

УДК 632.51

Изучение эффективности комплексных мер борьбы с борщевиком Сосновского в условиях Московской области

Загоруйко М.В., Синих Ю.Н., Денисова Г.И.

Учебно- опытный почвенно-экологический центр МГУ имени М.В. Ломоносова

Аннотация

*В данной статье подробно изложена история изучения борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*), как вида, что является историческим методом исследования. Определены причины его применения в сельском хозяйстве, а также сделано предположение о причинах приобретения им элементов инвазивности. Проведён подробный анализ методов борьбы с *Heracleum sosnowskyi*, дана экологическая оценка различных подходов, что является сравнительным методом исследования. Проведён анализ использования *Heracleum sosnowskyi* в различных сферах от медицины, до культурно-эстетического аспекта. Результатом эксперимента должен стать большой массив данных, который позволит со статистической достоверностью произвести анализ динамики изменения почвы, численности *Heracleum sosnowskyi*, сделать экономический анализ различных мер борьбы и ущерба окружающей среды, что будет являться численно-статистическим методом исследования.*

Исследование выполнено в рамках госбюджетной темы «Агрохимическая, экотоксикологическая и эколого-экономическая оценка антропогенно преобразованных почв Северного Подмосковья» (номер ЦИТИС 121042600177-3).

Ключевые слова: HERACULUM SOSNOWSKY, HERACULUM MANTEGAZZIANUM, HERACULUM PERSICUM, HERACULUM SPHONDYLIIUM (SIBIRICUM), HERACULUM MAXIMUM, МЕРЫ БОРЬБЫ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ОШИБКИ, ВРЕД ГЕРБИЦИДОВ, МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

1. История изучения вида *Heracleum*

В настоящий момент достоверно описано около 90 видов Борщевика. На территории Северного Кавказа, Ирана, Ирака, Турции, Северной Америки и некоторых Азиатских стран различные сорта Борщевика являются эндемиками. Распространение Борщевика в странах Европы, России, Китае и США во многом связано с инвазивным характером данного растения и ошибками государственного регулирования сельскохозяйственной отрасли. Основное распространение получили следующие сорта Борщевика:

Heracleum mantegazzianum – эндемик Западного Кавказа, инвазивный вид многих районов Европы и Северной Америки [1];

Heracleum sosnowskyi – эндемик Центрального и Восточного Кавказа, распространённый до региона Южного Кавказа - Закавказья, инвазивное растение в странах Балтии, Белоруссии, России, Украине и Польше [2];

Heracleum persicum – эндемик в горных районах Ирана, завезённый в 1830-х годах в Скандинавию, распространился как инвазивный вид в Северной Норвегии, Швеции, Финляндии [3];

Heracleum sphondylium (sibiricum) – эндемик большей части Европы (особенно на юге и юго-западе Польши), западной Азии и северной Африки, инвазивный вид в США и восточной Канаде [4];

Heracleum maximum – эндемик на территории США, Канады, Алеутских островов, Восточной Азии, Сибири и Курильских островов [5].

Как видно *Heracleum* является эндемиком практически на всех континентах за исключением Австралии. Проблема Борщевика – большое генетическое разнообразие, что согласно «Парадоксу инвазивных видов» [6] делает его мощным агрессивным сорняком. Так в середине 70-х годов XX века в Китае произрастало 29 видов *H.*, на Кавказе было изучено 26 видов *H.*, а в Европе более 5 видов [7]. Опираясь на видовое разнообразие смело можно предположить, что прародиной *H.* являются два региона – Кавказ и Восточная Азия. Поэтому, неудивительно, что история Борщевика Сосновского, захватившего территорию современной России, берёт своё начало на территории Кавказа. Ботаники Российской Империи, изучавшие растительность Кавказа, не могли пройти мимо «Гигантской травы», образец которой был найден И.А. Гюльденштедтом (1745 – 1781 гг.), руководившим экспедицией Императорской академии наук и художеств в Санкт-Петербурге, на территории Кавказа. В настоящий момент *H.* хранится в коллекции Ботанического

института имени В. Л. Комарова РАН и датирован 19 июля 1772 года. Уже в середине XX века этот образец получил биологическое название *H. sosnowskyi*. Выдающимся достижением биологической науки начала XIX века являлся Ботанический сад в Горенках созданный Графом А.К. Разумовским (1748 – 1822 гг.). В оранжереях ботанического сада произрастало более 7000 растений из них около 300 тропических деревьев: пальмы, кипарисы, бамбук, ямайский кедр, а на территории самой усадьбы росли редкие для Подмосковья американские ели и сибирские кедры. В каталоге этого уникального ботанического объекта, без конкретизации описания от 1812 года числится «*Heracleum giganteum Spr.*». Всё XIX столетие *H.* Изучали и систематизировали в каталогах, разводили в ботанических садах и украшали им усадьбы на территории 17 из 19 стран Европы. До середины XX века, из всех стран Европы, *H.* не был известен и не произрастал только в Австрии, Словакии и Исландии [7].

Серьезнейший вклад в изучение, систематизацию, обработку и анализ накопленных данных по кавказским видам *H.* внесла И.П. Манденова (1907 – 1995 гг.). Работая в Тбилиси, она внимательно изучила собранные коллекции гербариев Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН и на основании систематизации данных смогла выявить постоянные характеристики свойственные разным видам *H.* (форма эфиромасличных каналов плодов, небольшая опушенность (ворсинки) интегументов лучей зонтика (соцветия), форма листьев). Её систематизация позволила не только разделить на разные виды *H. sosnowskyi* и *H. mantegazzianum*, но и выявить эндемичные сорта Крыма, Кавказа, Закавказья и Ирана. Ида Пановна в своём труде «Историко-культурная область Мцхетия, 1944 г.» дала следующее описание Борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi Manden.*), дав ему имя своего учителя, исследователя флоры Кавказа Д.И. Сосновского (1886 – 1953 гг.):

Травянистое двухлетнее растение, монокарпик (размножается единожды за время жизни), с высокой адаптационной изменчивостью, коротким периодом вегетации, приспособленностью к короткому световому дню, повышенной радиации и гипоксии, среди борщевиков других видов он выделяется размерами. Генеративный побег борщевика Сосновского поднимается на 2–6 м в высоту, диаметр главного зонтика достигает 1,3 м, диаметр розетки листьев доходит до 3 м. Борщевик Сосновского легко приспосабливается даже к условиям Заполярья. Он влаголюбив, предпочитает плодородные легко- и среднесуглинистые, супесчаные почвы, плохо, но растет на бедных, кислых и неплодородных почвах, где имеет значительно меньшие размеры [8].

