

**ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ
НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ГОРОХА ПОСЕВНОГО
В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ****THE INFLUENCE OF BASIC TILLAGE TECHNIQUES ON YIELD AND QUALITY OF FIELD PEA
IN THE FOREST-STEPPE OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA**

Ключевые слова: горох, вспашка, дискование, прямой посев, урожайность, показатели качества зерна.

Целью работы явилось изучение влияния различных способов основной обработки почвы при возделывании гороха посевного на урожайность и качество семян гороха посевного. Исследования проводили в 2017-2019 гг. на черноземе оподзоленном в лесостепной зоне европейской части России на территории Республики Мордовия. Погодные условия в годы исследований изменялись от влажных до острозасушливых. За годы исследований отмечено достоверное влияние приемов обработки почвы на число растений гороха к уборке. Масса 1000 семян, количество бобов на растении и количество зерен в бобе в большей степени зависели от погодных условий. В среднем за годы исследований биологическая урожайность на вариантах с вспашкой и прямым посевом достоверно не различалась. Достоверные различия по содержанию сырого протеина в зерне отмечены во все годы исследования, на варианте с прямым посевом его было существенно меньше, чем на вариантах с дискованием и вспашкой. По содержанию сырого жира в зерне отмечена обратная тенденция. Вынос основных элементов питания напрямую зависел от биологической урожайности культуры. Обобщенные трехлетние данные свидетельствуют о несколько большем общем выносе N, P₂O₅ и K₂O при проведении осенней вспашки.

Keywords: field pea, plowing, disking, direct sowing, yielding capacity, grain quality indices.

The research goal was to study the influence of various techniques of basic tillage when growing field peas on the yield and quality of seeds. The studies were carried out from 2017 through 2019 on podzolized chernozem in the forest-steppe zone of the European part of Russia in the Republic of Mordovia. The weather conditions during the years of research varied from wet to extremely arid. Over the years of research, significant influence of tillage techniques on the number of harvestable pea plants was revealed. Thousand seed weight, the number of pods per plant, and the number of seeds per pod were more dependent on the weather conditions. On average over the years of research, the biological yields in the variants with plowing and direct sowing did not differ significantly. Significant differences in the content of crude protein in seeds were revealed on all years of the study; in the variant with direct sowing, it was significantly less than in the variants with disking and plowing. In terms of crude fat content in grain, the opposite trend was found. The removal of the major nutrients directly depended on the biological yield of the crop. The summarized three-year data indicated slightly higher total removal of N, P₂O₅ and K₂O when plowing was performed in autumn.

Букин Олег Владимирович, аспирант, каф. агрономии и ландшафтной архитектуры, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва. Тел.: (8342) 25-44-34. E-mail: kafedra_paz@agro.mrsu.ru.

Бочкарев Дмитрий Владимирович, д.с.-х.н., проф., каф. агрономии и ландшафтной архитектуры, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва. E-mail: BochkarevDV@yandex.ru.

Никольский Александр Николаевич, к.с.-х.н., доцент, каф. агрономии и ландшафтной архитектуры, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва. Тел.: (8342) 25-44-39. E-mail: alnik1986@gmail.com.

Bukin Oleg Vladimirovich, post-graduate student, Chair of Agronomy and Landscape Design, National Research N.P. Ogarev Mordovia State University. E-mail: kafedra_paz@agro.mrsu.ru.

Bochkarev Dmitriy Vladimirovich, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Agronomy and Landscape Design, National Research N.P. Ogarev Mordovia State University. E-mail: BochkarevDV@yandex.ru.

Nikolskiy Aleksandr Nikolayevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy and Landscape Design, National Research N.P. Ogarev Mordovia State University. Ph.: (8342) 25-44-39. E-mail: alnik1986@gmail.com.

Введение

Современные сорта гороха способны обеспечивать формирование биологической урожайности до 7-8 т/га. Однако для полной реализации потенциальной продуктивности культуры необходимо совершенствование отдельных технологических приемов возделывания, обеспечивающих оптимальные условия для роста и развития растений, интенсивности фотосинтеза и биологической азотфиксации [4].

Одной из причин, сдерживающих расширение производства гороха, является его высокая чувствительность к колебаниям климатических условий периода вегетации. Отрицательное влияние на семенную продуктивность гороха оказывают отсутствие доступной влаги в почве, избыточная плотность пахотного горизонта и другие агрофизические показатели плодородия [5].

Обработка почвы всегда считается важной составляющей технологии, направленной как на повышение урожайности культур, так и на экономическую эффективность ведения сельскохозяйственной отрасли. Поиск наиболее рационального механического воздействия на почву в правильном сочетании с другими мероприятиями создает тот оптимум среды для развития полевых культур, при котором достигается их наибольшая продуктивность и, как следствие, урожайность [5, 9].

