Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 633.8

Засоренность и урожайность посевов подсолнечника при комплексном воздействии видов предпосевной обработки и гербицида

Лебедев Д.В.

Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина

Аннотация

В статье приведены результаты комплексных исследований по определению эффективности комплексного воздействия видов предпосевной почвенной обработки и доз гербицида Евро-Лайтнинг Плюс на продуктивность подсолнечника в условиях Рязанской области. По результатам исследований минимальная засоренность посевов подсолнечника была выявлена на вариантах с Евро Лайтнинг Плюс, 2,0 л/га + Компактор КПО-10, культивация на 12-14 см, к фазе цветения (20,9 шт./м²), а так же на варианте Евро Лайтнинг Плюс, 2,0 л/га + КС-12М, культивация на 10-12 см, где засоренность в период цветения была минимальной – 20,0 шт./м². В среднем за три года исследований, максимальная урожайность подсолнечника была выявлена на вариантах с применением Евро Лайтнинг Плюс, 2,0 л/га + Компактор КПО-10, культивация на 12-14 см, (39,6 ц/га²), а так же на том же варианте варианте но с дозой 1,5 л/га гербицида Евро Лайтнинг Плюс, 2,0 л/га² (37,4 ц/га).

Ключевые слова: ПОДСОЛНЕЧНИК, СТРУКТУРА УРОЖАЯ, УРОЖАЙНОСТЬ, ГЕРБИЦИД, ПОЧВЕННАЯ ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА, ЗАСОРЕННОСТЬ

Введение

Главными факторами популярности масличных культур в мировом производстве являются их высокая рентабельность и продуктивность [1-4]. В России развитие интереса к масличным культурам, связано также с увеличением объёмов переработки и активным спросом его в животноводческой отрасли [5-9].

Подсолнечник – это культура с огромным потенциалом и, с каждым годом, она является всё более привлекательной для аграриев [10-14].

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

В динамике с 1990 года по 2024 год посевные площади и валовой сбор семян подсолнечника в Российской Федерации выросли более чем в 3,5 раза [15].

В настоящее время для решения проблемы увеличения производства маслосемян необходимо ускорить создание новых, более продуктивных и адаптивных сортов и гибридов подсолнечника. А продвижение подсолнечника в более северные, нетрадиционные зоны его возделывания за счет внедрения ультраскороспелых сортов и гибридов позволит более широко развивать производство растительного масла в этих районах и сократить, существенно нарастив экспортный потенциал России растительного масла [16, 17].

Для условий ЦФО чтобы увеличить и стабилизировать производство маслосемян подсолнечника необходимо идти и по пути расширения площадей и увеличения урожайности культуры [18].

В тоже время, получение высоких урожаев семян подсолнечника не возможно без высокого уровня химизации и применения новых средств защиты растений, в том числе гербицидов, что и определило направление данных исследований [19-26]. Подсолнечник требует высокого почвенного плодородия и сбалансированной системы удобрений [27-33].

Вопросы реализации потенциала продуктивности масличных культур с учетом биологических свойств сортов (гибридов) и экологических условий выращивания являются в настоящее время актуальными. Очень важное значение имеет проведение агротехнических приемов с учетом потребностей растений, особенностей формирования вегетативных и генеративных органов [34-37].

Основными лимитирующими факторами, снижающими урожай масличных культур, являются засоренность посевов, болезни и вредители. Наиболее опасны в этом отношении сорняки. Потери урожая подсолнечника колеблются от 40 до 60 % в зависимости от плотности сорняков и продолжительности вмешательства [38, 39].

Важным периодом отсутствия сорняков для подсолнечника является фаза от появления всходов до ранних стадий бутонизации. В средней полосе России на сельскохозяйственных полях встречается широкий спектр видов сорняков, включая злаковые и широколиственные виды.

В зависимости от степени и характера засоренности полей после уборки предшественника, опасности проявления эрозионных процессов применяют различные

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

системы основной обработки почвы, такие как, улучшенная и обычная зябь, полупаровая обработка, послойная обработка, интегрированная обработка, противоэрозионная, почвозащитная обработка.

