6. Zar'yanova Z. A., Osin A. A., Kiryuhin S. V. Kormovaya produktivnost' i dolgoletie otdel'nykh vidov mnogoletnih trav i travosmesej v usloviyah Orlovskoj oblasti // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2014. № 1 (9). P. 72-78.
7. Kramarenko M. V. Jefferktivnost' sposobov sovmestnogo poseva lyucerno-myatlikovykh travosmesej // Izvestiya OGAU. 2010. N 28-1. T. 4. P. 50-52.
8. Lazarev N. N., Blagoveschenskij G. V. Mnogoletnie travy v intensivnom molochnom skotovodstve Zapadnoj Evropy // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2015. № 6. P. 101-107.
9. Loshakov V. G. Jekologicheskie i fitosanitarnye funkicii zelenogo udobreniya // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2018. № 5. P. 30-42.
10. Hismatullin M. M. Bobovye i bobovo-zlakovyie mnogoletnie travy - sostavnaya chast' organicheskogo zemledeliya respubliki Tatarstan // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. V.14. №2(53). P. 64-67.
11. Shmeleva N. V. Parametry sootnosheniya komponentov v bobovo-zlakovykh travostoyah s ispol'zovaniem netradicionnykh kormovykh kul'tur v Verhnevolzh'e // Vladimirskij zemledec. 2020. №2(92). P. 43-46.
12. Jesedullaev S. T. Nauchnye osnovy sozdaniya dolgoletnih vysokourozhajnykh bobovo-zlakovykh travostoev v Verhnevolzh'e // Vladimirskij zemledec. 2015. № 1 (71). P. 20-23.
13. Kansanen P., Goals rue (Galegaorientalis) - new persistent forage légume // Efficient Grossland Farming. Berks. 2013. № 1. P. 294- 295.
14. Mitt J. Untersuchungen zum Futterwert von Almweiden bei Unter-schiedlicher Bewirtschaftung // Bauer. Landw. 2012. № 58. P. 442-450.

Author's information

Fomin Sergey Denisovich, Head of the Center for Scientometric Analysis and International Indexing Systems, Volgograd State Agrarian University (RF, 400002, Volgograd, Universitetsky prospect, 26), Doctor of Technical Sciences, Associate Professor ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7910-9284> E-mail: fsd_58@mail.ru

Kudryashov Alexander Vladimirovich, Junior Researcher of the Department of Environmental Management, FSBSI "Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences" (416251, Russia, Astrakhan region, Chernoyarsk district, village of SolenoyeZaimishche, Severny block, house 8), stone75@list.ru, tel. 89275652943, ORCID-0000-0002-0914-6239.SPIN code 6898-4860

Информация об авторах

Фомин Сергей Денисович, заведующий Центром наукометрического анализа и международных систем индексирования, Волгоградский государственный аграрный университет (РФ, 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, 26), доктор технических наук, доцент ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7910-9284> E-mail: fsd_58@mail.ru

Кудряшов Александр Владимирович, младший научный сотрудник отдела рационального природопользования ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН» (416251, Россия, Астраханская область, Черноярский район, с. Соленое Займище, квартал Северный, дом 8), stone75@list.ru, tel. 89275652943, ORCID-0000-0002-0914-6239.SPIN-код 6898-4860.

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-06

THE INFLUENCE OF ELEMENTS OF CULTIVATION TECHNOLOGY ON THE YIELD AND FEATURES OF WATER CONSUMPTION OF A NEW VARIETY OF PEAS «SOTNIK» IN RAIN-FED CONDITIONS

N. N. Voshedsky, V. A. Kulygin, O. A. Tseluyko

*Federal State Budget Institution «Federal Rostov Agrarian Scientific Center»,
Rostov region*

Received 15.10.2021

Submitted 28.11.2021

Abstract

Introduction. The purpose of the research is to establish the optimal method of basic tillage, the background of mineral nutrition on yield and the features of water consumption of a new variety of peas Sotnik in the rain-fed conditions of the Rostov region. **Materials and methods.** The place and

time of the research - the experimental hospital of the Federal State Budget Institution «Federal Rostov Agrarian Scientific Center» 2019-2020. The soil of the experimental site is represented by ordinary chernozem, carbonate medium-thick light loam on loess-like loam. The content of humus in the arable layer is 4.0...4.2 %, total nitrogen-0.22...0.25 % of mobile phosphorus and potassium - 39 and 545 mg/kg, respectively. The reaction of the solution (pH) is 7.1...7.3. The density of the soil in the layer of 0 ... 30 cm is 1.26 g/cm³. In the experiments, the variety of peas «Sotnik» was used. We studied: factor A: methods of basic tillage-1) plowing by 25-27 cm (control); 2) combined (surface by 14-16 cm + crevice by 40-45 cm); 3) chisel by 25-27 cm; factor B: fertilizer backgrounds (high-N₃₀P₈₀K₈₀; medium-N₁₅P₄₀K₄₀; control without fertilizers). During the field experiment, generally accepted methods were used (B. A. Dospekhov, 1985, A. N. Kostyakov, 1961, A. F. Vadyunina, 1986).

