двукратная обработка растений агропрепаратом Акварин–5 дала прибавку 3,0 ц/га (13%). Далее по эффективности действия на урожайность следует агропрепарат S.PROGEN growth, повышающий этот показатель на 20%. При обработке посевов микроэлементным агропрепаратом Аквадон-Микро была получена максимальная прибавка – 24,3%. Эффективность агропрепарата Гуми-20М богатый относительно контрольного варианта составила 4,3 ц/га (18%), а относительно препарата Аквадон-Микро ниже на 5,3%.

На вариантах с внесением различных доз минеральных удобрений установлено, что наилучшее сочетание изучаемых факторов достигается при основном внесении $N_{40}P_{40}K_{40}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ с агрохимикатами Гуми-20М богатый и Аквадон-Микро. В среднем за три года на этих вариантах опыта урожайность гороха составила от 32,1 до 33,6 ц/га. Наибольшая прибавка урожая получена от обработки посевов комплексным биоактивированным удобрением Гуми-20М богатый, где прибавка на разных уровнях удобрённости составила 16,5; 19,1; 22,4%. Эффективность применяемых удобрений кроме урожайности так же характеризуется динамикой содержания основных питательных веществ в растениях.

Результаты исследований показали, что повышение уровня удобрённости, не зависимо от агрохимикатов, оказало незначительное влияние на динамику азота в растениеводческой продукции гороха в фазу бутонизации (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав растений гороха (среднее за 2015-2017 гг.), % абс. сухого вещества

Уровни удобрённости	Агропрепарат	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₀ P ₀ K ₀	без агропрепарата	2,35	0,40	1,32
	Акварин-5	2,70	0,49	1,33
	S.PROGEN growth	2,73	0,48	1,40
	Аквадон-микро	2,82	0,48	1,41
	Гуми-20М богатый	2,77	0,50	1,38
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	без агропрепарата	2,61	0,41	1,29
	Акварин-5	2,34	0,49	1,23
	S.PROGEN growth	2,53	0,50	1,27
	Аквадон-микро	2,42	0,50	1,14
	Гуми-20М богатый	2,56	0,55	1,46
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	без агропрепарата	2,65	0,46	1,39
	Акварин-5	2,46	0,50	1,29
	S.PROGEN growth	2,83	0,50	1,17
	Аквадон-микро	2,49	0,50	1,37
	Гуми-20М богатый	2,45	0,55	1,22
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	без агропрепарата	2,74	0,46	1,47
	Акварин-5	2,77	0,51	1,38
	S.PROGEN growth	3,07	0,51	1,32
	Аквадон-микро	2,78	0,50	1,47
	Гуми-20М богатый	2,95	0,54	1,33

На вариантах уровня удобрённости $N_{20}P_{20}K_{20}$ количество азота в растениях составляло 2,61%, на уровне $N_{40}P_{40}K_{40}$ этот показатель составлял 2,65%, на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 2,74%. В

процентном выражении превышение концентрации азота в растениях гороха относительно естественного уровня плодородия составило соответственно 11,1; 12,8; 16,6%. В среднем по вариантам повышение азота на 7,1% относительно контрольного варианта оказало лишь внесение 60 кг д.в. N/га. Увеличение концентрации фосфора в растениях гороха изменялось по уровням удобренности аналогичным образом – при внесении удобрений в дозе N₂₀P₂₀K₂₀ на 2,76%, на фоне N₄₀P₄₀K₄₀ – 14,5 %, на фоне N₆₀P₆₀K₆₀ – на 16,3%. Изучаемые уровни удобренности не оказали существенного влияния на накопление в растениях гороха калия.

В процессе исследований была проведена оценка качественных показателей полученного зерна гороха (табл. 4).

Таблица 4

**Качественные показатели семян гороха сорта Фокор (среднее за 2016-2017 гг.),
% абс. сухого вещества**

Качественные показатели	Агропрепараты				
	без агропрепарата	Акварин-5	S.PROGEN growth	Аквадон-микро	Гуми-20М богатый
N ₀ P ₀ K ₀					
Белок	23,6	23,5	23,6	23,4	23,0
Крахмал	50,7	50,8	49,9	49,9	49,2
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀					
Белок	23,9	23,4	24,0	24,0	24,4
Крахмал	49,2	49,7	49,2	49,3	49,1
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀					
Белок	22,7	22,9	23,1	23,5	24,0
Крахмал	49,7	49,3	49,1	49,2	49,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀					
Белок	23,6	23,4	23,7	23,2	23,7
Крахмал	48,4	48,3	48,0	47,1	47,4

Результаты исследований показали, что в среднем на всех фонах удобренности содержание белка в зерне оставалось примерно на одном уровне – 23,2-23,9% абс. сухого вещества.

Включение в технологию возделывания гороха каждого из агропрепаратов, изученных в опыте, оказало очень слабое влияние на увеличение белка в зерне. Повышению содержания белка способствовало применение агропрепарата Гуми-20М – 0,5% абс. сухого вещества на уровне удобренности N₂₀P₂₀K₂₀. На уровне N₄₀P₄₀K₄₀ увеличение белка наблюдалось от препарата S.PROGEN growth – 0,4%, Аквадон-микро – 0,8%, Гуми-20М богатый – 1,3% абс. сухого вещества.

