

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 631.331:633.853.494

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОСЕВА РАПСА

Д. А. ЛУКЬЯНОВ, А. Н. КАРТАШЕВИЧ, В. Н. БОСАК

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 231407, e-mail: den-22-12@mail.ru*

(Поступила в редакцию 09.02.2023)

Основными сельскохозяйственными культурами, возделываемыми в Республике Беларусь с целью производства растительного масла, являются крестоцветные культуры (рапс, горчица, сурепица, редька масличная), а также масличный лен, подсолнечник и соя. В последнее время наибольшее внимание уделяется производству рапса, поскольку он является не только уникальной масличной культурой, имеющей широкое применения в пищевых и технических целях, но и наиболее подходит для возделывания в почвенно-климатических условиях нашей страны. В агротехническом цикле технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и рапса, особое внимание следует уделять посеву. Технический и технологический уровни посева в значительной степени определяют полноту использования почвенных ресурсов с целью получения максимального урожая с оптимальным качеством товарной продукции. К посеву обычно предъявляют три основных требования – высев необходимого количества семян на единицу площади, равномерное их размещение и заделка на одинаковую, близкую к оптимальной, глубину. Эти требования направлены на создание необходимой густоты стояния растений и обеспечение условий, при которых факторы жизнедеятельности агрофитоценоза (влаги, тепла, света, минеральное питание) должны быть в одинаковой доступности для всех растений.

Современные сеялки используют различные по конструкции аппараты высева, но и они не всегда обеспечивают равномерное распределение семян по заданным условиям для создания оптимальной зоны питания растений. Потенциал конструктивно простых механических аппаратов точного высева в направлении повышения равномерности высева, не реализован полностью.

В представленном материале приведены условия посева рапса для обеспечения оптимальной площади питания, а также анализ пропашных сеялок, которые используются для посева данной культуры. Приведены результаты лабораторных и полевых экспериментов, доказывающие рациональность принятых решений.

Ключевые слова: рапс, посев, равномерность, сеялка, ширина междурядья.

The main agricultural crops cultivated in the Republic of Belarus for the production of vegetable oil are cruciferous crops (rape-seed, mustard, colza, oil radish), as well as oil flax, sunflower and soybeans. Recently, the most attention has been paid to the production of rapeseed, since it is not only a unique oilseed crop that is widely used for food and technical purposes, but is also most suitable for cultivation in the soil and climatic conditions of our country.

In the agrotechnical cycle of crop cultivation technologies, including rapeseed, special attention should be paid to sowing. The technical and technological levels of sowing largely determine the completeness of the use of soil resources in order to obtain the maximum yield with the optimal quality of marketable products. There are usually three main requirements for sowing – sowing the required number of seeds per unit area, their uniform placement and planting to the same, close to optimal, depth. These requirements are aimed at creating the necessary plant density and providing conditions under which the vital factors of agrophytocenosis (moisture, heat, light, mineral nutrition) should be equally accessible to all plants.

Modern seeders use seeding devices of various designs, but even they do not always provide a uniform distribution of seeds under given conditions to create an optimal plant nutrition zone. The potential of structurally simple mechanical precision seeding machines in the direction of increasing the uniformity of seeding has not been fully realized.

The presented material presents the conditions for sowing rapeseed to ensure the optimal feeding area, as well as an analysis of row seeders that are used for sowing rapeseed. The results of laboratory and field experiments are presented, proving the rationality of the decisions made.

Key words: rapeseed, sowing, uniformity, seeder, row spacing.

Введение

Устойчивое развитие агропромышленного комплекса позволяет не только обеспечить собственную продовольственную безопасность, но и расширить возможности экспортного потенциала Республики Беларусь, чему в значительной степени способствует внедрение инновационных технологий в производство [1].