Данные исследований по влиянию приемов основной обработки черноземов на плодородие почвы и урожайность культур противоречивы. Они зависят от почвенно-климатических условий региона и не всегда позволяют сделать однозначный вывод о преимуществе какого-либо из них. Рядом авторов установлено положительное влияние прямого посева на накопление влаги по сравнению с традиционными приемами основной обработки почвы и рост урожайности культур [3, 6]. Другие исследователи, напротив, указывают на увеличение влажности почвы и запасов влаги при использовании вспашки в качестве приема основной обработки почвы [7]. В отдельных исследованиях не отмечено достоверных различий между приемами обработки почвы по их влиянию на урожайность [8].

Цель работы – определить влияние разных способов основной обработки почвы черноземов

при возделывании гороха посевного на урожайность зерна гороха, содержание в нем сырого протеина, жира, крахмала и элементов минерального питания.

Условия, материалы и методы

Исследования включали в себя изучение влияния различных приемов основной обработки почвы на динамику запасов влаги в чернозёме оподзоленном и продуктивность гороха посевного. Схема опыта включала: 1) дискование + глубокое отвальное рыхление на 22-25 см плугом ПЛН-5-35 (вспашка); 2) осеннее дискование на глубину 10-12 см (дискование); 3) прямой посев (нулевая обработка почвы). Производственный опыт был заложен методом рендомизированных повторений в 4-кратной повторности. Площадь опытной делянки – 7200 м². Урожайность определяли методом дробной уборки делянок комбайном с пересчетом урожайности на стандартную влажность. Опыт был заложен на оподзоленных черноземах тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса на опытных участках изменялось от 5,8 до 6,5%, содержание P₂O₅ – от 148 до 169 мг/кг, K₂O – от 163 до 182 мг/кг. Значение pH солевой вытяжки 5,0-5,3. Степень насыщенности почв основаниями – высокое (86,4-88,4%).

В опыте определяли содержание N, P₂O₅ и K₂O в надземной и корневой части сорных и культурных растений. Общий азот в растительных образцах устанавливали по Кьельдалю (ГОСТ 13496.4-93), содержание P₂O₅ – колориметрическим методом Дениже в модификации Левицкого, K₂O – на пламенном фотометре с предварительным мокрым озолением растительного материала по Гинзбург. Вынос элементов питания – с пересчетом на 1 га. Сырой протеин – путем пересчета по содержанию азота. Содержание сырого жира в зерне – по ГОСТ 13496.15-97, сырой клетчатки – по ГОСТ Р 52839-2007, крахмала – по ГОСТ 10845-98.

Погодные условия были различными: от избыточно увлажненного в 2016-2017 гг. гидрологического периода (гидротермический коэффициент (ГТК)=1,47) до острозасушливого в 2017-2018 гг. (ГТК=0,39). В 2018-2019 гг. гидрологическом периоде отмечены слабозасушливые погодные условия (ГТК=0,84) (табл. 1).

Метеорологические условия в годы проведения исследований (по данным метеостанции «Саранск»)

Гидрологический период	Количество осадков, мм			Температурный режим за вегетацию, °С			ГТК по Селянинову за вегетацию
	за осенне-зимний период (август-апрель)	за летний период (май-июль)	всего	сумма температур	сумма активных температур	среднесуточная температура	
2016-2017 гг.	294	206	500	1405	422	15,3	1,47
2017-2018 гг.	265	66	331	1674	757	18,2	0,39
2018-2019 гг.	213	139	346	1648	728	17,9	0,84
Среднее многолетнее	345	147	489	1564	651	17,0	1,05
Коэффициент вариации, %	16	37	15	8	19	7	40

Изучение приемов основной обработки почвы проходило на интенсивном пестицидном агрофоне. Для борьбы с вредителями в фазу бутонизации гороха применяли Борей (имidakлоприд, 150 г/л и лямбда-цигалотрин, 50 г/л), для борьбы с комплексом патогенов – фунгицид Колосаль Про (пропиконазол, 300 г/л + тебуконазол, 200 г/л). Для борьбы с сорняками после уборки предшественника вносили Глифор (360 г/л глифосата к-ты) 4 л/га, в фазу 4-5 настоящих листьев использовали Парадокс (120 г/л имазамокса). Исследования проводили на безлисточковом сорте усатой формы гороха Рокет Р1. Предшественником гороха была озимая пшеница.

