



ISSN 2074-8566

ВЕСНІК

**ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА
ЎНІВЕРСІТЭТА**

2024 № 2(123)

ВЕСНІК

ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА ЎНІВЕРСІТЭТА

НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ ЧАСОПІС

Выдаецца з верасня 1996 года
Выходзіць чатыры разы ў год

2024
№ 2(123)

ЗАСНАВАЛЬНІК: установа адукацыі “Віцебскі дзяржаўны
ўніверсітэт імя П.М. Машэрава”

РЭДАКЦЫЙНАЯ КАЛЕГІЯ:

В.В. Багатырова (*галоўны рэдактар*),
Я.Я. Аршанскі (*нам. галоўнага рэдактара*)

В.М. Балаева-Ціхамірава, А.А. Белавостаў, М.М. Вараб’ёў,
М.Ц. Вараб’ёў (*адказны за раздзел “Матэматыка”*),
Д.А. Венсковіч, А.М. Галкін, С.А. Ермачэнка, А.М. Залеская, Д.Д. Жарнасекаў,
З.С. Кунцэвіч, С.У. Нікалаенка, Н.А. Ракава (*адказны за раздзел “Педагогіка”*),
Г.Г. Сушко, Т.А. Талкачова (*адказны за раздзел “Біялогія”*),
Ю.В. Трубнікаў, А.А. Чыркін

РЭДАКЦЫЙНЫ САВЕТ:

Т.А. Бараўскіх (*Расія*), **Ю.Ю. Гаўронская** (*Расія*),
Го Вэньбін (*Кітай*), **В.І. Казарэнкаў** (*Расія*), **Ю.С. Харын** (*Беларусь*)

*Часопіс “Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта” ўключаны ў Пералік
навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў
дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, педагогічных,
фізіка-матэматычных навуках*

Адрас рэдакцыі:

210038, г. Віцебск, Маскоўскі пр-т, 33, кабінет 115,
тэл. +375(33)398-50-51.
E-mail: nauka@vsu.by
<http://www.vsu.by>

Рэгістрацыйны № 750 ад 27.10.2009.
Падпісана ў друк 13.06.2024. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская.
Ум. друк. арк. 11,39. Ул.-выд. арк. 8,36. Тыраж 170 экз. Заказ 82.

© Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта, 2024

УДК 635.1/.8:631.874

ВЛИЯНИЕ ЛИСТОВОЙ ФИТОМАССЫ *ACER NEGUNDO* И *ROBINIA PSEUDOACACIA* НА КУЛЬТУРНЫЕ РАСТЕНИЯ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

М.Н. Яхновец

Учреждение образования «Полесский государственный университет»

Проблема инвазионных видов растений является одной из актуальных глобальных экологических проблем. Клен ясенелистный и робиния лжеакация представляют собой древесные интродуценты, запрещенные к интродукции и (или) акклиматизации на территории Беларуси.

Цель исследования – установление влияния мульчи из некомпостированной и частично разложившейся фитомассы *Acer negundo* L. и *Robinia pseudoacacia* L. на другие растения в полевых условиях, а также на появление травянистых сорняков вокруг основной культуры.

Материал и методы. В работе использовался метод полевого опыта. В качестве тест-объектов были выбраны редис «Дуо» и свекла «Водан F1». Закладывались площадки для высева семян редиса и свеклы. Контрольные площадки не мульчировались, опытные были покрыты заранее подготовленной мульчей *A. negundo* и *R. pseudoacacia* разных типов. Выдерживалась методика посева, ухода за растениями и подсчета результатов, которые были обработаны методами математической статистики. Производился подсчет по следующим параметрам: процент выросших растений, длина ботвы, длина, ширина и масса плода.

Результаты и их обсуждение. Подтверждено, что компост теряет часть аллелопатически активных веществ по сравнению с некомпостированной фитомассой, так как не оказывает ингибирующего воздействия на тест-объекты. Установлено, что разные культуры неодинаково чувствительны к воздействию аллелохимических веществ. Также исследования показали, что выдержанная более продолжительное время некомпостированная фитомасса *R. pseudoacacia* более безопасна для культурных растений. В отдельных случаях фитомасса оказывала стимулирующий эффект на развитие тест-культур. *A. negundo* более фитотоксичен, чем *R. pseudoacacia*. Были выявлены влагоудерживающие свойства мульчи. Установлено, что некомпостированная фитомасса *A. negundo* может быть использована в качестве ингибитора роста сорняков.

Заключение. Эффективное применение фитомассы *A. negundo* и *R. pseudoacacia* в качестве мульчи в садоводстве и огородничестве возможно при соблюдении комплекса условий.

Ключевые слова: аллелопатия, древесные инвазионные виды, полевой эксперимент, овощные культуры, фитомасса, мульча, компост.

INFLUENCE OF *ACER NEGUNDO* AND *ROBINIA PSEUDOACACIA* LEAF PHYTOMASS ON CROPS IN FIELD CONDITIONS

M.N. Yakhnovets

Education Establishment "Polesky State University"

The problem of invasive plant species is one of the pressing global environmental problems. Ash-leaved maple and black locust are tree introduced species that are prohibited for introduction and (or) acclimatization on the territory of Belarus.

The purpose of the research is to establish the effect of mulch from non-composted and partially decomposed phytomass of *Acer negundo* L. and *Robinia pseudoacacia* L. on other plants in the field, as well as on the appearance of herbaceous weeds around the main crop.

