

Особенности агротехнологии производства сарептской горчицы в условиях Волгоградской области

Русакова Г.Г., Лебедь Н.И., Парахневич Е.Д., Парахневич Д.В., Русакова М.М.

Аннотация. Цель исследования – на основе теоретических и экспериментальных исследований подобрать комплекс научно-обоснованных агротехнических мероприятий возделывания сарептской горчицы для получения максимального урожая с наименьшими затратами. Материалами и методами исследования при выполнении данной работы являлось изучение и систематизация многочисленных источников информации по методам выращивания сарептской горчицы. Основные результаты представлены в оптимизации всех агротехнологических операций производства с конкретными рекомендациями по их реализации: место в севообороте, основная обработка почвы, внесение удобрений, предпосевная обработка почвы, посев, уход за посевами, защита растений горчицы от вредителей и болезней, уборка урожая, очистка и сортировка семян. В результате построена логистическая цепь возделывания сарептской горчицы, предусматривающая выполнение комплекса научно-обоснованных агротехнических мероприятий для получения максимального урожая с наименьшими затратами. Новизной работы является интеграция собственных исследований и других авторов по различным агротехнологическим операциям производства сарептской горчицы для разработки комплексной методологии решения проблемы эффективного ее возделывания.

Ключевые слова: горчица, сарепта, агротехнологии, хранение.

Для цитирования: Русакова Г.Г., Лебедь Н.И., Парахневич Е.Д., Парахневич Д.В., Русакова М.М. Особенности агротехнологии производства сарептской горчицы в условиях Волгоградской области // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 3. С. 53–60.

Features of agricultural technology for the production of Sarepta mustard in the conditions of the Volgograd region

Rusakova G.G., Lebed N.I., Parakhnevich E.D., Parakhnevich D.V., Rusakova M.M.

Abstract. The purpose of the study is to select a set of science-based agrotechnical measures for the cultivation of Sarepta mustard on the basis of theoretical and experimental studies to obtain the maximum yield at the lowest cost. Materials and methods of research in the performance of this work was the study of numerous sources of information on the methods of growing Sarepta mustard. The main results are presented in the optimization of all agrotechnological operations of production with specific recommendations for their implementation: place in the crop rotation, basic tillage, fertilization, pre-sowing tillage, sowing, caring for crops, protecting mustard plants from pests and diseases, harvesting, cleaning and seed sorting. As a result, a logistic chain for the cultivation of Sarepta mustard has been built, which provides for the implementation of a set of science-based agrotechnical measures to obtain the maximum yield at the lowest cost. The novelty of the work is the integration of own research and other authors on various agrotechnological operations of the production of Sarepta mustard to develop a comprehensive methodology for solving the problem of its effective cultivation.

Keywords: mustard, sarepta, agrotechnologies, storage.

For citation: Rusakova G.G., Lebed N.I., Parakhnevich E.D., Parakhnevich D.V., Rusakova M.M. Features of agricultural technology for the production of Sarepta mustard in the conditions of the Volgograd region. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 3. pp. 53–60. (In Russ.).

Введение

Существует 40 видов горчицы, но самые популярные – белая, черная и сарептская [1].

В России выращивают два вида горчицы: сизую (сарептскую) и белую. Черная горчица в нашей стране не находит промышленного применения.

Сарептская горчица является пряно-масличной культурой.

Среди масличных культур сарептская горчица по посевным площадям занимает четвертое место после подсолнечника, сои и льна масличного. Площадь посева сарептской горчицы в России составляет 250 тыс. га. На долю Поволжья приходится 187 тыс. га или 72 %. Основные площади сконцентрированы в небольшом количестве областей, а именно (тыс. га): Волгоградской - 144,7; Саратовской - 37,7; Ростовской - 10,8; Курганской - 13,2; Новосибирской - 13,7; Омской - 4,9 и Республике Башкыртостан - 3,6. В Волгоградском регионе горчица является традиционной масличной культурой. Посевы горчицы реагируют на погодные условия, внесение удобрений, подготовку почвы [10].

Семена горчицы являются сложной многокомпонентной смесью разного класса химических соединений. В своем составе они содержат свободные жирные кислоты, триглицериды, белки, углеводы, фосфолипиды, альдегиды, кетоны, ферменты, витамины, тиогликозиды и целый ряд других неидентифицированных соединений [2, 11].