Если поля засорены многолетними корнеотпрысковыми сорняками, рекомендуется применить систему послойных обработок почвы. Послойные обработки обеспечивают высокий эффект в подавлении и искоренении многолетних сорняков при соблюдении определенных условий. Для истощения запасов питательных веществ в корневой системе многолетних сорняков проводят 2-3 лущения на глубину 8-10 см и 10-12 см дисковыми, а затем на 12-14 см лемешными орудиями. После первого дискового лущения, когда многолетние злаковые сорняки достигнут высоты 15-20 см и осоты образуют 5-6 листьев, применяют препарат сплошного действия на основе глифосатсодержащих гербицидов, если поле засорено вьюнком полевым дозу пестицида, как правило, увеличивают. Для уменьшения стоимости подавления вьюнка полевого можно использовать баковые смеси гербицидов. Максимальная эффективность препаратов достигается при развитии вьюнка полевого до 25-35 см.

Решением вопроса снижения сорной растительности и увеличения урожайности масличных является система Clearfield на подсолнечнике.

Clearfield в переводе с английского языка – «чистое поле». Это универсальная производственная система, применяемая в настоящее время во всем мире.

На основании этого стало насущной необходимостью проведение комплексных исследований по разработке основных элементов технологии возделывания подсолнечника в условиях южной части Нечерноземной зоны России, широкого изучения сортового состава подсолнечника отечественной и зарубежной селекции с целью подбора наиболее пригодных для наших условий сортов и гибридов, тем более, что в южной части Нечерноземной зоны такие исследования не проводились [40, 41, 42].

Цель исследований – определить эффективность комплексного воздействия видов предпосевной почвенной обработки и доз гербицида Евро-Лайтнинг Плюс на продуктивность подсолнечника в условиях Рязанской области.

Материалы и методы

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Полевой опыт проведен в 2023-2025 годах, в условиях Рязанской области. Объект исследований: гибрид подсолнечника Зубелла КЛ. Предшественник – озимая пшеница. Из минерального удобрения применялась нитрофоска 1,5 ц/га под предпосевную культивацию. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, содержание гумуса – 4,75-4,91%.

Схема двухфакторного опыта включала следующие варианты весенней обработки (фактор А): 1) дискование Lemken Rubin 6 на глубину 12-14 см; 2) дискование АДС-6 на глубину 10-12 см; 3) культивация, Компактор КПО-10 на 12-14 см; культивация КС-12М на 10-12 см. Весной, под все варианты предпосевной культивации вносились минеральные удобрения в виде аммиачной селитры и NPK(S) 15:15:15(10) (фон) из расчета $N_{150}P_{45}K_{45}$.

Посев осуществлялся пунктирным способом на глубину 4-5 см. Норма высева – 45,0 тыс. всхожих семян на 1 га. Срок посева – 2 мая. В посевах применялся гербицид Евро-Лайтнинг Плюс, ВРК, в дозах 1,5; 2,0 л/га (фактор В). Опрыскивание подсолнечника проводилась в ранние фазы роста сорняков (2-4 листьев) и 4-5 настоящих листьев у культуры. Обработка производственных посевов проводилось ОН-600 и ранцевым опрыскивателем Жук.

В процессе выращивания культуры по вегетации были использованы жидкие удобрения в комплексной обработке баковой смесью: Ультрамаг для масличных культур 1 л/г, Ультрамаг Калий 1 л/га, а также Ультрамаг Бор 1 л/га с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га.

Перед уборкой была проведена десикация препаратом Тонгара 1 л/га с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га. Учет урожая проводился в начале сентября вручную и механизировано со всей учетной площади каждой делянки. Уборка посевов проводилась комбайном John Deer S670. Высота среза культуры 60 см. Площадь опытной делянки 150 $м^2$, учетной - 120 $м^2$, расположение делянок систематическое.

Результаты исследования

В опыте дискование с помощью Rubin 6 и АДС-6 выполняло тщательную почвенную обработку до 12-14 см, заделывая весной оставшиеся пожнивные остатки после предшественника озимой пшеницы, выполняя качественное перемешивание почвы с растительными остатками. При обработки используемыми дисковыми боронами

осуществлялась качественная подготовка семенного ложа после осенней вспашки под посев подсолнечника.

В исследованиях культиватор Компактор ПО-10 особенно эффективно обрабатывал почву на участках с неровным рельефом, полностью копировав рельеф опытных участков. ПО-10 более качественно по сравнению с другими вариантами предпосевной обработки почвы формировал почвенное ложе для последующего посева подсолнечника, обрабатывая предпосевной слой на одинаковую глубину. Так же, эффективно боролся с сорняками культиватор КС-12М, заделывая весной после осенней вспашки до 75% оставшейся стерни, активно подрезая сорную растительность, обеспечивая крошение и выравнивание припосевного слоя почвы.

