

of the genetic potential of pea varieties, differing in the architectonics of the leaf apparatus (leafy, leafless, canopy heterophyllia – chameleons and lupinoids) on dark gray forest loamy soils.

Studies have established that the use of complete mineral fertilizer significantly increased the seed yield of all varieties and lines of peas. The yield increase, depending on the variety, reached 0.6-1.0 t/ha (27-48%). The introduction of mineral N as part of a complete fertilizer contributed to a significant increase in the yield of pea grains. However, the varieties did not react equally to the introduction of nitrogen. For leafy pea variety Temp the optimal dose of nitrogen is 30 kg/ha. Its further increase is not effective. At the same time, the leafless pea variety Pharaoh and lupinoid also increased the seed yield with an increase in the dose of nitrogen.

It has been established that pea varieties differing in the architectonics of the leaf apparatus exhibit significant genotypic differences with respect to mineral nutrition, therefore, when developing a system for applying fertilizers for these varieties, it is necessary to take into account the varietal specificity of fertilizer use. Such an approach to making recommendations for fertilizing peas will help to increase the efficiency of fertilizers used and reduce the risk of environmental pollution.

Keywords: varieties, peas, fertilizers, nitrogen, crop.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11131

УДК :633.358:631.51:631.582.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГОРОХА

О.А. ЦЕЛУЙКО, А.В. ПАРАМОНОВ, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

В статье приведены экспериментальные данные по урожайности зерна гороха в зависимости от длительного применения удобрений и их влияния на некоторые хозяйственно ценные признаки. Исследования проводились на чернозёме обыкновенном в Приазовской зоне Ростовской области. Рассмотрено влияние удобрений на содержание элементов питания в растениях, урожайность и качество зерна гороха. Установлено, что в данной почвенно-климатической зоне длительное внесение минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{40}K_{30}$ способствует получению урожая гороха с наилучшими показателями содержания белка в зерне – до 24,9% и сбора белка с 1 га. Максимальная урожайность гороха была получена при внесении минеральных удобрений в дозах P_{40} и $N_{30}P_{40}K_{30}$ – 21,8 и 21,7 ц/га соответственно. Наибольшие значения окупаемости удобрений получены при внесении фосфорных, калийных, азотных удобрений в дозах P_{40} , K_{30} , N_{30} – от 13,1 до 9,9 кг/кг д.в.

Ключевые слова: горох, зерно, дозы удобрений, урожайность, окупаемость.

Несмотря на высокие достоинства гороха, площади его возделывания все еще ничтожно малы в сравнении с зерновыми колосовыми культурами. Отмечается относительно низкий и нестабильный по годам уровень урожайности данной культуры, что во многом объясняется недостаточной изученностью, и как следствие, отсутствием на практике оптимальных решений в вопросах выбора технологий возделывания, обработки почвы, интегрированной защиты растений и т.д. [1]. Главной проблемой при возделывании гороха, является то, что он не выдерживает очень высоких температур и у данной культуры повышены требования к продуктивной влаге на образование единицы продукции [2]. Сбор сельскохозяйственной продукции с 1 га определяется множеством факторов. Наибольшее влияние оказывают природно-климатические условия, уровень питания растений, предшественники, обработка почвы [3]. По мнению ряда авторов при помощи агротехнических приемов можно создавать

благоприятные условия для получения высоких урожаев [4-8]. Существует острая необходимость изменения подходов к применению удобрений, рационализации их использования в соответствии с потребностями выращиваемых сельскохозяйственных культур, в том числе и гороха.

В связи с вышесказанным, в условиях изменяющегося климата и усиливающийся его аридности, исследования по выявлению влияния длительного применения минеральных удобрений на урожайность гороха в настоящее время интересны и актуальны.

Материал и методы исследований

Полевые исследования проводили с 2005 по 2015 гг. в ФРАНЦ. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный мощный легкоглинистый на лессовидном суглинке. Характерная особенность почвы – большая мощность гумусового горизонта, 75-100 см при невысоком содержании гумуса. Содержание гумуса в пахотном слое почвы при закладке опыта составляло 3,8-4,1%. Содержание валового азота – 0,22-0,24%, общего фосфора – 0,17-0,18%, калия – 2,3-2,4%; обеспеченность пахотного слоя неудобренных вариантов минеральным азотом и подвижным фосфором – низкое, обменным калием – повышенное.