После окончания Второй мировой войны (1941-1945гг.) остро встал вопрос быстрого восстановления кормовой базы для животноводства. В 1946 году, по рекомендации ученых, пленум ЦК КПСС принял решение использовать для этих целей *H. sosnowskyi*. В 1947 году *H. sosnowskyi* был внедрён, как кормовое растение в следующих республиках Советского Союза – Украинская, Белорусская, Латвийская, Литовская, Эстонская и в виду особого послевоенного положения в ГДР [9]. В Московской области *H. sosnowskyi* был высажен в 1948 году в районе г. Серпухов. В соответствии с решением XXXV пленума секции животноводства Академии сельскохозяйственных наук СССР в 1951 году *H. sosnowskyi* рекомендован как кормовая база в животноводстве [10]. Борщевик начинают изучать несколько институтов в Ленинграде, Сыктывкаре, Москве, Московской области и на Кольском полуострове. Инициаторами интродукции *H. sosnowskyi* явилась целая плеяда видных советских учёных: А.Н. Аврорин, А.А. Марченко (Полярно-альпийский ботанический сад Кольского филиала АН СССР), В.Н. Соколов, И.Б. Сандина, П.Ф. Медведев (Ботанического института имени В. Л. Комарова АН СССР), П.П. Вавилов, К.А. Моисеев, Е.С. Болотова (Коми филиал АН СССР), Н.В. Смольский, А.К. Чурилов (АН БССР) [11]. Например по итогам одной из работ А.А. Марченко делает выводы:

Повышение продуктивности опытной группы молочных коров по сравнению с контрольной дает право считать, что силос из борщевика является более питательным кормом, чем силос из овса.

Он же в 1953 году рекомендовал использовать семенной фонд борщевика из Кабардино-Балкарии смешивая два сорта *H. Mantegazzianum* и *H. sosnowskyi*. Пример Советского Союза распространился на некоторые страны Европы. Борщевик как высокоурожайная кормовая и силосная культура, богатая протеином, витаминами, микроэлементами, сахарами, обеспечивающая хорошую силосуемость, стала использоваться на юге Польше, Венгрии, Норвегии и странах центральной Европы. Борщевик не требовал ежегодной вспашки и засева, был адаптивен к любому климату, не требовал внесения в почву удобрений, что экономически выгодно отличало его от классических кормовых культур. В конце 70-х годов XX века советская агрономическая наука выяснила, что существенным негативным аспектом *H.* является наличие фуранокумаринов – класс кислородсодержащих гетероциклических соединений. Указанные соединения присутствуют в соках цитрусовых, особенно много их в соке грейпфрута, но некоторые фуранокумарины обладают фотосенсибилизирующим действием и ответственны

за фотодерматозы, именно они содержатся в соке борщевика (*Heracleum*) и дикого пастернака (*Pastinaca*). Поэтому в начале 80-х годов XX века начались селекционные работы по минимизации кумаринов в борщевике. В.М. Мишуровым (1935 – 2010 гг.) профессором Института биологии Коми НЦ УрО РАН был выведен сорт борщевика с низким содержанием кумаринов – «Северянин». И.Ф. Сацыперова (1922 г. – н.в.) доктор биологических наук Ботанического института имени В. Л. Комарова АН СССР на научно-опытной базе «Отрадное» вывела безкумариновый сорт борщевика на основе сорта *H. Ponticum* – «Отрадный БИН-1». Многие селекционные и сортоиспытательные станции получили указанные сорта семян *H.* для оценки внедрения в хозяйства, но завершить данную работу не удалось в связи с политическими событиями начала 90-х годов [12].

Могло ли руководство СССР и выдающиеся ученые того времени предвидеть, что сельское хозяйство и животноводство, а так же связанные с ними отрасли промышленности и экономики будут разрушены, будет практически полностью уничтожена Русская деревня, а борщевик Сосновского «убежит из культуры», превратившись в злобный инвазивный сорняк? Спустя 80 лет после открытия *Heracleum sosnowskyi* Manden, спасшего СССР от голода и восстановившего животноводческую отрасль в послевоенные годы, Правительство Московской области не знает, как справиться с борщевиком. Закон Московской области от 27 августа 2018 г. № 139/2018-ОЗ возложил всю ответственность за борьбу с «ошибками» советской политики на хозяйствующие субъекты, не предоставив соответствующего финансирования, а так же не определив способов борьбы с вышеуказанным растением. Прекращение сельскохозяйственной деятельности превратило *H. sosnowskyi* в агрессивный инвазивный сорняк, который встречается на землях поселений, полосах отчуждения дорожной сети, многие земли сельскохозяйственного назначения оказались поражены данным растением. Ещё предстоит оценить – распространение борщевика Сосновского или варварская борьба с ним, наносит большой вред экологии и биоценозу Москвы и Подмосковья, а также оказывает значительный вред здоровью человека. По данным Института Космических исследований Земли РАН с 2019 года по 2023 год площадь поражения борщевиком Сосновского в Московской области сократилась на 6,8 тыс. га, что составляет всего лишь 15%. В 2023 году в Подмосковье в результате проведения мероприятий по борьбе с данным инвазивным растением было обработано 20348 га земли. В 2024 году запланированы осмотры частных территорий на площади поражения около 24

тыс. га. Однако по официальным данным зараженность борщевиком Сосновского территорий Московской области составляет 40 тыс. га. Основным методом борьбы является химическая обработка. Экологический вред от химических методов борьбы с борщевиком Сосновского ещё предстоит оценить. Для данного метода, как правило используются сильнодействующие гербициды – такие как «Раундап от сорняков», «Агрокиллер, ВР», «Горнадо Экстра» компании August, в основу которых входит глифосат. Результатом воздействия является гибель не только травянистой, но древесной растительности – кустарника, подлеска и взрослых деревьев, происходит химическое загрязнение водных ресурсов, почвенных покровов, но самое опасное это воздействие глифосфатов на живые организмы. Основным действием глифосфата, является подавление выработки меланина, что повышает восприимчивость к инфекциям у насекомых, а для млекопитающих данный препарат является токсичным [13]. В связи с этим наиболее актуальным является поиск экологических методов борьбы с *H. sosnowskyi* – основанных на замещении его автохтонными видами растений, поиска варианта механических воздействий как на растение, так и на почву, приводящих к восстановлению естественного биоценоза территорий, а также комплексная оценка объекта борьбы с точки зрения экологического вреда [14, 15].