Вместе с тем анализ развития сельского хозяйства в последние годы показывает несоответствие капитальных вложений выходу продукции: энерговооруженность труда возросла в 2 раза, а объем продукции в среднем увеличился лишь на 25 %. Такое несоответствие частично объясняется тем, что при разработке и стандартизации сельскохозяйственной техники мало внимания уделяется унификации конструкций сельскохозяйственных машин, их рабочих органов, узлов и деталей на базе совершенствования соответствующих технологических приемов. В настоящее время перед сельским хозяйством нашей страны поставлена задача нарастить производство продукции АПК, в том числе растительного кормового белка, за счет расширения посевов и повышения урожайности бобовых и зернобобовых, а также масличных культур (рапса, подсолнечника, сои, льна, горчицы и др.) [2–19].

Озимый и яровой рапс является основной масличной и важной белковой культурой Беларуси, учитываемая почвенно-климатические условия нашей страны. По пищевым и кормовым достоинствам рапс значительно превосходит многие сельскохозяйственные культуры. В его семенах содержится 40...48 % масла и 21...23 % белка. Жиры и белки рапса имеют важное пищевое и кормовое значение. Рапсовое масло белорусских сортов по качеству близко к подсолнечному. Широкое применение данный продукт находит в химической промышленности, при производстве биотоплива и ряде других отраслей [9, 17, 20–28].

Сев мелкосеменных культур, в том числе и рапса, проводится специализированными сеялками. Однако качество посева, выполняемого этими сеялками, не всегда удовлетворяет предъявляемым агротехническим требованиям, что делает актуальным совершенствование конструкторских решений при разработке посевных агрегатов [29–36].

Цель статьи – проанализировать условия посева рапса для обеспечения оптимальной площади питания, а также привести результаты анализа пропашных сеялок, которые используются для посева данной культуры.

Основная часть

Одним из наиболее сложных и важных вопросов в технологии возделывания рапса на семена и зеленый корм является получение заданного количества растений на гектаре при равномерном их размещении по длине рядка. Качественная работа высевочных аппаратов сеялки во многом определяет вариацию интервалов между растениями в рядке, а, следовательно, и величину будущего урожая. Для улучшения равномерности посева используют пневматические, гидравлические и другие относительно сложные высевочные аппараты. В то же время, потенциал конструктивно простых механических аппаратов, в направлении повышения равномерности посева, не реализован полностью [37–40].

Качество распределения растений вдоль рядка определяется следующими основными факторами: почвенно-климатическими условиями, конструкцией и работой высевочного аппарата, качеством посевного материала, технологией возделывания культуры. Высевочный аппарат должен равномерно распределять семена вдоль рядка на заданной глубине. При этом вариация интервалов между семенами должны быть минимальной, что является одним из необходимых условий нормальной вегетации рапса и получения высоких урожаев семян и зеленой массы.

В настоящее время в основном используется рядовой посев рапса катушечными высевочными аппаратами, который характеризуется большими нормами посева и неравномерностью распределения семян. В последнее время для посева рапса начали применять пунктирный посев переоборудованными аппаратами точного посева, позволяющими снизить коэффициент вариации интервалов между семенами на 20...30 % в сравнении с катушечными высевочными аппаратами.

Комплексная механизация сельскохозяйственного производства предусматривает следующие машины для посева трав мелкосеменных культур: СЗТ-3,6 с дополнительным приспособлением для посева люцерны, донника, клевера, рапса; СЛТ-3,6 – зернотукотравяная, лугопастбищная; СЗЛ-3,6 – сеялка зернольняная; СПР-6 – сеялка для посева рапса, а также овощные сеялки СОН-2,8, СО-4,2, СО-5,4. Данные сеялки могут производить посев рядовым и ширококорядным способами, но при этом они не обеспечивают оптимальную норму посева, в результате чего получают загущенные посевы, которые ведут к снижению урожайности зеленой массы и семян [41].

