

АГРОХИМИЯ

Научная статья

УДК 633.351:631.445.4:631.8

doi: 10.31774/2222-1816-2021-11-2-174-186

Эффективность возделывания чечевицы на черноземе обыкновенном в зависимости от нормы высева и доз минеральных удобрений

Андрей Владимирович Федюшкин¹, Сергей Валентинович Пасько²

^{1,2}Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация

¹andrey.v.f@yandex.ru

²pasko_s@mail.ru

Аннотация. Цель: выявить эффективность возделывания чечевицы сорта Донская на черноземе обыкновенном при различных нормах высева и дозах минеральных удобрений. **Материалы и методы.** Исследования проводились в Аксайском районе Ростовской области на опытном поле федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (ФГБНУ ФРАНЦ). Объекты исследований – урожайность и содержание белка в зерне чечевицы в зависимости от нормы высева и дозы минеральных туков. Закладка опытов, учеты и математическая обработка полученных данных проводились по Б. А. Доспехову. **Результаты.** Установлено, что на урожайность чечевицы Донская оказывают существенное влияние как минеральные удобрения, так и изменение норм посева. Максимальная урожайность получена при посеве семян нормой 2,2 млн шт./га, при этом густота стояния и площадь питания растений были оптимальными для развития. Максимальная прибавка урожая была получена в варианте N₂₀P₄₀, составив 0,55 т/га. При увеличении нормы высева содержание белка в зерне чечевицы снижается. Применение минеральных удобрений приводит к существенному повышению содержания белка при всех изучаемых нормах высева. Совместное применение азотных и фосфорных удобрений приводит к повышению содержания белка по сравнению с внесением только фосфорных удобрений. Расчет агрохимической эффективности применяемых удобрений показал, что наибольшая окупаемость чечевицы при нормах 2,2 и 2,8 млн шт./га получена при внесении 20 кг д. в. фосфора, составив соответственно 1,5 и 11,5 кг/кг д. в. При посеве нормой 1,6 млн шт./га максимальная окупаемость получена при внесении 40 кг д. в. фосфора. **Выводы.** Выявлено, что экономически эффективно возделывать чечевицу при посеве семян нормой 2,2 млн шт./га с внесением 20 кг д. в. азота и 40 кг д. в. фосфора, это позволяет получить максимальный условно чистый доход (44,3 тыс. руб./га) и окупаемость прямых затрат (3,1 руб.) при наименьшей себестоимости производимого зерна (9,6 тыс. руб./т).

Ключевые слова: чечевица, урожайность, содержание белка, минеральные удобрения, окупаемость удобрений, экономическая эффективность

AGRICULTURAL CHEMISTRY

Original article

Lentil cultivation efficiency on ordinary chernozem, depending on the seeding rate and mineral fertilizers doses

Andrey V. Fedyushkin¹, Sergey V. Pasko²

^{1,2}Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russian Federation

¹andrey.v.f@yandex.ru

²pasko_s@mail.ru

Abstract. Purpose: to reveal the efficiency of the Donskaya variety lentils cultivation on ordinary chernozem at different seeding rates and doses of mineral fertilizers. **Materials and methods.** The research was carried out in Aksai district Rostov region on the experimental field of the Federal State Budget Scientific Institution “Federal Rostov Agricultural Research Centre” (FSBSI FRARC). The objects of research are the yield and protein content in lentil grain, depending on the seeding rate and the mineral fertilizers dose. The experiments setting, recording and mathematical processing of the data obtained were carried out according to B. A. Dospekhov. **Results.** It has been found that the yield of Donskaya lentils is significantly influenced by both mineral fertilizers and changes in sowing rates. The maximum yield was obtained at sowing seeds at a rate of 2.2 million pcs/ha, while the plant stand and the feeding area were optimal for development. The maximum yield increase was obtained in the N₂₀P₄₀ variant, amounting to 0.55 t/ha. As the seeding rate increases, the protein content in the lentil grain decreases. The application of mineral fertilizers leads to a significant increase in the protein content at all studied seeding rates. The combined use of nitrogen and phosphorus fertilizers leads to an increase in protein content compared to the application of only phosphorus fertilizers. Calculation of the agrochemical efficiency of the applied fertilizers showed that the highest payback of lentils at rates of 2.2 and 2.8 million pcs/ha was obtained with the introduction of 20 kg of active agent of phosphorus, amounting to 1.5 and 11.5 kg/kg active agent respectively. When sowing at a rate of 1.6 million pcs/ha, the maximum payback was obtained with the introduction of 40 kg active agent of phosphorus. **Conclusion.** It was found that it is economically efficient to cultivate lentils when sowing seeds at a rate of 2.2 million pcs/ha with the introduction of 20 kg of active agent of nitrogen and 40 kg active agent of phosphorus, this allows you to get the maximum net income (44.3 thousand rubles/ha) and payback of direct costs (3.1 rubles) with the lowest cost of grain produced (9.6 thousand rubles/ton).