Results. The yield of peas cultivated in rain-fed conditions is significantly affected by the provision of plants with heat and moisture during the critical period of water consumption. Grain yield in the years with optimal heat and moisture supply of the «flowering-fruit formation» period (hydrothermal coefficient=1.15) and stressful conditions (hydrothermal coefficient=0.29) was higher by 28.1-38.7%, with a corresponding decrease in water consumption coefficients by 29.2-32.2%. The use of an average fertilizer rate of N₁₅P₄₀K₄₀ allowed to increase the yield of peas, regardless of the method of basic tillage, by 17.8-20.0%, and a high rate of N₃₀P₈₀K₈₀ – by 32.4-33.6%, compared with the control. The highest return from the use of fertilizers was noted for the average background of nutrition – 2.84-3.05 kg/kg. Plowing gave a slightly higher yield, which turned out to be 1.5-5.4% higher than with combined and chisel treatments. At the same time, the lowest cost (10.49 thousand rubles/ton) and the highest profitability (138.2%) were provided by chisel processing. **Conclusions.** The best average yield of peas was obtained on the variant with plowing and the norm of fertilizers N₃₀P₈₀K₈₀-2.03 t / ha.

Keywords. Peas, basic processing, fertilizer, yield, heat and moisture availability, water consumption.

Citation. Voshedsky N. N., Kulygin V. A., Tseluyko O. A. The influence of elements of cultivation technology on the yield and features of water consumption of a new variety of peas Sotnik in rain-fed conditions. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 4(64). 58-68 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-06.

Author's contribution. The author of this study directly planned, performed and analyzed the results of this study.

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

УДК 635.657:631.445.4

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НОВОГО СОРТА ГОРОХА «СОТНИК» В БОГАРНЫХ УСЛОВИЯХ

Н. Н. Вошедский, кандидат сельскохозяйственных наук

В. А. Кулыгин, кандидат сельскохозяйственных наук

О. А. Целуйко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Ростовская обл., п. Рассвет,
Российская Федерация

Дата поступления в редакцию 15.10.2021

Дата принятия к печати 18.11.2021

Аннотация. Цель исследований – установление способа основной обработки почвы, фона минерального питания, оптимальных для урожайность с учетом особенностей водопотребления нового сорта гороха «Сотник» в богарных условиях Ростовской области. **Материалы и методы.** Место и время проведения исследований – опытный стационар ФГБНУ ФРАНИЦ, 2019-2020 гг. Почва опытного участка представлена чернозёмом обыкновенным, карбонатным среднесильным легкосуглинистым на лессовидном суглинке. Содержание гумуса в пахотном слое 4,0...4,2 %, общего азота – 0,22...0,25 % подвижного фосфора и калия – соответственно 39

и 545 мг/кг. Реакция раствора (рН) – 7,1...7,3. Плотность почвы в слое 0...30 см – 1,26 г/см³. В опытах использовался сорт гороха «Сотник». Изучались: фактор А: способы основной обработки почвы – 1) вспашка на 25-27 см (контроль); 2) комбинированная (поверхностная на 14-16 см + щелевание на 40-45 см); 3) чизельная на 25-27 см; фактор В: фоны удобрений (высокий – N₃₀P₈₀K₈₀; средний – N₁₅P₄₀K₄₀; контроль без удобрений). При проведении полевого опыта использовали общепринятые методики (Б. А. Доспехов, 1985, А. Н. Костяков, 1961, А. Ф. Вадюнина, 1986). **Результаты.** На урожайность гороха, возделываемого в богарных условиях, существенное влияние оказывает обеспеченность растений теплом и влагой в критический период водопотребления. Урожайность зерна в годы с оптимальной тепло- и влагообеспеченностью периода «цветение – образование плодов» (ГТК=1,15) и стрессовыми условиями (ГТК=0,29) оказалась выше на 28,1-38,7 % при соответствующем снижении коэффициентов водопотребления на 29,2-32,2 %. Применение средней нормы удобрений N₁₅P₄₀K₄₀ позволяло увеличить урожайность гороха независимо от способа основной обработки почвы на 17,8-20,0 %, высокой нормы N₃₀P₈₀K₈₀ – на 32,4-33,6 % по сравнению с контролем. Самая высокая отдача от применения удобрений отмечена по среднему фону питания – 2,84-3,05 кг/кг. Вспашка давала несколько более высокую урожайность, которая оказалась на 1,5-5,4 % выше, чем при комбинированной и чизельной обработках. При этом самая низкая себестоимость (10,49 тыс. руб./т) и самая высокая рентабельность (138,2 %) обеспечивалась чизельной обработкой. **Выводы.** Лучший средний показатель урожайности гороха получен на варианте со вспашкой и нормой удобрений N₃₀P₈₀K₈₀ – 2,03 т/га.

Ключевые слова: возделывание гороха, условия возделывания гороха, сорта гороха, «Сотник».

Цитирование. Вошедский Н. Н., Целуйко О. А., Кулыгин В. А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность и особенности водопотребления нового сорта гороха «Сотник» в богарных условиях. *Известия НВ АУК*. 2021. 4(64). 58-68. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-06.

