

УДК: 581.6; 502/504

## БОРЩЕВИК СОСНОВСКОГО *HERACLEUM SOSNOWSKYI* (APIACEAE): УНИЧТОЖЕНИЕ ИЛИ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ?

© 2024 г. Н. Н. Лунева\*

*Всероссийский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Россия*

\*e-mail: natalja.luneva2010@yandex.ru

Поступила в редакцию 10.05.2023 г.

После доработки 18.07.2023 г.

Принята к публикации 30.10.2023 г.

Монодоминантные заросли борщевика Сосновского *Heracleum sosnowskyi* Manden. (Apiaceae) на территории РФ инициировали поиск решений использования его фитомассы в различных отраслях хозяйства и создания препятствий для его дальнейшего распространения. Предложенные способы использования фитомассы борщевика Сосновского и технологии получения из нее полезных веществ разработаны без учета неизбежного перехода существующих без антропогенного вмешательства популяций этого вида в состояние регулярной эксплуатации, которая нарушит их возобновление, приведет к снижению урожайности и рентабельности производства. Поддерживать высокую урожайность борщевика, необходимую для его использования в качестве сырья для производства, возможно только в условиях его возделывания под жестким контролем, не допускающим его “бегства из культуры”, однако в настоящее время этот вид выведен из реестра культивируемых растений. При этом существует достаточный ассортимент альтернативных видов сырья для производства полезных веществ, которые предложено получать из борщевика Сосновского. Использование в качестве сырья огромного количества растений борщевика Сосновского в придорожных лесополосах и по берегам мелких речек настолько проблематично, что в публикациях не рассматривается, хотя именно эти экотопы являются постоянными очагами продолжающейся инвазии. Из-за неконтролируемого распространения борщевика Сосновского биоразнообразии земель сельскохозяйственного назначения, включающее дикорастущие пищевые, технические и лекарственные ресурсные виды (в том числе дикие родичи культурных растений), находится под угрозой уничтожения.

*Ключевые слова:* *Heracleum sosnowskyi*, биоразнообразие, контролирование инвазии, ресурсное использование

DOI: 10.31857/S0033994624010031, EDN: HGMWII

За период возделывания борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden. Apiaceae) в качестве силосного растения он широко распространился в Восточной Европе [1–3], однако размер его вторичного ареала до сих пор не установлен [4–8]. В настоящее время значительные по размеру площади на территории Российской Федерации покрыты монодоминантными зарослями этого инвазионного вида [9–12]. Несмотря на применяемые меры по уничтожению борщевика Сосновского, продолжается увеличение его численности в очагах заноса, а также распространение в свободные от него регионы. Поиски путей действенного контроля инвазии привели к идее использования биомассы зарослей этого растения с целью сдерживания его экспансии.

### ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ФИТОМАССЫ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

В период выращивания борщевика Сосновского в качестве кормовой культуры (1947–1980-е годы) были выявлены такие его качества, как холодоустойчивость, неприхотливость к условиям произрастания, быстрый рост в весенний период, образование большой зеленой массы, содержащей витамины, микроэлементы, протеин, углеводы, эфирные масла [13, 14]. Всестороннее изучение этого возделываемого растения осуществлялось и за рубежом [5, 15, 16].

В годы после прекращения возделывания борщевика Сосновского его отрицательное воздействие на биологическое разнообразие расти-