Keywords: lentils, yield, protein content, mineral fertilizers, fertilizer payback, economic efficiency

Введение. Чечевица (*Lens culinaris* Medik.) – культура, выращиваемая во всем мире и способная произрастать в различных климатических условиях, имеет большое сельскохозяйственное и хозяйственное значение [1]. Содержание белка в чечевице примерно в 2 раза больше, чем в злаках, поэтому она является особенно важным источником белка в рационе многих людей во всем мире (в частности, для жителей Иордании и стран Западной и Южной Азии, Северной Африки) [2, 3]. Чечевица – симбионт для бактерий рода *Rhizobium* вида *Rh. leguminosarum*, являющихся азотфиксаторами, культура способствует таким образом накоплению, сохранению и воспроизводству почвенного плодородия. В зерне чечевицы не накапливаются нитраты, токсичные элементы и радионуклиды, поэтому она является экологически чистой продукцией [4, 5]. В связи с повышенной жаростойкостью, засухоустойчивостью и устойчивостью к стрессовым погодным

условиям чечевица – перспективная бобовая культура для выращивания в условиях засушливого климата Ростовской области [6].

Однако в настоящее время получаемый урожай зерна чечевицы в области значительно ниже ее потенциальной продуктивности и редко превышает 5–7 ц/га [7]. Одной из причин низкой продуктивности посевов является слабая изученность вопросов, связанных с нормами высева культуры, а также эффективностью применения минеральных удобрений в условиях Ростовской области.

Цель исследований – изучение эффективности возделывания чечевицы сорта Донская на черноземе обыкновенном при различных нормах высева и дозах минеральных удобрений.

Материалы и методы. Полевые исследования проводили в 2019–2020 гг. на опытном поле Федерального Ростовского аграрного научного центра (ФРАНЦ). Технология возделывания культуры общепринятая в зоне. В опыте использовали сорт чечевицы Донская селекции ФГБНУ ФРАНЦ.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, кратковременно промерзающий. Гранулометрический состав – тяжелосуглинистый, местами легкоглинистый. Содержание гумуса (по И. В. Тюрину в модификации С. Н. Симакова) – 3,6–4,0 % [8]. Содержание валового азота – 0,22–0,24 % (ГОСТ Р 58596-2019), общего фосфора – 0,17–0,18 %, калия – 2,3–2,4 % (ГОСТ 26261-84), минерального азота и подвижного фосфора (по Мачигину) – низкое, обменного калия (по Мачигину) – повышенное [9, 10].

С целью изучить влияние минеральных удобрений при различных нормах посева на эффективность возделывания чечевицы сорта Донская нами был заложен двухфакторный опыт.

Фактор А – минеральные удобрения, кг д. в.: 1) контроль (без удобрений); 2) P₂₀; 3) N₂₀P₂₀; 4) N₃₀P₂₀; 5) P₄₀; 6) N₂₀P₄₀; 7) N₃₀P₄₀.

Фактор В – норма посева чечевицы Донская, млн шт./га: 1) 1,6; 2) 2,2; 3) 2,8.

Фенологические наблюдения проводили по методикам Всероссийского института растениеводства им. Н. И. Вавилова. Содержание азота в растениях – по методу Кьельдаля, фосфора и калия – фотометрическим методом. Учет урожая – механизированно, комбайном «Сампо-500». Определение качества полученной продукции – по ГОСТ 10846-91. Статистическая обработка полученных данных – по Б. А. Доспехову [11]. Расчет экономической эффективности – по методике Всероссийского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства [12].