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования непосредственно планировали, выполняли и анализировали результаты данного исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Горох – самая распространенная в РФ зернобобовая культура, главная ценность которой – высокое содержание белка в зерне – до 20-27 %. Эта культура отличается хорошей сбалансированностью аминокислотного состава, хорошими вкусовыми качествами, высокой усвояемостью организмом человека и животных. Горох менее требователен к почвенно-климатическим условиям, что способствует широкому ареалу распространения его возделывания [4, 10, 15]. Площадь выращивания данной культуры в РФ к 2020 г. достигла 1353,7 тыс. га. Основные направления использования гороха как полевой культуры – продовольственное, зернофуражное и укосное. Зерно является ценным сырьем для получения крупы, муки, производства зеленого горошка, лопатки и другой продукции. Неуклонно возрастает кормовое значение культуры: зерно гороха в расчете на 1 кормовую единицу содержит 150 г перевариваемого протеина. В качестве кормов горох находит широкое применение в комбикормовой промышленности, используется в виде фуража, зеленого корма, силоса, сена, сенажа. Обладая высокой азотфиксирующей способностью (оставляет в почве 40-50 кг/га биологического азота), горох играет большую агротехническую роль, улучшает экологическое состояние агроценозов, является одним из лучших предшественников для большинства сельскохозяйственных культур в севооборотах [4, 8, 10]. В частности, известно, что горох по сбережению влаги как предшественник под озимую пшеницу занимает промежуточное место между черным паром и пропашными. Другим достоинством гороха является его способность самостоятельно извлекать фосфор из труднодоступных для других культур соединений. В

условиях длительного теплого периода, характерного для южных регионов, горох выращивается и как промежуточная культура, что позволяет с одной и той же площади получать два-три урожая в год. Как показывает практика, опыт передовых хозяйств, выращивание гороха на юге России перспективно и выгодно, а зерно данной культуры в современных рыночных условиях имеет высокий и стабильный спрос [3, 8].

Однако фактическая продуктивность гороха на юге России в целом, и Ростовской области, в частности, значительно ниже реального потенциала культуры. Так, в Ставропольском крае, являющемся лидером РФ по валовому сбору гороха, средняя урожайность за 2018 г. не превысила 1,65 т/га. В Ростовской области этот показатель был еще ниже – 1,28 т/га. Самая высокая урожайность получена в Краснодарском крае – 2,11 т/га, хотя и этот показатель не соответствует реальному потенциалу культуры.

Недостаточно высокая продуктивность гороха на юге России обусловлена рядом объективных и субъективных факторов. Усиление аридности климата, неблагоприятные метеорологические факторы, создающие стрессовые условия вегетации культуры, негативно влияют на урожайность [3, 9]. Недостаточная разработанность элементов технологии возделывания с учетом их привязки к конкретным почвенно-климатическим условиям [1, 5-7, 12-14]. Слабая изученность особенностей водопотребления культуры при усилении засух [3, 11]. Дефицит урожайных, устойчивых к полеганию сортов гороха отечественной селекции. Переменчивая, часто неблагоприятная для сельхозпроизводителей конъюнктура цен на зерно культуры. Дефицит перерабатывающих мощностей, применение которых значительно повышает рентабельность производства гороха. В связи с этим объектом наших исследований являлся новый сорт гороха «Сотник», выведенный селекционерами ФГБНУ ФРАНЦ, совершенствование элементов технологии его возделывания.

Цель исследований – установление оптимального способа основной обработки почвы, фона минерального питания на урожайность и особенности водопотребления нового сорта гороха «Сотник» в богарных условиях Ростовской области.

Материалы и методы. Опыты проводились на опытном стационаре ФГБНУ ФРАНЦ 2019-2020 гг. Климат зоны проведения исследований – засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Почва опытного участка представлена чернозёмом обыкновенным, карбонатным среднесуглинистым на лессовидном суглинке. Содержание гумуса в пахотном (0-30 см) слое составляло 4,0-4,2 %, общего азота – 0,22-0,25 %, подвижного фосфора и калия – соответственно 39 и 545 мг/кг. Реакция почвенного раствора (рН) – 7,1...7,3 ед. Плотность почвы в слое 0-30 см – 1,26 г/см³ [2]. Площадь опытной деланки последнего порядка – 80 м². Размещение вариантов рендомизированное. Предшественником гороха в годы исследований являлась озимая пшеница. При проведении полевого опыта использовали общепринятые методики (Б. А. Доспехов, 1985, А. Н. Костяков, 1961, А. Ф. Вадюнина, 1986).

Полевые опыты проводились по типичной схеме, применяемой в ФГБНУ ФРАНЦ при изучении зернобобовых культур [2]. Пространственное расположение опыта – в трехкратной повторности. Изучались два фактора, которые были наложены друг на друга.

Фактор А – способ основной обработки почвы: 1) вспашка на 25-27 см (контроль); 2) комбинированная (поверхностная на 14-16 см + щелевание на 40-45 см); 3) чизельная на 25-27 см. Фактор В – фон удобрений: 1) без удобрений (контроль) (б/у); 2) средний – N₁₅P₄₀K₄₀ (0,5 NPK); 3) высокий – N₃₀P₈₀K₈₀ (NPK).

Подготовка почвы под посев гороха включала несколько этапов: лущение стерни сразу после уборки предшественника; внесение фосфорно-калийных удобрений; основная обработка (вспашка, комбинированная, чизельная); предпосевная культивация.