Material and methods. The work used the field experiment method. The "Duo" radish and the "Vodan F1" beet were chosen as test objects. Sites were laid for sowing radish and beet seeds. Control plots were not mulched; the experimental ones were covered with pre-prepared *A. negundo* and *R. pseudoacacia* mulch of various types. The methodology of sowing, caring for plants and calculating the results, which were processed by methods of mathematical statistics, followed. The following parameters were calculated: the percentage of grown plants, the length of the tops, the length, width and weight of the fruit.

Findings and their discussion. As a result, it was confirmed that the compost loses some of the allelopathically active substances compared to non-composted phytomass, since it does not have an inhibitory effect on the test objects. It has been established that different crops are differently sensitive to the effects of allelochemicals. Studies have also shown that non-composted *R. pseudoacacia* phytomass aged longer is safer for cultivated plants. In some cases, phytomass had a stimulating effect on the development of test

crops. *A. negundo* is more phytotoxic than *R. pseudoacacia*. The moisture-retaining properties of mulch were revealed. It was established that non-composted *A. negundo* phytomass can be used as weed growth inhibitor.

Conclusion. Effective use of *A. negundo* and *R. pseudoacacia* phytomass as mulch in gardening is possible if a set of conditions are met.

Key words: allelopathy, woody invasive species, field experiment, vegetable crops, phytomass, mulch, compost.

Одной из актуальных глобальных экологических проблем является проблема инвазионных (биологически агрессивных) видов растений. Данная проблема характерна для экосистем всего мира, и в частности для территории Беларуси. Заслуживают большего внимания с научной точки зрения древесные инвазионные виды. Это обусловлено их биологическими особенностями и жизненными стратегиями. По сравнению с инвазионными видами травянистых жизненных форм, древесные виды отличаются значительной силой воздействия на окружающие растения через фитогенное поле и высокими темпами накопления фитомассы за один вегетационный сезон. В Республике Беларусь среди древесных инвазионных видов в наибольшей степени прогрессируют клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) и робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.), которые запрещены к интродукции и (или) акклиматизации на законодательном уровне [1; 2].

Запасы фитомассы *A. negundo* и *R. pseudoacacia* в отдельных местах произрастания в Беларуси весьма значительны, поэтому существует необходимость вырубки данных растений. Но фитомасса требует утилизации после срезки. Простая утилизация экономически неэффективна, поэтому актуальна разработка механизмов эффективного применения надземных частей данных растений. Листья и измельченные ветви потенциально могут быть использованы в качестве мульчи и компоста для огородных, плодовых и декоративных растений. Однако аллелопатические свойства такой фитомассы, т.е. безопасность ее применения под культурными растениями, не до конца изучены.

В наших предыдущих работах, посвященных изучению рассматриваемой проблематики [1; 2], было установлено влияние водных вытяжек из листовой фитомассы *A. negundo* и *R. pseudoacacia*, приготовленной различными способами, на развитие других растений на модели проростков тест-культур *in vitro*, т.е. произведена оценка фитотоксичности в контексте возможного использования фитомассы клена ясенелистного и робинии лжеакации. Но для окончательных выводов о применении фитомассы *A. negundo* и *R. pseudoacacia* в качестве мульчи в садоводстве и огородничестве необходим полевой эксперимент, так как наблюдаемые закономерности в лаборатории и в поле могут заметно отличаться [3]. Литературные данные об аллелопатических свойствах клена ясенелистного и робинии лжеакации в основном базируются на лабораторных и геоботанических исследованиях. Следовательно, необходимость полевого эксперимента также обусловлена недостатком в научной литературе сведений, с помощью которых можно было бы проследить динамику аллелопатически активных веществ.

Цель исследования – установление влияния мульчи из некомпостированной и частично разложившейся фитомассы *A. negundo* и *R. pseudoacacia* на другие растения в полевых условиях, а также на появление травянистых сорняков вокруг основной культуры. Разные типы фитомассы и способы ее подготовки использовались для того, чтобы проследить динамику аллелопатически активных веществ.

Материал и методы. Оценка аллелопатического эффекта производилась с помощью метода полевого опыта. В качестве тест-объектов были выбраны редис (*Raphanus sativus* L.) сорта «Дуо» семейства *Brassicaceae* и свекла обыкновенная (*Beta vulgaris* L.) сорта «Водан F1» семейства *Amaranthaceae*. Указанные виды были выбраны исходя из соображений удобства работы с их семенами. Семена редиса и свеклы имеют относительно крупный размер, что не позволяет ветру их выдувать при высеве и помогает проще контролировать количество высеянных семян.

Известно, что все типы выделений наиболее активны в листьях, менее в стеблях, еще менее в корнях [4]. Исходя из этого, для исследования была выбрана листовая фитомасса. Она должна в наибольшей степени отражать аллелопатическое действие *A. negundo* и *R. pseudoacacia* на другие растения. Заготовку листовой фитомассы *A. negundo* и *R. pseudoacacia* производили с живых растений в синантропных сообществах сельского поселения в условиях Белорусского Полесья (д. Терebenь Пинского района Брестской области). Заготовка фитомассы велась в течение 2-х вегетационных сезонов:

1) собранная летом – в начале осени 2021 г. Фитомассу подготавливали следующим образом: способ 1 – после сбора сушили на солнце, затем отправили на хранение в сухое проветриваемое помещение, температурный режим которого соответствовал условиям окружающей среды, с осени 2021 г. по лето 2023 г. (в итоге получилась некомпостируемая листовая фитомасса, тип 1);

2) собранная летом – в начале осени 2022 г. Фитомассу подготавливали так: способ 2 – после сбора сушили на солнце, затем отправили на хранение в сухое проветриваемое помещение, температурный режим которого соответствовал условиям окружающей среды, с осени 2022 г. по лето 2023 г. (получилась некомпостируемая листовая фитомасса, тип 2); способ 3 – после сбора поместили в компостные ямы (рис. 1) на период с августа 2022 г. по май 2023 г. (получился компост).