Результаты и обсуждение. Как показали исследования, изменение норм высева и внесение минеральных удобрений оказывали существенное влияние на урожайность чечевицы Донская (таблица 1). При посеве чечевицы нормой 1,6 млн шт./га урожайность на контроле составила 1,41 т/га. Внесение минеральных туков привело к значительному повышению урожая чечевицы. Максимальная прибавка урожая отмечалась в варианте $N_{30}P_{40}$, составив 0,25 т/га. Минимальная прибавка была отмечена в варианте $N_{20}P_{20}$, составив 0,04 т/га.

Таблица 1 – Урожайность чечевицы Донская

В т/га

Вариант (фактор А)	Норма высева (фактор В)						НСР ₀₅ (фактор В)
	1,6 млн шт./га		2,2 млн шт./га		2,8 млн шт./га		
	урожай- ность	прибав- ка	урожай- ность	прибав- ка	урожай- ность	прибав- ка	
Контроль	1,41	-	1,62	-	1,05	-	0,02
P_{20}	1,49	+0,08	1,85	+0,23	1,08	+0,03	
$N_{20}P_{20}$	1,45	+0,04	1,81	+0,19	1,08	+0,03	
$N_{30}P_{20}$	1,46	+0,05	1,71	+0,09	1,06	+0,01	
P_{40}	1,65	+0,24	2,06	+0,44	1,09	+0,04	
$N_{20}P_{40}$	1,64	+0,23	2,17	+0,55	1,10	+0,05	
$N_{30}P_{40}$	1,66	+0,25	1,94	+0,32	1,08	+0,03	
НСР ₀₅ (фактор А)	0,01	-	0,01	-	0,01	-	

При посеве чечевицы нормой 2,2 млн шт./га урожайность существенно увеличивалась в сравнении с посевом при норме 1,6 млн шт./га,

что непосредственно связано с повышением густоты стояния растений. Применение минеральных туков приводило к существенному увеличению урожайности чечевицы по всем вариантам с использованием удобрений, при этом минимальная прибавка (0,09 т/га) была получена в варианте $N_{30}P_{20}$, что, видимо, связано с негативным влиянием высоких доз азотных удобрений на развитие растений чечевицы. Максимальная урожайность была получена в варианте с внесением 20 кг д. в. азота и 40 кг д. в. фосфора.

При посеве чечевицы нормой 2,8 млн шт./га наблюдалось достоверное снижение урожайности (до 1,05–1,10 т/га по вариантам опыта) по сравнению с другими вариантами, что было непосредственно связано со значительным увеличением густоты стояния растений и усилением внутривидовой конкуренции за элементы питания, не позволяющей растениям чечевицы формировать большое количество бобов даже при применении минеральных удобрений. При данной норме высева прибавка от удобрений была минимальной и колебалась от 0,01 до 0,05 т/га. Прослеживались такие же тенденции изменения урожайности, как и при посеве чечевицы нормой 2,2 млн шт./га.

Таким образом, на урожайность чечевицы Донская оказывает существенное влияние как норма высева семян, так и вносимые минеральные удобрения. Наилучшие результаты дает внесение 20 кг д. в. азота и 40 кг д. в. фосфора при посеве нормой 2,2 и 2,8 млн шт./га и 30 кг д. в. азота, 40 кг д. в. фосфора при посеве 1,6 млн шт./га. Максимальная урожайность была получена при посеве чечевицы нормой 2,2 млн шт./га, что, видимо, связано с оптимальной для роста и развития растений густотой стояния и площадью питания. Максимальная прибавка урожая была получена в варианте с применением $N_{20}P_{40}$, составив 0,55 т/га.

Исследования показали, что содержание белка в зерне чечевицы заметно варьирует при увеличении норм высева и применении минеральных туков (таблица 2). При посеве нормой 1,6 млн шт./га в контрольном вари-

анте содержание белка составило 26,2 %. Применение минеральных удобрений приводило к повышению содержания белка по всем вариантам опыта.

