

Использование аллелопатических веществ для защиты растений в органическом сельском хозяйстве

Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», разработанный Минсельхозом России, вступил в силу с 1 января 2020 года. Технологии, применяемые в производстве органической продукции, отличаются от технологий традиционного сельского хозяйства. Для того, чтобы понять особенности этого направления следует подробнее рассмотреть его определение.

В соответствии с ГОСТ 33980-2016, органическое сельское хозяйство (ОСХ) представляет собой производственную систему, которая «улучшает экосистему, сохраняет и улучшает плодородие почвы, защищает здоровье человека и, принимая во внимание местные условия и опираясь на экологические циклы, сохраняет биологическое разнообразие, не использует вещества, способные нанести вред окружающей среде».

Поддержание урожайности при сохранении окружающей среды имеет противоречие: для защиты растений нужны пестициды, на которые в органическом земледелии вводятся ограничения. Значение пестицидов в традиционном сельском хозяйстве можно проиллюстрировать следующим образом. При выращивании культурных растений до 30% расходов занимает борьба с сорными растениями (De Mastro, El Mahdi, Ruta, 2021). Вклад сорняков в биологические причины потерь урожая составляет до 34%, в то время как вклад вредителей и патогенов почти в два раза ниже: 18 и 16% соответственно (Kostina-Bednarz, Płonka, Barchanska, 2023).

Ограничение использования химических средств защиты растений заставляет искать альтернативы. Биологические средства защиты растений – одна из них. По данным сайта Агроинвестор со ссылкой на аналитическое агентство Research and Markets, с 2021 по 2026 год рост рынка биологических препаратов для сельхозкультур вырастет на 75%: с \$10,6 млрд до \$18,5 млрд.

Для сохранения конкурентоспособности на растущем рынке компании будут искать новые биологические препараты для защиты растений.

Цель работы - рассмотрение использования аллелопатических веществ как средств биологического контроля сорняков культурных растений.

Аллелопатические вещества – биологически активные соединения, которые растения и микроорганизмы выделяют в окружающую среду. Общие сведения о природе и значении этих веществ в экосистемах представлены в обзоре: «Аллелопатия: теоретические и прикладные аспекты использования». В этой статье будут рассмотрены биологические эффекты индивидуальных аллелопатических веществ.

Артемизинин получил название благодаря полыни (*Artemisia annua* L.), из которой выделен в 70-х годах 20 века. По химической природе он сесквотерпеноидный лактон. Подавляет рост сорных растений: амаранта (*Amaranthus retroflexus* L.), ипомеи ямчатой (*Ipomoea lacunosa* L.), портулака огородного (*Portulaca oleracea* L.) и полыни однолетней (*Artemisia annua* L.). Точный механизм действия артемизинина на растения пока неясен. Это препятствует его использованию в качестве биогербицида. Вторая проблема – получение вещества. С момента открытия артемизинина прошло 50 лет, однако его до сих пор выделяют из полыни, в которой его содержание не превышает 2%.