Химический состав семян горчицы зависит от многих факторов: сорта семян, степени зрелости, географической зоны произрастания, климатических условий, состава почвы, используемых удобрений и других экологических факторов [3].

Цель исследования – на основе теоретических и экспериментальных исследований подобрать комплекс научно-обоснованных агротехнических мероприятий возделывания сарептской горчицы для получения максимального урожая с наименьшими затратами.

Объекты и методы исследований

Материалами и методами исследования при выполнении данной работы являлось изучение многочисленных источников информации по методам выращивания сарептской горчицы, часть из которых приведена в списке литературы.

Результаты

Лучшие предшественники – пар и озимые после пара, зернобобовые, оборот пласта многолетних трав [12].

Недопустимо размещать посевы по крестовидным культурам (горчица, рапс, сурепица, редька, турнепс и др.) раньше, чем через 5...6 лет, так как это ведет к накоплению вредителей и болезней,

а также засорению падалицей. Крайне нежелательные предшественники – просо и однолетние травы.

Горчица является отличным медоносом и предшественником для зерновых и кормовых культур, особенно, если выращивать ее широкорядным способом. Она выполняет фитосанитарную роль в севообороте: уменьшает корневые гнили у ячменя и пшеницы, способствует улучшению структуры почв и повышению их плодородия. При хорошем развитии горчица легко справляется с сорняками. Замечено, что даже поле, засоренное пыреем ползучим и горчаком, освобождается до некоторой степени от этих злостных сорняков.

В задачу основной обработки почвы входит уничтожение сорняков, придание пахотному слою оптимального сложения, накопление и сбережение влаги, предотвращение ветровой и водной эрозии.

Основную обработку почвы под горчицу на семенных участках проводят дифференцированно с учетом конкретных условий. При размещении горчицы по зерновым предшественникам после их уборки проводят качественное лущение стерни на глубину 6...8 см.

Если поля засорены однолетними сорняками, то по мере их появления лущение повторяют на 8...10 и 12...14 см с последующей осенней вспашкой на 25...27 см (до 30).

При засорении полей многолетними сорняками применяют систему улучшенной зяби, включающую в себя раннее дисковое лущение на 6...8 см, лемешное лущение на 10...12 см плугом-лушительщиком (после отрастания сорняков) и осеннюю вспашку на 25...27 см (до 30). При сильном засорении посевов эффективна послыйная обработка с применением гербицидов группы 2,4 Д. Их вносят после лущения стерни по отросшим розеткам сорняков при температуре не ниже 12...14 °С и норме расхода 2...3 кг/га д.в. Вспашку зяби проводят на 25...27 см (до 30 см) не раньше, чем через 10...15 сут. после опрыскивания гербицидами.

Положительное значение для горчицы имеет дополнительное углубление пахотного слоя, особенно на солонцеватых почвах с применением трех ярусной вспашки или вспашки с почвоуглубителями.

В степных районах, где почвы подвержены ветровой эрозии используют систему плоскорезных обработок с оставлением на поверхности поля стерни. Эта система включает 1...2 мелких обработки почвы культиваторами-плоскорезами и безотвальное рыхление плоскорезами-глубоко-рыхлителями. Их проводят в те же сроки, что и систему улучшенной зяби или послыйные обработки. Если после 1-го или 2-го мелкого рыхления многолетние сорняки хорошо отрастают (5...6 листьев), то их обрабатывают гербицидом группы 2,4 Д так же, как это делается при подготовке зяби. На полях, подверженных водной и ветровой эрозии, основную обработку почвы обязательно сочетают с противоэрозионными

мероприятиями (обработка плоскорезами с оставлением стерни, вспашка поперек склонов и т.д.).

На полях возделывания горчицы в зимний период проводят снегозадержание снегопахом-валкователем.

Отклонение средней глубины обработки почвы от заданной при лущении не должно превышать 2 см. Верхний слой почвы после рыхления должен быть мелкокомковатым, а поверхность обработанного поля – слитной и ровной. Лущение проводят поперек направления движения уборочных агрегатов со скоростью не более 10 км/ч.

Отклонение от заданной глубины при вспашке не должно превышать $\pm 5\%$ на ровных участках и $\pm 10\%$ на неровных. Ширина и толщина пластов должна быть одинакова, растительные остатки и удобрения полностью запаханы, а гребни пластов должны иметь равную высоту. Не допускаются высокие свальные гребни, глубокие развальные борозды между отдельными проходами, а также скрытые огрехи.