Климат зоны проведения исследований – засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Годовая температура воздуха составляет в среднем 9,6°C, сумма температур воздуха за год 3200-3400°C. Продолжительность теплого периода 230-260 дней., безморозного – 175-180. Относительная влажность воздуха имеет выраженную годовую динамику. Наименьшее её значение отмечается в июле – 50-60%, минимальные значения в отдельные дни могут достигать 25-30% и ниже. Относительно небольшое количество осадков и высокие температуры определяют сухость воздуха и почвы, частую повторяемость засух. Среднегодовое количество осадков составляет 500 мм. За теплый период их выпадает до 300 мм [9].

Закладку опыта и математическую обработку данных производили по методике Доспехова [10]. Предшественник – озимая пшеница. Размещение предшественника в севообороте и схема внесения удобрений представлены в табл. 1.

Таблица 1

Система удобрения зернобобового севооборота

Культура	Вариант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ячмень + травосмесь	К	N ₃₀	P ₆₀	K ₁₅₀	N ₃₀ P ₆₀		N ₃₀ K ₁₅₀	P ₆₀ K ₁₅₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₅₀
Травосмесь	о								
Травосмесь	н	N ₄₀							N ₄₀
Травосмесь	т	N ₄₀							N ₄₀
Просо	р	N ₆₀	P ₄₀	K ₆₀	N ₆₀ P ₃₀	N ₃₀	N ₆₀ K ₆₀	P ₃₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀
Озимая пшеница	о	N ₁₂₀	P ₆₀	K ₉₀	N ₁₂₀ P ₆₀	N ₆₀	N ₁₂₀ K ₉₀	P ₆₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀
Горох	л	N ₃₀	P ₄₀	K ₃₀	N ₃₀ P ₄₀		N ₃₀ K ₃₀	P ₄₀ K ₃₀	N ₃₀ P ₄₀ K ₃₀
Озимая пшеница	ь	N ₁₀₀	P ₆₀	K ₉₀	N ₁₀₀ P ₆₀	N ₆₀	N ₁₀₀ K ₉₀	P ₆₀ K ₉₀	N ₁₀₀ P ₆₀ K ₉₀
В среднем на 1 га	0	N ₆₀	P ₃₆	K ₆₀	N ₄₉ P ₃₆	N ₂₁	N ₄₉ K ₆₀	P ₃₆ K ₆₀	N ₆₀ P ₃₆ K ₆₀

Повторность трехкратная. Размещение делянок рендомизированное. Площадь делянки 210 м². Фосфорные удобрения вносили в виде аммофоса (12:52%), калийные – КСl (60%) применялись под основную обработку, азотные – в виде аммиачной селитры (34,5%) использовались в подкормку. Травосмесь состояла из люцерны, житняка и костреца. Технология возделывания гороха – общепринятая в зоне. В опыте высевали сорт гороха Аксайский усатый 5. Сроки посева и уборки, нормы посева – оптимальные; посевные качества семян соответствовали первому классу посевных стандартов. За время исследований проводились следующие учеты и определения: учет урожая – прямым комбайнированием (Сампо – 500); определение содержания азота – по методу Кельдаля (ГОСТ 13496.4-93), калия

– пламенно-фотометрическим методом (ГОСТ 30504-97), фосфора – по ГОСТ 26657-97, массу 1000 семян – по ГОСТ 12042-80.

Результаты и обсуждение

Метеорологические условия оказывают значительное влияние на формирование урожая зерна гороха. В период проведения исследований метеорологические факторы среды характеризовались неравномерным распределением осадков по месяцам в различные годы (табл. 2).

