

УДК 633.8; 547.913

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ В КАЧЕСТВЕ ИНСЕКТИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ**

Рудой Дмитрий Владимирович  
канд. техн. наук, доцент, декан факультета «Агропромышленный»  
РИНЦ SPIN-код: 3297-3460  
[rudoy.d@gs.donstu.ru](mailto:rudoy.d@gs.donstu.ru)  
*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия*

Пахомов Виктор Иванович  
д. техн. наук, доцент, и.о. директора федерального государственного бюджетного научного учреждения «Аграрный научный центр «Донской», заведующий кафедрой «Технологии и оборудование переработки продукции АПК»  
РИНЦ SPIN-код: 5815-4913  
[v.i.pakhomov@mail.ru](mailto:v.i.pakhomov@mail.ru)  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской», Зерноград, Россия,  
Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия*

Ольшевская Анастасия Владимировна  
канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции АПК», заместитель руководителя центра развития территориального кластера «Долина Дона»  
РИНЦ SPIN-код: 8026-6860  
[oav.donstu@gmail.com](mailto:oav.donstu@gmail.com)  
*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия*

Одабашян Мэри Юрьевна  
канд. биол. наук, старший научный сотрудник Центра агробиоинженерии эфиромасличных и лекарственных растений, старший преподаватель кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции АПК»  
РИНЦ SPIN-код: 5866-4856  
[m.odabashyan@mail.com](mailto:m.odabashyan@mail.com)  
*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия*

Павлов Петр Дмитриевич  
инженер Центра агробиоинженерии эфиромасличных и лекарственных растений  
РИНЦ SPIN-код: 7272-6947  
[dr0krevedko@gmail.com](mailto:dr0krevedko@gmail.com)  
*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия*

UDC 633.8; 547.913

05.20.01 Technologies and means of mechanization of agriculture (technical sciences)

**THE USE OF ESSENTIAL OILS AS INSECTICIDES TO PROTECT AGRICULTURAL PRODUCTS FROM PESTS**

Rudoy Dmitry Vladimirovich  
Cand.Tech.Sci., assistant professor, Dean of the Faculty of Agribusiness  
RSCI SPIN-code: 3297-3460  
[rudoy.d@gs.donstu.ru](mailto:rudoy.d@gs.donstu.ru)  
*Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia*

Pakhomov Viktor Ivanovich  
Doctor of Technology, assistant professor, Acting Director of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Agricultural Research Center «Donskoy», Head of the Department Technologies and equipment for processing products of the Agribusiness complex  
RSCI SPIN-code: 5815-4913  
[v.i.pakhomov@mail.ru](mailto:v.i.pakhomov@mail.ru)  
*Federal State Budgetary Scientific Institution “Agricultural Research Center “Donskoy”, Zernograd, Russia,  
Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia*

Olshevskaya Anastasiya Vladimirovna  
Cand.Tech.Sci., assistant professor of the Department of Technologies and equipment for processing products of the Agribusiness complex, Deputy Head of the Development center of territorial cluster "Dolina Dona" of Rostov region  
RSCI SPIN-code: 8026-6860  
[oav.donstu@gmail.com](mailto:oav.donstu@gmail.com)  
*Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia*

Odabashyan Mary Yurevna  
Cand.Biol.Sci., senior researcher in the Center for Agrobioengineering of Ether-Oil and Medicinal Plants, senior lecturer Department of Technologies and equipment for processing products of the Agribusiness complex  
RSCI SPIN-code: 5866-4856  
[m.odabashyan@mail.com](mailto:m.odabashyan@mail.com)  
*Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia*

Pavlov Petr Dmitrievich  
Engineer of the Center for Agrobioengineering of Ether-Oil and Medicinal Plants  
RSCI SPIN-code: 7272-6947  
[dr0krevedko@gmail.com](mailto:dr0krevedko@gmail.com)  
*Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia*

Эфирные масла, вырабатываемые растениями в виде вторичных метаболитов, используются в различных областях пищевой, парфюмерной и косметической промышленности. Кроме этого, они могут быть использованы в качестве пищевых консервантов для зерновых, зернобобовых и овощебахчевых культур. В этом обзоре кратко описаны результаты исследований в соответствующей литературе и резюмировано использование эфирных масел с особым акцентом на их антибактериальные, противогрибковые и фунгицидные свойства. Антимикробные свойства эфирным маслам придают вещества, входящие в их состав, такие как: терпены, терпеноиды, каротиноиды, кумарины и куркумины. Различные свойства эфирных масел дают возможность в ближайшем будущем использовать их в качестве безопасных, экологически чистых, натуральных, рентабельных, возобновляемых и легко биоразлагаемых препаратов для сохранения качества пищевых продуктов

Ключевые слова: ГЕРБИЦИДЫ, ЭФИРОНОСЫ, ВРЕДИТЕЛИ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ПРОДУКЦИЯ, ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

Essential oils produced by plants as secondary metabolites are used in various areas of the perfume, food and cosmetics industries. In addition, they can be used as food preservatives for grain, leguminous and vegetable crops. This review briefly describes the results of studies in the relevant literature and summarizes the use of essential oils with a particular focus on their antibacterial, antifungal and fungicidal properties. Antimicrobial properties of essential oils are imparted by substances included in their composition, such as: terpenes, terpenoids, carotenoids, coumarins and curcumins. The various properties of essential oils make it possible in the near future to use them as safe, environmentally friendly, natural, cost-effective, renewable and easily biodegradable products to preserve the quality of food products

Keywords: HERBICIDES, FINES HERBES, PESTS, AGRICULTURAL PRODUCTS, FOODS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-181-014>

## Введение

Эфирные масла имеют весьма долгую историю применения в качестве ароматизаторов и входят в состав большинства специй. В последнее время увеличивается их ценность в медицине в качестве фитотерапевтических препаратов. Уделяется большое внимание биологической активности эфирных масел по отношению к вредителям и, следовательно, их потенциальному использованию в качестве альтернативы синтетическим химическим пестицидам для защиты сельскохозяйственных культур от насекомых-вредителей.