Таблица 2 – Содержание белка в зерне чечевицы

В %

Вариант (фактор А)	Норма высева (фактор В)			НСР ₀₅ (фактор В)
	1,6 млн шт./га	2,2 млн шт./га	2,8 млн шт./га	
Контроль	26,2	25,7	25,3	0,4
P ₂₀	27,4	26,8	26,3	
N ₂₀ P ₂₀	27,9	27,1	26,5	
N ₃₀ P ₂₀	27,5	27,3	26,7	
P ₄₀	27,3	27,0	26,5	
N ₂₀ P ₄₀	27,6	26,7	26,4	
N ₃₀ P ₄₀	27,4	27,2	26,8	
НСР ₀₅ (фактор А)	0,3			

Было отмечено, что совместное применение азотных и фосфорных удобрений увеличивало содержание белка в зерне чечевицы по сравнению с внесением фосфорных удобрений на 0,1–0,5 %. В вариантах с совместным внесением 20 кг д. в./га фосфора и азотных удобрений в дозировках 20 и 30 кг д. в./га содержание белка было на 0,1–0,3 % выше, чем в вариантах N₂₀P₄₀ и N₃₀P₄₀. Снижение содержания белка в зерне чечевицы в данных вариантах, вероятно, было связано со значительным увеличением урожайности (см. таблицу 1).

При посеве чечевицы нормой 2,2 млн шт./га по вариантам опыта отмечалось существенное сокращение содержания белка в зерне в сравнении с посевом нормой 1,6 млн шт./га, что было непосредственно связано со значительно возросшей урожайностью зерна (см. таблицу 1). Применение минеральных туков также приводило к увеличению содержания белка в зерне чечевицы, наблюдались тенденции изменения содержания белка в зерне, аналогичные посеву чечевицы нормой 1,6 млн шт./га.

При посеве чечевицы нормой 2,8 млн шт./га также наблюдалось снижение содержания белка в зерне чечевицы по всем вариантам опыта, что, видимо, связано с увеличением внутривидовой конкуренции растений за элементы питания при загущении посевов. В варианте без применения

удобрений содержание белка составило 25,3 %. Применение минеральных удобрений приводило к увеличению показателя до 26,2–27,0 % по вариантам опыта, при этом достоверных различий по вариантам с удобрениями не наблюдалось.

Таким образом, при увеличении нормы высева чечевицы наблюдается снижение содержания белка в зерне. Так, на контроле оно снизилось с 26,2 % при посеве нормой 1,6 млн шт./га до 25,3 % при посеве нормой 2,8 млн шт./га. Применение минеральных удобрений в изучаемых дозировках приводит к существенному повышению содержания белка при всех изучаемых нормах высева. Совместное применение азотных и фосфорных удобрений приводит к повышению содержания белка по сравнению с внесением только фосфорных удобрений.

Расчет агрохимической эффективности применяемых удобрений показал, что максимальная отзывчивость чечевицы при посеве нормой 2,2 и 2,8 млн шт./га получена в варианте с внесением P_{20} , это позволяет на 1 кг д. в. удобрения получить 1,5 и 11,5 кг зерна соответственно (рисунок 1). При посеве нормой 1,6 млн шт./га наибольшая окупаемость была получена в варианте P_{40} , составив 6,0 кг/кг д. в.