Гербицид Евро-Лайтнинг Плюс, ВРК, в дозах 1,5; 2,0 л/га применялся в посевах подсолнечника в ранние фазы роста сорняков, что совпадало с 4-5 настоящими листьями у подсолнечника (рис. 1).

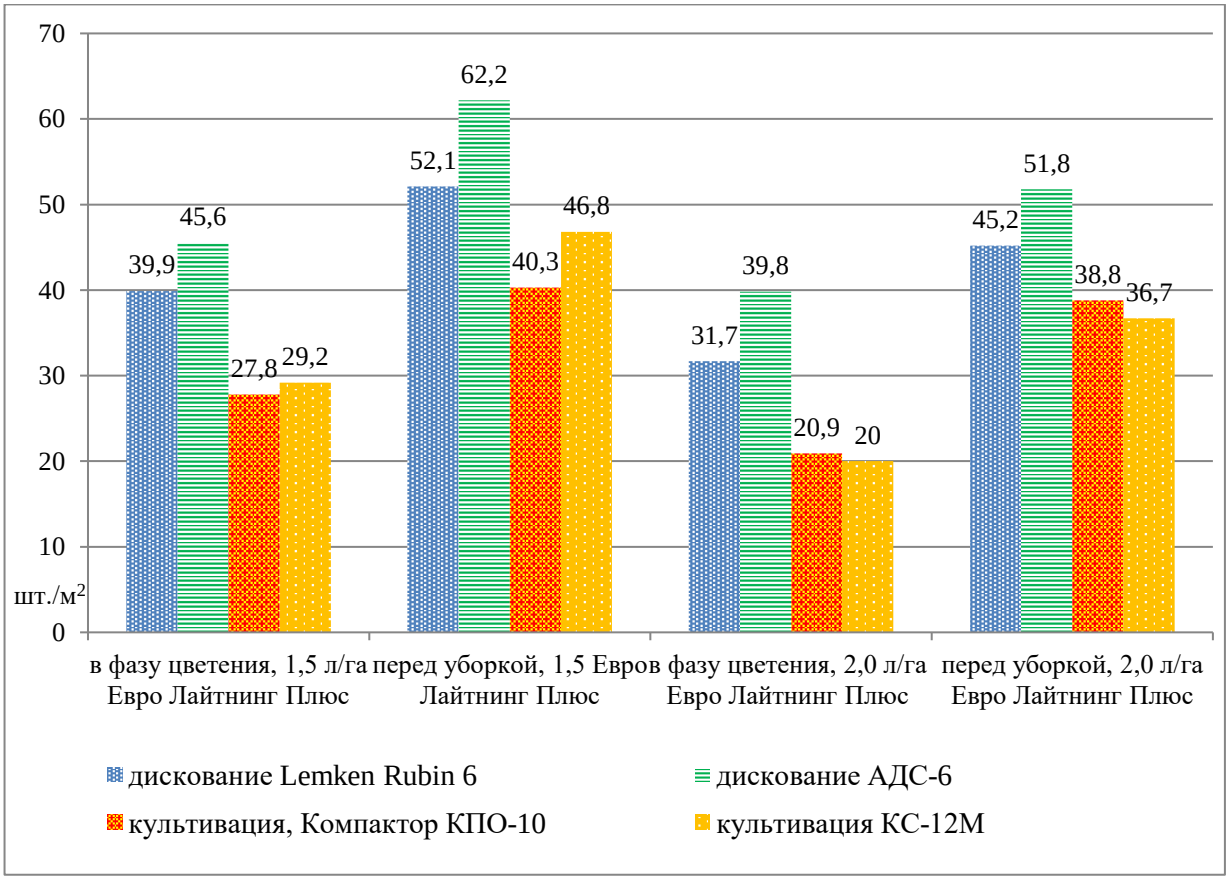

Рис. 1. Анализ сорняков в исследованиях в различные периоды развития подсолнечника по вариантам опыта, шт./м², среднее за 2023-2025гг.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Применяемая система защиты от засоренности предполагала однократную, до конца вегетации, послевсходовую обработку гербицидом в фазе развития сорняков до 1–3 листов и 2–6 настоящих листьев у культур с посевом высокоурожайных, устойчивых к имидозолиноновой группе гербицида Евро-Лайтнинг Плюс, ВРК – для подсолнечника, в комбинациях с прилипателем.