Минеральные удобрения являются одним из основных факторов формирования высокого урожая семян горчицы. Это связано с повышенным выносом из почвы элементов минерального питания. На формирование 1 т семян горчица потребляет 55...60 кг азота, 25...30 кг фосфора и 25...35 кг калия, а кальция, магния, бора и серы – в 3,5 раза больше, чем зерновые культуры.

Минеральные удобрения вносят под основную обработку почвы.

Благодаря способности высокой усвояющей корневой системы, горчица хорошо использует удобрения из почвы и дает значительные приросты урожая семян, более высокие, чем другие культуры.

Если удобрения не вносили под основную обработку, их следует внести весной при посеве из расчета N 20-40 P 20...40 кг/га, а на почвах бедных калием вносят K 40...60 кг/га.

Для повышения семенной продуктивности и содержания эфирного масла в семенах горчицы целесообразно использовать удобрения содержащие серу (до 30 кг/га в пересчете на серу).

На участках с повышенной кислотностью ($\text{pH} < 6$) под вспашку вносят известковую муку из расчета 1,0...1,5 т/га.

На бедных микроэлементами почвах (дерново-подзолистые, лесные, песчаные и др.) вносят до 30...50 кг/га серы и 2...3 кг/га борной кислоты.

Наиболее эффективный прием – внесение гранулированного суперфосфата или аммофоса во время сева в количестве 20...50 кг/га.

Горчица положительно отзывается и на органические удобрения. Однако их следует вносить под предшествующую культуру в дозе 30...40 т/га, т.к. прямое применение навоза под горчицу увеличивает количество сорняков и затягивает созревание культуры.

Рекомендуемые оптимальные дозы минеральных и органических удобрений могут быть изме-

нены в каждом хозяйстве с учетом агрохимических картограмм и планируемой урожайности горчицы.

Главной целью предпосевной обработки почвы под горчицу является тщательное выравнивание поверхности поля, уничтожение всходов сорняков и сохранение влаги на глубине заделки семян и, таким образом, создание оптимальных условий для высококачественного посева, обеспечивающего дружные всходы. Допосевная обработка зяби должна быть минимальной, ее проводят по «спелой» почве с учетом весеннего состояния пашни, условий весны.

Высококачественная зябь позволяет ограничиться весной одной предпосевной культивацией на глубину 4...5 см. Культивацию следует проводить поперек вспашки или под углом к ней.

На невыровненной зяби перед предпосевной культивацией проводят обработку почвы выравнивателями или культиваторами в агрегате с боронами.

Для борьбы с однолетними злаковыми и некоторыми двудольными сорняками применяют гербициды трефлан или нитран в количестве 3...4 кг/га до посева с немедленной заделкой в почву культиваторами.

Оптимальным сроком посева горчицы принято считать устойчивое прогревание почвы на глубине заделки семян $+8 \div +10$ °С. Этот период обычно совпадает с посевом ранних колосовых культур. Сельскохозяйственная наука и многолетняя практика показывают, что урожай горчицы при раннем сроке посева, как правило, на 15...25 % выше, чем при позднем (через 20 дн.) [4].

Однако на сильно засоренных полях целесообразно проводить культивацию после массового прорастания сорняков, а горчицу сеять в средние сроки.

Растения горчицы сарептской с увеличением площади питания значительно увеличивают семенную продуктивность за счет ветвей второго и последующих порядков. При рядовом посеве основной урожай семян обеспечивается за счет центральной ветви, а при широкорядном – за счет увеличения числа ветвей первого и последующих порядков.

На хорошо подготовленных и чистых от сорняков полях лучшие результаты дает рядовой посев с междурядьями 15 см при норме 1,5...2,0 млн всхожих семян на 1 га (8...10 кг/га). На орошаемых участках и при хорошем запасе влаги в почве целесообразно увеличить норму высева до 2,5...3 млн всхожих семян на 1 га (9...12 кг/га). В зонах недостаточного увлажнения Поволжья и Ростовской области, особенно при малых запасах осенне-зимней влаги и сильном засорении полей сорняками, а также на семеноводческих посевах предпочтение следует отдавать широкорядному способу с междурядьями 45...70 см при норме 1 млн всхожих семян на 1 га (4...5 кг/га) [5, 6].

Посев горчицы осуществляют сеялками, проведя замену в редукторе шестерен, соответственно,

на шестерни, предназначенные для вала туковых аппаратов. Можно применять овощные сеялки [7].