Рис. 1. Подготовка фитомассы к компостированию

Полевые эксперименты проводились на учебно-опытном участке биотехнологического факультета Полесского государственного университета с мая по август 2023 г. Для проведения экспериментов предварительно подготовили поле. После этого произвели разбивку на площадки для высева семян редиса (рис. 2) и свеклы (рис. 3). Площадки оградили друг от друга.

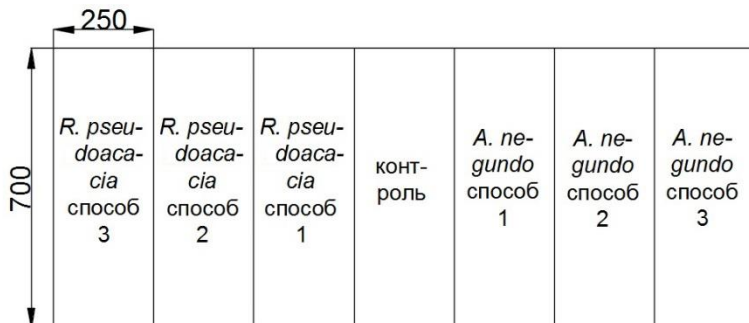


Рис. 2. Схема высева семян редиса

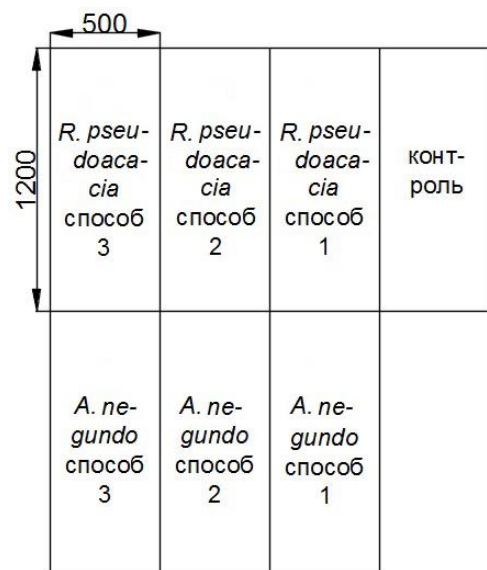


Рис. 3. Схема высева семян свеклы

На схемах (рис. 2, 3) показаны площадки, на которые высевались семена тест-культур. Размеры площадок даны в мм. Для каждой культуры была предусмотрена 21 площадка (7 в трехкратной повторности). Высев семян производился в начале июня 2023 г. На каждой площадке было посеяно по 20 семян. Общее количество посеянных семян на всех площадках во всех повторностях для всех культур составило 840 шт. (420 для одной культуры во всех повторностях, 140 для одной культуры в одной повторности). Схема посадки редиса – 5x5 см [5], свеклы – 30x10 см [6]. Почва – легкий пылеватый суглинок. Глубина посадки – 1–2 см.

После посева для одной культуры в одной повторности была выбрана одна контрольная площадка, которая не мульчировалась; 3 опытные площадки мульчировались листовой фитомассой *A. negundo*, приготовленной вышеописанными способами (для каждого способа одна площадка, как подписано на схемах), и 3 площадки аналогично мульчировались листовой фитомассой *R. pseudoacacia*. Средняя высота мульчи составила 1–2 см.

На протяжении времени созревания редиса и свеклы производились полив в случае засухи и прополка при зарастании сорной растительностью, а также наблюдение за ростом тест-культур и появлением травянистых сорняков на площадках.

При подсчете результатов полевого эксперимента учитывались следующие параметры: процент выросших растений, длина ботвы (измерялась по самому длинному листу), длина, ширина (фиксировалась на основе 2-х измерений крест-накрест) и масса плода. Подсчет количества растений и их измерения производились: редиса – в начале июля 2023 г. (через 31–32 дня после посева [5]), свеклы – в конце августа 2023 г. (через 88–89 дней после посева [7]) (рис. 4). Количество выросших растений тест-объектов выражали в процентах к соответствующему количеству выросших растений в контроле, которое принимали за 100%.



Рис. 4. Выросшие растения редиса (слева) и свеклы (справа)

Для статистической обработки результатов полевого эксперимента применялся t-критерий Стьюдента при сравнении средних величин. С учетом достоверности различий между средними (различия принимаются как статистически значимые при $p < 0,05$) и типом влияния на развитие проростков на диаграммах ниже используются условные обозначения: в случае ингибирования значения выделены красным цветом, в случае стимулирования – зеленым, при несущественном ингибирующем или стимулирующем действии (нейтральный эффект) – черным цветом.

Результаты и их обсуждение. В большинстве случаев семена тест-культур в контроле не прорастали в полном количестве. По этой причине в качестве поправки количество выросших растений в вариантах опыта выражали в процентах к контролю.

Влияние фитомассы на прорастание растений. Листовая фитомасса *A. negundo* и *R. pseudoacacia* вне зависимости от способа подготовки и времени выдержки практически не влияет на прорастание растений (рис. 5). Эффект ингибирования прорастания наблюдался только для редиса у некомпостирированной фитомассы *A. negundo* 2022 года сбора (проросло 67,8% семян относительно контроля).