2. Полезные свойства *H. sosnowskyi*

Прежде чем перейти к описанию существующих методов борьбы с *H. sosnowskyi* необходимо провести анализ положительных аспектов данного растения:

1. Кумарины и их производные широко используются в биологии, химии и медицине. Фуранокумарины, присутствующие не только в соке *H. sosnowskyi*, но и в соках цитрусовых, особенно много их в соке грейпфрута. Сок *H. sosnowskyi* при попадании на кожу вызывает фотодерматоз, повышая чувствительность кожи к УФ-лучам, однако фуранокумарины стимулируют образование меланина и обладают противоопухолевой активностью [16].

2. Преобладание наземной фитомассы *H. sosnowskyi* (65,3%) над подземной (34,7%), в процессе жизненного цикла, возвращает в почвы постагрогенных экосистем большие количества быстро минерализуемых органических веществ (С орг. 7,4 т/га), азота (208 кг/га) и зольных элементов (847 кг/га). *H. sosnowskyi* благотворно влияет на поддержание почвенного плодородия на постагрогенных экосистемах, позволяя на высоком уровне сохранять почвенный углерод, азот, подвижные формы фосфора, калия и обменного

кальция. Почвы с произрастающим *H. sosnowskyi* значительно плодороднее почв занятых злаково-разнотравными сообществами [17].

3. Латвийские исследователи провели экономический анализ, попробовав оценить различные пути использования *H. sosnowskyi*, а также соотнести их с экологическим ущербом:

а) При использовании борщевика в качестве кормовой базы экономический эффект составляет 160 € /га. При этом авторы статьи считают, что основным продуктом жизнедеятельности КРС является CH_4 и N_2O , который можно преобразовать в биогаз, а 6 м³ навоза преобразовать в 3 кг фосфатов и 15 кг нитратов, используя их далее в качестве агроудобрений.

б) При возвращении заражённых *H. sosnowskyi* территорий в севооборот требуется 6 лет и затраты в размере 622 € /га, однако авторы отмечают, что воздействие на борщевик гербицидами наносит значительный вред здоровью человека и значительно заражает почву и воду, что несопоставимо выше указанных затрат.

в) Использование *H. sosnowskyi* для производства биобутанола, является наиболее выгодным и приносит 1985 € /га, а также не загрязняет окружающую среду, так как при сгорании выделяется CO_2 и H_2O [18, 19].

4. Пектин выделенный из *H. sphondylium* обладает сильнейшими противовоспалительными свойствами [20], а пектин из *H. sosnowskyi* является регулятором роста для травянистых растений, картофеля и овощей [21].

5. Физико-химические свойства *H. sosnowskyi* позволяют использовать его волокнистую структуру для производства картона и бумаги, по своему составу он оказался близок к тростнику [22, 23].

6. Существует Патент № 2076726 «Способ лечения псориаза». Способ лечения псориаза заключается в смазывании пораженных участков настойкой борщевика, полученной настаиванием 2 столовых ложек сухого растения на 0,5 л водки в темном месте до темно-вишневого цвета [24]. Различные сорта борщевика используются в народной медицине Европы и Азии. На соке растения готовят мази для лечения гнойных ран и язв, борщевик используют при падучей болезни и астме, а его корни применяются – при болях в печени и желтухе. Известно, что благодаря бактерицидным свойствам фурукумаринов (биологически активных составляющих) борщевик успешно используется

при лечении животных, в частности от гельминтоза.

7. *H. sosnowskyi* является сильнейшей медоносной культурой, сравнимой с липой. Медопродуктивность (по литературным данным) достигает 300 кг/га. Из корней, богатых сахарами, получают сахар, а также можно производить водку. В зарослях борщевика делают гнезда многие виды птиц, так как он является хорошим защитником. Сухие стебли борщевика используются дачниками для защиты молодых деревьев от мышей в зимней период. Много насекомых скрываются в полых стеблях борщевика зимой, являясь прекрасной кормовой базой для синиц, поползней и малых пестрых дятлов. На родине произрастания *Heracleum persicum* – Иране, порошок семян борщевика используется в качестве пряности и ароматизатора, а также в качестве антисептического, пищеварительного, ветрогонного и болеутоляющего средства [25].

3. Методы борьбы с *H. sosnowskyi*

Методы борьбы с борщевиком Сосновского могут быть систематизированы следующим образом:

1. Точечные меры:

а) Регулярный обход территорий и уничтожение единичных растений механическими способами (выкапывание корня до 30 см. в глубину);

б) Укрытие пораженного борщевиком участка черной полиэтиленовой плёнкой толщиной не менее 100 мкм. В момент укрытия борщевик не должен превышать 20 см, в противном случае перед укрытием рекомендуется покос. Укрытие производится на весь вегетационный период с последующим засевом пятна от плёнки газоном или иными культурами.

в) Укрытие пораженного борщевиком участка геотекстилем, с последующим засыпанием грунтом не менее 5 см и засев газоном или иными культурами.

г) Точечное выжигание борщевика предполагает засыпание соли (NaCl) или заливку концентрированных кислот (HCl, HNO₃, H₂SO₄) в трубку растения при поперечном срезе.

д) Ввиду того, что *H. sosnowskyi* избегает кислые почвы, то искусственное закисление среды произрастания борщевика приведёт к его исчезновению.

е) Для профилактики распространения *H. sosnowskyi* необходимы буферные зоны. Это участки шириной 7-10 м на которых регулярно проводится покос, чтобы остановить разнос семян на новые территории.