тельных сообществ, сокращение из-за распространения этого ядовитого растения площади рекреационных территорий, нанесение вреда сельскому хозяйству и здоровью людей перевесили его положительные свойства. Однако в последнее время активно развивается направление поиска различных возможностей использования его биомассы. Так, было предложено частично заменить древесное сырье при производстве внутренних слоев упаковочного картона целлюлозой, полученной из стеблей борщевика Сосновского [17]. Высокое содержание сахаров в зеленой массе инициировало исследования по получению из нее биоэтанола [18], в результате чего был получен патент на его выработку из дикорастущего и культивируемого борщевика [19]. Жом, остающийся после отжима сока из зеленой массы борщевика для получения биоэтанола и сахара, предложено силосовать вместе с силосными культурами, богатыми белком [20]. Рассматривается возможность использования в ближайшем будущем борщевика Сосновского в качестве источника эфирных масел и биологически активных веществ [21]. Показано, что обработка травостоев пектиновыми полисахаридами (регуляторами роста), в том числе, из борщевика Сосновского, значительно увеличивает урожайность второго укоса кормовых трав без влияния на качественный состав растений [22], обработка ими же семян и всходов моркови ускоряет появление всходов и увеличивает массу корнеплодов [23], а обработка этими полисахаридами клубней и проростков картофеля обеспечивает повышение урожайности и увеличение содержания в клубнях крахмала, витамина С и сухого вещества [24]. Предложено использовать скашиваемую в процессе борьбы с борщевиком Сосновского зеленую массу для изготовления органических удобрений (компоста) [25]. В прошлом веке борщевик Сосновского использовался как кормовое и силосное растение [26], но и в начале третьего тысячелетия рассматриваются возможности его выращивания в этом же качестве [27], хотя польза его неоднозначна: растение содержит много белка, но количество фурукумаринов в нем должно строго регулироваться, а силос из него рекомендовано скармливать животным, не предназначенным для получения приплода и молока [28]. Выявлены лекарственные свойства борщевика Сосновского, обусловленные содержанием фурукумаринов и кумаринов, которые проявляют противоопухолевую [29, 30] и антиоксидантную

активность [31] при лечении некоторых заболеваний [32–34]. Для получения эфирных масел, пригодных для использования в качестве сырья в парфюмерной и косметической промышленности, предлагается даже восстанавливать и расширять плантации этого вида [14].

Все идеи современного практического использования зеленой массы борщевика Сосновского для получения полезной продукции базируются на существовании обширных территорий, покрытых его зарослями, которые воспринимаются как легко доступное естественно произрастающее и ежегодно самовоспроизводящееся сырье. Считается, что можно избежать расходов на его выращивание и планировать затраты только на заготовку и переработку сырья [35], причем переработка борщевика Сосновского в полезные для общества продукты рассматривается как механизм ограничения его распространения [36]. На самом деле это не так.

#### ПОЧЕМУ ЗАРОСЛИ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО НЕ МОГУТ БЫТЬ ЛЕГКОДОСТУПНЫМ САМОВОСПРОИЗВОДИМЫМ СЫРЬЕМ

В естественных условиях популяции борщевика Сосновского включают растения трех типов жизненных форм: поликарпические особи, плодоносящие несколько раз в течение многолетнего жизненного цикла (1.2%); монокарпические многолетние, пребывающие в вегетативном состоянии несколько лет (41.3%); монокарпические двулетние, плодоносящие и отмирающие на второй год жизни (57.5%) [13]. Двулетние растения могут находиться и в вегетативном (период от прорастания до первого цветения) и в генеративном (репродуктивном) состоянии (период образования генеративных органов) [37]. В естественных условиях популяция борщевика Сосновского поддерживается семенным возобновлением, которое обеспечивается, главным образом, монокарпическими двулетними особями, плодоносящими на втором году жизни. Кроме того, задержавшиеся в вегетативном периоде многолетние монокарпические особи через 10–12 лет переходят в генеративное состояние и обсеменяются. Свою лепту в поддержание популяции вносят и крайне редко встречающиеся поликарпические особи, плодоносящие несколько раз в течение многолетней жизни [13, 38].