Минеральные удобрения применялись дробно: перед основной обработкой вносили суперфосфат и азотный калий дозами $P_{40}K_{40}$ и $P_{80}K_{80}$, под предпосевную культивацию – аммиачную селитру дозами N_{15} и N_{30} . Норма высева семян гороха составляла 1,2 млн шт./га. Важнейшим фактором получения качественного семенного и товарного зерна гороха является своевременная обработка поля против брухуса, являющегося основным вредителем культуры в нашей зоне. Первая обработка проводилась в начале цветения гороха, вторая – при достижении фазы цветения 70-75 процентов растений опрыскиванием карате-зеон 120 г/га.

Результаты и обсуждение. Условия вегетации гороха по разным периодам роста и развития растений в годы исследований имели существенные отличия как по продолжительности характерных фаз, так и по показателям сумм активных температур, элементов водного баланса (осадки (X), расход воды из почвы (ΔW), суммарного водопотребления (E)), среднесуточного расхода воды, гидротермического коэффициента (ГТК). Разные способы основной обработки почвы и фоны минерального питания оказывали некоторое влияние на отличия сроков наступления и продолжительности фаз развития растений, но соответствующая разница не превышала 1-2 суток. При этом следует отметить, что в предпосевной период гороха отмечались некоторые отличия в показателях запасов продуктивной почвенной влаги метрового слоя при разных основных обработках: на участках комбинированной и чизельной обработок эти показатели были на 4-6 % выше, чем по вспашке. Однако уже к периоду начала цветения растений эта разница в почвенных влагозапасах нивелировалась. Характерны показатели тепло-влажнообеспеченности гороха на варианте со вспашкой и высоким фоном удобрений НРК (таблица 1).

Таблица 1 – Тепловлажнообеспеченность вегетационных периодов гороха сорта «Сотник», 2019-2020 гг.

Table 1 – Heat and moisture availability of vegetation periods of peas of the Sotnik variety, 2019-2020

Период вегетации/ Growing season	Год / Year	Дни / Days Amount	Сумма Т, °С / Amount T, °C	ΔW , м³/га / ΔW , m³/ha	X , м³/га / X , m³/ha	E , м³/га / E , m³/ha	ГТК / SCC	Ср. расход воды, м³/га / Sr. water consumption, m³/ha
Посев – всходы / Sowing – shoots	2019	11	119,2	315	346	661	2,90	60,9
	2020	19	126,4	256	8	264	0,06	13,9
Всходы – цветение / Shoots - flowering	2019	37	620,4	176	654	830	1,05	22,4
	2020	38	438,9	297	342	639	0,78	16,8
Цветение – образован. плодов / Blooming - educated. fruits	2019	20	482,1	204	142	346	0,29	17,3
	2020	17	268,8	362	310	672	1,15	39,5
Образован плодов- полн. спелость / For- mation of fruits is com- plete. ripeness	2019	24	556,1	565	68	633	0,12	26,4
	2020	25	567,3	380	178	558	0,31	22,3
Вегетационный период / Growing season	2019	81	1658,6	931	864	1795	0,52	22,1
	2020	80	1275,0	1039	720	1759	0,56	22,0
Посев – полная спе- лость / Sowing - full ripeness	2019	92	1777,8	1246	1210	2456	0,68	26,7
	2020	99	1401,4	1295	838	2133	0,60	21,6

Период «посев – всходы» в разные годы исследований имел значительные отличия по показателям обеспеченности растений теплом и влагой. В 2019 г. имели место значительное количество атмосферных осадков, благоприятные тепловые условия для быстрых всходов гороха, что отражено высокими показателями ГТК – 2,9 и среднесуточным расходом влаги – 60,0 м³/га. В 2020 г. этот период оказался значительно более продолжительным, растянувшись на 19 суток, что обусловлено низкими среднесуточными температурами воздуха (6,7 °С) и минимальным количеством осадков, которое наглядно отражено в соответствующих показателях. Период от всходов до цветения гороха по тепло-влагообеспеченности в годы исследований был благоприятным для растений, что видно из ГТК, составившего в 2019 г. – 1,05, в 2020 г. – 0,78.

Период «цветение – образование плодов» для гороха является критическим по потребности растений в воде и во многом оказывает существенное влияние на дальнейшее формирование урожайности. В 2019 году этот период характеризовался небольшим количеством атмосферных осадков (14,2 мм) и высокими среднесуточными температурами воздуха (24,1 °С), что отразилось на показателях ГТК и среднесуточного расхода влаги, которые не превысили 0,29 и 17,3 м³/га. Аналогичные условия 2020 г. оказались значительно благоприятнее для культуры: умеренные среднесуточные температуры и более высокая сумма осадков предопределили ГТК периода 1,15 при среднесуточном расходе влаги – 39,5 м³/га, появлению плодов на 3 суток раньше, чем в предыдущем году. Период от образования плодов до полной спелости гороха в годы исследований также имел существенные отличия по тепло-влагообеспеченности, что отражено в показателях ГТК: в 2019 г. = 0,12, в 2020 г. – 0,31.

В целом ГТК вегетационного периода гороха в 2019 г. оказался более высоким – 0,68, против 0,60 в 2020 г., что обусловлено значительным количеством атмосферных осадков, выпавших в тот год от посева до всходов, когда потребность культуры во влаге умеренная. При этом в период активной вегетации растений (всходы – полная спелость) несколько лучшие показатели ГТК отмечены в 2020 г. – 0,56, против 0,52. Сравнивая тепло-влагообеспеченность гороха в период наибольшей потребности растений во влаге (цветение – образование плодов), отмечаем значительно лучшие показатели 2020 г., когда гидротермический коэффициент периода достиг 1,15, а в предыдущем году он не превысил 0,29.