Результаты и обсуждение

Анализ влияния приемов обработки выявил, что изучаемые приемы оказывали достоверное влияние на изменение числа растений на 1 м² (табл. 2). Во многом этот показатель зависел от условий прорастания семян и складывающихся погодных условий. Так в 2017 и 2019 гг. количество растений гороха к уборке на вспашке было выше, чем при прямом посеве, на 10 и 2%, на дисковании – на 6 и 7% соответственно. В условиях засушливого 2018 г. количество растений на варианте с прямым посевом достоверно уве-

личивалось по сравнению с другими приемами обработки почвы.

При определении числа бобов на одном растении значимых различий между вариантами не установлено, в то же время складывающиеся в различные годы опыта условия увлажнения привели к значительным колебаниям данного показателя (коэффициент вариации (V) = 39%).

Определение числа зерен в бобе выявило, что больше их было на вариантах с прямым посевом – на 3-7% по сравнению с другими приемами. Это во многом объясняется большими запасами влаги на данном варианте к моменту закладки семян в растении [2].

Увеличение количества зерен в бобе на варианте с прямым посевом способствовало снижению массы 1000 семян по сравнению с другими вариантами. В среднем за годы исследований масса 1000 семян была на 4% меньше по сравнению со вспашкой и на 2% меньше по сравнению с дискованием. Статистически значимых различий между вариантами за годы исследований не установлено.

Урожайность гороха в условиях достаточного увлажнения (2017 г.) по вариантам достоверно различалась. На варианте со вспашкой урожайность увеличивалась на 7% по сравнению с прямым посевом и на 5% по сравнению с дискованием.

Влияние приемов обработки почвы на показатели структуры и биологическую урожайность гороха посевного, 2017-2019 гг.

Вариант опыта	Число бобов, шт/раст.	Число зерен в 1 бобе, шт.	Число растений, шт/м ²	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность т/га
2017 г.					
Прямой посев	6,93	5,20	98	206	7,27
Дискование	6,84	5,25	101	202	7,33
Вспашка	7,08	5,46	108	203	8,48
НСР ₀₅	F _ф <F _т	F _ф <F _т	6,3	F _ф <F _т	0,51
2018 г.					
Прямой посев	3,32	4,17	95	173	2,28
Дискование	3,17	4,10	88	186	2,13
Вспашка	3,08	4,30	90	188	2,24
НСР ₀₅	F _ф <F _т	F _ф <F _т	4,1	F _ф <F _т	F _ф <F _т
2019 г.					
Прямой посев	3,41	4,21	135	180	3,49
Дискование	3,43	4,12	128	179	3,24
Вспашка	3,81	4,23	136	184	4,03
НСР ₀₅	0,36	F _ф <F _т	5,7	F _ф <F _т	0,38
2017-2019 гг.					
Прямой посев	4,55	4,53	109	186	4,19
Дискование	4,48	4,46	106	189	3,99
Вспашка	4,66	4,56	111	192	4,54
НСР ₀₅	F _ф <F _т	F _ф <F _т	5,2	F _ф <F _т	0,44

В острозасушливых условиях вегетации 2018 г. запасы почвенной влаги на варианте с прямым посевом способствовали незначительному увеличению урожайности (4-5%) по сравнению с другими приемами обработки почвы. В слабозасушливом 2019 г. отмечен рост урожайности гороха на варианте со вспашкой. На вариантах с дискованием и прямым посевом продуктивность была ниже на 17 и 15% соответственно. Это во многом объясняется переуплотнением слоя 20-30 см на данных вариантах в связи с отсутствием промерзания почвы в зимний период [2].

Следует отметить, что в среднем за годы исследований урожайность на вариантах с вспашкой и прямым посевом достоверно не различалась. Анализ рассеивания экспериментальных данных показал, что варьирование урожайности гороха в большей мере зависело от погодных условий периода вегетации растений ($\eta^2 = 68\%$), в меньшей степени – от приемов основной обработки почвы ($\eta^2 = 13\%$), на долю случайного варьирования приходилось 11%.

Анализ содержания протеина, крахмала, клетчатки в зерне гороха за годы исследований выявил их зависимость как от изучаемых в опы-

те вариантов, так и от погодных условий (табл. 3).

Достоверные различия по содержанию сырого протеина в зерне отмечены во все годы исследования, на варианте с прямым посевом его было существенно меньше, чем на вариантах с дискованием и вспашкой (7-8%_{отн}). В среднем за 3 года более богатое протеинами зерно гороха формировалось при использовании вспашки в качестве приема основной обработки. Коэффициент вариации содержания сырого протеина в зерне в опыте составил 8,2%.