Важное значение имеет глубина заделки семян, которая зависит от типа почвы и степени увлажнения ее верхнего слоя. При раннем сроке сева, когда верхний слой почвы еще влажный, глубина заделки семян не должна превышать 3...4 см, по мере пересыхания верхнего слоя допускается глубина посева 5...6 см на тяжелых почвах и даже до 7...8 см на легких, если на этой глубине имеется влага.

Для получения дружных всходов обязательно до или после посевное прикапывание кольчато-зубчатыми катками.

При образовании плотной почвенной корки эффективно довсходовое боронование поперек рядов посева легкими боронами или ротационной мотыгой при скорости движения агрегата 5...6 км/ч.

При загущенных посевах и массовом появлении сорняков на участках обычного рядового посева применяется боронование всходов. Его следует выполнять в фазе 3...5 настоящих листьев. При раннем проведении этой работы посевы изреживаются вследствие уничтожения и присыпания всходов почвой, а запаздывание с этим приемом не дает желаемого эффекта, так как растения сорняков успевают хорошо укорениться. Боронование должно выполняться при сухой погоде во второй половине дня, когда растения горчицы теряют тургор и меньше повреждаются. Скорость движения агрегатов не должна превышать 3...5 км/ч. Для уменьшения глубины хода (и повреждения культурных растений) зубья борон должны быть направлены косым срезом вперед.

Культивацию междурядий на широкорядных посевах следует начинать в фазе 3...4 настоящих листьев. Обычно проводится 1...2 обработки на глубину 5...6 см. Для первой культивации применяются в каждом междурядии 2 односторонние плоскорежущие лапки и в центре 1 стрельчатая. Вторая культивация при необходимости выполняется до начала стеблевания растений. При междурядной обработке нельзя допускать повреждения растений.

Решающим условием получения высоких урожаев семян является их защита от вредителей и болезней.

Наиболее опасными вредителями горчицы сарептской являются крестоцветные блошки, рапсовый пилильщик, рапсовый цветоед, рапсовый листоед, капустная тля, скрытнохоботник, капустная моль, крестоцветный клоп и др.

К числу наиболее распространенных болезней горчицы относятся: мучнистая и ложная мучнистая роса, белая ржавчина и фузариоз.

Нередки случаи, когда из-за несвоевременного выполнения защитных мероприятий посевы культуры полностью уничтожались такими вредителями, как крестоцветные блошки и листогрызущие гусеницы.

Для защиты растений от вредителей и болез-

ней важно сочетать агротехнические, химические и биологические мероприятия.

К агротехническим мерам относится постоянное уничтожение сорной растительности на краях полей, обочинах дорог, межах, залежах и в лесополосах; соблюдение чередования культур в севообороте; глубокая зяблевая вспашка с предварительным лущением стерни; оптимальные сроки посева; уничтожение пожнивных остатков и падалицы крестоцветных растений.

Из биологических мер эффективно применение против гусениц и ложногусениц листогрызущих вредителей (пилильщиков, моли, листоедов, белянок и др.) таких биологических препаратов, как эктобактерин-3 и битоксибаниллин в дозе 3 кг препарата на гектар посевов.

Наиболее экономичным и эффективным способом защиты всходов горчицы сарептской от крестоцветных блошек является посев семенами, инкрустированными перед посевом одним из следующих препаратов: 35 % текучей пасты (т. пс.) адифура (25...30 л/т); 35 % т. пс. брифура (15 л/т); 35 % т. пс. дейфура (15 л/т) или 35 % т. пс. фурадана (15 л/т). Обработка семян предохраняет всходы горчицы в течение 7...10 дней от повреждений крестоцветными блошками. Инкрустацию семян производится в день посева [8].

При обнаружении на погонном метре рядка 20 и более жуков блошки, посев следует опрыскнуть 40 %-м концентратом эмульсии (к.э.) метафоса (0,75...1,5 л/га) или 18 %-м смачивающимся порошком (с.п.) вофатокса (1,5...2,0 кг/га).

В период вегетации против клопов, листогрызущих гусениц, капустной моли, рапсового пилильщика, горчичной белянки и листоеда, а также против рапсового цветоеда, скрытнохоботника и тлей посевы до цветения опрыскивают одним из препаратов: карбофос карате, метафос, суми-альфа, метилпаратион, фастак, децис.