Погодные условия в годы проведения исследований были различными. Три года можно охарактеризовать как остро засушливые: 2007, 2010, 2013. В данные периоды исследований общее количество осадков, выпавшее за год, составляло 318, 408 и 318 мм соответственно. При этом суммы эффективных температур имели достаточно высокие значения, а ГТК составлял 0,45, 0,35 и 0,39 соответственно. Такие погодные условия привели к критически низкому формированию надземной и подземной частей растений и как следствию снижению урожайности, как в данные конкретные годы, так и средней урожайности за весь период проведения исследований. К засушливому году можно отнести 2012 год. Сумма осадков выпавших за год составила 492 мм, что почти соответствует среднеголетним значениям данного показателя. При этом температура воздуха в среднем за год превысила климатическую норму на 0,7° С, а ГТК составил 0,79. Данные условия являлись не благоприятными для развития растений гороха и существенно снижали его продуктивность.

Наиболее благоприятными для роста и развития растений были 2008 и 2009 гг. В данные периоды проведения экспериментов сумма осадков за год составляла 480, 493 мм, что весьма близко к среднеголетним значениям. При этом среднегодовая температура воздуха была ниже или соответствовала многолетним значениям. ГТК составил 0,94 и 0,93 соответственно.

Таблица 2

Метеорологические условия в период проведения исследований (2006-2015 гг.)

Год	За год		За период вегетации гороха		
	Количество осадков, мм	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	Сумма активных температур, °С	ГТК
2006	433	10,1	182	1353	1,34
2007	318	11,8	63	1401	0,45
2008	480	10,4	143	1513	0,94
2009	493	10,1	114	1221	0,93
2010	408	10,7	46	1305	0,35
2011	487	9,4	113	1220	0,92
2012	492	10,3	118	1507	0,79
2013	311	11,2	59	1486	0,39
2014	500	11,1	172	1374	1,25
2015	527	11,6	209	1309	1,59
В среднем на 10 лет	445	10,7	122	1369	0,90
Среднеголетние	500	9,4	-	-	-

Наибольшая влагообеспеченность растений гороха отмечалась в 2006, 2014 и 2015 годах. ГТК составил 1,34, 1,25 и 1,59. Значительное количество осадков, выпавших в период вегетации гороха, в сочетании с повышенной температурой воздуха и суммой активных температур, привели к образованию большой вегетативной массы растений, частичному полеганию стеблестоя и снижению урожайности.

Отзывчивость гороха на все виды удобрений была высокой (табл. 3). Их применение в зависимости от дозы статистически достоверно увеличивало урожайность на 1,1-3,7 ц/га.

Максимальная прибавка урожая, по сравнению с контролем, получена от внесения фосфорных удобрений в дозе P_{40} – 3,7 ц/га, и от полного удобрения в дозе $N_{30}P_{40}K_{30}$ – 3,6 ц/га. Внесение удобрений в дозах N_{30} , K_{30} , $N_{30}K_{30}$ и $P_{40}K_{30}$ увеличивало урожайность на 1,9-2,6 ц/га. В варианте, где непосредственно под горох не вносили удобрения, урожайность, по сравнению с контролем, была выше на 1,1 ц/га. Предположительно данный факт можно объяснить наличием последствия внесенных под предшествующие культуры удобрений. На несколько большую величину возростал данный показатель от совместного применения азотных и фосфорных удобрений в дозе $N_{30}P_{40}$ – 1,6 ц/га.

Таблица 3

Влияние длительного применения удобрений на урожайность гороха и окупаемость 1 кг д.в. удобрений, (среднее за 2006-2015 гг.)

Фон питания	Урожайность, ц/га	Прибавка зерна к контролю	Окупаемость, кг/кг д.в.
Без удобрений (контроль)	18,1	-	-
N_{30}	20,2	2,1	9,9
P_{40}	21,8	3,7	13,1
K_{30}	20,3	2,2	10,4
$N_{30}P_{40}$	19,7	1,6	3,3
без удобрений	19,2	1,1	-
$N_{30}K_{30}$	20,0	1,9	4,5
$P_{40}K_{30}$	20,7	2,6	5,3
$N_{30}P_{40}K_{30}$	21,7	3,6	5,1
НСР	0,35		

Наибольшее значение окупаемости удобрений было отмечено при одностороннем применении фосфорных удобрений (вариант 3), которое составило 13,1 кг/кг д.в. Несколько меньшая величина данного показателя получена при применении калийных удобрений в дозе 30 кг д.в./га (вариант 4) – 10,4 кг/кг д.в. Наименьшие значения данного показателя отмечались при совместном внесении азот- и фосфорсодержащих удобрений – 3,3 кг/кг д.в.