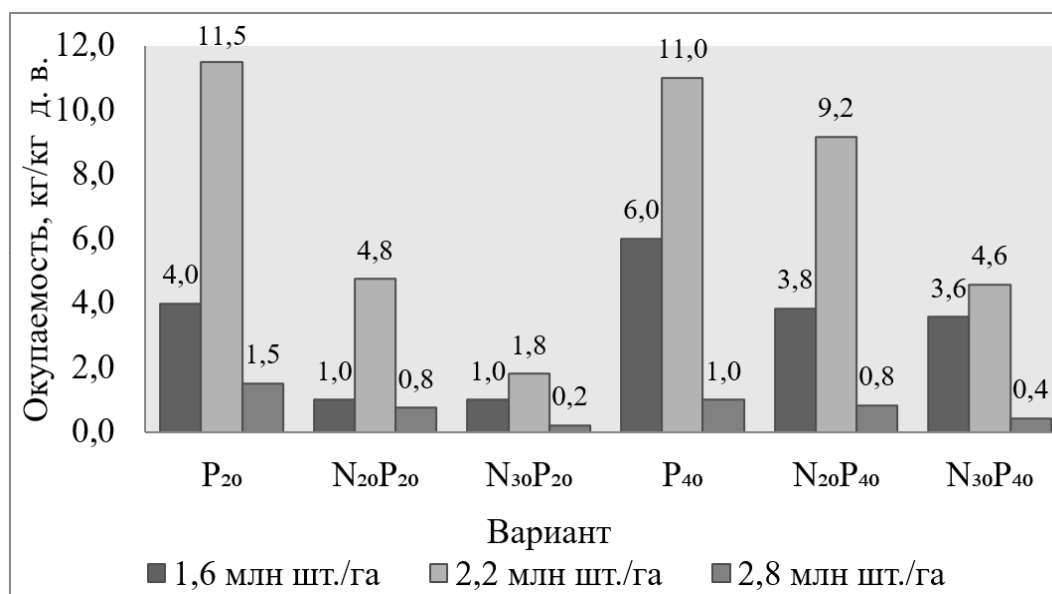


Рисунок 1 – Окупаемость минеральных удобрений, вносимых под чечевицу

Совместное применение азотных и фосфорных удобрений в дозе $N_{20}P_{40}$ позволяет получить максимальную прибавку урожая при посеве нормой 2,2 и 2,8 млн шт./га (см. таблицу 1), однако за счет увеличения дозы вносимых туков их окупаемость снижается до 9,2 и 0,8 кг/кг д. в. соответственно. Минимальная окупаемость удобрений при всех изучаемых нормах высева была получена в варианте $N_{30}P_{20}$, составив всего 0,2–1,8 кг/кг д. в.

Максимальная окупаемость минеральных удобрений получена при посеве чечевицы нормой 2,2 млн шт./га, что связано с наибольшей прибавкой урожайности при применении удобрений. Минимальная окупаемость отмечалась при посеве нормой 2,8 млн шт./га.

В среднем за годы исследований были получены следующие результаты экономической эффективности производства зерна чечевицы (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели экономической эффективности возделывания чечевицы Донская

Вариант	Показатель					
	Прямые производственные затраты, тыс. руб./га	Стоимость урожая, тыс. руб./га	Себестоимость 1 т урожая, тыс. руб.	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %	Окупаемость прямых затрат урожайем, руб.
1	2	3	4	5	6	7
Норма высева 1,6 млн шт./га						
Контроль	16,8	42,3	11,9	25,5	152,0	2,5
P_{20}	18,1	44,7	12,2	26,6	147,0	2,5
$N_{20}P_{20}$	19,0	43,5	13,1	24,5	129,0	2,3
$N_{30}P_{20}$	19,5	43,8	13,4	24,3	125,0	2,2
P_{40}	19,5	49,5	11,8	30,0	154,0	2,5
$N_{20}P_{40}$	20,4	49,2	12,4	28,8	141,0	2,4
$N_{30}P_{40}$	20,9	49,8	12,6	28,9	138,0	2,4
Норма высева 2,2 млн шт./га						
Контроль	17,0	48,6	10,5	31,6	186,0	2,9
P_{20}	18,4	55,5	9,9	37,2	202,0	3,0
$N_{20}P_{20}$	19,3	54,3	10,7	35,0	181,0	2,8
$N_{30}P_{20}$	19,8	51,3	11,6	31,5	159,0	2,6
P_{40}	19,9	61,8	9,7	42,0	211,0	3,1
$N_{20}P_{40}$	20,8	65,1	9,6	44,3	213,0	3,1
$N_{30}P_{40}$	21,2	58,2	10,9	37,0	175,0	2,7

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
Норма высева 2,8 млн шт./га						
Контроль	17,6	31,5	16,8	13,9	79,0	1,8
P ₂₀	18,9	32,4	17,5	13,5	71,0	1,7
N ₂₀ P ₂₀	19,8	32,4	18,3	12,6	64,0	1,6
N ₃₀ P ₂₀	20,3	31,8	19,2	11,5	57,0	1,6
P ₄₀	20,2	32,7	18,5	12,5	62,0	1,6
N ₂₀ P ₄₀	21,1	33,0	19,2	11,9	56,0	1,6
N ₃₀ P ₄₀	21,6	32,4	20,0	10,8	50,0	1,5