Отметим, что интегрированная система Clearfield была эффективна при любой степени засоренности посевов, существенно не зависела от погодных условий, типа и гранулометрического состава почвы, применяется как для традиционной технологии выращивания масличных культур, так и для технологии с минимальной или нулевой обработкой почвы.

В состав гербицида Евро-Лайтнинг Плюс входят два действующих вещества имазамокс и имазапир. Имазамокс, как и остальные гербициды группы имидазолинонов, проникал в сорные растения через корни и листья и передвигается по флоэме и ксилеме, накапливаясь в меристематических участках. Рост чувствительных сорняков останавливается уже через несколько часов после обработки.

Имазапир нарушал образование изолейцина и валина. Следствием нарушения синтеза этих алифатических аминокислот является уменьшение синтеза РНК, ДНК, растворимого белка, что приводит к прекращению деления клеток и остановке роста. Первые симптомы повреждения сначала заметны на молодых побегах, позже на зрелых. Препарат не действовал на фотосинтез, вследствие чего обработанные растения долго оставались зелеными. Ингибирование фотосинтеза и дыхания происходило лишь при высоких концентрациях или длительном воздействии гербицида. При попадании вещества на почву оно долго сохранялось в верхнем слое, препятствуя прорастанию семян.

Минимальная засоренность посевов подсолнечника была выявлена на вариантах с Евро Лайтнинг Плюс, 2,0 л/га + Компактор КПО-10, культивация на 12-14 см, к фазе цветения (20,9 шт./м^2), а так же на варианте Евро Лайтнинг Плюс, 2,0 л/га + КС-12М, культивация на 10-12 см, где засоренность в период цветения была минимальной – 20,0 шт./м^2.

Снижение засоренности посевов вело к увеличению урожайности посевов (табл. 1).

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Таблица 1. Урожайность подсолнечника по вариантам опыта, среднее за 2023-2025гг.

Сельскохозяйственное орудие и вид обработки почвы	Норма внесения гербицида Евро Лайтнинг Плюс, л/га	Урожайность, ц/га			
		2023г.	2024г.	2025г.	среднее
Lemken Rubin 6, дискование на 12-14 см	1,5	26,3	31,6	40,1	32,6
	2,0	32,7	32,2	42,7	35,8
АДС-6, дискование на 10-12 см	1,5	32,6	31,2	38,7	34,1
	2,0	34,4	33,8	41,5	36,5
Компактор КПО-10, культивация на 12-14 см	1,5	33,0	34,8	44,6	37,4
	2,0	35,6	36,1	47,3	39,6
КС-12М, культивация на 10-12 см	1,5	31,0	31,9	38,7	33,8
	2,0	33,2	33,3	42,9	36,4
$НСР_{05}$, АВ		3,77	1,86	5,05	3,5

Заключение

Таким образом, в среднем за три года исследований, максимальная урожайность подсолнечника была выявлена на вариантах с применением Евро Лайтнинг Плюс, 2,0 л/га + Компактор КПО-10, культивация на 12-14 см, (39,6 ц/га²), а так же на том же варианте варианте но с дозой 1,5 л/га гербицида Евро Лайтнинг Плюс, 2,0 л/га² (37,4 ц/га). Отметим, что более высокая урожайность по всем вариантам опыта была выявлена в 2025 году, и варьировала в пределах 32,6 – 39,6 ц/га.

Список использованных источников:

1. Вафина Э. Ф. Потенциал нектаропродуктивности некоторых масличных культур в условиях Удмуртской Республики // Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI века: вклад молодых ученых-исследователей. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2017. – С. 7-9.

2. Филатова О. И., Лупова Е.И., Шидловский В.В. Масличные культуры в Рязанской области // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Межд. науч.-практич. конф. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2018. – С. 397-400.

3. Прахова Т. Я., Вельмисева Л.Е. Влияние удобрений на продуктивность рыжика

посевного // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 5. – С. 27-30.

4. Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Турин Е.Н. [и др.] Оценка сортообразцов рыжика озимого (*Camelina sylvestris* Waller ssp. *pilosa* Zing.) по экологической адаптивности // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55, № 3. – С. 564-572.