Данная мера предполагает использование очень трудоёмких, дорогостоящих или долговременных механизмов, применяемых для небольших участков. Пункты а), б), в), е) являются экологически нейтральными, остальные пункты приводят к ингредиентному загрязнению почвы, что впоследствии будет требовать рекультивации для восстановления нормального баланса рН.

2. Агротехнические меры борьбы:

а) Прежде всего это возврат постагrogenных земель в севооборот. Данный механизм не только останавливает зарастание сельскохозяйственных угодий борщевиком, но и устраняет его с заражённых участков. Минимальный цикл воздействия 2 года.

б) Регулярное скашивание — это долгосрочная мера борьбы, так как требует многолетний регулярный покос, предотвращая цветение *H. sosnowskyi* на протяжении 3-7 лет в зависимости от заражённости участка. Это связано с тем, что *H. sosnowskyi* зацветает на 2-7 год жизни в зависимости от степени развития в случае неблагоприятных условий *H. sosnowskyi* может сохранять жизнеспособность до 12 лет.

в) Вспашка на глубину от 12 до 27 см проводится 2-3 раза в год на протяжении 3-х лет. Однако, она эффективна для больших площадей сельхозугодий с последующим посевом многолетних трав или других культур.

Данная мера борьбы является наиболее экологически нейтральной и все механизмы одинаково безопасны для окружающей среды.

3. Химические меры борьбы:

а) Трёхразовое применение гербицидов в первых трёх четвертях вегетационного периода *H. sosnowskyi*, на обширных территориях данная обработка производится при помощи малой авиации и беспилотных аппаратов.

б) Трёхгодичное применение гербицидов в конце первой четверти вегетационного периода *H. sosnowskyi*.

Гербициды на основе глифосфата, сульфонала, мочевины, дикамбы и др., оказывают воздействие только на наземную часть растения, поэтому их применение необходимо сочетать с селективными гербицидами почвенного действия. Данная комбинация способна угнетать не только зелёную массу сорняка, но и через почву воздействовать на корневища и проростки. Однако гербициды являются чрезвычайно опасными средствами борьбы, так как они уничтожают соседние культурные растения, устойчиво накапливаются в почве и заражают водные системы. Как правило они имеют 3-й класс опасности для человека, 2-й

класс опасности для почвы, негативно воздействуют на насекомых, особенно на пчёл. Международное агентство по изучению рака ВОЗ, основываясь на данных эпидемиологических и экспериментальных исследований, пришло к выводам, что глифосат является «возможным канцерогеном для человека» (категория опасности «2А»), вызывая развитие неходжкинской лимфомы [26]. Глифосат не только вызывает рак у лабораторных крыс и мышей, но и повреждает ДНК, вызывая аберрации хромосом в клетках человека и животных, что приводит к повышению частоты хромосомных повреждений (микроядер) в клетках крови [27].

4. Биологические меры борьбы:

а) Данная мера борьбы предполагает использование выращенных энтомофагов, поедающих *H. sosnowskyi*, к таким видам относятся: (совка зонтичная (*Dasypolia templi*), зонтичная моль (*Depressaria depressana*), зонтичная листовляшка (*Trioza viridula*), блестянка рапсовая (*Meligethes brassicae*) и др.).

Однако, эта мера борьбы еще слабо изучена и на практике не применяется, ввиду опасности повреждения овощных и зерновых культур. С точки зрения загрязнения окружающей среды является биоценотическим средством загрязнения, а в случае выхода из-под контроля может привести к непоправимому ущербу для окружающей среды, вплоть до запуска механизмов сукцессии.

5. Фитоценотические меры борьбы:

а) Данный подход основан на выращивании растений, способных вести конкурентную борьбу за свет, влагу и элементы минерального питания в природной экосистеме. К таким растениям относятся многолетние кормовые травы из семейства бобовых – люпин (*Lupinus*), донник (*Melilotus*), люцерна (*Medicago*) и их смеси. Важно отметить что данные растения являются эндемиками для Европейско-Сибирского региона.

б) Для конкуренции с *H. sosnowskyi*, в рамках фитоценотической меры борьбы необходимо рассмотреть растение, происхождение которого совпадает с родиной подавляющего числа сортов *H.* – Кавказ, а также широко распространено в исследуемой географической зоне. К такому растению относится козлятник восточный (*Galéga orientális*).

в) Данная мера борьбы предусматривает подбор конкурирующих растений как с других континентов, так и с других климатических зон. Это может быть медленно развивающееся, но агрессивно захватывающее территорию травянисто клубненосное

растение – топинамбур (*Helianthus tuberosus*) или быстрорастущий и имеющий превосходящую семенную базу – амарант (*Amaranthus*). Хороший результат в борьбе с *H. sosnowskyi*, может показать быстро растущая крестоцветная культура горчица белая (*Sinapis alba*), которая в процессе выращивания дает зеленую массу до 30 т/га и эффективно борется с сорняками, замещая их.

Меры представленные в пунктах а) и б) являются экологически нейтральными и не являются угрозой для биоценоза. Меры, обозначенные в пункте в), с точки зрения загрязнения окружающей среды является биоценотическим средством загрязнения и должны применяться с осторожностью, так как представляют угрозу для сформировавшегося биоценоза.

4. Описание заложенного опыта.

Изучив теоретическую базу наиболее действенных методов борьбы с *H. sosnowskyi*, научным коллективом Учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ имени М.В. Ломоносова (УО ПЭЦ МГУ) было принято решение заложить трёхлетний опыт, в котором используются агротехнические, химические и фитоценотические меры борьбы. Точечные меры борьбы не изучаются в виду ограничения (экономические, трудоёмкие) масштабирования данных мер. Изучение биологических мер борьбы не представляется возможным ввиду риска повреждения произрастающих на территории УО ПЭЦ МГУ овощных культур, а так же необратимости экологического ущерба в случае выхода энтомофагов за территорию эксперимента.

Целью исследования является поиск эффективных и экологически безопасных мер борьбы с *H. sosnowskyi*, а также аналитическое сравнение представленных мер.

В апреле текущего года нашим коллективом был заложен полевой опыт на дерново-подзолистых почвах, опытного поля УО ПЭЦ МГУ, мкр. Агробиостанция, дер. Чашниково, Солнечногорский городской округ, Московской области – по теме «Изучение эффективности мер борьбы с *Heracleum sosnowskyi*».