Растительные химические вещества разделяют на II основные группы; I группа – это первичные метаболиты, которые составляют основной строительный материал клетки, такие как белки, углеводы, нуклеиновые кислоты и липиды; II группа – вторичные метаболиты, которые просто классифицируются на три основные группы: терпены (такие как летучие вещества растений, гликозиды, каротиноиды и стероиды), фенольные

<http://ej.kubagro.ru/2022/07/pdf/14.pdf>

соединения (такие как фенольные кислоты, кумарины, лигнаны, стильбены, флавоноиды, дубильные вещества и лигнин) и азотсодержащие соединения (такие как алкалоиды и глюкозинолаты) [14]. Вторичные метаболиты играют важную роль в системе защиты растений от болезнетворных микроорганизмов и насекомых-вредителей [11]. Борьба с вредителями является одной из актуальных и первостепенных задач сельскохозяйственной отрасли.

Сельскохозяйственная продукция подвергается нападению более 500 видов насекомых-вредителей, 60 видов моли и около 325 видов клещей, которые приводят к количественным и качественным потерям продукции [1]. Вред, причиняемый запасам при хранении продуктов невосполним, в частности, семенной материал теряет всхожесть и массу. Продукты питания нуждаются в особом отношении. Многие из них относятся к категории скоропортящихся, поэтому их необходимо хранить в определенных условиях.

Фумигация играет важную роль в уничтожении насекомых-вредителей для сохранения качества продуктов питания. В промышленно развитых странах, таких как Канада и Австралия, например, существует нулевая толерантность к насекомым-вредителям [13,15,24,25] и высокий уровень применения пестицидов для защиты зерна и зерновых продуктов от вредителей.

В настоящее время фосфин и бромистый метил являются самыми распространенными фумигантами, используемыми для защиты хранящихся продуктов во всем мире. Устойчивость насекомых к фосфину в настоящее время является глобальной проблемой [2,3,5,31]. Ввиду проблем, связанных с применением фумигантов, существует глобальный интерес к альтернативным стратегиям, включая разработку растительных заменителей [4-6,34].

Зерновые и садовые культуры поражают многочисленные насекомые-вредители, вызывая огромные экономические потери. К ним относятся персиковые тли (*Myzus persicae*), совка малая (*Spodoptera exigua*), совка хлопковая (*Trichoplusia ni*), мучнистый червец виноградный (*Planococcus citri*), табачный трипс (*Thrips tabaci*), и тепличная белокрылка (*Trialeurodes vaporariorum*), проволочники (*Elateridae*), хлебный жук кузька (*Anisoplia austriaca* Hrbst) [1,2,5].

### **Методы исследования**

Обычно для борьбы с сельскохозяйственными вредителями используются химические пестициды; 90% применяемых пестицидов теряется в воздухе, что серьезно влияет на окружающую среду и увеличивает затраты сельхозпроизводителей на их внесение. Кроме того, использование пестицидов увеличивает сопротивляемость вредителей и снижает плодородность почвы [3,4,7,9].

Использование синтетических химических инсектицидов для борьбы с вредителями представляют опасность для здоровья населения и окружающей среды. По этой причине существует острая необходимость в применении ряда современных стратегий в качестве альтернативы химическим пестицидам, чтобы защитить окружающую среду от инсектицидного загрязнения, снизить неблагоприятное действие гербицидов и повысить урожайность бахчевых и сельскохозяйственных культур [2,3,4,5].

Растительные натуральные вещества могут стать потенциальной альтернативой применяемым в настоящее время средствам борьбы с насекомыми, поскольку они представляют собой богатый источник биологически активных веществ.

Микрокапсулы эфирных масел могут решить эти проблемы, защищая активные компоненты эфирных масел от разложения и потерь при

испарении, тем самым повышая их стабильность и поддерживая минимальную эффективную дозировку (рисунок 1) [5,9].

Микрокапсулирование — это современная технология обработки пищевых продуктов, с помощью которой любое вещество может быть инкапсулировано внутри определенного материала, образуя крошечную сферу диаметром от 1 мкм до нескольких сотен мкм.