Опрыскивание проводят машинами с нормой расхода рабочего раствора 200...300 л/га. Авиационную обработку выполняют самолетами с расходом рабочей жидкости 50...100 л/га.

Не следует проводить опрыскивания поля при скорости ветра более 3 м/с. Эту работу лучше всего выполнять ранним утром, вечером, ночью или в пасмурные дни, когда отсутствуют восходящие потоки воздуха. Обработку поля наземной техникой следует начинать с подветренной стороны при движении агрегата под углом около 45° к направлению ветра.

Для защиты растений от ложной мучнистой росы эффективно применять 80 %-й с.п. поликарбодина (12,4 кг/га) и препарат 80 %-й с.п. цинеба (1,8...3,6 кг/га д.в.), против мучнистой росы 1 %-й раствор коллоидной серы (20 кг/га).

При работе с препаратами необходимо строго соблюдать инструкции по технике безопасности.

Горчицу убирают как двухфазным (раздельным) способом, так и прямым комбайнированием

Таблица 1 – Размер решет для первичной очистки вороха горчицы

Б ₁	Б ₂	В	Г
Ø 1,8-2,0	Ø 2,25-2,6	Ø 1,0 1,2	— 0,9-1,0

Таблица 2 – Размер решет для повторной очистки вороха горчицы

Б ₁	Б ₂	В	Г
Ø 1,7	Ø 2,0 (2,25)	— 1,0	Ø 1,1-1,2

[9]. Оптимальным сроком скашивания растений в валке является фаза желто-зеленого стручка, когда около половины стручков на растении приобретут лимонно-желтый оттенок, нижние и средние листья центральной ветви опадут, а семена в нижних стручках центральной ветви приобретут свойственную сорту желтую окраску. Влажность семян в этот период достигает 30...40 %. Для скашивания используют любые жатки, позволяющие убирать растения в валке, избегая растрескивания стручков. Высота среза не должна быть ниже 15...20 см.

Обмолачивают валки по мере их подсыхания при влажности семян 8...12 %. Обмолот лучше проводить в утренние, вечерние и ночные часы, чтобы уменьшить потери от осыпания семян. Для обмолота используют зерновой комбайн, дооборудованный специальным приспособлением для обмолота мелкосемянных и крупяных культур. Это приспособление позволяет снизить потери семян с 14,3 (без приспособления) до 1,6 %, а их дробление – с 3,2 до 0,6 %.

Комбайн необходимо герметизировать, нанося пенополиуретан на места возможной утечки семян.

Для подбора валков жатку комбайна оборудуют полотенно-транспортным подборщиком. Рабочая скорость комбайна – 5...6 км/ч, число оборотов вала молотильного барабана не должно превышать 400...600 в мин, зазор в деке на входе 22...35 мм, а на выходе 10...13 мм; частота оборотов вентилятора – 340...440 в мин; жалюзи верхнего регистра должны быть открыты на 2/3, нижнего – на 1/3, а удлинителя решета – почти полностью.

Уборку горчицы прямым комбайнированием проводят при наступлении полной спелости семян и влажности не более 10 %. Для этого используют зерновые комбайны, отрегулированные на уборку мелкосемянных культур при сниженной частоте оборотов молотильного барабана до 400...600 в мин, вентилятора – до 340...440 оборотов в мин. При прямом комбайнировании уменьшаются потери семян, которые происходят при подборе валков и повреждении горчицы осадками при раздельном способе уборки.

При возделывании горчицы на зеленый корм или силос скашивание растений следует проводить в начале цветения. Для этого используют кормо- и силосоуборочные комбайны и косилку-подборщик, также возможно применение ботвоудаляющей ма-

шины [13-17]. При уборке на сенаж применяют валковые косилки-плющилки. Высота скашивания не более 5 см.

Очистка семян горчицы начинается в потоке с обмолотом. Для очистки товарных семян применяются передвижные зерноочистительные агрегаты или стационарные зерноочистительные агрегаты. Все эти машины требуют специального оборудования для очистки мелкосемянных культур и подбора соответствующего режима работ. У зерноочистительных машин уменьшают число колебаний решетного стана до 325...350 в минуту.

Для первичной очистки вороха горчицы используют разделительные (Б1 и Б2) и подсевные (В и Г) решета с круглыми и продолговатыми отверстиями, которые подбирают в зависимости от размера семян. Чаще применяют решета следующих размеров (мм) (табл. 1):

После первичной очистки семена сдают на заготовительные предприятия.