При ширококорядном посеве зернотравяными сеялками часть высевочных аппаратов закрывают заслонками. Однако этот прием не устраняет указанный недостаток. Использование пневматической транспортировки семян на рапсовой сеялке приводит к увеличению разброса семян в борозде. Более рационально при ширококорядном посеве использовать овощные сеялки с полозovidными сошниками, которые лучше уплотняют дно бороздки [42]. Основным недостатком использования вышеперечисленных сеялок при посеве мелких сыпучих семян является сложность установки их на заданную норму посева и обеспечение требуемой равномерности. Поэтому при использовании зернотравяных и овощных сеялок, особенно при посеве

малыми нормами, рекомендуется к семенам добавлять балласт в виде песка, гранулированных удобрений, невсхожих семян, что приводит к улучшению качества посева [43]. К общим недостаткам, присущим этим сеялкам, относятся повреждение семян при выходе высевающего диска из зоны заполнения, утечка семян из семенного бункера при нарушении герметизации и в момент транспортировки семян ячейками до зоны выброса. Таким образом, основной причиной указанных недостатков при посеве перечисленными сеялками является конструкция высевающего аппарата и режимы работы. Развитие технологии посева сельскохозяйственных культур привело к преимущественному пунктирному способу. Совершенствование конструкций высевающих аппаратов сеялок точного высева направлено на дальнейшее повышение точности отбора семян, универсальности (возможности высева семян, различающихся физико-механическими свойствами) и снижение дробления посевного материала [34, 35, 41]. Для поштучного высева наибольшее распространение получили дисковые аппараты, включающие ячеистый диск, который может устанавливаться горизонтально, наклонно или вертикально. Наилучшую равномерность высева обеспечивают вертикально-дисковые высевающие аппараты. Вращение высевающего диска в сторону, противоположную движению сеялки, позволяет несколько снизить скорость семян относительно почвы и уменьшить их раскатывание по дну бороздки. У аппарата этого типа точка выброса семян максимально приближена к поверхности почвы и составляет 0,4...0,5 м.

Многие зарубежные исследователи вели и продолжают теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию формы ячеек и режимов работы, расширения технологических возможностей вертикально-дисковых высевающих аппаратов. Из-за простоты конструкции, компактности и качественного распределения семян аппараты с вертикальным диском нашли наиболее широкое распространение на высевах пропашных культур, в том числе и мелкосеменных.

В механических аппаратах наиболее распространенными отбирающими семенами элементами являются ячейки различной формы и размеров. Чем точнее соответствие между размерами семян и ячеек, тем выше качество одиночного заполнения последних и выше равномерность высева. Сложная форма мелких семян и вариация их размеров делают задачу создания аппаратов точного высева технически непростой. Попытки повысить качество посева привели к появлению и развитию пневматических аппаратов, у которых поштучный отбор семян осуществляет вакуум. Качество единичного отбора семян аппаратами такого типа в меньшей степени, чем у механических, зависит от вариации размеров семян. Определяющим являются форма семян и шероховатость их поверхности.

К принципиальным недостаткам высевающих аппаратов пневматического действия относится большая стоимость и сложное конструктивное исполнение при их простом принципе работы. Использование таких типов высевающих аппаратов для высева мелкосеменных культур сдерживается тем, что чем меньше диаметр присасывающих отверстий, тем больше опасность забивания их пылью, мелкими обломками семян или другими примесями, что приводит к нарушению процесса высева.

В УО БГСХА были проведены исследования по возделыванию рапса с различными моделями площади питания одного растения, ограниченными различной шириной междурядий и расстоянием между растениями в рядке. Ширина междурядий выбиралась по параметрам серийных сеялок, и варьировала от 7,9 до 50 см, расстояние между растениями в рядке изменялось от 2,5 до 19,4 см. Изучались шесть показателей густоты: 27, 53, 80, 107, 133, 160 шт/м². В пределах каждого показателя густоты закладывали четыре варианта с различным соотношением сторон – от 1,0 : 11,4 до 1,0 : 1,0. Таким образом, конфигурация площади питания одного растения изменялась по вариантам от вытянутого прямоугольника до квадрата [44–47].

Результаты опытов показали, что наибольшая листовая поверхность на 1 м² в фазе цветения и площадь поверхности стручков в фазе зеленой спелости образуется при густоте 107 шт/м². С увеличением междурядий и загущением между растениями в рядке при неизменной густоте площадь листьев уменьшается. Высокие показатели площади листьев и прироста сухой биомассы растений на единицу листовой были получены при квадратных схемах посева 9,7 × 9,7 см (107 шт/м²) и 11,2 × 11,2 см (80 шт/м²). Проведем анализ существующих сеялок точного высева, могут ли они обеспечить высев семян рапса по схеме посева 9,7 × 9,7 см или 11,2 × 11,2 см.