По содержанию жира зерно, полученное при прямом посеве, в среднем за годы исследований, отличалось в сторону достоверного увели-

чения данного показателя. Содержание липидов было здесь выше на 3%_{отн} по сравнению с дискованием и на 5%_{отн} по сравнению со вспашкой. Содержание сырого жира в зерне значительно варьировалась в зависимости от погодных условий ($V = 12,3\%$).

Достаточно высокой во все годы исследований была крахмалистость зерна гороха. Она варьировалась от 46,3% (2017 г.) до 48,5% (2018 г.) Достоверных различий влияния приемов обработки почвы на данный показатель не отмечено. Аналогичная тенденция отмечена и при анализе содержания клетчатки в зерне гороха.

Таблица 3

Влияние приемов обработки почвы на показатели качества зерна гороха посевного, 2017-2019 гг.

Вариант опыта	Содержание в зерне гороха, % от с.в.			
	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	крахмал
2017 г.				
Прямой посев	19,8	0,93	4,8	46,3
Дискование	19,4	0,97	4,63	46,6
Вспашка	20,3	0,97	4,53	46
НСР ₀₅	0,75	0,04	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$
2018 г.				
Прямой посев	17,3	1,36	4,48	48,3
Дискование	18,6	1,20	4,7	47,8
Вспашка	18,7	1,16	4,75	47,2
НСР ₀₅	0,82	0,08	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$
2019 г.				
Прямой посев	19,5	1,14	4,75	46,8
Дискование	19,3	1,17	4,83	47,1
Вспашка	20,2	1,10	4,62	46,2
НСР ₀₅	0,72	0,05	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$
2017-2019 гг.				
Прямой посев	18,9	1,14	4,68	47,5
Дискование	19,1	1,11	4,72	47,2
Вспашка	19,7	1,08	4,63	46,5
НСР ₀₅	0,76	0,05	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$

Влияние приемов обработки почвы на содержание и вынос основных элементов питания, 2017-2019 гг.

Вариант опыта	Содержание, % от с.в.			Вынос, кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2017 г.						
Прямой посев	3,17	0,44	1,22	198	27,5	76,3
Дискование	3,10	0,46	1,3	196	29,0	81,9
Вспашка	3,25	0,46	1,28	237	33,5	93,3
НСР ₀₅	0,12	F _ф <F _т	F _ф <F _т	-	-	-
2018 г.						
Прямой посев	2,77	0,38	1,15	54	7,4	22,5
Дискование	2,98	0,33	1,11	54	6,0	20,3
Вспашка	2,99	0,34	1,08	58	6,6	20,8
НСР ₀₅	0,13	F _ф <F _т	F _ф <F _т	-	-	-
2019 г.						
Прямой посев	3,12	0,37	1,17	94	11,1	35,1
Дискование	3,09	0,38	1,19	86	10,6	33,1
Вспашка	3,23	0,42	1,28	112	14,6	44,4
НСР ₀₅	0,12	F _ф <F _т	F _ф <F _т	-	-	-
2017-2019 гг.						
Прямой посев	3,02	0,40	1,18	109	14,4	42,5
Дискование	3,06	0,39	1,20	105	13,4	41,2
Вспашка	3,15	0,41	1,21	123	16,0	47,3
НСР ₀₅	0,12	F _ф <F _т	F _ф <F _т	-	-	-

Проведенные агрохимические исследования выявили, что изучаемые приемы обработки оказывали существенное влияние на содержание азота. Кроме того, колебания этого элемента связаны с погодными условиями, складывающимися в год проведения исследований (табл. 4).

Содержание фосфора в зерне гороха практически не изменялось в зависимости от приема обработки почвы. При сравнении с другими вариантами меньшее содержание калия было в зерне на варианте с прямым посевом. Вынос основных элементов питания напрямую зависел от биологической урожайности культуры. Обобщенные трехлетние данные свидетельствуют о несколько большем общем выносе N, P₂O₅ и K₂O при проведении осенней вспашки.

Заключение

Фактор приема основной обработки почвы при интенсивной защите растений от комплекса вредных биофакторов в многолетней перспективе не оказывает существенного влияния на продуктивность гороха в условиях лесостепи европейской территории России. При этом в годы с минимальным количеством осадков прямой посев способствует получению более высоких урожаев по сравнению с энергозатратными приемами обработки почвы. Проведение вспашки как прием основной обработки почвы способствует большему накоплению в зерне гороха сырого протеина и увеличивает вынос основных элементов питания из почвы.