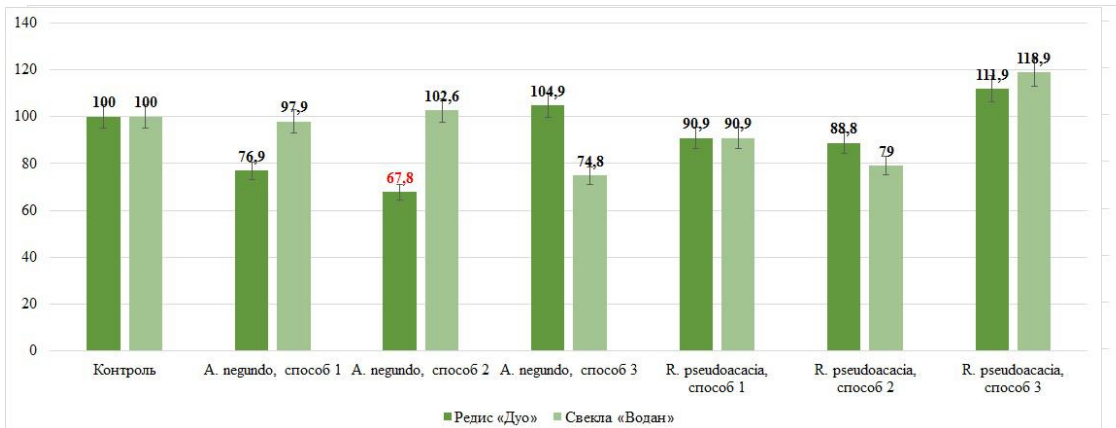


Рис. 5. Процент выросших растений тест-объектов под воздействием листовой фитомассы *A. negundo* и *R. pseudoacacia*

Влияние фитомассы на длину ботвы растений. По данному показателю (рис. 6) эффект ингибирования наблюдается для редиса у некомпостированной фитомассы *A. negundo* как 2021, так и 2022 года сбора, а также для свеклы у некомпостированной фитомассы *R. pseudoacacia* 2022 года сбора. Во всех остальных случаях фитомасса *A. negundo* и *R. pseudoacacia* нейтральна для тест-культур.

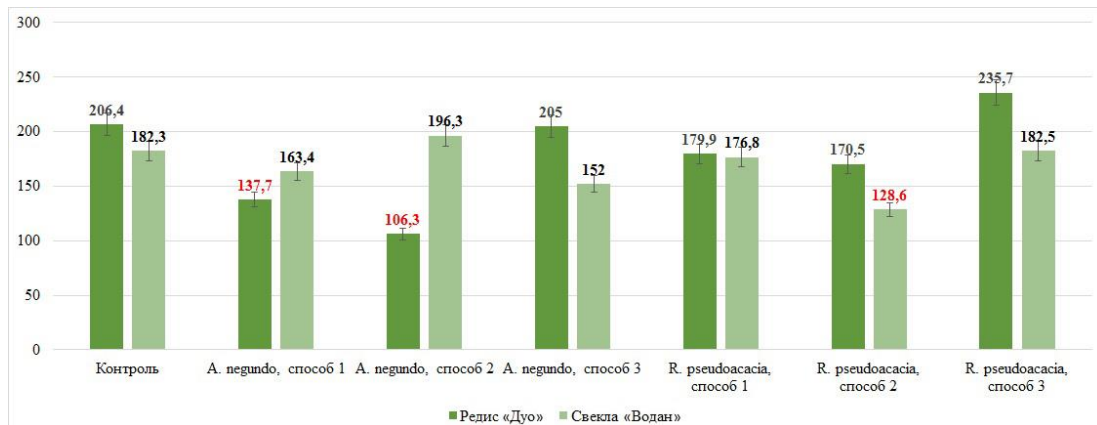


Рис. 6. Длина ботвы тест-объектов под воздействием листовой фитомассы *A. negundo* и *R. pseudoacacia*

Влияние фитомассы на длину корнеплодов растений. Картина влияния листовой фитомассы *A. negundo* и *R. pseudoacacia* на длину корнеплодов тест-объектов (рис. 7) совпадает с данными по показателю длина ботвы растений (рис. 6), за исключением стимулирующего эффекта, наблюдаемого у свеклы, которая росла на компостированной фитомассе *R. pseudoacacia*.

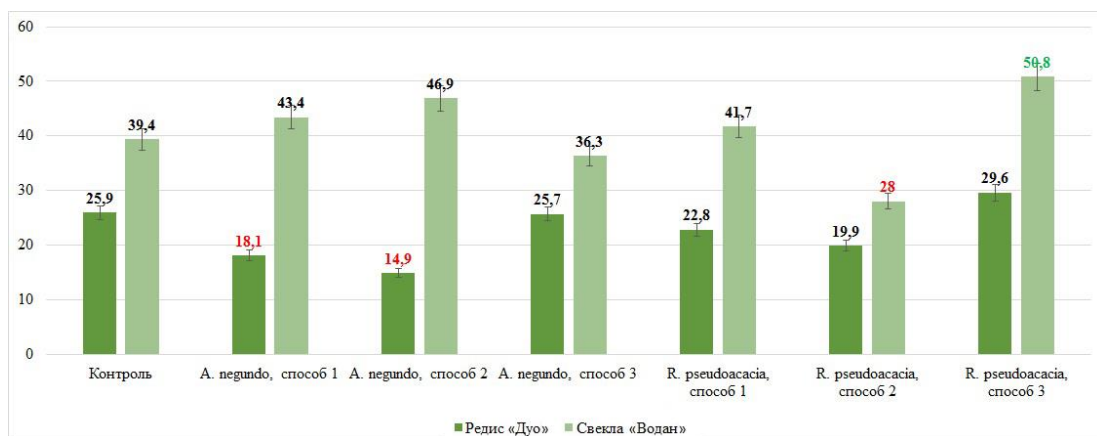


Рис. 7. Длина корнеплодов тест-объектов под воздействием листовой фитомассы *A. negundo* и *R. pseudoacacia*

Влияние фитомассы на ширину корнеплодов растений. По данному показателю (рис. 8) выявлен ингибирующий эффект для редиса у некомпостированной фитомассы (за исключением фитомассы *R. pseudoacacia* 2021 года сбора, на которой зафиксирован нейтральный эффект), в то время как влияние компоста на редис нейтрально. Для свеклы фитомасса оказалась нейтральной во всех вариантах, за исключением эффекта стимулирования у некомпостированной фитомассы *A. negundo* 2022 года сбора.