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

СХЕМА ОПЫТА «Изучение эффективности мер борьбы с *Heracleum sosnowskyi*»

Контроль		Фитоценоотические							Агротехнические			Химические	
Без обработки 1 делянка 13 делянка		Подсев амаранта 2 делянка	Подсев горчицы белой 3 делянка	Посадка топинамбура 4 делянка	Подсев козлятника 5 делянка	Подсев люпина 6 делянка	Подсев люцерны 7 делянка	Вспашка плугом 25-27 см. 8 делянка	Вспашка плугом 12-14 см. 9 делянка	Регулярное скашивание 12 делянка	Обработка гербицидом «Rubit». 10 делянка	Обработка гербицидом «Деймос». 11 делянка	
1 повторность		1 пов.	1 пов.	1 пов.	1 пов.	1 пов.	1 пов.	1 пов.	1 пов.	1 пов.	1 пов.	1 пов.	
2 повторность		2 пов.	2 пов.	2 пов.	2 пов.	2 пов.	2 пов.	2 пов.	2 пов.	2 пов.	2 пов.	2 пов.	
3 повторность		3 пов.	3 пов.	3 пов.	3 пов.	3 пов.	3 пов.	3 пов.	3 пов.	3 пов.	3 пов.	3 пов.	
3 метра	9 метров	0,5 метра					2 метра						

Схема опыта включает следующие делянки:

1д. Без обработки (контроль)

Фитоценоотические меры борьбы:

2 д. Амарант «Крепыш»

3 д. Горчица белая

4 д. Топинамбур

5 д. Козлятник восточный

6 д. Люпин

7 д. Люцерна

Агротехнические меры борьбы:

8 д. Вспашка плугом на 25-27 см

9 д. Вспашка плугом на 12-14 см

12 д. Регулярное скашивание

Химические меры борьбы:

10 д. Обработка гербицидом сплошного действия «Rubit» Санти

11 д. Обработка гербицидом селективного действия «Деймос»

Агротехнические меры борьбы:

12 д. Регулярное скашивание

13д. Без обработки (контроль)

Заложенный опыт имеет трехкратную повторность, площадь участка 3м x 3м (9 м²), одна делянка 3м x 9 м (27 м²), длительность опыта рассчитана на 3 года.

За основу мер борьбы были приняты фитоценоотические меры, основанные на выращивании растений, способных вести конкурентоспособную борьбу: за свет, влагу элементы минерального питания в природной экосистеме, оказывать изменение кислотности почвы, тем самым делая её неблагоприятной для произрастания *H. sosnowskyi*. Подбор таких растений осуществлялся как по параметрам, схожим с ботаническими и биологическими особенностям *H. sosnowskyi* (высота 2 – 3 м, глубина залегания корневой системы 1,5 – 2 м., умеренная по рН среда), так и по иным параметрам например – растения с высокой степенью инвазии.

Большое внимание уделено и агротехническим мерам борьбы – глубокая вспашка и регулярное скашивание. По сути глубокая вспашка в данном опыте является имитацией возврата территории в посевной сельхозоборот, а регулярный покос имитирует пастбищное использование для выпаса скота.

Предусмотрен вариант с обработкой гербицидом сплошного (Rubit) и селективного действия (Деймос), в которых используется два вида компонента: глифосат (изопропиламинная соль) и диметиламинная соль дикамбы. На данных делянках растут небольшие деревья яблонь, а рядом расположена ветрозащитная лесополоса из ив. Таким образом данные делянки имитируют обочину дорог и неудобья, к которым, как правило, применяются именно химические меры борьбы.

Для чистоты эксперимента и исключения ветрового заноса семян на территорию делянок, организовано межделянчатое пространство и буферная зона обрабатываемая регулярным покосом.

5. Обработка полученных данных

Отдельного внимания требует разработанная система подсчёта засоренности участка. В первой четверти вегетационного периода с 27 по 30 мая на делянках осуществлены замеры числа растений. В расчёт брались только те растения, которые находятся в фазе цветения, растения *H. sosnowskyi*, находящиеся в иных фазах, при подсчёте не учитывались.

На делянках с низкими растениями *H. sosnowskyi* удалось использовать квадратную рамку 50 x 50 см, а на делянках с высокими растениями рамку заменили две перпендикулярно положенные рулетки (по 50 см каждая). В каждой повторности рамка (рулетка) для замеров располагалась в четырёх углах повторности. Всего на каждую делянку пришлось по 12 замеров. При помощи расчётов удалось получить следующие показатели: среднюю засоренность каждой повторности, дисперсию засоренности (или равномерность произрастания *H. sosnowskyi* на данной повторности), среднеквадратическое отклонение (то есть какую погрешность даёт среднее значение засоренности на данной повторности).

№ п/п	Вариант	Повторения	Нумерация рамки				Средняя засоренность	Дисперсия засоренности	Среднеквадратическое отклонение
			I	II	III	IV			
1	Контроль №2	1	8	6	7	9	7,5	1,67	1,29
		2	8	8	3	5	6	6,00	2,45
		3	8	3	4	7	5,5	5,67	2,38
2	Подсев Амаранта (<i>Amaránthus</i>)	1	7	4	1	4	4	6,00	2,45
		2	3	3	4	8	4,5	5,67	2,38
		3	7	3	4	4	4,5	3,00	1,73
3	Подсев Горчицы белой (<i>Sinápis álba</i>)	1	3	5	5	3	4	1,33	1,15
		2	3	4	4	7	4,5	3,00	1,73
		3	4	6	5	5	5	0,67	0,82
4	Подсев Топинамбура (<i>Heliánthus tuberósus</i>)	1	1	4	2	4	2,75	2,25	1,5
		2	5	5	2	6	4,5	3,00	1,73
		3	4	5	5	3	4,25	0,92	0,96
5	Подсев Козлятника восточного (<i>Galéga orientális</i>)	1	9	5	3	5	5,5	6,33	2,52
		2	5	5	7	6	5,75	0,92	0,96
		3	6	8	3	8	6,25	5,58	2,36
6	Подсев Люпина (<i>Lupinus</i>)	1	4	4	7	5	5	2,00	1,41
		2	5	4	3	4	4	0,67	0,82
		3	5	5	5	5	5	0,00	0
7	Подсев Люцерны (<i>Medicágo</i>)	1	6	4	7	5	5,5	1,67	1,29
		2	5	3	6	5	4,75	1,58	1,26
		3	5	7	3	3	4,5	3,67	1,91
8	Вспашка на 25-27 см	1	4	4	6	6	5	1,33	1,15
		2	9	8	6	8	7,75	1,58	1,26
		3	3	6	4	9	5,5	7,00	2,65
9	Вспашка на 12-14 см	1	6	3	4	4	4,25	1,58	1,26
		2	6	8	5	11	7,5	7,00	2,65
		3	5	7	5	5	5,5	1,00	1
10	Обработка гербицидом «Rubit»	1	5	8	5	7	6,25	2,25	1,5
		2	6	3	3	3	3,75	2,25	1,5
		3	7	5	6	6	6	0,67	0,82
11	Обработка гербицидом «Деймос»	1	6	5	4	4	4,75	0,92	0,96
		2	4	5	4	5	4,5	0,33	0,58
		3	7	5	8	4	6	3,33	1,83
12	Регулярное скашивание	1	9	12	4	5	7,5	13,67	3,7
		2	3	4	7	3	4,25	3,58	1,89
		3	4	6	9	5	6	4,67	2,16