При посеве нормой 1,6 млн шт./га прямые затраты на производство чечевицы увеличивались на удобренных фонах по сравнению с контролем за счет применения минеральных туков и увеличения урожайности, при этом максимальное значение данного показателя наблюдалось в варианте N₃₀P₄₀, составив 20,9 тыс. руб./га.

Себестоимость произведенной продукции в вариантах с удобрениями была выше по сравнению с контролем, где данный показатель составлял 11,9 тыс. руб./т, что было связано с высокой стоимостью удобрений и низкой прибавкой урожая. Минимальная себестоимость была получена в варианте P₄₀, составив 11,8 тыс. руб./т. За счет увеличения урожайности в вариантах с удобрениями возрастал условно чистый доход, при этом рентабельность и окупаемость прямых затрат урожаем были ниже, чем на контроле, за исключением варианта с внесением 40 кг д. в./га фосфора, где данные показатели были максимальны и составили 154 % и 2,5 руб. соответственно.

При посеве чечевицы нормой 2,2 млн шт./га происходило существенное повышение прямых затрат по всем вариантам опыта за счет увеличения затрат на посевной материал и значительно увеличившейся урожайности. За счет существенного увеличения урожайности в вариантах с удобрениями возрастала стоимость урожая и, как следствие, снижалась себестоимость продукции в вариантах P₂₀, P₄₀ и N₂₀P₄₀ до 9,9; 9,7 и 9,6 тыс. руб./т соответственно. Минимальная себестоимость была получена в варианте N₂₀P₄₀, со-

ставив 9,6 тыс. руб./т. Необходимо отметить, что при данной норме высева за счет существенного повышения урожайности происходило увеличение условно чистого дохода, рентабельности и окупаемости прямых затрат по сравнению с посевом чечевицы нормой 1,6 млн шт./га. Максимальные значения данных показателей были получены при внесении под чечевицу минеральных туков в дозе $N_{20}P_{40}$, составив соответственно 44,3 тыс. руб./га, 213 % и 3,1 руб.

При посеве чечевицы нормой 2,8 млн шт./га наблюдалось значительное увеличение прямых затрат и себестоимости в сравнении с другими изучаемыми нормами высева за счет повышения затрат на посев и снижения урожайности и прибавки урожая в вариантах с удобрениями. При этом также наблюдалось резкое снижение как условно чистого дохода и рентабельности, так и окупаемости прямых затрат по всем вариантам опыта. Максимальное значение данных показателей было получено в варианте без применения удобрений, составив соответственно 13,9 тыс. руб./га, 79 % и 3,1 руб. При внесении минеральных туков наилучшие показатели были получены в варианте P_{20} , где условно чистый доход составил 13,5 тыс. руб./га, рентабельность 72 %, а окупаемость затрат 1,7 руб.

Таким образом, установлено, что наиболее экономически эффективно высевать чечевицу сорта Донская нормой 2,2 млн шт./га, это позволяет существенно снизить производственные затраты и себестоимость единицы продукции при получении наивысшего условно чистого дохода, рентабельности производства и наибольшей окупаемости прямых затрат. При этом максимальный условно чистый доход (44,3 тыс. руб./га) и рентабельность производства (213 %) получены в варианте с внесением $N_{20}P_{40}$, а себестоимость произведенной продукции минимальна (9,6 тыс. руб./т).

Выводы. На урожайность чечевицы Донская оказывают существенное влияние как применяемые минеральные туки, так и изменение нормы высева. Максимальная урожайность была получена при посеве чечевицы

нормой 2,2 млн шт./га, при этом густота стояния и площадь питания растений, видимо, были оптимальны для развития чечевицы. Максимальная прибавка при данной норме высева была получена в варианте с применением $N_{20}P_{40}$, составив 0,55 т/га.