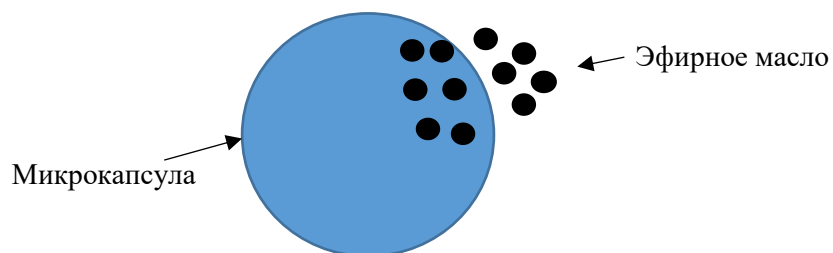


Рисунок 1 – Микрокапсулирование эфирных масел

Быстрое действие эфирных масел на вредителей указывает на то, что механизм их действия направлен на нервную систему насекомого. Как правило, эфирные масла легко усваиваются насекомыми, летучая природа эфирных масел и их составляющих делает многих из них эффективными средствами в борьбе с вредителями. Поведенческое воздействие на вредителей также может играть определенную роль в защите сельскохозяйственных культур. Например, при распылении на растения эфирные масла оказывают минимальное остаточное действие в качестве контактных инсектицидов, но в полевых условиях вредителей можно сдерживать в течение гораздо более длительного времени после применения [12,13].

В научной литературе имеются множество работ, документирующих эффективность эфирных масел в качестве средств защиты зерна при хранении [11-15,18-23].

Технологии микрокапсулирования эфирных масел внедряются для обеспечения медленного высвобождения терпеноидов, повышая их эффективность в полевых условиях [13,14,19,20].

Биопестициды на основе эфирных масел могут применяться как дополнительный или же альтернативный метод борьбы против сельскохозяйственных вредителей. Несмотря на эти многообещающие свойства, все же необходимо решить проблемы, связанные с летучестью эфирных масел, плохой растворимостью в воде и склонностью к окислению, прежде чем их можно будет использовать в качестве альтернативной системы в борьбе с вредителями [6].

В последние годы экологические проблемы, вызванные излишним применением пестицидов, вызывают озабоченность как исследователей, так и населения. По приблизительным оценкам, каждый год в сельском хозяйстве применяется 2,5 млн тонн различных пестицидов, а вред, наносимый пестицидами, достигает свыше 100 млрд долларов в год. Причины всего этого двойственные: во-первых, повышенная вредность и не медленная скорость разлагаемости, и, во-вторых накопление в окружающей среде и дальнейшая их трансформация в почве, водных ресурсах и сельскохозяйственных культурах.

Переход к зеленой органической химии и сохраняющаяся потребность в разработке новых средств защиты растений делают открытие и коммерциализацию натуральных веществ в качестве экологически чистых продуктов весьма выгодным.

Концепция «зеленые пестициды» к экологически ориентированных и нетоксичных веществ для борьбы с вредителями, которые могут уменьшить численность вредителей и поспособствовать производству экологически продуктов питания. Они не опасны, и их совместимость с компонентами окружающей среды больше, чем у синтетических пестицидов [10].

Население увеличивается; ожидается, что в развивающихся странах спрос на продукты питания к 2050 году увеличится на 50-100% [20]; по этой причине существует острая необходимость в поиске безопасных альтернативных стратегий, которые могут способствовать обеспечению продуктами питания и в то же время защищать окружающую среду и людей. Для ограничения потерь урожая и повышения продуктивности сельского хозяйства, нужно внедрить применение эффективных, экологически безопасных биопестицидов.

Биопестициды на основе эфирных масел являются дополнительным или альтернативным методом в растениеводстве при комплексной борьбе с вредителями [21].

Как показывают различные исследования, эфирные масла из семейств *Asteraceae*, *Myrtaceae*, *Apiaceae*, *Lamiaceae* и *Rutaceae*, весьма эффективны против различных насекомых-вредителей [3].

Большинство бактерий могут вызывать серьезные потери качества зерновых, бобовых, фруктов и овощей при хранении, вызывая серьезную потерю качества растений во время выращивания, транспортировки и хранения на 20-40% от общего урожая в год [19-20].

Бактерии *X. campestris* pv., *E. herbicola*, *E. amylovora*, *E. chrysanthemi*, *Clavibacter michiganensis*, *Pseudomonas syringae*, *P. solanacearum*, *P. cichorii*, *P. putida*, *Erwinia carotovora* ответственные за многие заболевания растений и потерю урожая. Множество эфирных масел были оценены на предмет их антибактериальной активности против фитопатогенных бактерий в условиях *in vitro* и *in vivo* [18-20].

Антимикробные исследования компонентов эфирных масел и их механизмов действия в большей степени проводились на бактериях; однако имеется ограниченная информация об их действии на дрожжи и плесень.

Как правило, грамотрицательные бактерии менее восприимчивы к эфирным маслам, чем грамположительные. Наружная мембрана



грамотрицательных бактерий содержит гидрофильные липополисахариды (ЛПС), которые действуют как барьер для макромолекул и гидрофобных соединений, тем самым обеспечивая повышенную толерантность к гидрофобным антимикробным соединениям [6,10,13].

Порча во время хранения пищевых продуктов является хронической проблемой. Грибковые патогены пищевого происхождения и их токсичные метаболиты могут приводить к качественным и количественным потерям (до 25% от общего количества сельскохозяйственных продовольственных продуктов во всем мире) [2].

### **Техника для опрыскивания**

В настоящее время активно применяется метод внесения или опрыскивания химических веществ. Большинство вегетирующих сельскохозяйственных растений нуждаются в защите от бактериальных и грибных болезней (фитофтороза и альтернариоза), а также от многолетней сорной растительности. Опрыскивания растений осуществляется как в ручную, так и с помощью опрыскивателей различных типов: транспортных и авиационных [4,5].