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

№ п/п	Вариант	Повторения	Нумерация рамки				Средняя засоренность	Дисперсия засоренности	Среднеквадратическое отклонение
			I	II	III	IV			
13	Контроль №1	1	7	9	5	5	6,5	3,67	1,91
		2	5	4	4	7	5	2,00	1,41
		3	4	4	5	7	5	2,00	1,41

В процессе вегетационного периода 2024 года производилась обработка указанными гербицидами, согласно инструкции, 3-х кратная обработка гербицидом «Rubit» (май, июнь, июль) и 2-х кратная «Деймос» (май, июль). Вспашка производилась два раза – конец мая, начало августа. Проведя замеры засорённости указанных делянок, в период с 21 по 23 августа, получили следующие результаты:

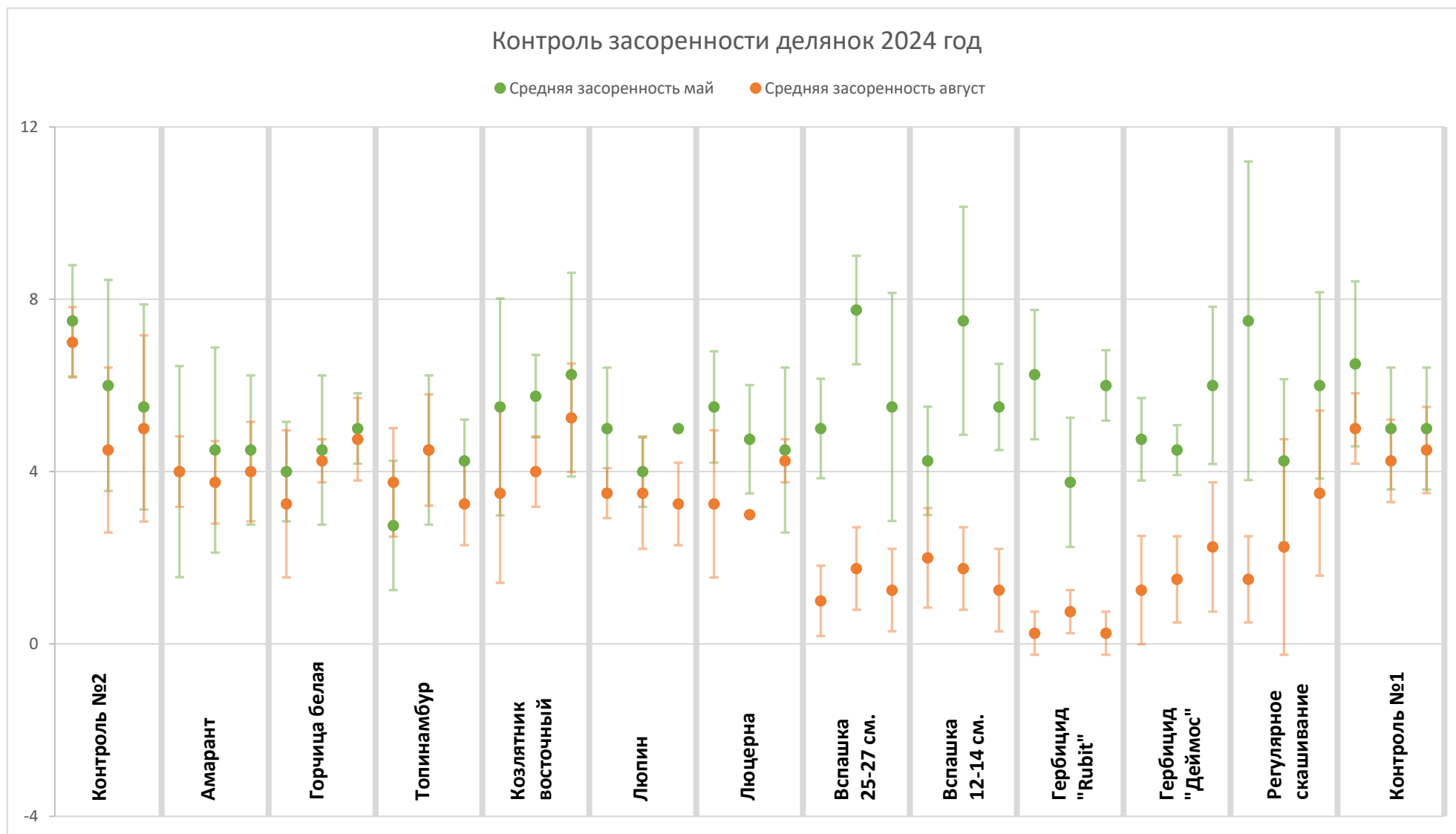
№ п/п	Вариант	Повторения	Нумерация рамки				Средняя засоренность	Дисперсия засоренности	Среднеквадратическое отклонение
			I	II	III	IV			
1	Контроль №2	1	6	7	8	7	7	0,67	0,82
		2	4	6	2	6	4,5	3,67	1,91
		3	5	4	3	8	5	4,67	2,16
2	Подсев Амаранта (<i>Amaránthus</i>)	1	5	4	4	3	4	0,67	0,82
		2	5	4	3	3	3,75	0,92	0,96
		3	5	3	3	5	4	1,33	1,15
3	Подсев Горчицы белой	1	5	3	4	1	3,25	2,92	1,71