При использовании зарослей борщевика Сосновского на заброшенных землях для

получения сырья, естественный процесс возобновления нарушится. Из опыта его возделывания известно, что для получения наибольшего урожая зеленой массы борщевика с сохранением наибольшего количества полезных веществ рекомендуется первый укос производить в фазе начала цветения [13], а второй — не позднее чем за месяц до наступления устойчивого похолодания [35]. Вследствие первого же скашивания, а тем более, последующих, взрослые генеративные растения борщевика перейдут на вегетативный этап развития, который затянется на несколько лет. Поступление семенного материала в почву под популяцией прекратится, что поставит под угрозу ее поддержание: ведь недаром уничтожение цветущих особей рассматривается как главный способ борьбы с обсеменением, а, значит, с распространением борщевика Сосновского [39]. При этом в первый год пользования зарослей борщевика на брошенных землях будут скошены растения, выросшие примерно из 80% семян, образовавшихся в предшествующем году. После прорастания оставшихся 20% семян семенное возобновление борщевика на этой территории практически прекратится на весь период его регулярного скашивания. Более того, получены данные, свидетельствующие о том, что основная часть семян борщевика Сосновского сохраняет жизнеспособность не более одного сезона [2]. Не исключено, что через 30–40 дней после первого скашивания из почек, расположенных в пазухах листьев ниже поверхности почвы, могут появиться боковые побеги с соцветиями [39], поскольку заложение генеративных структур у борщевиков происходит в первый год вегетации [21], но повторные скашивания не позволят образоваться и созреть семенам.

В то же время нельзя рассчитывать, что многократное ежегодное скашивание зеленой массы борщевика Сосновского на брошенных землях решит проблему сырья для производства. Первый укос составляет около 80% от общего урожая, а многократное скашивание приведет к тому, что растения уйдут под зиму неподготовленными к периоду зимнего покоя и впоследствии погибнут [13]. Кроме того, общеизвестно, что многократное скашивание представляет собой один из агротехнических приемов борьбы с сорными растениями, так как при этом происходит их истощение [40]. Также не уйти от проблемы выпадения растений борщевика в малоснежные зимы с продолжительными оттепелями [41].

Следовательно, без надлежащей поддержки, которую оказывают возделываемым растениям, используемая популяция как источник сырья вскоре потеряет свою рентабельность, ее нужно будет оставить на несколько лет для возобновления травостоя и перейти на другие территории, заросшие борщевиком. При этом затраты на заготовку сырья увеличатся за счет транспортных расходов для доставки зеленой массы из отдаленных районов к месту переработки. Следовательно, дальнейшее существование перерабатывающих предприятий будет зависеть только от возобновления возделывания борщевика Сосновского как культуры, что уже предлагалось [14]. Высказанное в публикациях стремление получать в приемлемых количествах дешевое биотопливо, которым можно обеспечить не только внутреннюю потребность, но и экспорт биоэтанола [18], может быть реализовано только при условии возвращения борщевика Сосновского статуса сельскохозяйственной культуры и возделывания его на высоком уровне агротехники [42]. Но, как известно, уже в 2013 г. сорт борщевика Сосновского “Северянин” не был включен в “Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию” [43] как утративший хозяйственную полезность. В 2014 г. из “Общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности” [44] были исключены коды продукции этого растения — зеленая масса и семена, а с 2015 года борщевик Сосновского включен в “Отраслевой классификатор сорных растений Российской Федерации” [45]. Следовательно, чтобы выращивать борщевик Сосновского как культуру, необходимо вывести его из классификатора сорных растений и вновь включить коды зеленой массы и семян этого растения в “Общероссийский классификатор продукции”.

#### ВЕЛИКА ЛИ ПОТРЕБНОСТЬ В ФИТОМАССЕ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫШЕНАЗВАННОЙ ПОЛЕЗНОЙ ПРОДУКЦИИ?