Заключение

Таким образом, включение в технологию возделывания гороха минеральных удобрений в дозах от N₂₀P₂₀K₂₀ до N₆₀P₆₀K₆₀ и двух подкормок агропрепаратами различного спектра действия обеспечивает существенное повышение его продуктивности. Самый высокий сбор зерна обеспечил вариант с непосредственным внесением под горох N₄₀P₄₀K₄₀. Увеличение дозы внесения удобрений до N₆₀P₆₀K₆₀, как и снижение до N₂₀P₂₀K₂₀ вели к снижению продуктивности зерна гороха. Применяемые агропрепараты обеспечили прибавку урожая зерна гороха от 1,9 до 5,1 ц/га по всем вариантам опыта.

Концентрация азота в растениях гороха на фоне удобренности N₂₀P₂₀K₂₀ на 11,1% выше, чем на агрофоне N₀P₀K₀. С повышением нормы удобренности концентрация азота повышается до 16,6%. Концентрация фосфора в растениях гороха изменялась по уровням удобренности аналогичным образом. На накопление в растениях гороха калия изучаемые уровни удобренности не оказали существенного влияния.

При обработке растений препаратом Гуми-20М богатый на фоне удобренности N₄₀P₄₀K₄₀ содержание белка в зерне гороха составило 24,0% (контроль 22,7%), превышение составило 1,3%.

Литература

1. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) // – М.: Агрорус, – 2004. – 1109 с.
2. Уваров В.Н., Костикова Н.О., Задорин А.М. Результаты селекции на урожайность и качество семян гороха // Земледелие. – 2015. – № 5. – С. 40-41.
3. Лукина Е.А., Федотов В.А., Крицкий А.Н., Кадыров С.В. Семеноведение и семенной контроль: учебное пособие под редакцией В.А. Федотова. Изд. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ – 2013. – 306 с.
4. Мязин Н.Г. Система удобрения. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, – 2009. – 305 с.
5. Новичихин А.М., Мухина С.В., Турусов О.В. Эффективность минеральных удобрений на черноземах Каменной Степи с различной обеспеченностью элементами питания // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 5. – С. 34-36.
6. Брыкалов А.В. Современные удобрения и регуляторы роста растений для применения в сельском хозяйстве. – Краснодар: Кубанский ГАУ. – 2012. – 168 с.
7. Гафуров Р.Г. Стратегия направленного химического синтеза фиторегуляторов и стресспротекторов нового поколения и результаты их испытаний // Тезисы VI Международной конференции «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологии» – М.: МСХА. – 2001. – 87 с.
8. Целуйко О.А., Парамонов А.В. Влияние длительного применения удобрений на урожайность гороха // Зернобобовые и крупяные культуры, 2019. - № 4 (32). – С. 46-51. DOI:10.24411/2309-348X2019-11131
9. Ерохин А.И. Эффективность применения препарата на основе лектинов зернобобовых культур в предпосевной обработке семян и вегетирующих растений гороха // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2019. - № 2 (30). – С. 48-53. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11087
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Изд. 5-е доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, – 1985. – 351 с.

References

1. Zhuchenko A. A. Resource potential of grain production in Russia (theory and practice). Moscow: *Agrorus*, 2004, 1109 p. (In Russian)
2. Uvarov V. N., Kostikova N. O., Zadorin A.M. Results of selection in productivity and quality of pea seeds. *Agriculture*, 2015, No. 5, pp. 40-41. (In Russian)
3. Zabolotskikh V.V. Influence of soil tillage minimization on pea yield and agroecological parameters of chernozem of southern carbonated Northern Kazakhstan. V. V. Zabolotskikh . Autoreferat na soiskan. uch. step. Candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk. 2014, 19 p. (In Russian)
4. Lukina E.A., Fedotov V.A., Kritsky A.N., Kadyrov S.V. Seed science and seed control: a textbook edited by V. A. Fedotov. Ed. Voronezh: FGBOU VPO Voronezh State University, 2013, 306 p. (In Russian)
5. Novichikhin A.M. Efficiency of mineral fertilizers on the chernozems of the Stone Steppe with different supply of food elements (Novichikhin A.M., Mukhina S.V., Turusov O.V. Achievements of science and technology of agriculture), 2012, No. 5, pp. 34-36. (In Russian)
6. Brykalov A.V. Modern fertilizers and plant growth regulators for use in agriculture, Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2012, 168 p. (In Russian)
7. Gafurov R. G. Strategy of directed chemical synthesis of phyto regulators and stress protectors of the new generation and results of their tests. R. G. Gafurov . Theses of the VI International Conference "Regulators of plant growth and development in biotechnology" - Moscow: MSHA, 2001, 87 p. (In Russian)
8. Tseluiko O.A., Paramonov A.V. The influence of long-term use of fertilizers on the yield of Grain legumes and cereals, *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019. - No. 4 (32). - pp. 46-51.
9. Erokhin A.I. The effectiveness of the use of a preparation based on lectins of leguminous crops in pre-sowing treatment of seeds and growing plants of peas. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019. - No. 2 (30). - pp. 48-53.
10. Dospikhov B.A. Field experiment technique / Ed. 5th, revised, Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p.