№ п/п	Вариант	Повторения	Нумерация рамки				Средняя засоренность	Дисперсия засоренности	Среднеквадратическое отклонение
			I	II	III	IV			
	<i>(Sinápis álba)</i>	2	5	4	4	4	4,25	0,25	0,5
		3	4	5	6	4	4,75	0,92	0,96
4	Подсев Топинамбура <i>(Heliánthus tuberósus)</i>	1	4	4	5	2	3,75	1,58	1,26
		2	3	6	5	4	4,5	1,67	1,29
		3	4	4	3	2	3,25	0,92	0,96
5	Подсев Козлятника восточного <i>(Galéga orientális)</i>	1	4	6	3	1	3,5	4,33	2,08
		2	3	5	4	4	4	0,67	0,82
		3	5	4	5	7	5,25	1,58	1,26
6	Подсев Люпина <i>(Lupinus)</i>	1	3	3	4	4	3,5	0,33	0,58
		2	2	4	5	3	3,5	1,67	1,29
		3	4	4	3	2	3,25	0,92	0,96
7	Подсев Люцерны <i>(Medicágo)</i>	1	4	1	5	3	3,25	2,92	1,71
		2	3	3	3	3	3	0,00	0
		3	5	4	4	4	4,25	0,25	0,5
8	Вспашка на 25-27 см	1	1	0	1	2	1	0,67	0,82
		2	1	3	1	2	1,75	0,92	0,96
		3	2	0	2	1	1,25	0,92	0,96
9	Вспашка на 12-14 см	1	1	3	1	3	2	1,33	1,15
		2	1	3	1	2	1,75	0,92	0,96
		3	2	2	0	1	1,25	0,92	0,96
10	Обработка гербицидом «Rubit»	1	0	1	0	0	0,25	0,25	0,5

№ п/п	Вариант	Повторения	Нумерация рамки				Средняя засоренность	Дисперсия засоренности	Среднеквадратическое отклонение
			I	II	III	IV			
		2	0	1	1	1	0,75	0,25	0,5
		3	0	0	1	0	0,25	0,25	0,5
11	Обработка гербицидом «Деймос»	1	0	1	1	3	1,25	1,58	1,26
		2	0	2	2	2	1,5	1,00	1
		3	3	1	1	4	2,25	2,25	1,5
12	Регулярное скашивание	1	1	3	1	1	1,5	1,00	1
		2	1	6	1	1	2,25	6,25	2,5
		3	2	4	2	6	3,5	3,67	1,91
13	Контроль №1	1	5	6	4	5	5	0,67	0,82
		2	5	3	5	4	4,25	0,92	0,96
		3	4	4	6	4	4,5	1,00	1

Сравнительный анализ данных засорённости (май-август) с учетом среднеквадратического отклонения достоверно показывает результат на четырёх делянках, относящихся к агротехническим и химическим мерам борьбы. В работе использовался метод описательной статистики, который наглядно показал равномерность засорённости участки, что позволило достоверно указать погрешность данных. Выводы по первому вегетационному периоду эксперимента были сделаны при помощи метода анализа временных рядов. Таким образом в настоящий момент использовались два статистических метода анализа данных.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»



6. Выводы и дальнейшие планы по расширению опыта

Таким образом в первый вегетационный период заложенный эксперимент показал достоверный эффект агротехнических и химических мер борьбы с *H. sosnowskyi*. Ещё предстоит оценить экологические аспекты представленных мер борьбы с *H. sosnowskyi* на основании сравнительного анализа агрохимических показателей почво-проб, взятых с представленных делянок в начале и конце вегетационного периода. Отбор почвенных проб производился конвертным методом, и уже по первому вегетационному периоду можно в динамике отследить показатели почв при использовании различных мер борьбы, а также отследить процесс накопления или разложения гербицидов, на делянках, относящихся к химическим мерам борьбы. Дальнейшее исследование поможет достоверно произвести экономический расчёт наиболее эффективных мер борьбы с *H. sosnowskyi*. В предстоящий вегетационный период 2025 года опыт будет расширен ещё 2 культурами относящимися к фитоценотическим мерам борьбы - Расторопша (*Silybum*), Рейнутрия сахалинская (*Reynoutria sachalinensis*), а также химическим методом борьбы – стимулятор роста. Помимо обозначенных мер борьбы с января 2025 года нашей командой принято решение о мониторинге эмиссии и депонирования углерода с поверхности контрольных делянок, что позволит проанализировать какой вклад может давать *H. sosnowskyi* в декарбонизацию атмосферы. Данная работа будет проводится в рамках проекта Карбоновый полигон «Чашниково» [28-30].

Список используемых источников:

1. Müllerova, J. *Heracleum mantegazzianum* (giant hogweed) // CABI Digital Library: URL: <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.26911>
2. Манденова И. П. Фрагменты монографии кавказских борщевиков // Заметки по систематике и географии растений. 1944. Вып. 12. С. 15–19.
3. Meier S., Taff G.N., Aune J.B., Eiter S. Regulation of the Invasive Plant *Heracleum persicum* by Private Landowners in Tromsø, Norway: *Invasive Plant Science and Management*. Volume 10, Issue 2, June 2017, pp. 166 – 179 DOI: <https://doi.org/10.1017/inp.2017.11>.
4. Muckensturm B., Duplay D., Robert P.C., Simonis M.T., Kienlen J-C. Substances antiappétantes pour insectes phytophages présentes dans *Angelica silvestris* et *Heracleum sphondylium*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 9(4), 1981:289-292. doi: 10.1016/0305-1978(81)90010-7.