Опрыскивание применяется как в профилактических целях, так и на постоянной основе. Преимуществом данного метода считается то, что препарат равномерно распределяется и расход веществ малый [2]. Однако у данной методики есть свои недостатки: сложность приготовления рабочих растворов, дозировка, коррозия аппаратуры со временем и большой расход жидкости [1].

Наиболее часто применяемый и распространенный метод опрыскивания является наземное опрыскивания. Данный метод практикуют до 70% сельскохозяйственных работников. Бывают двух видов: самоходные или же используются с колесными тракторами.

Штанговые опрыскиватели используются при обработки зерновых и зернобобовых культур, кормовых и технических [3].



Жидкие удобрения вносят точечно с помощью мультиинжекторов. Идеально подходят для внесения удобрений при мульчировании и прямом посеве, так как питательные вещества доставляются напрямую к корням растений [2,4].

Эфирные масла могут вноситься в почву совместно с удобрениями как альтернатива различным фунгицидам с помощью мультиинжекторов.

В целом система внесения удобрений должна совершенствоваться и корректироваться в зависимости от изменения плодородного слоя почвы, имеющихся в хозяйстве ресурсов и средств химизации и механизации. Нужно внедрение новых высокопродуктивных сортов и технологических приемов, для улучшения почвы и в конечном итоге поддержания хорошей урожайности.

### **Результаты и обсуждение**

Различные исследователи использовали эфирные масла в чистом виде для увеличения срока хранения пищевых продуктов в различных контейнерах, например, из картона, жести, стекла, полиэтилена или натуральных тканей, и наблюдали значительное увеличение срока хранения [3,13,15]. В более раннем исследовании [22] сообщалось, что некоторые компоненты эфирного масла, такие как цитраль, цитронелла, цитронеллол, эвгенол, фарнезол и нерол, могут защищать семена и плоды чили от грибковой инфекции на срок до 6 месяцев.

Эфирное масло из *Ageratum conyzoides* успешно контролировало гниение мандаринов пораженными голубой плесенью и увеличивало срок хранения до 30 дней [23].

Исследовали эфирное масло *Cymbopogon nardus*, *C. flexuosus* и *Ocimum basilicum* и обнаружили, что оно значительно контролировало антракноз банана и увеличивало срок хранения продукта до 21 дня [23].

Эфирное масло *Cymbopogon flexuosus* (20 мкл/мл) способно защитить плоды *Malus pumilo* от гниения на срок до 3-х недель [7]. Применение

эфирных масел из *Putranjiva roxburghii* было эффективным против *A. flavus* и *A. Niger*, и увеличило срок хранения арахиса до 6 месяцев [9,22,23]. Эфирные масла *Cymbopogon pendulous* в качестве фумиганта увеличивало срок годности арахиса на 6-12 месяцев [13], тем самым оказавшись более эффективным, чем эфирное масло *P. roxburghii*. Эти различия в эффективности эфирных масел могут быть связаны с использованием масел из разных видов растений, а также с их химическим составом и уровнем дозировки.

Масло тимьяна (*Thymus capitata*) (0,1%) и мексиканского лайма (кислый лайм) (*Citrus aurantifolia*) (0,5%) снизило заболеваемость плодов папайи [9], а масло корицы (0,3%) продлило срок хранения бананов на срок до 28 дней и снизило заболеваемость [14]. Масла *Clausena pentaphylla* и *Chenopodium ambrosioides* при использовании в качестве фумигантов в стеклянной таре и мешках из натуральной ткани смогли защитить семена голубинового гороха от инфекции *A. flavus*, *A. niger*, *A. ochraceus* и *A. terreus* на срок до 6 месяцев [10]. Составы на основе порошка масел *C. pentaphylla* и *C. ambrosioides* также могут сохранять семена голубинового гороха до 6 месяцев [9]. Масло *Artemisia nilagirica* в качестве фумиганта увеличило срок хранения винограда до 9 дней [6]. Точно так же масло *Lippia alba* при использовании ингибировало размножение грибков и выработку афлатоксина фасоли азиатской (*Vigna radiata*) и увеличило срок её хранения до 6 месяцев [2].

В исследованиях ученого Пандей А.К. (Pandey A.K. et al., 2017) с соавторами была оценена биологическая эффективность эфирного масла герани в чистом виде и в форме микрокапсул по отношению к картофельной моли *Ph. Operculella*. Это исследование показало, что твердые липидные микроформулы масла герани в различных концентрациях в лабораторных условиях значительно повлияли на процесс развития личинки и увеличили процент смертности при обработке и значительно снизили плодовитость

взрослых особей и, соответственно, процент выводимости. Данное масло применялось еще и в полевых условиях на посевах картофеля, оно показало более длительную остаточную эффективность, чем свободное эфирное масло, что позволило предположить, что оно может помочь сократить применение инсектицидов для уничтожения *Ph. Operculella* [5,6,8].

Смертельная и сублетальная активность эфирного масла кожуры цитрусовых в виде эмульсии и микрочастицы полиэтиленгликоля изучалась против инвазивных вредителей томатов [24]. Их результаты показали, что микрокапсулы эфирного масла обладали значительной инсектицидной активностью с более высокой смертностью и значительно снижали видимое токсическое воздействие на растения. Можно предположить, что микрокапсулы эфирных масел могут быть успешно использованы при комплексной методике в борьбе с вредителями *T. absoluta*.