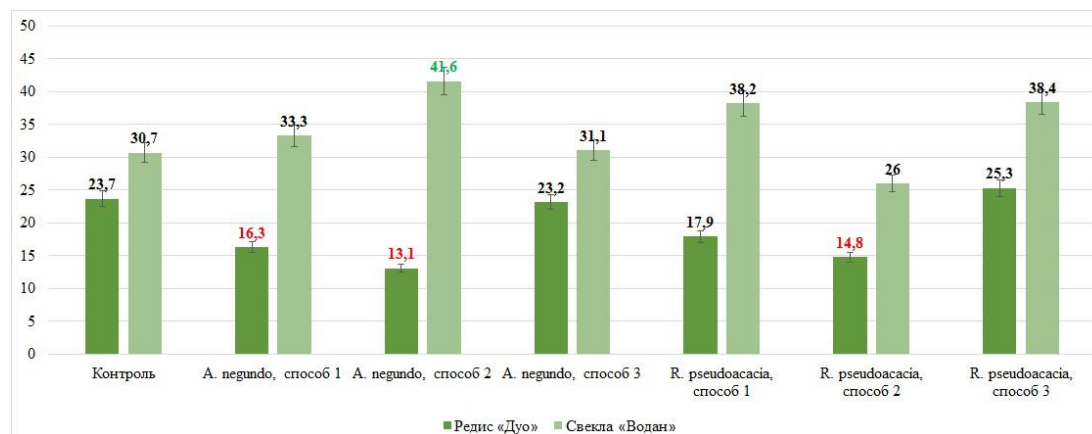


Рис. 8. Ширина корнеплодов тест-объектов под воздействием листовой фитомассы *A. negundo* и *R. pseudoacacia*

Влияние фитомассы на массу корнеплодов растений. По показателю масса корнеплодов (рис. 9) установлены следующие закономерности: для редиса компост нейтрален, некомпостированная фитомасса ингибирует редис во всех вариантах; для свеклы выявлено преобладание нейтрального эффекта, но в некоторых случаях наблюдалось стимулирование: у некомпостированной фитомассы *A. negundo* 2022 года сбора и *R. pseudoacacia* 2021 года сбора.

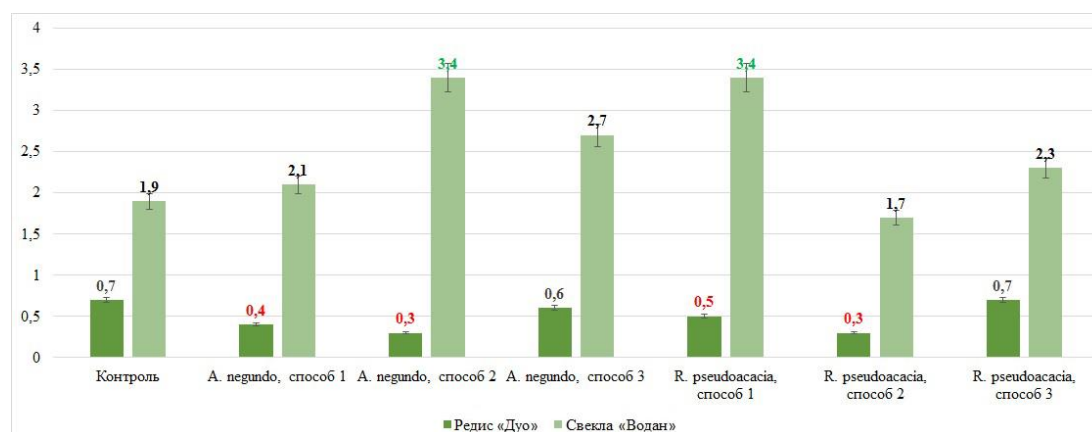


Рис. 9. Масса корнеплодов тест-объектов под воздействием листовой фитомассы *A. negundo* и *R. pseudoacacia*

В качестве рабочей гипотезы мы допустили, что компост теряет часть своих аллелопатически активных веществ по сравнению с некомпостированной фитомассой. Это подтверждается результатами экспериментов. Компостированная фитомасса оказалась преимущественно нейтральной как для редиса, так и для свеклы. Нейтральный эффект компостированной фитомассы выявлен по всем изученным показателям. Стимулирующий эффект компоста проявился только в одном случае: на длине корнеплодов свеклы, выросших на компосте из *R. pseudoacacia*. Ингибирующего эффекта компост не проявлял.

Для некомпостированной листовой фитомассы характерны более сложные закономерности. Так, фитомасса *A. negundo* 2022 года сбора ингибировала редис по всем исследуемым показателям, тогда как фитомасса *A. negundo* 2021 года сбора была нейтральной для редиса только по параметру

количество выросших растений, а по всем остальным показателям наблюдалось ингибирование. Но для свеклы выявлены несколько другие закономерности: фитомасса *A. negundo* 2022 года сбора воздействовала нейтрально, а на ширину и массу корнеплодов оказывала стимулирующий эффект, в то время как фитомасса *A. negundo* 2021 года сбора оказалась для свеклы нейтральной по всем исследуемым параметрам. Таким образом, видно, что разные культуры неодинаково чувствительны к воздействию аллелохимических веществ.