5. Зубкова Т.В., Дубровина О.А., Виноградов Д.В. [и др.] Перспективы использования органоминеральных удобрений на посевах рапса // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4(63). – С. 35-40.

6. Возделывание масличных культур в Рязанской области / К. Д. Сазонкин, Е. И. Лупова, В. В. Шидловский, Л. В. Васильченко // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : III межд. науч.-практич. конф. – Рязань: ИП Жуков В.Ю., 2019. – С. 424-429.

7. Zubkova T. V., Dubrovina O. A. The study of rape seed plants development in the rosette phase in the face of organic fertilizers and natural zeolite // Ecology, Environment and Conservation. – 2020. – Vol. 26, N. 1. – P. 465-470.

8. Lupova E. I., Sazonkin K. D., Vinogradov D. V. Yield of winter rape in Ryazan region / E. I. Lupova, // IOP conference series: earth and environmental science : Agriculture, field cultivation, animal husbandry, forestry and agricultural products. Vol. 723. – Smolensk, 2021. – P. 022031.

9. Гулидова В. А., Зубкова Т.В. Эффективность микроудобрений на посевах ярового рапса // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 29-30.

10. Зубкова Т.В., Дубровина О.А., Виноградов Д.В. [и др.] Перспективы использования органоминеральных удобрений на посевах рапса // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4(63). – С. 35-40.

11. Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Дубровина О.А. [и др.] Морфологические и химические свойства новых удобрений и применение их при возделывании рапса // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2021. – № 2(63). – С. 13-21.

12. Лупова Е. И., Миракова И.С. Показатели фальсификации и идентификации растительных масел // Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных культур. – Рязань, 2013. – С. 206-208.

13. Патент на полезную модель № 208372 U1 РФ, МПК A01C 1/00. Устройство для стимулирования семян к прорастанию : № 2021123277 : заявл. 02.08.2021 : опубл. 15.12.2021 / Д. В. Виноградов, Е. И. Лупова, В. А. Грязин [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ.

14. Vinogradov D., Lupova E., Khromtsev D. The influence of bio-stimulants on productivity of coriander in the non-chernozem zone of Russia // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2018. – Vol. 24, No. 6. – P. 1078-1084.

15. Виноградов Д. В., Ванюшин П.Н. Перспективы и основные направления развития производства масличных культур в Рязанской области // Вестник Рязанского

государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2012. – № 1(13). – С. 62-65.

16. Макарова М.П., Виноградов Д.В. Влияние различных уровней минерального питания на фотосинтетические показатели и продуктивность гибридов подсолнечникав условиях Рязанской области // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 4(24). – С. 36-40.

17. Виноградов Д.В., Вертелецкий И.А. Рост и развитие масличных культур при разном уровне минерального питания // Международный технико-экономический журнал. – 2011. – № 4. – С. 99-102.

18. Виноградов Д.В. Новая масличная культура для Рязанской области // Международный технико-экономический журнал. – 2009. – № 4. – С. 32-34.

19. Виноградов Д. В. Научно-практические аспекты интродукции масличных культур в южной части Нечерноземной зоны России // Интродукция растений: теоретические, методические и прикладные проблемы : Межд. конф., посвящ. 70-летию ботанического сада-института МарГТУ. – Йошкар-Ола: Поволжский ГТУ, 2009. – С. 16-18.

20. Евсенина М.В., Сазонкин К.Д., Виноградов Д.В. [и др.] Агрометеорологическое прогнозирование в сельскохозяйственном производстве // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : II Межд. науч.-практич. конф. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 97-101.

21. Евтишина Е. В., Сазонкин К.Д., Виноградов Д.В. Перспективные направления сельскохозяйственного производства в Рязанской области // Вавиловские чтения - 2022 : Межд. науч.-практич. конф. – Саратов: ООО "Амирит", 2022. – С. 695-700.

22. Зубкова Т. В., Виноградов Д.В. Технология хранения и переработки зерновых, зернобобовых и масличных культур : Учебное пособие. – Елец - Рязань : ИП Колупаева Е.В., 2023. – 168 с.

23. Щур А.В., Виноградов Д.В., Валько В.П. [и др.] Радиоэкологическая эффективность биологически активных препаратов в условиях Беларуси // АгроЭкоИнфо. – 2015. – № 5(21). – С. 6.

24. Патент на полезную модель № 208372 U1 Российская Федерация, МПК A01C 1/00. Устройство для стимулирования семян к прорастанию : № 2021123277 : заявл. 02.08.2021 : опубл. 15.12.2021 / Д. В. Виноградов, Е. И. Лупова, В. А. Грязин [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ.