Также исследователями была изучена инсектицидная активность эфирного масла розмарина лекарственного для контроля красного мучного жука, *Tribolium castaneum* используя метод нанопреципитации для приготовления микрокапсул, наполненных маслом розмарина [25].

В исследовании, проведенном на мяте длиннолистной эфирное масло в виде наноэмульсий усиливал эффект токсичности на средиземноморскую моль. Результаты исследования показали, что микроформы эфирных масел, характеризующиеся отличительным свойством медленного высвобождения, могут представлять новую категорию составов биопестицидов, которые следует рассматривать в качестве многообещающего агента в комплексной программе борьбы с вредителями [21-24,32-36].

### **Заключение**

Всемирные исследования эфирных масел побудили исследователей сосредоточить свой интерес на изучении растительных противомикробных препаратов. Обобщение соответствующей литературы показывает, что эфирные масла проявляют широкий спектр антимикробных свойств, и указывает на их естественную устойчивость при использовании в качестве потенциальных средств биоконтроля против грибковых и бактериальных патогенов.

Следовательно, на основании этого обзора можно сделать вывод, что эфирные масла являются потенциальными веществами для защиты пищевых продуктов от насекомых-вредителей. Некоторые масла можно использовать как легкие аэрозоли или же добавлять их в сам товар в качестве фумиганта. Многие эфирные масла и их компоненты активны против бактерий и грибов.

Основываясь на этом обзоре, можно резюмировать, что методы защиты пищевых продуктов без использования или с ограниченным использованием коммерческих пестицидов возможно. Хотя доступная литература указывает на то, что эфирные масла являются специфическими, биоразлагаемыми, имеют ограниченное действие на организмы, но тем не менее, существует бесчисленное множество потенциальных применений и исследований эфирных масел в качестве растительных фунгицидов. Необходимы дополнительные исследования в области микрокапсулирования эфирных масел, чтобы удовлетворить потребности пищевой промышленности и перейти на использование зеленых пестицидов.

### **Благодарности**

Работа выполнена в рамках исполнения гранта президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (МК-1700.2021.5, соглашение № 075-15-2021-179).

## Литература

1. Михайлусь Е.А., Рудой Д.В., Тупольских Т.И. Реологические характеристики комбикорма с использованием протеиновых зеленых концентратов.: Мат. 7-й Междунар. науч.-практ. конф. «Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения». – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2014. – С. 119-121.

2. Маркевич А.Е. Немировец Ю.Н. Справочник в вопросах и ответах по механизации и контролю качества применения пестицидов в сельском хозяйстве – Горки: учреждение образования «Могилевский государственный учебный центр подготовки, повышения квалификации, переподготовки кадров, консультирования и аграрной реформы», 2004. – 60 с.

3. Мартыненко В.И.; Промоненков В.К.; Кукаленко С.С.; Володкович С.Д.; Каспаров В.А. Пестициды: Справочник. -М.: Агропромиздат, 1992 -368 с.

4. Празднова Е.В., Мазанко М.С., Романовская Ю.А., Рудой Д.В., Чикиндас М.Л., Паштецкий В.С. Жмыхи масличных растений как альтернатива пребиотикам в кормах животных Инновационные технологии в науке и образовании: сб. науч. трудов IX Междунар. науч.-практ. конф. – Ростов-на-Дону: ООО "ДГТУ-ПРИНТ", 2021. – С. 171-174.

5. Рудой Д.В., Ольшевская А.В., Одабашян М.Ю., Павлов П.Д. Эфиромасличные растения и их применение в производстве. в сборнике: Инновационные технологии в науке и образовании (Конференция «ИТНО 2021»). сборник научных трудов IX Международной научно-практической конференции, с применением дистанционных технологий. Ростов-на-Дону, 2021. С. 157-160.

6. Рудой Д.В., Ольшевская А.В., Павлов П.Д., Одабашян М.Ю. Особенности выращивания мяты перечной. В сборнике: Инновационные технологии в науке и образовании (Конференция «ИТНО 2021»). сборник научных трудов IX Международной научно-практической конференции, с применением дистанционных технологий. Ростов-на-Дону, 2021. С. 39-40.

7. Хащин С.М., Сафронов А.Е., Рудой Д.В., Мерзликин С.Н. К вопросу об управлении проектами на современном этапе // Вестник ДГТУ. – 2010. – Т. 10. – № 8(51). – С. 1289-1298.

8. Хащин С.М., Олейникова Ю.А., Рудой Д.В. Теоретические аспекты на концепцию осуществления научно-технических нововведений и их специфика в АПК. Сб. статей 9-й междунар. науч.-практ. конф. «Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения». – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2016. – С. 140-144

9. Чмыхало В.К., Золотухин П.В., Рудой Д.В., Ермаков А.М., Мальцева Т.А. Культура клеток Сасо-2 как модель для тестирования свойств пробиотиков. Юбилейный сб. науч. трудов XIII междунар. науч.-практ. конф. «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса». – Ростов-на-Дону: ООО "ДГТУ-ПРИНТ", 2020. – С. 258-262.

10. Шкаликов В.А., Белошапкина О.О., Буркеев Д.Д. и др.; Защита растений от болезней. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: КолосС, 2010. – 404 с., ил. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).

11. Anthony S., Abeywickrama K., Wijeratnam S. The effect of spraying essential oils of *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon flexuosus* and *Ocimum basilicum* on postharvest diseases and storage life of Embul banana. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. – 2003 78. P. 780-785.