Следует обратить внимание на такой параметр, как продолжительность выдержки свежей фитомассы. Этим закономерностей не наблюдалось в наших работах по биотестированию [1; 2], что вполне объяснимо, так как результаты в лаборатории и в поле могут отличаться [3]. Фитомасса *R. pseudoacacia* 2022 года сбора воздействовала на тест-культуры нейтрально, за исключением ингибирующего эффекта для редиса по ширине и массе корнеплодов и для свеклы по длине ботвы и длине корнеплодов. Фитомасса *R. pseudoacacia* 2021 года сбора оказалась более нейтральной, за исключением ингибирования редиса и стимулирования свеклы (по массе корнеплодов). Таким образом, выдержанная более продолжительное время некомпостируемая фитомасса *R. pseudoacacia* более безопасна для культурных растений. Это подкрепляется литературными данными, подтверждающими использование фитомассы *R. pseudoacacia* в качестве богатой азотом мульчи; показано долгосрочное воздействие *R. pseudoacacia* на хранение азота в мертвом покрове и почве [8], а также увеличение концентрации С, N и лигнина со временем в мульче и компосте [9].

Также известно [9], что в ходе разложения растительных остатков могут образовываться новые аллелопатически активные вещества. Они имеют ограниченный срок существования в окружающей среде, поэтому решением вопроса может быть более длительное компостирование.

Было установлено, что в некоторых случаях фитомасса проявляла эффекты стимулирования. Например, некомпостируемая фитомасса *A. negundo* 2022 года сбора оказывала стимулирующий эффект на ширину и массу корнеплодов свеклы, а также аналогичная фитомасса *R. pseudoacacia* 2021 года сбора оказывала такой же эффект на массу корнеплодов свеклы. Компост стимулировал только длину корнеплодов свеклы, он был приготовлен из фитомассы *R. pseudoacacia*.

Если сравнивать между собой фитомассу *A. negundo* с фитомассой *R. pseudoacacia*, можно сделать вывод, что *A. negundo* более фитотоксичен, чем *R. pseudoacacia*. Например, у *A. negundo* зафиксировано 9 случаев ингибирования (по всем исследуемым параметрам), в то время как у *R. pseudoacacia* – только 5. Этот вывод подтверждается частью данных биотестирования [1; 2], а также литературными источниками, свидетельствующими о том, что *R. pseudoacacia* обладает большими показателями хозяйственной ценности, чем *A. negundo* [10; 11].

Необходимо также отметить, что мульча, как в некомпостированном виде, так и в виде компоста, обладает влагоудерживающими свойствами, что является очень полезным фактором в засушливые дни. Мульча способна аккумулировать не только влагу, поступающую при выпадении атмосферных осадков или при поливе, но и выпадающую ночью в виде росы, что особенно важно во время засухи, так как роса выпадает после жарких дней в еще более обильном количестве.

К тому же некомпостируемая фитомасса *A. negundo* (в особенности 2022 года сбора) ингибирует развитие сорняков вокруг основной культуры. Но ингибирование может сказываться и на культурных растениях. Это ярко отразилось на культуре редиса: некомпостируемая фитомасса *A. negundo* 2022 года сбора ингибировала редис по всем показателям, 2021 года сбора – аналогично (за исключением количества выросших растений). Но в то же самое время для свеклы данная фитомасса была преимущественно нейтральной, а в некоторых случаях фитомасса 2022 года сбора обладала даже стимулирующим эффектом. Компост *A. negundo* и *R. pseudoacacia* оказался безопасен для редиса и свеклы во всех случаях, но он не ингибировал прорастание сорняков, другими словами, их проективное покрытие было практически таким же, как и в контроле. Похожая картина наблюдалась и у некомпостируемой фитомассы *R. pseudoacacia*. Следовательно, компост из *A. negundo* и *R. pseudoacacia* и некомпостируемая фитомасса *R. pseudoacacia* практически не пригодны как ингибиторы роста сорняков. Некомпостируемая фитомасса *A. negundo* может использоваться в этих целях с большой осторожностью, учитывая видоспецифические особенности, так как в наших экспериментах для редиса оказалась губительна, а для свеклы – нейтральна, а иногда даже стимулировала ее рост и развитие.

Заключение. В целом полевой эксперимент подтверждает результаты биотестирования в лабораторной культуре. В полевом эксперименте было выявлено, что компост теряет часть аллелопатически активных веществ по сравнению с некомпостированной фитомассой. Компост не проявлял ингибирующих эффектов, т.е. был практически нейтрален по отношению к тест-объектам. Стимулирующий эффект компоста проявился лишь на фитомассе *R. pseudoacacia* по отношению к длине корнеплодов свеклы. Закономерность нейтрального эффекта просматривалась при изучении всех исследуемых параметров: количества выросших растений, длины ботвы, длины, ширины и массы плодов.

Было определено, как и при биотестировании, что разные культуры неодинаково чувствительны к воздействию аллелохимических веществ. В частности, фитомасса *A. negundo* 2022 года оказывала ингибирующий эффект на редис по всем параметрам, в то время как на свеклу воздействовала нейтрально, а по показателям ширина и масса корнеплодов – стимулирующе. И в целом стимулирующие эффекты были выявлены только у свеклы, а подавляющая масса ингибирования – у редиса.

Выдержанная более продолжительное время некомпостированная фитомасса *R. pseudoacacia* более безопасна для культурных растений. Этой закономерности не было при биотестировании, но подтверждается полевым экспериментом и литературными данными. Было установлено, что фитомасса *R. pseudoacacia* 2021 года (выдержанная дольше) воздействовала на редис и свеклу более нейтрально, чем аналогичная фитомасса, собранная в 2022 году.