Активное обсуждение темы производства биоэтанола из борщевика Сосновского обусловлено тем, что растительное биотопливо до сих пор изготавливается в странах, его производящих, из сельскохозяйственных растений (рапса *Brassica napus* L., пшеницы *Triticum aestivum* L., кукурузы *Zea mais* L., свеклы сахарной *Beta*

*vulgaris* L.). Это приводит к конфликту использования сельскохозяйственных ресурсов для производства биотоплива и как источника питания для населения, поскольку это касается продовольственной безопасности стран и влияет на объем выработки пищевых продуктов, цены на продовольствие, на разнообразие возделываемых культур и структуру площадей сельскохозяйственных земель [42, 46]. При этом, с точки зрения экологии, у производства растительного биотоплива практически нет преимуществ, поскольку на получение одного литра биотоплива затрачивается столько же литров дизельного топлива для сельхозтехники, собирающей растительное сырье с полей [46]. Стремление использовать зеленую массу борщевика Сосновского для производства биотоплива с целью избавиться от этого агрессивного растения понятно [35], но, как показано выше, это приведет не к освобождению территории сельскохозяйственных земель от его зарослей, но, наоборот, будет инициировать возобновление его возделывания уже не как силосной, но как технической культуры с уходом от решения проблемы очищения территорий, охваченных инвазией этого вида.

Российская Федерация, обладающая огромными запасами углеводов, является основным поставщиком энергетических ресурсов в мире, и здесь пока не распространено использование биоэтанола в качестве топлива для автомобилей. Тем не менее в 2009 году в России было произведено около 500 млн. л биоэтанола из растительного сырья и отходов древесины. В настоящее время осуществляется разработка биотоплива второго поколения (2G), получаемого из непродовольственного сырья: “отдельные виды специально выращиваемых энергетических растений, отходы деревообработки и пищевые отходы” [47:58]. Также предлагается использовать для этой цели водоросли [48]. Пока основным источником производства биоэтанола в РФ является пищевое сырье (зерновые культуры). Однако рассматривается возможность использования для этой цели других крахмалосодержащих продуктов: мелассы (отходов сахарного производства), картофеля *Solanum tuberosum* L., а также клубней и зеленой массы топинамбура *Helianthus tuberosus* L., который выращивается в РФ в Нижегородской, Липецкой, Тверской, Рязанской, Тульской, Ульяновской, Костромской, Волгоградской, Омской, Брянской, Московской, Саратовской, Ярославской областях, Республике Чувашия, Краснодарском и Ставро-

польском краях [47]. Из вышеприведенного следует, что кроме борщевика Сосновского Россия располагает достаточным ассортиментом видов сырья для производства биоэтанола.

Помимо биоэтанола, рассматривается возможность получения из биомассы борщевика Сосновского другого вида биотоплива – топливных гранул [49]. Вместе с тем, проблема получения твердого биотоплива может быть успешно решена и без использования борщевика: промышленное твердое биотопливо получают из отходов растительных и древесных производств, что решает проблему утилизации отходов, а инвестиции в это направление увеличились с 2008 г. и продолжают расти [46]. В нашей стране с начала третьего тысячелетия активно развивается биотопливная промышленность: совокупная номинальная мощность заводов по выпуску топливных гранул составляет более 3 млн. т продукции в год, но это не предел. В настоящее время в лесном секторе РФ ежегодно образуется 20–30 млн. т (730 млн. м<sup>3</sup>) отходов древесины, практически не используемой (гниет, стораит, перестраивает), при переработке которой можно получить более 250 млн. т биотоплива в виде топливных гранул и брикетов – наиболее технологичного вида твердого топлива, объемы потребления которого постоянно растут [50]. Тем более, что древесина – это естественно возобновляемое сырье, а существующие заросли борщевика Сосновского будут полноценно возобновляться только при уходе за ними, как за технической культурой. Так, может быть стоит обратить усилия на использование отходов древесины для получения твердого биотоплива, а не возобновлять для этой цели возделывание культур борщевика Сосновского?