Семенной материал повторно очищают и сортируют при установке решет следующих размеров (мм) (табл. 2):

Обычно применяют машины, имеющие набор решет для мелкосемянных культур. Если семена горчицы засорены овсюгом, семенной материал пропускают через триера с ячейками диаметром 2,5...3,0 мм. При необходимости проводится сортировка на пневматических столах, а также на электромагнитной машине. Хорошие результаты на очистке дает использование зерноочистительных агрегатов с семяочистительной приставкой. При влажности семян более 12 % необходима их сушка. Семенной материал сушат в сушильках при температуре теплоносителя не более 35...40 °С.

В соответствии с государственным стандартом на сортовые и посевные качества семян горчицы [2], всхожесть должна быть (не менее): для семян I класса – 85 %, II и III класса – 90 %.

Семена горчицы, производимые специализированными семеноводческими хозяйствами, должны быть не ниже второй репродукции, по сортовой чистоте не ниже третьей категории (97,0 %), а по посевным качествам – не ниже требований третьего класса: чистота – 99 %, содержание семян других растений (штук на 1 кг) – не более 720, в том числе семян сорняков – не более 400; всхожесть – не менее 90 %. Влажность семян, закладываемых на кратковременное хранение, не должна быть выше 12 %, а страхового фонда – не более 8 %. Семена должны храниться в мешках при высоте штабеля не более шести рядов мешков.

Операции очистки семян от посторонних примесей и снижения влажности семян до безопасных величин создают условия для устойчивого сохранения качества семян при последующем хранении. После хранения технологическая переработка включает операции повторной очистки семян от примесей, а также фракционирование (кондиционирование) семян по размерам и влажности. Наи-

большее значение для масличных семян, которые перерабатываются с предварительным отделением низкомасличных семенных оболочек от высокомасличного ядра, имеет операция кондиционирования.

Обсуждение

На основе теоретических и экспериментальных исследований авторами подобран комплекс научно-обоснованных агротехнических мероприятий возделывания сарептской горчицы для получения максимального урожая с наименьшими затратами. Основные результаты представлены в оптимизации всех агротехнологических операций с конкретными рекомендациями по их реализации: место в севообороте, основная обработка почвы, внесение удобрений, предпосевная обработка почвы, посев, уход за посевами, защита растений горчицы от вредителей и болезней, уборка урожая, очистка и сортировка семян.

Литература

- [1] Жуковский, П. М. Горчица сарептская / П. М. Жуковский // Культурные растения и их сородичи. - Л., 1964. - С. 401-402.
- [2] Дублянская, Н. Ф. Химический состав современных сортов сарептской горчицы / Н. Ф. Дублянская // Масложировая промышленность. - 1959. - № 9. - С. 9-11.
- [3] Логистическая цепь переработки семян сарептской горчицы / М. М. Русакова, Г. Г. Русакова, Е. Д. Парахневич [и др.] // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. - 2018. - № 3(24). - С. 31-36. - EDN YOLXXV.
- [4] Патент на полезную модель № 161413 U1 Российская Федерация, МПК А01С 1/00. Устройство для предпосевной обработки семян : № 2015155485/13 : заявл. 23.12.2015 : опубл. 20.04.2016 / В. А. Балашов, А. Б. Голованчиков, Е. Э. Нефедьева [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» (ВолгГТУ). - EDN HOIUFY.
- [5] Воробейков, Г. А. Действие бактериальных препаратов на рост и продуктивность горчицы сарептской / Г. А. Воробейков // Тенденции развития технических средств и технологий в АПК : Материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 25 февраля 2022 года. - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2022. - С. 75-80. - EDN RRXVVE.
- [6] Особенности химического состава семян и масла горчицы сарептской / Н. С. Осик, И. В. Шведов,

Выводы

В результате построена логистическая цепь возделывания сарептской горчицы, предусматривающая выполнение комплекса научно-обоснованных агротехнических мероприятий для получения максимального урожая с наименьшими затратами. Новизной работы является интеграция собственных исследований и других авторов по различным агротехнологическим операциям производства сарептской горчицы для разработки комплексной методологии решения проблемы эффективного ее возделывания. Дальнейшей перспективней развития темы исследований является разработка на основе экспериментальных данных математической модели искусственной экосистемы с регулируемыми параметрами при выращивании сарептской горчицы посредством микроклонального размножения.