В отдельных случаях фитомасса оказывала стимулирующий эффект на развитие тест-культур. В частности, некомпостированная фитомасса *A. negundo* 2022 года стимулировала ширину корнеплодов свеклы в 1,4 раза, массу – в 1,8 раза; аналогичная фитомасса *R. pseudoacacia* 2021 года сбора оказывала подобный эффект на массу корнеплодов свеклы в 1,8 раза. Компост, приготовленный из фитомассы *R. pseudoacacia*, стимулировал только длину корнеплодов свеклы в 1,3 раза.

A. negundo более фитотоксичен, чем *R. pseudoacacia*. Так, у *A. negundo* было зафиксировано 9 случаев ингибирования (по всем исследуемым параметрам), в то время как у *R. pseudoacacia* – только 5. Этот вывод подтверждается частью данных биотестирования.

Были выявлены ярко выраженные влагоудерживающие свойства мульчи, что может быть особенно полезным во время засушливых периодов. При рассмотрении влияния фитомассы данных инвазионных видов на сорную растительность было установлено, что компост из обоих видов и некомпостированная фитомасса *R. pseudoacacia* практически непригодны в качестве ингибиторов роста сорняков, в то время как некомпостированная фитомасса *A. negundo* может быть использована в этих целях с большой осторожностью при условии учета видоспецифических особенностей тест-культур.

Автор признателен Е.О. Юрченко (г. Белосток) и Л.М. Мерзвинскому (г. Витебск) за помощь в подготовке статьи, а также В.Т. Чещеву и А.В. Кобринец за предоставленное место на базе учебно-опытного участка для проведения полевого эксперимента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яхновец, М.Н. Оценка биологической активности экстрактов из листьев *Acer negundo* и *Robinia pseudoacacia* на проростках тест-культур / М.Н. Яхновец, Е.О. Юрченко // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2023. – № 1. – С. 20–31.
2. Яхновец, М.Н. Оценка биологической активности экстрактов из компостированных листьев *Acer negundo* и *Robinia pseudoacacia* на проростках тест-культур / М.Н. Яхновец, Е.О. Юрченко // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2023. – № 3. – С. 4–15.
3. Гродзінський, А.М. Основи хімічної взаємодії рослин / А.М. Гродзінський. – Київ: Наукова думка, 1973. – 207 с.
4. Гродзинский, А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление: избранные труды / А.М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка, 1994. – 432 с.
5. Редис «Дуо», 100 г, ранний, Империя Семян [Электронный ресурс] // Sezon. – Режим доступа: <https://sezon.com.ua/product/redis-duo-100-g-ranniy-imperiya-semyan/>. – Дата доступа: 16.02.2024.
6. Свекла «Водан» [Электронный ресурс] // Строй подсказка. – Режим доступа: <https://stroy-podskazka.ru/svekla/sorta/vodan/>. – Дата доступа: 16.02.2024.
7. Раннеспелый сорт свеклы «Водан F1»: описание и применение, выращивание и хранение, болезни и вредители [Электронный ресурс] // Дача эксперт. – Режим доступа: <https://dacha.expert/ovoshhevodstvo/korneplodnye/svekla/sorta-vidy/stolovaya/vodan-f1.html>. – Дата доступа: 16.02.2024.
8. White, D.L. Litter decomposition in southern Appalachian black locust and pine-hardwood stands: litter quality and nitrogen dynamics / D.L. White, B.L. Haines, L.R. Boring // Canadian Journal of Forest Research. – 1988. – Vol. 18, № 1. – Pp. 54–63.
9. Bross, E.L. Quality and decomposition of black locust (*Robinia pseudoacacia*) and alfalfa (*Medicago sativa*) mulch for temperate alley cropping systems / E.L. Bross, M.A. Gold, P.V. Nguyen // Agroforestry Systems. – 1995. – Vol. 29. – Pp. 255–264.
10. Мялик, А.Н. Хозяйственное значение инвазионных видов растений Белорусского Полесья / А.Н. Мялик, О.А. Галуц // Природнае асяроддзе Палесся: асабліваці і перспектывы развіцця. – 2016. – Вып. 9. – С. 24–28.

11. Yakhnovets, M. Invasive properties of Robinia pseudoacacia in Belarusian Palesse / M. Yakhnovets, E. Yurchenko // Actual environmental problems: proceedings of the XI International Scientific Conference of young scientists, graduates, master and PhD students December 2–3, 2021. – Minsk: International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, 2021. – Pp. 231–232.