5. Maiz-Tome, L. *Heracleum maximum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T64314237A67729681. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T64314237A67729681>.
6. Schrieber K., Lachmuth S. The Genetic Paradox of Invasions revisited: the potential role of inbreeding × environment interactions in invasion success. *Biol Rev Camb Philos Soc.* 2017 May;92(2):939-952. doi: 10.1111/brv.12263. Epub 2016 Mar 23. PMID: 27009691.
7. Jahodová Š., Fröberg L., Pyšek P., Geltman D., Trybush S., Karp A. Taxonomy, identification, genetic relationships and distribution of large *Heracleum* species in Europe.,9781845932060.0001, CABI, doi:10.1079/9781845932060.0001, (1–19), CABI, (2007).
8. Манденова И. П. Кавказские виды рода *Heracleum* / Акад. наук Груз. ССР. Тбилис. ботан. ин-т. — Тбилиси: Изд-во АН Груз. ССР, 1950. — [3], 104 с.
9. Nielsen C., Ravn H. P., Nentwig W., Wade M. The Giant Hogweed Best Practice Manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe. – Hoersholm : Forest and Landscape Denmark, 2005. – 44 p.
10. Вопросы кормления сельскохозяйственных животных [Текст]: Труды XXXV пленума секции животноводства Акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина / Под ред. акад. Е. Ф. Лискуна и И. И. Подвойского; Всесоюз. ордена Ленина акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. - Москва: Сельхозгиз, 1954. - 248 с.: схем; 22 см.
11. Александрова М.И. Некоторые виды борщевика в среднетаёжной зоне Коми АССР: автореф... дис. кан. сельхоз. наук. – Киров: 1971. – 27 с.
12. Ткаченко, К. Борщевик Сосновского: растение-терминатор или культура будущего // Журнал "Коммерсантъ Наука" №24 от 30.09.2020, стр. 8 URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4501958>
13. Смит Д.К., Камачо Э., Такур Р., Баррон А.Дж., Донг У., Димопулос Г., Бродерик Н.А., Касадевалл А. Глифосат подавляет меланизацию и повышает восприимчивость к инфекции у насекомых. *PLoS Biol.* 2021, 12 мая; 19(5): e3001182. DOI: 10.1371/journal.pbio.3001182. PMID: 33979323; PMCID: PMC8115815.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Синих Ю.Н. Горчица белая в Центральном Нечерноземье. М.: ВНИИА. - 2019. - 96 с.
16. Козлова Г.Г., Пихтовников С.В., Белоусова К., Латипова Л.Ф. Извлечение кумаринов из природных источников с целью применения в синтезе комплексов лантанидов // Бюллетень науки и практики. 2016. №6 (7). С.31-34.
17. Лаптева Е. М., Захожий И. Г., Далькэ И. В., Смотрина Ю. А., Генрих Э. А. Влияние инвазии борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) на плодородие постагрогенных почв Европейского Северо-Востока // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 3. С.66-73. doi: 10.25750/1995-4301-2021-3-066-073.
18. Zihare L., Blumberga D. Invasive Species Application in Bioeconomy. Case Study *Heracleum sosnowskyi* Manden. in Latvia // *Energy Procedia.* 2017. V. 113. P.238-243, ISSN

1876-6102, <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.04.060>.

19. Доржиев С.С., Патева И.Б. Энергоресурсосберегающая технология получения биоэтанола из зелёной массы растений рода HERACLEUM // Ползуновский вестник. 2011. №2/2. С. 251-255.

20. Марков П.А., Попов С.В., Никитина И.Р., Оводова Р.Г., Оводов Ю.С. Противовоспалительная активность пектинов и их галактуронанового кора // Химия растительного сырья. 2010. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/protivovospalitelnaaya-aktivnost-pektinov-i-ih-galakturonanovogo-kora>

21. Тулинов А.Г., Михайлова Е.А., Шубаков А.А. Применение пектиновых полисахаридов в качестве стимуляторов роста и развития Solanum // Химия растительного сырья. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-pektinovyh-polisaharidov-v-kachestve-stimulyatorov-rosta-i-razvitiya-solanum>

22. Вураско А. В., Агеев М. А., Сиваков В. П. Получение и свойства технической целлюлозы из борщевика окислительно-органо-со- левентным способом // Химия растительного сырья. 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-i-svoystva-tehnicheskoy-tsellyulozy-iz-borshevika-okislitelno-organosolventnym-sposobom>

22. Мусихин П.В., Сигаев А.И. Исследование физических свойств и химического состава борщевика Сосновского и получение из него волокнистого полуфабриката // Фундаментальные исследования. 2006. № 3. С. 65-67.

24. Суханов А.И. Способ лечения псориаза, патент РФ № 2076726. 1997 // Патенты России (офиц. сайт) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru-patent.info/20/75-79/2076726.html>

25. Митяев, А. Борщевик и невидимые связи // ПРО БОРЩЕВИК: URL: <http://proborshevik.ru/archives/150#more-150>

26. Guyton Kathryn Z., Loomis Dana, Grosse Yann, El Ghissassi, Fatiha Benbrahim-Tallaa, Lamia Guha, Scoccianti Chiara, Mattock Heidi, Straif Kurt. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate (англ.) // The Lancet : journal. — Elsevier, 2015. — Vol. 16, no. 5. — P. 490—491. — ISSN 14702045. — doi:10.1016/S1470-2045(15)70134-8.

27. Cressey D. Widely used herbicide linked to cancer (англ.) // Nature. — 2015. — ISSN 1476-4687. — doi:10.1038/nature.2015.17181.

28. Карбоновый полигон «Чашниково»: офиц. сайт. — URL: <https://carbon-polygons.ru/polygons/chashnikovo/>

29. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации: Девятым участником проекта по созданию карбоновых полигонов стал МГУ им. М.В. Ломоносова, офиц. сайт. — URL: https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/37286/?sphrase_id=8308550

30. Карбоновая платформа: офиц. сайт. — URL: <https://carbonplatform.ru/karbonoviy-polygon-chashnikovo>

Загоруйко М.В., Синих Ю.Н., Денисова Г.И. Изучение эффективности комплексных мер борьбы с борщевиком Сосновского в условиях Московской области

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

Цитирование:

Загоруйко М.В., Синих Ю.Н., Денисова Г.И. Изучение эффективности комплексных мер борьбы с борщевиком Сосновского в условиях Московской области [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/6/st_628.pdf
DOI: <https://doi.org/10.51419/202146628>.