Эффективность применяемых удобрений, кроме урожайности, так же характеризуется динамикой содержания основных питательных веществ в растениях. Наиболее контрастные варианты по содержанию питательных веществ в растениях представлены в таблице 4.

Таблица 4

Влияние удобрений на содержание элементов питания в горохе в зависимости от фазы вегетации, (2007-2009 гг.)

Вариант удобрений, фаза вегетации	Общий азот,	P_2O_5 , %	K_2O , %
Стеблевание			
Без удобрений	4,10	0,94	4,30
$P_{40}K_{30}$	4,09	1,15	4,53
$N_{30}P_{40}K_{30}$	4,12	1,08	4,54
Бутонизация			
Без удобрений	2,92	0,76	2,51
$P_{40}K_{30}$	2,97	0,90	2,78
$N_{30}P_{40}K_{30}$	2,94	0,79	2,71
Полная спелось (зерно)			
Без удобрений	3,67	0,93	1,20
$P_{40}K_{30}$	3,76	1,06	1,27
$N_{30}P_{40}K_{30}$	3,98	1,04	1,24
Полная спелось (солома)			
Без удобрений	0,94	0,27	1,67
$P_{40}K_{30}$	1,03	0,30	2,04
$N_{30}P_{40}K_{30}$	1,06	0,29	2,13

Содержание основных элементов питания в горохе зависело от фона удобрения и фазы вегетации. Так, содержание азота колебалось в среднем от 0,94 до 4,12 %, фосфора – 0,27 - 1,15, калия – 1,20-4,54 %. Самое высокое содержание азота, фосфора и калия отмечено в фазу стеблевания гороха – 4,12 %, 1,15, 4,54 % соответственно. В фазу бутонизации процентное содержание элементов питания в растениях гороха уменьшилось, накопление и нарастание вегетативной массы увеличилось.

Внесение минеральных удобрений повышало относительное содержание макроэлементов в растениях гороха. В среднем по фазам развития гороха, увеличение содержания азота в растениях обеспечивалось при внесении сочетания фосфора и калия и при полной дозе удобрений. В фазу бутонизации гороха прибавка относительно контроля на варианте $P_{40}K_{30}$ составила 1,7%, на вариантах $N_{30}P_{40}K_{30}$ – несколько ниже. Наибольшие прибавки увеличения содержания азота получены в соломе гороха при полном удобрении - 24,7 %. В растениях гороха для всех вариантов опыта динамика содержания фосфора имела тенденцию снижения его концентрации в процессе вегетации растений с достижением минимальных значений к полной спелости в соломе и увеличению в зерне. Минеральные удобрения, вносимые под горох, значительно повысили содержание фосфора на всех вариантах удобрений и обработок почвы от 15 до 30 % в фазу стеблевания. В остальные фазы разница как относительно контроля, так и между изучаемыми вариантами была менее существенной. Содержание калия в культурных растениях неуклонно снижалось на протяжении всего вегетационного периода растений гороха. При внесении полного минерального удобрения отмечалась наибольшая концентрация калия в растениях гороха во все фазы его развития. В соломе гороха, в отличие от других элементов, калия содержалось больше чем в зерне и составило 1,67-2,13 %.

В процессе проведения исследований нами была проведена оценка качественных показателей получаемого зерна гороха. Наиболее контрастные варианты представлены в таблице 5.

Таблица 5

Влияние удобрений на некоторые хозяйственно ценные признаки гороха

Вариант внесения удобрений	Масса 1000 зерен, г	Сбор белка, т/га	Содержание белка, %
Без удобрений	192,6	0,41	22,9
$P_{40}K_{30}$	196,8	0,48	23,5
$N_{30}P_{40}K_{30}$	194,8	0,54	24,9

Анализ полученных данных показал, что максимальное влияние на качественные показатели зерна гороха оказывает внесение полного минерального удобрения ($N_{30}P_{40}K_{30}$). Применение данной дозировки способствовало получению наибольшему содержанию белка в зерне и сбору белка с урожаем.