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИТОМАССЫ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛЕЗНОЙ ПРОДУКЦИИ НЕ СПОСОБСТВУЕТ СДЕРЖИВАНИЮ ЕГО ДАЛЬНЕЙШЕГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Таким образом, наиболее активно обсуждаемые аспекты возможного использования полезных свойств борщевика Сосновского для получения продукции могут быть реализованы в промышленных масштабах только при условии возделывания этого растения как технической культуры, и при этом он будет продолжать распространяться на не занятые им территории. Как показано выше, монодоминантные заросли

борщевика на брошенных землях истощатся через несколько лет после начала их использования для получения сырья, и, если вид не будет переведен в возделываемую культуру, они будут также заброшены, как это случилось в 1980-е годы. Использование зарослей борщевика Сосновского на других экотопах в качестве сырья для получения полезной продукции с целью ограничения его неконтролируемого распространения [18, 37] экономически нецелесообразно по следующим причинам. Например, заросли борщевика по обочинам транспортных путей произрастают прерывистыми группами совместно с другими сорными растениями, что требует не сплошного, а выборочного их скашивания, что затрудняет заготовку сырья. Кроме того, дорожные службы регулярно проводят очистку обочин транспортных путей, сплошь скашивая сорные растения вместе с борщевиком или обрабатывая обочины гербицидами. Очень много борщевика в придорожных лесополосах, но он здесь перемещается с зарослями ольшаника и ивняка и добыча его возможна только ручным способом, что весьма трудоемко и нерентабельно. Заросли борщевика по берегам рек, мелких речек и водоемов сложно использовать не только потому, что борщевик в этих условиях, как правило, произрастает в зарослях кустарников, но и потому, что к этим местам часто затруднен подъезд транспорта для вывоза сырья. Сбор растений борщевика в агроэкосистемах (межи, каналы, окраины полей и обочины полевых дорог), как и в населенных пунктах и на особо охраняемых природных территориях возможен только единожды, путем выкапывания растений целиком, чтобы не допустить их возобновления [51, 52]. Понятно, что сбор сырья в таких экотопах производиться не будет, следовательно, распространение борщевика Сосновского будет продолжаться.

### БОРЩЕВИК СОСНОВСКОГО – УГРОЗА БИОРАЗНООБРАЗИЮ НА ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В настоящее время на территории РФ борщевик Сосновского приурочен в большей мере к антропогенным, а не естественным местообитаниям [53]. Но отмечено, что борщевик способен к внедрению в нижний ярус [54] лесных сообществ с несомкнутым древесным пологом [38], встречается небольшими группами из вегетативных особей на окраинах лесов, а также образует крупные заросли на лесных участках, подвер-

женных сильному антропогенному воздействию [55]. Наибольшее количество очагов отмечается по берегам водоемов. Внедрение борщевика Сосновского в естественные фитоценозы приводит к их деформации [56], ведет к снижению биоразнообразия сосудистых растений в них в среднем на 26% [57]. Причинами этого могут служить как морфологические особенности борщевика, так и высокая аллелопатическая активность в отношении многих видов растений [58].

Наиболее пострадавшими от внедрения борщевика Сосновского являются земли сельскохозяйственного назначения, при этом пахотные земли пока затронуты слабо. Еще десяток лет назад случаи внедрения борщевика Сосновского в агрофитоценозы были весьма редки: он отмечался, главным образом, по краям полей [59], в посевах зерновых культур с низкими показателями обилия [60], в посевах люцерны [61]. Но уже в 2015 г. борщевик засорял поля озимой тритикале, многолетних трав, картофеля и овощных культур [62]. Но пока завоевание сеgetальных местообитаний идет медленно, основные массивы монодоминантных зарослей простираются на сельскохозяйственных землях, выведенных из активного использования, а также на рудеральных местообитаниях в пределах агроэкосистем, что приводит к снижению биоразнообразия на сельскохозяйственных землях. Принято считать, что биоразнообразие сосредоточено в природных сообществах и на них нужно направлять усилия по его сохранению. На самом деле в условиях увеличивающегося антропогенного влияния на естественные растительные сообщества фиторазнообразие сосредоточивается на нарушенных территориях, в том числе и на сельскохозяйственных землях, на сеgetальных и рудеральных местообитаниях и связано видами-апофитами с фрагментами природных сообществ, включенных в агроландшафты. Агроэкосистемы включают виды растений, являющиеся источником дикорастущего лекарственного, пищевого (включая медоносы) и технического сырья. Многие из них являются дикими родичами культурных растений, способствующими, при использовании их в селекции, улучшать хозяйственно-ценные качества культурных растений. Значение фиторазнообразия агроэкосистем усиливается тем, что входящие в них растения являются прибежищем полезной энтомофауны, снижающей численность насекомых-вредителей и опыляющей культивируемые растения [63]. Следовательно, продолжающееся распространение борщевика