Увеличение нормы высева приводит к снижению содержания белка в зерне чечевицы по всем вариантам опыта. Применение минеральных удобрений в изучаемых дозировках приводит к существенному повышению содержания белка при всех изучаемых нормах высева. Совместное применение азотных и фосфорных удобрений приводит к повышению содержания белка по сравнению с внесением только фосфорных удобрений.

С точки зрения экономической эффективности производство зерна чечевицы наиболее целесообразно при посеве нормой 2,2 млн шт./га, что позволяет существенно снизить производственные затраты и себестоимость единицы продукции при получении наивысшего условно чистого дохода, рентабельности производства и наибольшей окупаемости прямых затрат. Наиболее экономически эффективно при данной норме высева возделывание чечевицы с применением минеральных удобрений в дозе $N_{20}P_{40}$, что позволяет получить при наивысшей окупаемости прямых затрат (3,1 руб.) и рентабельности (213 %) наибольший доход (44,3 тыс. руб./га) и минимальную себестоимость производимого зерна (9,6 тыс. руб./т).

Список источников

1. Hosseinzadeh S. R., Ahmadpour R. Evaluation of vermicompost fertilizer application on growth, nutrient uptake and photosynthetic pigments of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under moisture deficiency conditions // *Journal of Plant Nutrition*. 2018. Vol. 41, № 10. P. 1276–1284. DOI: 10.1080/01904167.2018.1450419.

2. Turk M. A., Tawaha A. M., El-Shatnawi M. K. J. Response of lentil (*Lens culinaris* Medik.) to plant density, sowing date, phosphorus fertilization and ethephon application in the absence of moisture stress // *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2003. Vol. 189, № 1. P. 1–6. DOI: 10.1046/j.1439-037X.2003.00002.x.

3. Effect of plant growth-promoting rhizobacteria on growth, nodulation and nutrient accumulation of lentil under controlled conditions / M. Zafar, M. K. Abbasi, M. A. Khan, A. Khaliq, T. Sultan, M. Aslam // *Pedosphere*. 2012. Vol. 22, № 6. P. 848–859. DOI: 10.1016/S1002-0160(12)60071-X.

4. Есаулко А. Н., Галда Д. Е. Влияние минеральных удобрений на агрохимические показатели чернозема и продуктивность чечевицы в условиях Ставропольского края // Плодородие. 2016. № 6(93). С. 21–23.

5. Шляпина М. С., Гладков Д. В. Влияние органических удобрений на величину листовой поверхности и урожайность чечевицы // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2016. № 2(39). С. 54–59.

6. Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность чечевицы в богарных условиях Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 11. С. 43–47. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11106.

7. Приемы возделывания чечевицы в богарных условиях Ростовской области / В. А. Кулыгин, А. И. Клименко, Н. Н. Вошедский, А. В. Гринько, О. А. Целуйко // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 4(36). С. 47–54. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11204.

8. Продуктивность люцерны в зависимости от способа обработки почвы и удобрения покровной культуры / А. В. Федюшкин, А. В. Парамонов, С. В. Пасько, В. И. Медведева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 3(71). С. 104–107.

9. Лабынцев А. В., Целуйко О. А., Медведева В. И. Качество люцерны и многолетней травосмеси в зависимости от применяемых удобрений и способов обработки почвы // Зерновое хозяйство России. 2012. № 6. С. 37–42.

10. Пасько С. В., Федюшкин А. В. Оптимизация минерального питания яровой пшеницы на черноземе обыкновенном // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 10. С. 33–36. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11007.

11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Альянс, 2011. 352 с.

12. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники / А. В. Шпилько [и др.]. М.: ГП УСЗ Минсельхозпрома России, 1998. 219 с.

References

1. Hosseinzadeh S.R., Ahmadpour R., 2018. Evaluation of vermicompost fertilizer application on growth, nutrient uptake and photosynthetic pigments of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under moisture deficiency conditions. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 41, no. 10, pp. 1276-1284, DOI: 10.1080/01904167.2018.1450419.

2. Turk M.A., Tawaha A.M., El-Shatnawi M.K.J., 2003. Response of lentil (*Lens culinaris* Medik.) to plant density, sowing date, phosphorus fertilization and ethephon application in the absence of moisture stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, vol. 189, no. 1, pp. 1-6, DOI: 10.1046/j.1439-037X.2003.00002.x.