12. Antipov S., Khozyaev I., Panfilov V., Rudoy D., Shakhov S. Food technologies and their environmental impact. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1001, 012137. International Scientific and Practical Conference Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering (ERSME-2020) doi:10.1088/1757-899X/1001/1/012137

13. Caballero-Gallardo K., Rodriguez-Niño D., Fuentes-Lopez K. et al. Chemical Composition and Bioactivity of Essential Oils from *Cymbopogon nardus* L. and *Rosmarinus officinalis* L. Against *Ulomoides dermestoides* (Fairmaire, 1893) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 10, – 2021. P. 1-14.
14. Campolo O., Cherif A., Ricupero M. et al. “Citrus peel essential oil nanoformulations to control the tomato borer, *Tuta absoluta*: chemical properties and biological activity,” *Scientific Reports*, vol. 7, no. 1, – 2017 13036 pp.
15. Campolo O., Malacrinò A, Zappalà L. et al. “Fumigant bioactivity of five Citrus essential oils against *Tribolium confusum*,” *Phytoparasitica*, vol. 42, no. 2, – 2014. 223–233 pp.
16. Chu S.S., Liu S.L., Liu Q.Z., Jiang G.H., and Liu Z.L. “Chemical composition and insecticidal activities of the essential oil of the flowering aerial parts of *Aster ageratoides*,” *Journal of the Serbian Chemical Society*, vol. 78, no. 2, – 2013. P. 216.
17. Clemente S., Mareggiani G., Brossalis A., Martino V., Ferraro G. Insecticidal effects of Lamiaceae species against stored products insects. *Bol. San. Veg. Plagas* 29: – 2003. 421–426 pp.
18. El-Bakry A.M., Abdel-Aziz N.F., Sammour E.A. and Abdelgaleil S.A.M. “Insecticidal activity of natural plant essential oils against some stored product insects and their side effects on wheat seed germination,” *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, vol. 26, no. 1, pp. –2016. 83–88 pp.
19. Enalyeva L., Rudoy D., Alekseyev A., Tupolskih T., Lodyanov V. Scientific aspects of the study of the protein carbohydrate raw materials biomodification process in the production of functional food products. *E3S Web of Conferences* 210, 03004 (2020) ITESE-2020 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021003004>
20. Froiio F., Ginot L., Paolino D., Lebaz N., Bentaher A., Fessi H., Elaissari A. Essential oils-loaded polymer particles: Preparation, characterization and antimicrobial property. *Polymers* – 2019, 11, 1017.
21. Herrera J.M., Zunino M.P, Dambolena J.S., Pizzolitto R.P., Gañan N.A., Lucini E.I., Zygadlo J.A. Terpene ketones as natural insecticides against *Sitophilus zeamais*, *Industrial Crops and Products*, Volume 70, – 2015. 435-442 pp.
22. Isman M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.* 5: –2006. 45–66 pp.
23. Kavallieratos N.G., Skourti A., Erifili P., Mártonfi P., Spinozzi E., Maggi F. *Tanacetum vulgare* essential oil as grain protectant against adults and larvae of four major stored-product insect pests, *Journal of Stored Products Research*, Volume 94, –2021. P.101882.
24. Lachuga Y., Kh, Bayan, Shogenov, Y., Meskhi B., Rudoy D., Olshevskaya A. (2020). Energy-saving tillage with a combined unit with universal working bodies. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 1001. 012121.
25. Mazanko M., Prazdnova E., Rudoy D., Ermakov A., Olshevskaya A., Maltseva T. Extracts of medical plants suppress the SOS response and reduce mutagenesis in *E. coli*). В сборнике: *E3S Web of Conferences*. 13. Сер. "13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2020" 2020. С. 01010.
26. Mohan M., Haider S.Z, Andola H. C. and Purohit V.K. “Essential oils as green pesticides: for sustainable agriculture,” *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 2, no. 4. –2011. 100–106 pp.
27. Nicolopoulou-Stamati P., Maipas S., Kotampasi C., Stamatis P., Hens L. Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture, *Frontiers in Public Health*, vol. 4, 148. P. 1-8.



28. Pandey A.K., Kumar, P., Singh, P., Tripathi, N.N., & Bajpai, V.K. (2017). Essential Oils: Sources of Antimicrobials and Food Preservatives. *Frontiers in microbiology*, 7, P. 2161.
29. Pavela R. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: a review, *Industrial Crops and Products*, vol. 76. – 2015. 174-187 pp.
30. Phillips T.W. and Throne J.E. Biorational Approaches to Managing Stored-Product Insects. –2010. 375-397 pp.
31. Rajendran S., Sriranjini, V. Plant products as fumigant for stored product insect control. *Journal of Stored Products Research*. – 2008. P. 44.
32. Ramezani S., Saharkhiz M. J., Ramezani F., and Fotokian M.H. Use of essential oils as bioherbicides, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, vol. 11, no. 3 – 2008. 319–327 pp.
33. Sergeev M., Yermolin D., Zavaliy A., Yermolina G., and Rudoy D. Research on phenol complex infrared dried grape pomace. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 937 (2021) 022097. doi:10.1088/1755-1315/937/2/022097
34. Silva-Flores P.G., Pérez-López L.A., Rivas-Galindo V.M. et al. Simultaneous GC-FID quantification of main components of *Rosmarinus officinalis* L. and *Lavandula dentata* essential oils in polymeric nanocapsules for antioxidant application. *J. Anal. Methods Chem.* – 2019.
35. Sokolova E., Orobets V., Sevostyanova O., Gorchakov E., Rudoy D., Olshevskaya A., Babajanyan, A. Toxicological evaluation of a new iron-containing preparation for farm animals with alimentary anemia. *E3S Web of Conferences*, 175, 03015 (2020) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017503015>
36. Zielińska A., Carreiró F., Oliveira A. et al. Polymeric Nanoparticles: Production, Characterization, Toxicology and Ecotoxicology. *Molecules*. – 2020 Aug; 25(16): 3731. P. 20.