Выводы

1. В условиях Приазовской зоны Ростовской области при возделывании гороха внесение полного минерального удобрения в дозе $N_{30}P_{40}K_{30}$ обеспечивает урожайность 21,7 ц/га, повышает содержание белка в урожае до 24,9% и выход белка с 1 га.

2. Наибольшие значения окупаемости удобрений получены при внесении фосфорных, калийных, азотных удобрений в дозах P_{40} , K_{30} , N_{30} – от 13,1 до 9,9 кг/кг д.в.

Литература

1. Заболотских В.В. Влияние минимизации обработки почвы на урожайность гороха и агроэкологические параметры чернозема южного карбонатного Северного Казахстана. // Автореферат на соискан. уч. степ. канд. с.х. наук, Красноярск, 2014. – 19 с.
2. Воскобойников А.В. Влияние различных видов и сочетаний минеральных удобрений на формирование урожая зерна зимующего гороха на черноземе выщелоченном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Автореферат на соискан. уч. степ. канд. с.х. наук, Ставрополь, 2013. – 23 с.

3. Авилов А.С. Продуктивность гороха и злаково-бобовой травосмеси в севообороте в зависимости от способа основной обработки почвы и удобрения // Научные аспекты земледелия и животноводства: сб. науч. трудов. Пос. Рассвет, ДЗНИИСХ, 2009. – С. 93-96.
4. Парамонов А.В. Влияние некоторых приемов агротехники на урожайность культур кормового севооборота // Известия Оренбургского ГАУ. 2015. № 3 (53). – С. 50–53.
5. Шевченко Н.А., Грабовец А.И., Бирюков К.Н. Влияние агротехнических условий и агротехнических приемов на качество зерна озимой пшеницы // Проблемы и перспективы производства сельскохозяйственных культур в южном регионе Российской Федерации: мат. междунар. научно-практич. конф., посвящ. 110-летию юбилею Северо-Донецкой сельскохозяйственной опытной станции. Новочеркасск: Лик, 2014. – С. 67-69.
6. Целуйко О.А., Медведева В.И., Поволоцкая Ю.С. Зависимость химического состава зерна сельскохозяйственных культур от агротехники // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 4(48). – С. 37-40.
7. Коробова Н.А. Новые сорта зернового гороха донской селекции // Известия Оренбургского ГАУ. 2015. № 3 (53). – С. 62–65.
8. Лысенко А.А., Коробов А.П., Шапошникова Ю.В. Влияние погодных условий на урожайность и показатели структуры урожайности сортов гороха в условиях Приазовской зоны Ростовской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. №3. (65). – С. 37-40.
9. Агроклиматические ресурсы Ростовской области. Л.: Гидрометиздат, 1972. – 252 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Номер №0710-2019-0026 научного задания в соответствии, с которым написана данная статья.

EFFECT OF LONG-TERM USE FERTILIZERS ON PEA YIELD

O. A. Tseluiko, A.V. Paramonov

FSBSI «THE FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTRE OF ROSTOV»

Abstract: *The article presents experimental data on the yield of pea grain, depending on the long-term use of fertilizers and their impact on some economically valuable features. Studies were conducted on ordinary Chernozem in the Azov zone of the Rostov region. The influence of fertilizers on the content of nutrients in plants, productivity and quality of pea grain is considered. Found that in this soil-climatic zone for a long period of mineral fertilizers in the dose of N30P40K30 helps to produce a crop of peas highest protein content in grain to 24.9% and protein harvest from 1 ha. Maximum yield of the target culture were obtained with mineral fertilizers in doses of P40 and N30P40K30 is 21.8 and 21,7 kg/ha respectively. The highest values of fertilizer payback were obtained by applying phosphorus, potassium, nitrogen fertilizers at doses of P40, K30, N30 from 13,1 to 9,9 kg/kg of active substance.*

Keywords: peas, grain, fertilizer doses, yield, payback.