Отличия условий вегетации гороха, вызванные разными способами основной обработки почвы и фонами минерального питания, а также разными показателями тепло-влагообеспеченности по периодам вегетации в годы исследований, отразились на показателях урожайности (таблица 2).

Отмечается заметная разница в показателях урожайности на изучаемых вариантах по годам исследований. Так, при норме удобрений N₃₀P₈₀K₈₀ и разных способах основной обработки почвы урожайность гороха в 2020 году достигала 2,13-2,28 т/га, что на 0,42-0,50 т/га, или на 23,5-28,1 % больше, чем в 2019 г. Аналогичная разница на фоне N₁₅P₄₀K₄₀ и без удобрений составила 0,49-0,58 т/га (33,8-38,7 %) и 0,28-0,34 т/га (21,4-25,6 %). Данные отличия имели место за счет значительно лучшей тепло-влагообеспеченности культуры в критический по отношению к влаге период вегетации гороха – цветение – появление плодов. Лучший показатель урожайности зерна отмечен в 2020 г. на варианте со вспашкой и высокой нормой удобрений – 2,28 т/га. Наиболее высокая в абсолютном значении средняя урожайность гороха отмечена в условиях высокого фона питания (N₃₀P₈₀K₈₀) и вспашки – 2,03 т/га.

Приведенные данные характеризуют устойчивую тенденцию увеличения урожайности гороха по мере возрастания фона удобрений на вариантах опытов. При этом увеличение интенсификации основной обработки почвы по изучаемым вариантам повлияло на повышение урожайности зерна в меньшей степени.

Таблица 2 – Урожайность гороха сорта «Сотник» в зависимости от разных факторов, т/га, 2019–2020 гг., ФГБНУ ФРАНЦ

Table 2 – Yield of peas of the Sotnik variety depending on from various factors, t/ha, 2019-2020, FSBSI FRARC

Способ основной обработки / Basic processing method	Фон минерального питания, год / Background of mineral nutrition, year								
	Без удобрений (б/у) / Without fertilizers (used)			N ₁₅ P ₄₀ K ₄₀ (0,5NPK)			N ₃₀ P ₈₀ K ₈₀ (NPK)		
	2019	2020	сред.	2019	2020	сред. / average	2019	2020	сред. / average
Вспашка / Plowing	1,32	1,65	1,49	1,50	2,08	1,79	1,78	2,28	2,03
Комбинированная / Combined	1,31	1,59	1,45	1,49	1,98	1,74	1,71	2,13	1,92
Чизельная / Chisel	1,33	1,67	1,50	1,51	2,03	1,77	1,79	2,21	2,00
2019 г.: НСР ₀₅ = 0,09 т/га; фактор А: НСР ₀₅ – 0,07 т/га; фактор В: НСР ₀₅ – 0,10 т/га. 2020 г.: НСР ₀₅ = 0,1 т/га; фактор А: НСР ₀₅ – 0,07 т/га; фактор В: НСР ₀₅ – 0,11 т/га. 2019 : NSR ₀₅ = 0,09 t/ha; factor A: NSR ₀₅ – 0,07 t/ha; factor B: NSR ₀₅ – 0,10 t/ha. 2020 : NSR ₀₅ = 0,1 t/ha; factor A: NSR ₀₅ – 0,07 t/ha; factor B: NSR ₀₅ – 0,11 t/ha.									

Норма удобрений N₁₅P₄₀K₄₀ стимулировала увеличение средней урожайности гороха, которое при изучаемых способах основной обработки почвы было в пределах 0,27-0,29 т/га, или 17,8-20,0 % по сравнению с контролем. Высокий уровень питания (N₃₀P₈₀K₈₀) обеспечивал получение аналогичной прибавки 0,47-0,51 т/га, что составило 32,4-33,6 %. Лучшая отдача от применения удобрений отмечена в условиях среднего фона питания, изменяясь при разных способах основной обработки почвы в пределах 2,84-3,05 кг дополнительной продукции на единицу внесения. При высоком фоне питания такие же показатели не превысили 2,27-2,68 кг/кг.

Несколько иные закономерности получены при анализе влияния способов основной обработки почвы на урожайность гороха. Более высокие показатели получены в условиях вспашки (контроль). Однако, независимо от фона удобрений, снижение урожайности по другим обработкам составило: по комбинированной – 0,04-0,11 т/га, или 2,7-5,4 %, по чизельной не превысило 0,01-0,03 т/га, или 0,7-1,5 % по сравнению с контролем. При этом на вариантах с высоким фоном удобрений себестоимость и рентабельность продукции, соответственно, составила: по вспашке – 11,61 тыс. руб./т и 115,5 %; по комбинированной обработке – 10,54 тыс. руб./т и 137,1 %; по чизелеванию – 10,49 тыс. руб./т и 138,2 %.

Таким образом, из изучаемых способов основной обработки наиболее рациональным при возделывании гороха является чизелевание, которое при минимальном снижении урожайности, по сравнению со вспашкой, обеспечивает более рациональное использование материальных ресурсов.