REFERENCES

1. Yakhnovets M.N., Yurchenko E.O. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya* [Journal of the Belarusian State University. Ecology], 2023, 1, pp. 20–31.
2. Yakhnovets M.N. Yurchenko E.O. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya* [Journal of the Belarusian State University. Ecology], 2023, 3, pp. 4–15.
3. Grodzinsky A.M. *Osnovy khimichnoi vzaimodii roslin* [Fundamentals of chemical interaction of plants], Kiev: Naukova Dumka, 1973, 207 p.
4. Grodzinsky A.M. *Allelopatiya rasteni i pochvoutomleniye: izbranniye trudy* [Plant allelopathy and soil fatigue: selected works], Kyiv: Naukova Dumka, 1994, 432 p.
5. *Redis "Duo", 100 g, ranni. Imperiya semian* [Radish Duo, 100 g early, Seed Empire], Sezon. – Available at: <https://sezon.com.ua/product/redis-duo-100-g-ranniy-imperiya-semyan/>. – Accessed: 16.02.2024.
6. *Svekla "Vodan"* [Beet Vodan]. – Available at: <https://stroy-podskazka.ru/svekla/sorta/vodan/>. – Accessed: 16.02.2024.
7. *Rannespely sort svekly "Vodan F1": opisaniye i primeneniye, vyrashchivaniye i khraneniye, bolezni i vrediteli* [Early ripening beet variety "Vodan F1": description and application, cultivation and storage, diseases and pests], Dacha expert. – Available at: <https://dacha.expert/ovoshhevodstvo/korneplodnye/svekla/sorta-vidy/stolovaya/vodan-f1.html>. – Accessed: 16.02.2024.
8. White, D.L. Litter decomposition in southern Appalachian black locust and pine-hardwood stands: litter quality and nitrogen dynamics / D.L. White, B.L. Haines, L.R. Boring // *Canadian Journal of Forest Research*. – 1988. – Vol. 18, № 1. – P. 54–63.
9. Bross, E.L. Quality and decomposition of black locust (*Robinia pseudoacacia*) and alfalfa (*Medicago sativa*) mulch for temperate alley cropping systems / E.L. Bross, M.A. Gold, P.V. Nguyen // *Agroforestry Systems*. – 1995. – Vol. 29. – Pp. 255–264.
10. Myalik A.N., Galuts O.A. *Pryrodnaye asiaroddze Palessia: asablivastsy i perspektyvy razvitsia* [Natural environment of Palesse: features and development prospects], 2016, 9, pp. 24–28.
11. Yakhnovets, M. Invasive properties of Robinia pseudoacacia in Belarusian Palesse / M. Yakhnovets, E. Yurchenko // Actual environmental problems: proceedings of the XI International Scientific Conference of young scientists, graduates, master and PhD students December 2–3, 2021. – Minsk: International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, 2021. – Pp. 231–232.

Поступила в редакцию 27.02.2024

Адрес для корреспонденции: e-mail: maksim.yakhnovets@gmail.com – Яхновец М.Н.

З М Е С Т

МАТЭМАТЫКА

Ломовцев Ф.Е. Глобальная теорема корректности по Адамару смешанной задачи для одного нестрого гиперболического уравнения второго порядка на отрезке	5
Вислобоков Н.Ю. Численное исследование влияния электронной плазмы на процесс филаментации высокоинтенсивных фемтосекундных импульсов	19

БІЯЛОГІЯ

Абрамова И.В. Динамика биомассы населения птиц в ходе сукцессии дубовых лесов юго-западной Беларуси	26
Кириченко Л.А., Волчек А.А. Рекомендации по улучшению экологического состояния и повышению рекреационного потенциала водоемов урбанизированных территорий.....	35
Торбенко А.Б., Мальков К.С., Галкин А.Н. Оценка пораженности территории Витебской области горными выработками по добыче общераспространенных полезных ископаемых	45
Яхновец М.Н. Влияние листовой фитомассы <i>Acer Negundo</i> и <i>Robinia Pseudoacacia</i> на культурные растения в полевых условиях	53
Балаева-Тихомирова О.М., Володько А.С., Фомичёва Н.С., Пинчук П.Ю. Значение активных форм кислорода для процессов самоочищения природных водоемов (на примере Витебской области)	62

ПЕДАГОГІКА

Хлопцев В.А., Хлопцева М.В., Ковальчук П.И., Прокопов О.В. Анализ комплексного упражнения по спортивным играм на олимпиаде по учебному предмету «Физическая культура и здоровье»	70
Тетерина В.В., Ракова Н.А., Турковский В.И., Макрицкий М.В. Трудовое воспитание школьников в социально-производственных отношениях: исторический опыт	80
Козлова Т.В. Структура и содержание учебной программы по дисциплине «Физическая культура» для специального учебного отделения студентов IT-специальностей ...	85
ЗВЕСТКІ ПРА АЎТАРАЎ	94

CONTENTS

M A T H E M A T I C S

Lomovtsev F.E. The Global Hadamard Correctness Theorem to a Mixed Problem for one Non-Strictly Hyperbolic Second-Order Equation on the Interval 5

Vislobokov N.Yu. Numerical Study of the Influence of Electron Plasma on the Filamentation Process of High Intensity Femtosecond Pulses 19

B I O L O G Y

Abramova I.V. Dynamics of the Bird Population Biomass in the Course of Succession of Oak Forests of Southwestern Belarus 26

Kirichenko L.A., Volchak A.A. Guidelines for Improving the Ecological Condition and increasing Recreational Potential of Water Reservoirs in Urbanized Territories 35

Torbenko A.B., Malkov K.S., Galkin A.N. Assessment of the Damage of the Territory of Vitebsk Region by Mining for the Extraction of Common Mineral Resources 45

Yakhnovets M.N. Influence of *Acer Negundo* and *Robinia Pseudoacacia* Leaf Phytomass on Crops in Field Conditions 53

Balayeva-Tikhomirova O.M., Volodko A.S., Fomicheva N.S., Pinchuk P.Yu. The Importance of Active Oxygen Species for Self-Purification Processes of Natural Water Bodies (on the Example of Vitebsk Region) 62

P E D A G O G Y

Khloptsev V.A., Khloptseva M.V., Kovalchuk P.I., Prokopov O.V. Analysis of a Complex Exercise on Sports Games at the Olympiad on the Academic Subject “Physical Education and Health” 70

Teterina V.V., Rakova N.A., Turkovsky V.I., Makritsky M.V. Labor Education of Schoolchildren in Social and Industrial Relations: Historical Experience 80

Kozlova T.V. Structure and Content of the Curriculum on the Academic Discipline “Physical Education” for the Special Education Department of IT Students 85

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS 94