25. Сазонкин К.Д., Виноградов Д.В., Лупова Е.И. [и др.] Развитие сельских территорий в Рязанской области // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : VIII Межд. науч.-практич. конф. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 283-288.

26. Виноградов Д. В. Использование капустных культур // Пчеловодство. – 2009. – № 5. – С. 23-24.

27. Фадькин Г.Н., Виноградов Д.В. Зависимость баланса элементов питания в системе "почва - удобрение - растение" от форм азотных удобрений в условиях юга

Нечерноземья // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6(105). – С. 13-18.

28. Курчевский С. М., Виноградов Д.В., Щур А.В. Влияние различных доз минерального грунта на агрохимические показатели и продуктивность торфяных почв // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 1(25). – С. 27-31.

29. Зубкова Т. В., Виноградов Д.В. Свойства органоминерального удобрения на основе куриного помёта и применение его в технологии ярового рапса на семена // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1(53). – С. 46-54.

30. Сазонкин К. Д., Виноградов Д.В. Экологическая устойчивость и рациональное землепользование // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения : Всеросс. науч.-практич. конф. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2023. – С. 134136.

31. Гулидова В.А., Зубкова Т.В. Технохимический контроль растениеводческой продукции// Елец : ЕГУ им. И.А. Бунина. 2020. 74 с.

32. Виноградов Д.В., Поляков А.В., Вертелецкий И.А., [и др.] Возможность расширения ассортимента масличных культур в южном Нечерноземье // Международный технико-экономический журнал. – 2012. – № 1. – С. 118.

33. Сазонкин К.Д., Лупова Е.И., Шидловский В.В., [и др.] Возделывание масличных культур в Рязанской области // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : III межд. науч.-практич. конф. – Рязань: ИП Жуков В.Ю., 2019. – С. 424-429.

34. Курчевский С. М., Виноградов Д.В. Изменение основных свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы под действием органоминеральных удобрений и бактериального препарата "Байкал ЭМ-1" // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 113-116.

35. Курчевский С. М., Виноградов Д.В. Улучшение малопродуктивных супесчаных дерновоподзолистых почв при внесении органо-минеральных удобрений и микробиологической добавки // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 1(21). – С. 47-51.

36. Щур А. В., Виноградов Д.В., Валько В.П. Нитрификационная активность почв при различных уровнях агротехнического воздействия // Вестник РГАТУ. – 2015. – № 2(26). – С. 21-26.

37. Ушаков Р.Н., Виноградов Д.В., Лупова Е.И. [и др.] К вопросу о плодородии серой лесной (агросерой) почвы // АгроЭкоИнфо. – 2020. – № 3(41). – С. 3.

38. Виноградов Д. В., Кунцевич А.А., Поляков А.В. Жирнокислотный состав семян льна масличного сорта Санлин // Международный технико-экономический журнал. – 2012. – № 3. – С. 71-75.

39. Лупова Е.И., Виноградов Д.В. Технология производства яровых рапса и сурепицы в Нечерноземной зоне России : Учебное пособие. – Рязань : РГАТУ, 2018. – 86 с.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

40. Виноградов Д. В. Биохимическая оценка семян масличных культур юга Нечерноземья России // Молодежь и инновации - 2009 : Межд. науч.-практич. конф. молодых ученых / Совет молодых ученых. Том 1. – Горки, 2009. – С. 28-30.

41. Vinogradov D.V., Vysotskaya E.A., Lupova E.I. Features of using modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard agrocoenosis / // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming, Voronezh. Vol. 422. – Voronezh: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012014.

42. Макарова М.П., Виноградов Д.В., Лупова Е.И., [и др.] Агроэкологические аспекты формирования агроценозов подсолнечника в условиях Рязанской области // Международный технико-экономический журнал. – 2017. – № 5. – С. 107-111.

43. Vinogradov D. V., Lupova E. I. Use of biological fertilizers in white mustard crops in the non-Chernozem zone of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan. Vol. 341. – Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012204.

Цитирование: Лебедев Д.В. Засоренность и урожайность посевов подсолнечника при комплексном воздействии видов предпосевной обработки и гербицида [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2026. – № 4. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2026/4/st_413.pdf
DOI: https://doi.org/10.51419/202164413.