К механическим сеялкам относятся сеялки фирмы Kinze (рис. 1), John Deere, Great Plains и другие, которые оснащаются высевающими аппаратами с пальчиковым или щеточным механизмом дозирования семян. Эти сеялки просты в эксплуатации, они гарантируют качественный посев на скорости до 10 км/ч. Число посевных секций изменяется от 6 до 24 [48–50]. Пневматическая сеялка модели ТС-М 8000А (рис. 2) предназначена для посева большинства мелкосемянных культур (кормовой и сахарной свеклы, кукурузы, сорго, подсолнечника, бахчевых, сои и др. На сеялке устанавливается аппарат фирмы MaterMass. Особенностью этой модели является то, что посев осуществляется в области опорных колес

высевающей секции. Тем самым неровность почвы не влияет на глубину заделки семян. Аппарат Magic Sem фирмы MaterMass используют такие ведущие производители сеялок, как Mono Seed и Multicorn [51].



Рис. 1. Сеялка точного высева Kinze



Рис. 2. Сеялка TC-M 8000A

Практически для всех сеялок точного высева характерно наличие следующих одинаковых элементов: рамы, опорно-приводных колес, посевных секций и механизма передач. В зависимости от комплектации и настройки высевающего аппарата, сеялки точного высева обеспечивают расстояние между семенами в ряду от 2,1 до 35,2 см, т. е. могут обеспечить требуемый интервал между растениями по длине ряда, однако ширина междурядья находится в пределах 30...76 см.

Таким образом, стандартные сеялки точного высева не позволяют высевать рапс с междурядьем 9,7 или 11,2 см. Следовательно, для обеспечения оптимальной площади питания растений рапса, необходимо разработать сеялку точного высева, обеспечивающую посев с междурядьем 9,7 и 11,2 см и размещение семян по схеме квадрата 9,7 × 9,7 см, или 11,2 × 11,2 см. Этих параметров можно достичь или каскадным расположением стандартных высевающих аппаратов, или разработкой нового высевающего аппарата, обеспечивающего двух- или трехстрочный посев.