## References

1. Mihajlus' E.A., Rudoj D.V., Tupol'skih T.I. Reologicheskie harakteristiki kombikorma s ispol'zovaniem proteinovyh zelenyh koncentratov.: Mat. 7-j Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Sostojanie i perspektivy razvitija sel'skohozjajstvennogo mashinostroenija». – Rostov-na-Donu: DGTU, 2014. – S. 119-121.
2. Markevich A.E. Nemirovec Ju.N. Spravochnik v voprosah i otvetah po mehanizacii i kontrolju kachestva primenenija pesticidov v sel'skom hozjajstve – Gorki: uchrezhdenie obrazovanija «Mogilevskij gosudarstvennyj uchebnyj centr podgotovki, povysenija kvalifikacii, perepodgotovki kadrov, konsul'tirovanija i agrarnoj reformy», 2004. – 60 s.
3. Martynenko V.I.; Promonenkov V.K.; Kukalenko S.S.; Volodkovich S.D.; Kasparov V.A. Pesticidy: Spravochnik. -M.: Agropromizdat, 1992 -368 s.
4. Prazdnova E.V., Mazanko M.S., Romanovskaja Ju.A., Rudoj D.V., Chikindas M.L., Pashtekij V.S. Zhmyhi maslichnyh rastenij kak al'ternativa prebiotikam v kormah zhivotnyh Innovacionnye tehnologii v nauke i obrazovanii: sb. nauch. trudov IH Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Rostov-na-Donu: OOO "DGTU-PRINT", 2021. – S. 171-174.
5. Rudoj D.V., Ol'shevskaja A.V., Odabashjan M.Ju., Pavlov P.D. Jefiromaslichnye rastenija i ih primenenie v proizvodstve. v sbornike: Innovacionnye tehnologii v nauke i obrazovanii (Konferencija «ITNO 2021»). sbornik nauchnyh trudov IH Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, s primeneniem distancionnyh tehnologij. Rostov-na-Donu, 2021. S. 157-160.
6. Rudoj D.V., Ol'shevskaja A.V., Pavlov P.D., Odabashjan M.Ju. Osobennosti vyrashhivaniya mjaty perechnoj. V sbornike: Innovacionnye tehnologii v nauke i obrazovanii



(Konferencija «ITNO 2021»). sbornik nauchnyh trudov IH Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, s primeneniem distancionnyh tehnologij. Rostov-na-Donu, 2021. S. 39-40.

7. Hashhin S.M., Safronov A.E., Rudoj D.V., Merzlikin S.N. K voprosu ob upravlenii proektami na sovremennom jetape // Vestnik DGTU. – 2010. – T. 10. – № 8(51). – S. 1289-1298.

8. Hashhin S.M., Olejnikova Ju.A., Rudoj D.V. Teoreticheskie aspekty na koncepciju osushhestvlenija nauchno-tehnicheskikh novovvedenij i ih specifika v APK. Sb. statej 9-j mezhdunar. nauch.-prak. konf. «Sostojanie i perspektivy razvitija sel'skohozjajstvennogo mashinostroenija». – Rostov-na-Donu: DGTU, 2016. – S. 140-144

9. Chmyhalo V.K., Zolotuhin P.V., Rudoj D.V., Ermakov A.M., Mal'ceva T.A. Kul'tura kletok Caco-2 kak model' dlja testirovanija svojstv probiotikov. Jubilejnyj sb. nauch. trudov XIII mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Sostojanie i perspektivy razvitija agropromyshlennogo kompleksa». – Rostov-na-Donu: OOO "DGTU-PRINT", 2020. – S. 258-262.

10. Shkalikov V.A., Beloshapkina O.O., Burkeev D.D. i dr.; Zashhita rastenij ot boleznej. – 3-e izd., ispr. i dop. – M.: KolosS, 2010. – 404 s., il. – (Uchebniki i ucheb.posobija dlja studentov vyssh. ucheb. zavedenij).

11. Anthony S., Abeywickrama K., Wijeratnam S. The effect of spraying essential oils of *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon flexuosus* and *Ocimum basilicum* on postharvest diseases and storage life of Embul banana. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. – 2003 78. R. 780-785.

12. Antipov S., Khozyaev I., Panfilov V., Rudoy D., Shakhov S. Food technologies and their environmental impact. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1001, 012137. International Scientific and Practical Conference Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering (ERSME-2020) doi:10.1088/1757-899X/1001/1/012137

13. Caballero-Gallardo K., Rodriguez-Niño D., Fuentes-Lopez K. et al. Chemical Composition and Bioactivity of Essential Oils from *Cymbopogon nardus* L. and *Rosmarinus officinalis* L. Against *Ulomoides dermestoides* (Fairmaire, 1893) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 10, – 2021. R. 1-14.