Разное количество атмосферных осадков и суммы активных температур обусловило значительные отличия вегетационных периодов гороха в годы исследований и оказало определенное влияние на элементы водопотребления культуры (ΔW , X , E), а также коэффициент водопотребления (K_v) – соотношение суммарного водопотребления и урожайности. Характерны данные на вариантах с разными способами основной обработки почвы и высоким фоном удобрений (таблица 3).

Составляющие водного баланса гороха в годы исследований имели существенные отличия за счет значительной разницы в количестве выпавших атмосферных осадков за вегетационный период: в 2019 г. – 1210 м³/га, в 2020 г. – 838 м³/га. Соотношение

расхода воды из почвы и осадков в рассматриваемые годы составило: по вспашке – 50,7 и 49,3 %, 60,7 и 39,3 %; комбинированной обработке – 51,6 и 48,4 %, 61,6 и 38,4 %; чизелевании – 52,0 и 48,0 %, 62,0 и 38,0 %. При этом коэффициенты водопотребления гороха в 2020 г. были существенно ниже, составив по отношению к 2019 г.: по вспашке – 67,8 %; комбинированной обработке – 70,0 %; чизелевании – 70,8 %.

Таблица 3 – Водный баланс гороха «Сотник» при разных способах основной обработки почвы на фоне NPK, 2019–2020 гг.

Table 3 – Water balance of Centurion peas with different methods of basic tillage against the background of NPK, 2019-2020

Способ основной обработки/ Basic processing method	Год / Year	ΔW , м ³ /га ΔW , m ³ /ha	X , м ³ /га X , m ³ /ha	E , м ³ /га E , m ³ /ha	Y , т/га / Y , t/ha	K_v , м ³ /т / K_v , m ³ /t
Чизельная Chisel	2019	1310	1210	2520	1,79	1408
	2020	1365	838	2203	2,21	997
	средние average	1338	1024	2362	2,00	1181
Комбинированная Combined	2019	1288	1210	2498	1,71	1461
	2020	1342	838	2180	2,13	1023
	средние average	1315	1024	2339	1,92	1218
Вспашка Plowing	2019	1246	1210	2456	1,78	1380
	2020	1295	838	2133	2,28	936
	средние average	1271	1024	2295	2,03	1130

Из приведенных данных следует, что в менее обеспеченном осадками 2020 г. влага расходовалась растениями гороха значительно эффективнее, чем в более влажном 2019 г. В среднем наиболее рационально влага использовалась на вариантах со вспашкой, что подтверждает самый низкий коэффициент водопотребления гороха – 1130 м³/т. В условиях чизелевания аналогичный показатель был больше, но не превышал при этом 4,5 %.

Выводы. На урожайность гороха, возделываемого в богарных условиях, существенное влияние оказывает не только необходимое для нормального роста и развития растений количество атмосферных осадков, но и их рациональное распределение по критическим по отношению к влаге периодам вегетации. Сравнивая урожайность в годы с оптимальной тепло-влагообеспеченности периода «цветение – образование плодов» (ГТК=1,15) и стрессовыми условиями (ГТК=0,29), следует отметить разницу в показателях на 28,1-38,7 % при соответствующем снижении коэффициентов водопотребления на 29,2-32,2 %.

Применение средней нормы удобрений N₁₅P₄₀K₄₀ позволяло увеличить урожайность гороха, независимо от способа основной обработки почвы, на 17,8-20,0 %, высокой нормы N₃₀P₈₀K₈₀ – на 32,4-33,6 %, по сравнению с контролем. Самая высокая отдача от применения удобрений отмечена в условиях среднего фона питания, составив при разных способах основной обработки почвы 2,84-3,05 кг дополнительной продукции на единицу внесения.

Из способов основной обработки почвы несколько более высокая урожайность отмечена после традиционной вспашки. Однако снижение этого показателя после комбинированной и чизельной обработок при разных фонах удобрений не превысило 1,5-

5,4 %. При этом самая низкая себестоимость (10,49 тыс. руб./т) и самая высокая рентабельность (138,2 %) обеспечивалась чизельной обработкой. Лучший средний показатель урожайности гороха получен на варианте со вспашкой и нормой удобрений $N_{30}P_{80}K_{80} - 2,03$ т/га.