Заключение

Анализ результатов исследований возделывания рапса показал, что оптимальной схемой его посева является квадрат 9,7 × 9,7 см (107 шт./м²) и 11,2 × 11,2 см (80 шт./м²). Однако следует отметить, что высевающие аппараты для мелкосеменных культур изучены недостаточно, а выпускаемые серийно отечественные посевные машины не всегда отвечают агротехническим требованиям. Применяемые для посева зерновые и зернотравяные сеялки не позволяют обеспечить требуемую равномерность распределения семян, а сеялки точного высева – высевать семена с междурядьями меньше 30 см. Для обеспечения оптимальной площади питания растений рапса необходимо разработать сеялку точного высева с каскадным расположением стандартных высевающих аппаратов или с высевающим аппаратом нового типа, обеспечивающим двух- или трехстрочный посев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеевко, О. В. Основные направления использования сельскохозяйственной техники при внедрении инновационных технологий в растениеводстве / О. В. Гордеевко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 10–13.
2. Бердович, Т. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность сои в условиях дерново-подзолистой супесчаной почвы / Т. В. Бердович, В. Н. Босак // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси. – Пинск, 2009. – С. 182–183.
3. Босак, В. Н. Агрэоэкономическая эффективность применения удобрений при возделывании сои / В. Н. Босак, В. В. Скорина, Т. В. Колоскова // Почва, удобрение, урожай. – Горки: БГСХА, 2010. – С. 27–29.
4. Босак, В. Н. Влияние минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов сои / В. Н. Босак, Т. В. Колоскова // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 4. – С. 41–43.
5. Босак, В. Н. Возделывание сои в Республике Беларусь / В. Н. Босак, В. В. Скорина, Т. В. Колоскова // Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур: традиции и перспективы. – Москва: ВНИИССОК, 2010. – С. 135–140.
6. Босак, В. Н. Кормовая продуктивность сои в зависимости от применения удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве / В. Н. Босак, В. В. Скорина, Т. В. Колоскова // Агропанорама. – 2013. – № 2. – С. 12–14.
7. Босак, В. Н. Продуктивность сои в зависимости от минерального и бактериального удобрения / В. Н. Босак, Т. В. Колоскова // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно: ГГАУ, 2014. – С. 38–40.
8. Босак, В. Н. Соя: особенности возделывания и применения удобрений / В. Н. Босак, Т. В. Колоскова // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 5. – С. 73–77.
9. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва, 2016. – 336 с.
10. Колоскова, Т. В. Агрэоэкономические аспекты агрохимических приемов возделывания сои *Glycine max* в Полесском регионе Республики Беларусь / Т. В. Колоскова, В. Н. Босак, В. В. Скорина // Молодежь в науке–2011. – Минск, 2011. – С. 81–85.
11. Колоскова, Т. В. Урожайность и качество зеленой массы сои в зависимости от применения удобрений / Т. В. Колоскова, В. Н. Босак, В. В. Скорина // Плодородие почв – основа устойчивого развития сельского хозяйства. – Минск, 2010. – С. 57–59.
12. Мастеров, А. С. Обоснование элементов технологии возделывания крестоцветных культур / А. С. Мастеров, Д. И. Романцевич, Е. А. Плевко. – Горки: БГСХА, 2021. – 292 с.
13. Основные приемы возделывания сои в Республике Беларусь / В. Н. Халецкий [и др.]. – Минск, 2012. – 24 с.
14. Парфеев, Ю. С. Особенности и перспективы возделывания сои в Беларуси / Ю. С. Парфеев, В. Н. Босак // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – С. 197–198.
15. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.
16. Сачивко, Т. В. Особенности хозяйственно полезных признаков различных видов горчицы / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, Я. Э. Пиллюк // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2. – С. 47–51.
17. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.
18. Эффективность применения бактериальных удобрений при возделывании сои / В. Н. Босак [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 5. – С. 12–14.
19. Эффективность применения биоудобрения СояРиз на фоне минеральных удобрений при возделывании сои в почвенно-климатических условиях Беларуси / Л. Е. Картыжова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 158–163.
20. Влияние удобрений на продуктивность ярового рапса на дерново-подзолистых легкосуглинистой и рыхлосупесчаной почвах / Т. М. Серая [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 2. – С. 111–118.
21. Влияние удобрений на урожайность и качество зеленой массы ярового рапса на дерново-подзолистой супесчаной почве / Т. М. Серая [и др.] // Кормопроизводство: технологии, экономика, почвосбережение. – Минск, 2009. – С. 152–155.
22. Карташевич, А. Н. Использование смесевых топлив на основе рапсового масла для сельскохозяйственных тракторов / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. – Горки: БГСХА, 2012. – 210 с.
23. Ключкова, О. С. Озимый и яровой рапс / О. С. Ключкова, О. Б. Соломко. – Горки: БГСХА, 2016. – 24 с.
24. Новокшанов, Ф. А. Исследование мощностных показателей дизельного двигателя при работе на рапсовом масле с подачей воды на впуске / Ф. А. Новокшанов, А. Л. Бирюков, П. Ю. Мальшкин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 306–309.
25. Оптимизация основных параметров дизеля при его работе на многокомпонентной биотопливной композиции / С. А. Плотников [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – Т. 89, № 2. – С. 91–99.
26. Пиллюк, Я. Э. Рапс в Беларуси: биология, селекция и технология возделывания / Я. Э. Пиллюк. – Минск: Бизнесофсет, 2007. – 240 с.
27. Приемы повышения продуктивности рапса / Е. И. Лупова [и др.]. – Елец, 2021. – 156 с.
28. Разработка технологий применения нетрадиционных топлив в дизелях / С. А. Плотников [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 2. – С. 7–18.
29. Амеличев, В. В. Исследование устойчивого хода двухдискового сошника для посева мелкосемянных культур / В. В. Амеличев, В. Р. Петровец // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 317–321.
30. Анищенко, А. С. Параметры взаимодействия семян с отражательными пластинами в сошниках пневматической сеялки / А. С. Анищенко, А. В. Ключков, В. А. Гермаковский // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 76–78.
31. Астахов, В. С. Совершенствование пневматических высевальных систем сеялок / В. С. Астахов. – Горки, 2007. – 148 с.
32. Гусаров, В. В. Становление и перспективы научной деятельности факультета механизации сельского хозяйства УО БГСХА / В. В. Гусаров, А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 3–6.
33. Петровец, В. Р. Производственные технологии и техническое обеспечение процессов в сельскохозяйственном производстве / В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2022. – 240 с.
34. Шварц, А. А. Повышение эффективности аппаратов точного высева мелкосемянных культур / А. А. Шварц, С. А. Шварц // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 9. – С. 104–110.