3. Zafar M., Abbasi M.K., Khan M.A., Khaliq A., Sultan T., Aslam M., 2012. Effect of plant growth-promoting rhizobacteria on growth, nodulation and nutrient accumulation of lentil under controlled conditions. *Pedosphere*, vol. 22, no. 6, pp. 848-859, DOI: 10.1016/S1002-0160(12)60071-X.

4. Esaulko A.N., Galda D.E., 2016. *Vliyanie mineral'nykh udobreniy na agrokhimicheskie pokazateli chernozema i produktivnost' chechevitsy v usloviyakh Stavropol'skogo kraya* [Influence of mineral fertilizers on agrochemical parameters of chernozem and lentils productivity under the conditions of Stavropol territory]. *Plodorodie* [Fertility], no. 6(93), pp. 21-23. (In Russian).

5. Shlyapina M.S., Gladkov D.V., 2016. *Vliyanie organicheskikh udobreniy na velichinu listovoy poverkhnosti i urozhaynost' chechevitsy* [Influence of organic fertilizers on the size of the lentils leaf surface and crop yield]. *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy*

agrarnyy universitet) [Bull. NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)], no. 2(39), pp. 54-59. (In Russian).

6. Voshedsky N.N., Kulygin V.A., 2020. *Vliyanie elementov tekhnologii vozdeleyvaniya na urozhaynost' chechevitsy v bogarnykh usloviyakh Rostovskoy oblasti* [Influence of tillage technology elements on the lentils yield under dry conditions of Rostov region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex], vol. 34, no. 11, pp. 43-47, DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11106. (In Russian).

7. Kulygin V.A., Klimenko A.I., Voshedsky N.N., Grinko A.V., Tseluiko O.A., 2020. *Priemy vozdeleyvaniya chechevitsy v bogarnykh usloviyakh Rostovskoy oblasti* [Methods of lentil cultivation in dry conditions of Rostov region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Grain Legumes and Cereals], no. 4(36), pp. 47-54, DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11204. (In Russian).

8. Fedyushkin A.V., Paramonov A.V., Pasko S.V., Medvedeva V.I., 2018. *Produktivnost' lyutserny v zavisimosti ot sposoba obrabotki pochvy i udobreniya pokrovnoy kul'tury* [Yielding capacity of alfalfa, depending on soil treatment methods and the nurse crop fertilization]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bull. of Orenburg State Agrarian University], no. 3(71), pp. 104-107. (In Russian).

9. Labyntsev A.V., Tseluiko O.A., Medvedeva V.I., 2012. *Kachestvo lyutserny i mnogoletney travosmesi v zavisimosti ot primenyaemykh udobreniy i sposobov obrabotki pochvy* [The quality of alfalfa and perennial grass mixture depending on the applied fertilizers and ways of tillage]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* [Grain Farming of Russia], no. 6, pp. 37-42. (In Russian).

10. Pasko S.V., Fedyushkin A.V., 2018. *Optimizatsiya mineral'nogo pitaniya yarovoy pshenitsy na chernozeme obyknovennom* [Optimization of mineral nutrition of spring wheat on ordinary chernozem]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex], vol. 32, no. 10, pp. 33-36, DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11007. (In Russian).

11. Dospekhov B.A., 2011. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniya)* [Method of Field Experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Alliance Publ., 352 p. (In Russian).

12. Shpilko A.V. [et al.], 1998. *Metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti tekhnologiy i sel'skokhozyaystvennoy tekhniki* [Methodology for Determining the Economic Efficiency of Technologies and Agricultural Machinery]. Moscow, GP USZ of the Ministry of Agriculture of Russia, 219 p. (In Russian).

Информация об авторах

А. В. Федюшкин – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук;

С. В. Пасько – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук.

Information about the authors

A. V. Fedyushkin – Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences;

S. V. Pasko – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 26.01.2021; одобрена после рецензирования 24.03.2021; принята к публикации 31.03.2021.

The article was submitted 26.01.2021; approved after reviewing 24.03.2021; accepted for publication 31.03.2021.