Библиографический список

1. Влияние способа основной обработки почвы и внесения удобрений на урожайность и экономическую эффективность возделывания гороха / В. Д. Соловиченко, В. В. Никитин, А. П. Карабутов [и др.] // Земледелие. 2018. № 5. С. 20-23.
2. Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А. Влияние приемов возделывания на урожайность чечевицы в богарных условиях в Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. № 11. С. 43-47.
3. Гаевая Э. А., Васильченко А. П. Урожайность гороха в зависимости от погодных условий Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 2. С. 32-34.
4. Гатаулина Г. Г., Бельшикина М. Е. Соя и другие зернобобовые культуры: импортировать или производить? // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31 № 8. С. 5-11.
5. Данилов А. Н., Летучий А. В., Пимонов К. И. Агрохимическая оценка применения удобрений при возделывании усатых форм гороха // Аграрный научный журнал. 2015. № 11. С. 6-9.
6. Киселёва Т. С., Рзаева В. В. Влияние основной обработки почвы на урожайность зернобобовых культур в северной лесостепи Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 1. С. 21-25.
7. Котлярова Е. Г., Лубенцов С. М. Пищевой режим почвы под горохом в зависимости от способа обработки и доз минеральных удобрений // Агрохимический вестник. 2016. № 3. С. 33-38.
8. Медведев Г. А., Екатериничева Н. Г. Влияние основной обработки почвы на урожайность и экономическую эффективность возделывания зерновых бобовых культур на южных черноземах // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2016. № 2 (42). С. 90-96.
9. Постников П. А. Метеорологические условия и урожайность гороха в севооборотах // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 10. С. 57-60.
10. Савельев В. А. Горох: монография. Саратов: Вузовское образование, 2018. 231 с. <http://www.iprbookshop.ru/75041.html>
11. Тедеева А. А., Оказова З. П. Продолжительность межфазных периодов вегетации гороха // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 3-4. С. 632-635.
12. Урожайность и качество зерна одновидового и смешанных посевов гороха при внесении минеральных удобрений / И. Л. Безгодова, Н. Ю. Коновалова, Е. Н. Прядыльщикова, Г. Г. Благовещенская, А. А. Завалин // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 7. С. 75-79.
13. Целуйко О. А., Парамонов А. В. Влияние длительного применения удобрений на урожайность гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 2. С. 46-51.
14. Эффективность различных приемов основной обработки почвы под горох / В. И. Турусов, В. М. Гармашов, И. М. Корнилов, Н. А. Нужная, С. Е. Дудченко // Земледелие. 2016. № 8. С. 22-24.
15. Medvedev E. B. The impact of soil cultivation methods and fertilizers on the soil fertility performance and crop yields under the conditions on the northern part on the Donetsk Highland // Grain Crops/ 2018. Vol. 2. No. 2. P. 314-323.

Conclusions. The yield of peas cultivated in rain-fed conditions is significantly influenced not only by the amount of precipitation necessary for normal growth and development of plants, but also by their rational distribution over the vegetation periods critical to moisture. Comparing the yield in the years with the optimal heat and moisture supply of the "flowering – fruit formation" period ($SCC=1.15$) and stressful conditions ($SCC=0.29$), it should be noted the difference in indicators by 28.1-38.7% with a corresponding decrease in water consumption coefficients by 29.2-32.2%.

The use of an average fertilizer rate of $N_{15}P_{40}K_{40}$ allowed to increase the yield of peas, regardless of the method of basic tillage, by 17.8-20.0%, and a high rate of $N_{30}P_{80}K_{80}$ – by 32.4-33.6%, compared with the control. The highest return from the use of fertilizers was noted in the conditions of an average nutrition background, amounting to 2.84-3.05 kg of additional products per unit of application with different methods of basic tillage.

Of the methods of basic tillage, a slightly higher yield was noted after traditional plowing. However, the decrease in this indicator after combined and chisel treatments with different backgrounds of fertilizers did not exceed 1.5-5.4%. At the same time, the lowest cost (10.49 thousand rubles/ton) and the highest profitability (138.2%) were provided by chisel processing. The best average yield of peas was obtained on the variant with plowing and the norm of fertilizers $N_{30}P_{80}K_{80}$ - 2.03 t / ha.

References

1. Vliyanie sposoba osnovnoj obrabotki pochvy i vneseniya udobrenij na urozhajnost' i jekonomicheskuyu jeffektivnost' vozdel'nyaniya goroha / V. D. Solovichenko, V. V. Nikitin, A. P. Karabutov [i dr.] // Zemledelie. 2018. № 5. P. 20-23.
2. Voshedskij N. N., Kulygin V. A. Vliyanie priemov vozdel'nyaniya na urozhajnost' chechevicy v bogarnyh usloviyah v Rostovskoj oblasti // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2020. № 11. P. 43-47.
3. Gaevaya Je. A., Vasil'chenko A. P. Urozhajnost' goroha v zavisimosti ot pogodnyh uslovij Rostovskoj oblasti // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2016. № 2. P. 32-34.
4. Gataulina G. G., Belyshkina M. E. Soya i drugie zernobobovye kul'tury: importirovat' ili proizvodit'? // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2017. T. 31 № 8. P. 5-11.
5. Danilov A. N., Letuchij A. V., Pimonov K. I. Agrohimičeskaya ocenka primeneniya udobrenij pri vozdel'nyanii usatyh form goroha // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2015. № 11. P. 6-9.
6. Kisel'jova T. S., Rzaeva V. V. Vliyanie osnovnoj obrabotki pochvy na urozhajnost' zernobobovyh kul'tur v severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2021. T. 35. № 1. P. 21-25.
7. Kotlyarova E. G., Lubencov S. M. Pischevoj rezhim pochvy pod gorohom v zavisimosti ot sposoba obrabotki i doz mineral'nyh udobrenij // Agrohimičeskij vestnik. 2016. № 3. P. 33-38.
8. Medvedev G. A., Ekaterinicheva N. G. Vliyanie osnovnoj obrabotki pochvy na urozhajnost' i jekonomicheskuyu jffektivnost' vozdel'nyaniya zernovyh bobovyh kul'tur na yuzhnyh chernozemah // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. 2016. № 2 (42). P. 90-96.
9. Postnikov P. A. Meteorologicheskie usloviya i urozhajnost' goroha v sevooborotah // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2018. T. 32. № 10. S. 57-60.
10. Savel'ev V. A. Goroh: monografiya. Saratov: Vuzovskoe obrazovanie, 2018. 231 c. <http://www.iprbookshop.ru/75041.html>
11. Tedeeva A. A., Okazova Z. P. Prodolzhitel'nost' mezhfaznyh periodov vegetacii goroha // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2016. № 3-4. P. 632-635.
12. Urozhajnost' i kachestvo zerna odnovidovogo i smeshannyh posevov goroha pri vnesenii mineral'nyh udobrenij / I. L. Bezgodova, N. Yu. Konovalova, E. N. Pryadil'schikova, G. G. Blagoveschenskaya, A. A. Zavalin // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2016. T. 30. № 7. P. 75-79.
13. Celujko O. A., Paramonov A. V. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobrenij na urozhajnost' goroha // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2020. № 2. P. 46-51.
14. Jefferktivnost' razlichnyh priemov osnovnoj obrabotki pochvy pod goroh / V. I. Turusov, V. M. Garmashov, I. M. Kornilov, N. A. Nuzhnaya, S. E. Dudchenko // Zemledelie. 2016. № 8. P. 22-24.
15. Medvedev E. B. The impact of soil cultivation methods and fertilizers on the soil fertility performance and crop yields under the conditions on the northern part on the Donetsk Highland // Grain Crops/ 2018. Vol. 2. No. 2. P. 314-323.