35. Шварц, С. А. Изыскание и исследование аппарата точного высева мелкосемянных культур: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / С. А. Шварц. – Курск, 1999. – 187 с.
36. Эффективность использования устройства для повышения равномерности распределения семян вдоль ряда / А. С. Анищенко [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 54–57.
37. Белодедов, В. А. Оптимизация однозерновых высевающих аппаратов в связи с продольной равномерностью распределения семян: автореф. дисс. ... д-ра техн. наук / В. А. Белодедов. – Москва, 1985. – 30 с.
38. Краснощеков, Н. В. Концепция разработки системы машинных технологий в растениеводстве / Н. В. Краснощеков, Э. И. Липкович // Тракторы и сельхозмашины. – 2008. – № 8. – С. 3–6.
39. Малофеев, В. Ю. Высевающий аппарат для посева льна-долгунца и внесения минеральных удобрений / В. Ю. Малофеев, Д. М. Рула, В. В. Голубев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 6. – С. 5–6.
40. Шишлов, С. С. Пневмомеханический высевающий аппарат / С. С. Шишлов, Т. М. Колоская, А. Н. Шишлов // Сельский механизатор. – 2015. – № 6. – С. 10–11.
41. Машины и оборудование в растениеводстве / А. В. Ключков [и др.]. – Минск: РИВШ, 2021. – 448 с.
42. Ахламов, Ю. Д. Обоснование и разработка средств механизации в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве многолетних кормовых трав: автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук / Ю. Д. Ахламов. – Москва, 1990. – 32 с.
43. Василенко, В. Е. Обоснование процесса высева семян люцерны малыми нормами усовершенствованным вертикально-дисковым высевающим аппаратом: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / В. Е. Василенко. – Глеваха, 1983. – 18 с.
44. Соломко, О. Б. Влияние норм высева и схем посева на урожайность и экономическую эффективность выращивания ярового рапса / О. Б. Соломко // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 1. – С. 13–17.
45. Соломко, О. Б. Влияние различной ширины междурядий на урожайность зеленой массы ярового рапса сорта Водолей в условиях северо-восточной части Республики Беларусь / О. Б. Соломко, А. Р. Рахимов // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 200–202.
46. Соломко, О. Б. Оптимизация густоты и схемы размещения растений по площади питания для формирования высокопродуктивных посевов ярового рапса: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / О. Б. Соломко. – Горки: БГСХА. – 2012. – 24 с.
47. Цыганов, А. Р. Влияние различной густоты и схемы посева на площадь листьев и чистую продуктивность фотосинтеза ярового рапса / А. Р. Цыганов, О. С. Ключкова, О. Б. Соломко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2012. – № 1. – С. 58–62.
48. Пропашные сеялки Yield-Pro [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.greatplainsint.com/ru/implements/russia/yield-pro-planters>. – Дата доступа: 18.01.2023.
49. Сеялки точного высева и посевное оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.deere.ru/ru/сеялки-точного-высева/>. – Дата доступа: 18.01.2023.
50. KINZE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kinze.com/>. – Дата доступа: 18.01.2023.
51. ООО «ТЕХНИКА СЕРВИС АГРО» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tese.ru/products/tsm8000a/index.html>. – Дата доступа: 18.01.2023.