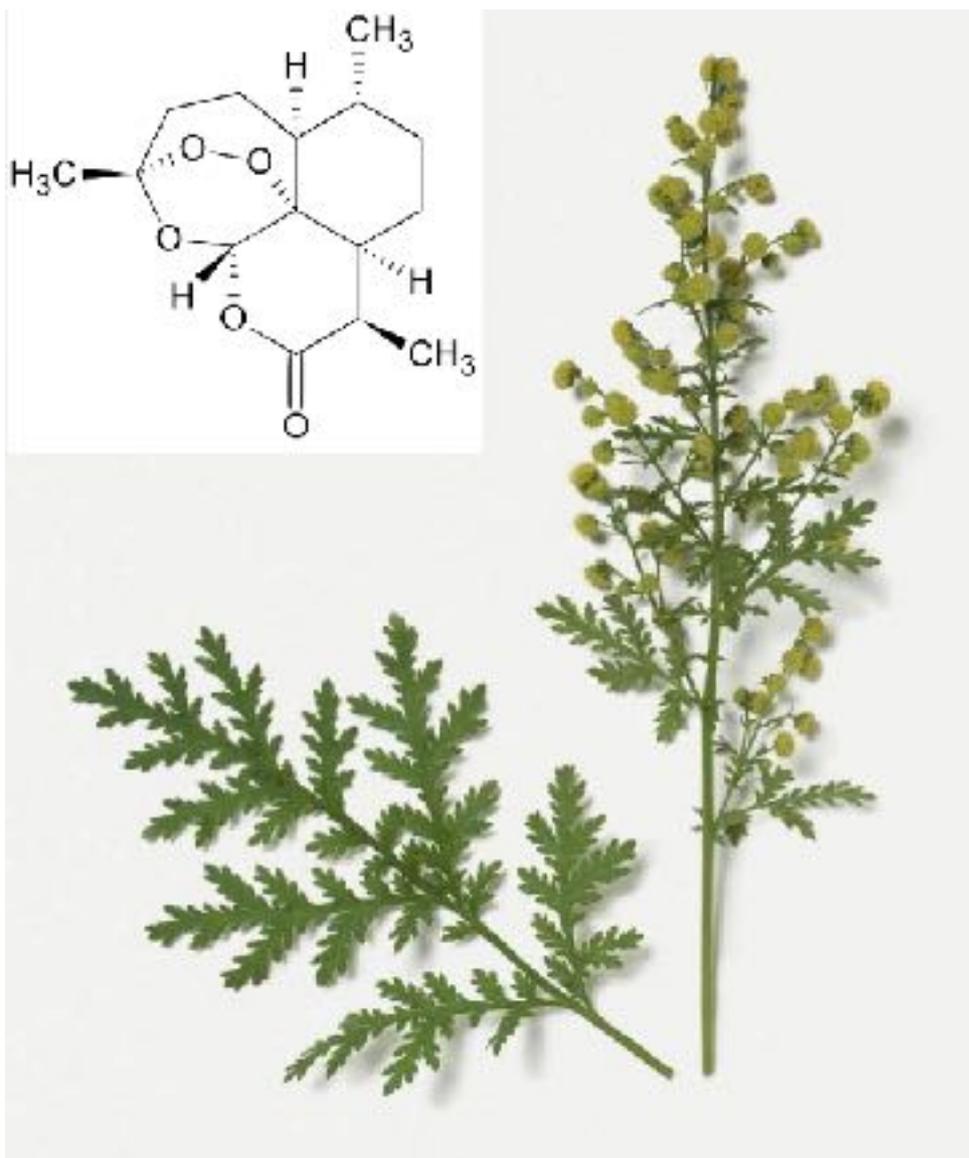


Рис. 1. Полынь однолетняя (*Artemisia annua* L.) и химическая формула выделенного из неё артемизинина.

Сорголеон – биологически активное вещество, выделяемое из растений сорго (*Sorghum spp.*). Механизм его действия основан на подавлении фотосинтеза, замедлении развития клеток и снижении водопоглощения растения-мишени. Подавляет развитие таких сорных растений как: крестовник обыкновенный (*Senecio vulgaris* L.), паслен черный (*Solanum nigrum* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.), росичка кроваво-красная (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.), канатник Теофраста (*Abutilon theophrasti* Medik.).

Благодаря выраженной гидрофобности сорголеон закрепляется в почвах, где сохраняется до 7 недель. Гербицидный эффект соединения при этом варьирует от условий окружающей среды, например, активности почвенных микроорганизмов, которые разлагают сорголеон.

Для составления регламента использования сорголеона в качестве биогербицида необходимо подробнее исследовать его изменения в окружающей среде и проанализировать возможные пути его промышленного выпуска.



Рис. 2. Сорго (*Sorghum spp.*) и химическая формула выделенного из него сорголеона.

Юглон – соединение, ответственное за аллелопатический эффект ореха черного (*Juglans nigra* L.) (рис. 3). Его восстановленный предшественник – гидроюглон – содержится в листьях, кожуре плодов и корнях ореха. При

контакте с окислителем, например воздухом, нетоксичный гидроюглон переходит в токсичный юглон. Механизм действия юглона основан на формировании в растении-мишени активных форм кислорода (АФК). АФК подавляют развитие листьев и повреждают корни. Гербицидное действие юглона изучено на горчице полевой (*Sinapis arvensis* L.), бодяке полевом (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), маке самосейке (*Papaver rhoeas* L.) и яснотке стеблеобъемлющей (*Lamium amplexicaule* L.).