References

- [1] Zhukovsky, P. M. Sarepta mustard / P. M. Zhukovsky // Cultivated plants and their relatives. - L., 1964. - pp. 401-402.
- [2] Dublyanskaya, N.F. Chemical composition of modern varieties of Sarepta mustard / N.F. Dublyanskaya // Oil and fat industry. - 1959. - No. 9. - pp. 9-11.
- [3] Rusakova M. M., Rusakova G. G., Parakhnevich E. D. [et al.] Logistic chain of seed processing of Sarepta mustard // Energy and resource saving: industry and transport. - 2018. - No. 3 (24). - pp. 31-36. - EDN YOLXXV.
- [4] Utility model patent No. 161413 U1 Russian Federation, IPC A01C 1/00. Device for pre-sowing seed treatment : No. 2015155485/13 : Appl. 12/23/2015 : publ. 20.04.2016 / V. A. Balashov, A. B. Golovanchikov, E. E. Nefed'eva [and others]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volograd State Technical University» (VolgGTU). - EDN HOIUFY.
- [5] Vorobeikov, G. A. The effect of bacterial preparations on the growth and productivity of Sarepta mustard / G. A. Vorobeikov // Trends in the development of technical means and technologies in the agro-industrial complex: Proceedings of the international scientific and practical conference, Voronezh, February 25, 2022. - Voronezh: Voronezh State Agrarian University. Emperor Peter I, 2022. - pp. 75-80. - EDN RRXVVE.
- [6] Osik N. S., Shvedov I. V., Shishkov G. Z., Kalenov P. A. Features of the chemical composition of seeds and oil of mustard sarepta // Izvestia of higher educational institutions. Food technology. - 2000. - No. 4 (257). - pp. 20-23. - EDN QCPBKZ.
- [7] Kandrov, Z. Zh. Productivity and quality of seeds of