Information about the authors

Nikolay Nikolayevich Voshedsky, Head of the Laboratory of landscape agriculture, agrochemistry and varietal agrotechnics of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Rostov Agricultural Research Centre" (346735 s. Institutskaya 1, Aksaysky district, Rassvet village, Rostov region, Russia), Candidate of Agricultural Sciences, Honored Worker of Agriculture of Russia, E-mail: dzni-szr@mail.ru.

Kulygin Vladimir Anatolyevich, leading researcher of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Rostov Agricultural Research Centre" (346735 s. Institutskaya 1, Aksaysky district, Rassvet village, Rostov region, Russia), Candidate of Agricultural Sciences, E-mail: kulygin-vladimir@rambler.ru.

Oksana Anatolyevna Tseluyko, Scientific Secretary of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Rostov Agricultural Research Centre" (346735 sl. Institutskaya 1, Aksaysky district, Rassvet village, Rostov region, Russia), Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, E-mail: dzni@mail.ru.

Информация об авторах

Вошедский Николай Николаевич, заведующий лабораторией ландшафтного земледелия, агрохимии и сортовой агротехники Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (346735 ул. Институтская 1, Аксайский район, п. Рассвет, Ростовская обл., Россия), кандидат сельскохозяйственных наук, Заслуженный работник сельского хозяйства России, E-mail: dzni-szr@mail.ru.

Кулыгин Владимир Анатольевич, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (346735 ул. Институтская 1, Аксайский район, п. Рассвет, Ростовская обл., Россия), кандидат сельскохозяйственных наук, E-mail: kulygin-vladimir@rambler.ru.

Целуйко Оксана Анатольевна, Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (346735 ул. Институтская 1, Аксайский район, п. Рассвет, Ростовская обл., Россия), кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, E-mail: dzni@mail.ru.

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-07

FACTORS THAT DETERMINE THE FOREST CONDITIONS OF «ETEREVSKY SANDY MASSIF»

A.K. Kulik, M.V. Vlasenko, R. N. Bulkushkin

*Federal State Budget Scientific Institution
«Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Science», Volgograd*

Received 12.07.2021

Submitted 26.10.2021

Abstract

Introduction. The most effective and rational form of economic use on sandy lands is afforestation. To draw up scientifically based projects for the development of sandy massifs for the purpose of afforestation, materials are needed on the phytoecological characteristics of sandy arenas: relief, state of soil and vegetation cover, climate, groundwater level. **Object.** The object of research is the «Eterevisky sandy massif». **Materials and methods.** Satellite images from Google, ESRI, Sentinel 2, Landsat 5 were used to determine the boundaries of the sandy massif and calculate the areas of forest plantations. Their processing was carried out in the QGIS program. At key sites, the state of the soil and vegetation cover was monitored using the reconnaissance survey method. The morphological description of the soil sections was carried out on the basis of the field guide of soils of Russia. The aim of the research was to study the factors influencing the forest growing conditions of the «Eterevisky sandy massif». **Results and conclusion.** The area of the massif is 18.5 thousand hectares. The main areas of the massif are used for unregulated grazing. The most typical plant representatives of the sandy massif are species growing on the soils of ancient aeolian sediments with a deep groundwater level and on loose sands with different depths of the groundwater level and hilly relief. Ground waters occur at a level of 2-20 m. The formation of various types and subtypes of soils in the sandy massif occurs under the influence of the relief, underlying rocks, vegetation, moisture regime, and anthropogenic impact. Hilly and ridge sands occupy about 15 thousand hectares. Of these, open sands account for 445 hectares, overgrown sands account for 10855 hectares, pine plantations - 3400 hectares, deciduous stands - 300 hectares. In the period 1990-2021. the share of open sands decreased by 2 times, the area of pine plantations decreased by 620 hectares. Fires are the main cause of plant destruction.