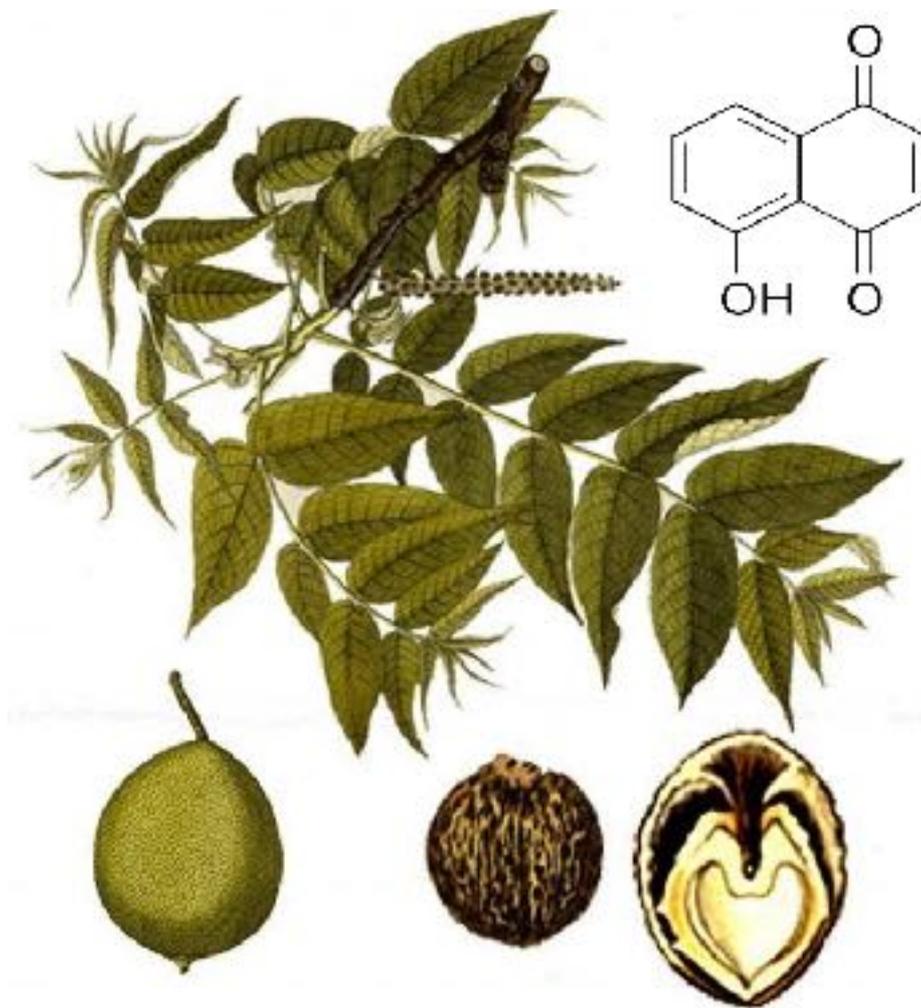


Рис. 3. Орех черный (*Juglans nigra* L.) и химическая формула выделенного из него юглона.

На токсичность юглона в окружающей среде влияют: суммарная концентрация вещества, рН почвы, её гранулометрический состав и содержание органического вещества.

Для использования юглона в сельском хозяйстве необходимо:

- исследование биологических эффектов юглона на культурных и сорных растениях для уточнения регламента его применения;
- изучить активность юглона в существующих системах земледелия;
- проанализировать пути снижения затрат на производство юглона. В промышленных масштабах юглон выпускают как биологически активную добавку к пище (в России бренд «VITAUCT»). Для использования в сельском хозяйстве стоимость юглона должна быть ниже, чем в фармацевтической промышленности.
- изучить новые производные юглона и способы их применения для снижения нецелевой токсичности действующего вещества и повышения его устойчивости в окружающей среде.

Пестициды и агрохимикаты из биологических объектов обладают большим потенциалом для выявления соединений с новыми механизмами действия. Текущие исследования аллелопатических веществ, как правило, проводятся в контролируемых условиях лабораторий и теплиц. Выход в полевые условия определит потенциал этих соединений для сельскохозяйственного использования.

Список использованной литературы:

1. ГОСТ 33980-2016. Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации : дата введения 2018-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 48 с.
2. Биопрепараты захватывают рынок // Агроинвестор: сайт. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/column/anna-mishina/39014-biopreparaty-zakhvatyvayut-rynok/>
3. De Mastro G., El Mahdi J., Ruta C. Bioherbicidal potential of the essential oils from Mediterranean Lamiaceae for weed control in organic farming // Plants. – 2021. – V. 10. №. 4. – P. 818.
4. Islam A. K. M. M., Widhalm J. R. Agricultural uses of juglone: opportunities and challenges // Agronomy. – 2020. – V. 10. – №. 10. – P. 1500.

5. Kostina-Bednarz M., Płonka J., Barchanska H. Allelopathy as a source of bioherbicides: challenges and prospects for sustainable agriculture //Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. – 2023. – P. 1-34.
6. Motmainna M. et al. Assessment of allelopathic compounds to develop new natural herbicides: A review //Allelopath. J. – 2021. – V. 52. – P. 21-40.