- Г. З. Шишков, П. А. Каленов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2000. – № 4(257). – С. 20-23. – EDN QCPBKZ.
- [7] Кандроков, З. Ж. Продуктивность и качество семян горчицы сарептской в зависимости от способов посева и минерального питания / З. Ж. Кандроков // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 6. – С. 24-26. – EDN KWKKCF.
- [8] Иванцова, Е. А. Агротехнические приемы защиты горчицы сарептской / Е. А. Иванцова // Земледелие. – 2004. – № 4. – С. 46-47. – EDN PJNSCH.
- [9] Возделывание горчицы сарептской в качестве сидерата / В. А. Монастырский, А. Н. Бабичев, В. И. Ольгаренко, Д. В. Сухарев // Плодородие. – 2019. – № 5(110). – С. 45-47. – DOI 10.25680/S19948603.2019.110.13. – EDN CBYKVN.
- [10] Шабышев, Н. В. Изменение pH почвы при внесении безводного аммиака в качестве удобрения / Н. В. Шабышев, Ю. В. Блинохватова, В. Н. Эркаев // Роль вузовской науки в решении проблем АПК : сборник статей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Г.Б. Гальдина, Пенза, 24–25 октября 2018 года. Том I. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2018. – С. 161-164. – EDN YOXCWH.
- [11] Накопления бобовыми культурами селена в зависимости от содержания его в почвах Пензенской области / В. А. Вихрева, А. А. Блинохватов, Ю. В. Блинохватова, С. В. Зиновьев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 5(21). – С. 96-98. – EDN SYIUTF.
- [12] Оценка степени деградации почв на земельных участках сельскохозяйственного назначения в результате антропогенного воздействия / Н. П. Чекаев, Ю. В. Блинохватова, А. Ю. Кузнецов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2018. – № 4(24). – С. 51-61. – DOI 10.21685/2307-9150-2018-4-6. – EDN YZQEUN.
- [13] Фролов Д. И., Курочкин А. А., Шабурова Г. В. Определение оптимальных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1 (29). С. 120-126. EDN:UCTCXX.
- [14] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3. С. 29-33. EDN: SFOUHZ.
- [15] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 18-23. EDN: QJCHJV.
- [16] Анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа с Sarepta mustard depending on the methods of sowing and mineral nutrition / Z. Zh. Kandrov // Modern science-intensive technologies. - 2009. - No. 6. - pp. 24-26. – EDN KWKKCF.
- [8] Ivantsova, E. A. Agrotechnical methods of protection of Sarepta mustard / E. A. Ivantsova // Agriculture. - 2004. - No. 4. - pp. 46-47. – EDN PJNSCH.
- [9] Monastyrsky V. A., Babichev A. N., Olgarenko V. I., Sukharev D. V. Cultivation of mustard as green manure // Fertility. - 2019. - No. 5 (110). - Pp. 45-47. – DOI 10.25680/S19948603.2019.110.13. – EDN CBYKVN.
- [10] Shabyshev, N. V. Change in soil pH when anhydrous ammonia is applied as a fertilizer / N. V. Shabyshev, Yu. national) scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Professor G.B. Galdina, Penza, October 24–25, 2018. Volume I. - Penza: Penza State Agrarian University, 2018. - pp. 161-164. – EDN YOXCWH.
- [11] Accumulation of selenium by legumes depending on its content in the soils of the Penza region / V. A. Vihreva, A. A. Blinokhvatov, Yu. - 2014. - No. 5 (21). - pp. 96-98. – EDN SYIUTF.
- [12] Assessment of the degree of soil degradation on agricultural land plots as a result of anthropogenic impact / N. P. Chekaev, Yu. Volga region. Natural Sciences. - 2018. - No. 4 (24). - pp. 51-61. – DOI 10.21685/2307-9150-2018-4-6. – EDN YZQEUN.
- [13] Frolov D. I., Kurochkin A. A., Shaburova G. V. Opredelenie optimal'nykh parametrov botvoudalyayushchei mashiny na posevakh luka (Determination of the optimal parameters haulm removing machine for sowing onion), Vestnik Ul'yansovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii, 2015, No. 1 (29), pp. 120-126. EDN: UCTCXX.
- [14] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Shaburova G.V. Modeling the process of removing onion tops by the working body of the topping machine // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2014. No. 3. pp. 29-33. EDN: SFOUHZ.
- [15] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Shaburova G.V. Substantiation of the optimal rotational speed of the working body of the topping machine // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2013. No. 3. pp. 18-23. EDN: QJCHJV.
- [16] Analysis of the process of air movement inside the casing of the topping working body with justification of the optimal angle of inclination of the knives / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.E. Kashirin // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva. 2015. No. 4 (28). pp. 67-72. EDN: VOIRLD.
- [17] Frolov, D. I. Analysis of the work of the haulm-removing working body with optimization of the air flow inside the casing / D. I. Frolov // Innovative technique and technology. - 2014. - No. 4(1). - pp. 30-35. – EDN TKIWUZ.

обоснованием оптимального угла наклона ножей / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.Е. Каширин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 67-72. EDN: VOIRLD.

- [17] Фролов, Д. И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха / Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4(1). – С. 30-35. – EDN TKIWUZ.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Русакова Галина Георгиевна доктор сельскохозяйственных наук профессор кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» 400005, г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, 28 Тел.: E-mail:</p>	<p>Rusakova Galina Georgievna D.Sc. in Agricultural Sciences professor at the department of «Industrial Ecology and Life Safety» Volgograd State Technical University Phone: E-mail:</p>
<p>Лебедь Никита Игоревич доктор технических наук профессор кафедры «Электроснабжение и энергетические системы» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» г. Волгоград, пр. Университетский, 26 Тел.: +7(937) 538-02-59 E-mail: nik8872@yandex.ru</p>	<p>Lebed Nikita Igorevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of Power supply and energy systems Volgograd State Agrarian University Phone: +7(937) 538-02-59 E-mail: nik8872@yandex.ru</p>
<p>Парахневич Елена Дмитриевна кандидат технических наук ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» Волгоград, проспект имени В.И. Ленина, 28 Тел.: E-mail:</p>	<p>Parahnevich Elena Dmitrievna PhD in Technical Sciences Volgograd State Technical University Phone: E-mail:</p>
<p>Парахневич Дмитрий Валерьевич кандидат технических наук ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» Волгоград, проспект имени В.И. Ленина, 28 Тел.: E-mail:</p>	<p>Parakhnevich Dmitry Valerievich PhD in Technical Sciences Volgograd State Technical University Phone: E-mail:</p>
<p>Русакова Мария Михайловна ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» Волгоград, проспект имени В.И. Ленина, 28 Тел.: E-mail:</p>	<p>Rusakova Maria Mikhailovna Volgograd State Technical University Phone: E-mail:</p>