14. Campolo O., Cherif A., Ricupero M. et al. "Citrus peel essential oil nanoformulations to control the tomato borer, *Tuta absoluta*: chemical properties and biological activity," *Scientific Reports*, vol. 7, no. 1, – 2017 13036 rr.

15. Campolo O., Malacrino A, Zappalà L. et al. "Fumigant bioactivity of five Citrus essential oils against *Tribolium confusum*," *Phytoparasitica*, vol. 42, no. 2, – 2014. 223–233 pp.

16. Chu S.S., Liu S.L., Liu Q.Z., Jiang G.H., and Liu Z.L. "Chemical composition and insecticidal activities of the essential oil of the flowering aerial parts of *Aster ageratoides*," *Journal of the Serbian Chemical Society*, vol. 78, no. 2, – 2013. R. 216.

17. Clemente S., Mareggiani G., Brossalis A., Martino V., Ferraro G. Insecticidal effects of Lamiaceae species against stored products insects. *Bol. San. Veg. Plagas* 29: – 2003. 421–426 pp.

18. El-Bakry A.M., Abdel-Aziz N.F., Sammour E.A. and Abdelgaleil S.A.M. "Insecticidal activity of natural plant essential oils against some stored product insects and their side effects on wheat seed germination," *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, vol. 26, no. 1, pp. –2016. 83–88 pp.

19. Enalyeva L., Rudoy D., Alekseyev A., Tupolskih T., Lodyanov V. Scientific aspects of the study of the protein carbohydrate raw materials biomodification process in the production of functional food products. E3S Web of Conferences 210, 03004 (2020) ITESE-2020 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021003004>

20. Froiio F., Ginot L., Paolino D., Lebaz N., Bentaher A., Fessi H., Elaissari A. Essential oils-loaded polymer particles: Preparation, characterization and antimicrobial property. *Polymers* – 2019, 11, 1017.
21. Herrera J.M., Zunino M.P, Dambolena J.S., Pizzolitto R.P., Gañan N.A., Lucini E.I., Zygadlo J.A. Terpene ketones as natural insecticides against *Sitophilus zeamais*, *Industrial Crops and Products*, Volume 70, – 2015. 435-442 pp.
22. Isman M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.* 5: –2006. 45–66 pp.
23. Kavallieratos N.G., Skourti A., Erifili P., Mártonfi P., Spinozzi E., Maggi F. *Tanacetum vulgare* essential oil as grain protectant against adults and larvae of four major stored-product insect pests, *Journal of Stored Products Research*, Volume 94, –2021. R.101882.
24. Lachuga Y., Kh, Bayan, Shogenov, Y., Meskhi B., Rudoy D., Olshevskaya A. (2020). Energy-saving tillage with a combined unit with universal working bodies. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 1001. 012121.
25. Mazanko M., Prazdnova E., Rudoy D., Ermakov A., Olshevskaya A., Maltseva T. Extracts of medical plants suppress the sos response and reduce mutagenesis in *E. coli*). *V sbornike: E3S Web of Conferences*. 13. Ser. "13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2020" 2020. S. 01010.
26. Mohan M., Haider S.Z, Andola H. C. and Purohit V.K. "Essential oils as green pesticides: for sustainable agriculture," *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 2, no. 4. –2011. 100–106 pp.
27. Nicolopoulou-Stamati P., Maipas S., Kotampasi C., Stamatis P., Hens L. Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture, *Frontiers in Public Health*, vol. 4, 148. P. 1-8.
28. Pandey A.K., Kumar, P., Singh, P., Tripathi, N.N., & Bajpai, V.K. (2017). Essential Oils: Sources of Antimicrobials and Food Preservatives. *Frontiers in microbiology*, 7, R. 2161.
29. Pavela R. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: a review, *Industrial Crops and Products*, vol. 76. – 2015. 174-187 pp.
30. Phillips T.W. and Throne J.E. Biorational Approaches to Managing Stored-Product Insects. –2010. 375-397 pp.
31. Rajendran S., Sriranjini, V. Plant products as fumigant for stored product insect control. *Journal of Stored Products Research*. – 2008. P. 44.
32. Ramezani S., Saharkhiz M. J., Ramezani F., and Fotokian M.H. Use of essential oils as bioherbicides, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, vol. 11, no. 3 – 2008. 319–327 pp.
33. Sergeev M., Yermolin D., Zavaliy A., Yermolina G., and Rudoy D. Research on phenol complex infrared dried grape pomace. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 937 (2021) 022097. doi:10.1088/1755-1315/937/2/022097
34. Silva-Flores P.G., Pérez-López L.A., Rivas-Galindo V.M. et al. Simultaneous GC-FID quantification of main components of *Rosmarinus officinalis* L. and *Lavandula dentata* essential oils in polymeric nanocapsules for antioxidant application. *J. Anal. Methods Chem.* – 2019.
35. Sokolova E., Orobets V., Sevostyanova O., Gorchakov E., Rudoy D., Olshevskaya A., Babajanyan, A. Toxicological evaluation of a new iron-containing preparation for farm animals with alimentary anemia. *E3S Web of Conferences*, 175, 03015 (2020) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017503015>

36. Zielińska A., Carreiró F., Oliveira A. et al. Polymeric Nanoparticles: Production, Characterization, Toxicology and Ecotoxicology. *Molecules*. – 2020 Aug; 25(16): 3731. R. 20.