Библиографический список

1. Аленин, П. Г. Совершенствование технологии возделывания сортов гороха в условиях лесостепи среднего Поволжья / П. Г. Аленин, С. А. Кшникаткин. – Текст: непосредственный // Нива Поволжья. – 2012 – № 1 – С. 5-9.

2. Влияние приемов основной обработки почвы на динамику запасов влаги и урожайность гороха посевного в условиях лесостепи европейской части России / О. В. Букин, Д. В. Бочкарев, А. Н. Никольский, Н. В. Смолин. – Текст: непосредственный // Аграрная наука. – 2020. – № 6. – С. 58-61.

3. Эффективность применения технологии no-till в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края / А. Н. Есаулко, Е. Б. Дрепа, А. Ю. Ожередова, Е. В. Голосной. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2019. – № 7. – С. 28-31.

4. Карпова, Л. В. Продуктивность и зерновая ценность зернобобовых культур при выращивании на разных фонах питания / Л. В. Карпова. – Текст: непосредственный // Нива Поволжья. – 2010. – № 3 (16). – С. 22-26.

5. Кильдюшкин, В. М. Способы обработки, удобрения и агрофизические свойства почвы / В. М. Кильдюшкин, А. Ф. Сидоркин. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2010. – № 1. – С. 23-24.

6. Солодовников, А. П. Влияние различных приемов основной обработки черноземов южных на продуктивность чечевицы в условиях Правобережья / А. П. Солодовников, А. С. Абросимов. – Текст: непосредственный // Вестник Саратовского госагроуниверситета. – 2013. – № 4. – С. 39-44.

7. Хлопяников, А. М. Урожайность зерна кукурузы в зависимости от приемов основной обработки почвы и средств химизации / А. М. Хлопяников, А. Н. Крюков, К. Б. Ибадуллаев. – Текст: непосредственный // Вестник Брянского ГАУ. – 2012. – № 4. – С. 280-282.

8. Изменение элементов агроценоза пшеницы под влиянием обработки почвы / Л. И. Чекарёва, Е. П. Денисов, С. Г. Лихацкая [и др.]. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (53). – С. 20-22.

9. Шабает, А. И. Ресурсосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы в агроландшафтах Поволжья / А. И. Шабает. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2009. – № 4. – С. 13-15.

References

1. Alenin P. G., Kshnikatkin S. A. Sovershenstvovanie tekhnologii vozdelevaniya sortov gorokha v usloviyakh lesostepi srednego Povolzhya // Niva Povolzhya. – 2012. – No. 1. – S. 5-9.

2. Bukin O.V., Bochkarev D.V., Nikolskiy A.N., Smolin N.V. Vliyanie priemov osnovnoy obrabotki pochvy na dinamiku zapasov vlagi i urozhaynost gorokha posevnogo v usloviyakh lesostepi evropeyskoy chasti Rossii // Agrarnaya nauka. – 2020. – No. 6. – S. 58-61.

3. Esaulko A.N., Drepa E.B., Ozheredova A.Yu., Golosnoy E.V. Effektivnost primeneniya tekhnologii no-till v razlichnykh pochvenno-klimaticheskikh zonakh Stavropolskogo kraya // Zemledelie. – 2019. – No. 7. – S. 28-31.

4. Karpova L.V. Produktivnost i zernovaya tsennost zernobobovykh kultur pri vyrashchivani na raznykh fonakh pitaniya // Niva Povolzhya. – 2010. – No. 3 (16). – S. 22-26.

5. Kildyushkin V.M., Sidorkin A.F. Sposoby obrabotki, udobreniya i agrofizicheskie svoystva pochvy // Zemledelie. – 2010. – No. 1. – S. 23-24.

6. Solodovnikov A.P., Abrosimov A.S. Vliyanie razlichnykh priemov osnovnoy obrabotki chernozemov yuzhnykh na produktivnost chechevitsy v usloviyakh Pravoberezhya // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta. – 2013. – No. 4. – S. 39-44.

7. Khlopyanikov A.M., Kryukov A.N., Ibadullaev K.B. Urozhaynost zerna kukuruzy v zavisimosti ot priemov osnovnoy obrabotki pochvy i sredstv khimizatsii // Vestn. Bryansk. GAU. – 2012. – No. 4. – S. 280-282.

8. Chekmareva L.I., Denisov E.P., Likhatskaya S.G. i dr. Izmenenie elementov agrotsenoza pshe-nitsy pod vliyaniem obrabotki pochvy // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – No. 3 (53). – S. 20-22.

9. Shabaev A.I. Resursosberegayushchie tekhnologii vozdelevaniya ozimoy pshe-nitsy v agrolandshaftakh Povolzhya // Zemledelie. – 2009. – No. 4. – S.13-15.