Сосновского по территории сельскохозяйственных земель наносит несоизмеримо больший вред, чем это принято считать.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ВОЗДЕЛЫВАТЬ ИЛИ УНИЧТОЖАТЬ?

Таким образом, с одной стороны, борщевик Сосновского *Heracleum sosnowskyi* представляет собой растение, обладающее широким спектром полезных качеств, благодаря которым его возделывали с применением агротехнических средств защиты [13]. С другой стороны, его отрицательные качества оказались несоизмеримо более значимыми, что обусловило разработку мер борьбы с ним, в том числе с помощью вредителей, от которых его ранее защищали [64], для исключения его вредоносного действия на людей и растительные сообщества [39].

С борщевиком Сосновского происходит то же самое, что и с другим инвазионным видом — золотарником канадским *Solidago canadensis* L.: его оценка менялась от декоративного растения (в случае с борщевиком — кормового) до злостного инвазионного, а затем — ресурсного вида [65], который, как и борщевик Сосновского, продолжает завоевывать все новые территории [66]. Одновременное отнесение этих видов к категориям и ресурсных и инвазионных представляет собой противоречие, но ведь многие виды, включенные в “Отраслевой классификатор сорных растений Российской Федерации”, в то же время являются лекарственными, а также дикорастущими родичами культурных растений [63].

Рассматриваемые в научных публикациях способы использования имеющихся на заброшенных землях зарослей борщевика Сосновского разработаны без учета особенностей перехода существующих без антропогенного вмешательства популяций этого вида в состояние регулярной эксплуатации. Эксплуатация неизбежно внесет значительные изменения в их возобновление, снизит урожайность борщевика и рентабельность производства. Прежде чем разрабатывать технологические схемы получения полезной продукции из борщевика Сосновского и строить перерабатывающие предприятия, следует тща-

тельно изучить особенности роста и развития этого растения и его популяций, о чем кратко сказано выше. Существующие заросли этого растения не являются самовозобновляющимся, дешевым сырьем, для получения продукции придется вернуться к возделыванию борщевика Сосновского как культуры. Вероятно, повторное возвращение борщевика Сосновского в культуру в связи с его богатым биохимическим составом представляет определенный практический интерес. В случае возвращения ему статуса культурного растения, сырье для получения полезной продукции, с учетом биологических особенностей этого растения, безусловно, должно выращиваться на пахотных землях под строжайшим контролем, предотвращающим “бегство из культуры” [67]. С другой стороны, возможно, представляет определенный интерес рассмотрение вопроса возврата брошенных земель сельскохозяйственного назначения, занятых зарослями борщевика Сосновского, в активное землепользование, поскольку на них в течение длительного времени после уничтожения борщевика сохраняется высокий уровень плодородия почвы [68].

Каким бы образом не был решен вопрос использования зарослей борщевика Сосновского на брошенных землях, это не отменит его статуса самого опасного (наряду с амброзией полыннолистной *Ambrosia artemisiifolia* L.) заносного вида в Средней России и не решит проблему предотвращения его дальнейшего распространения. Продолжая оставаться сильнейшим фактором, угрожающим биоразнообразию на территории России, борщевик Сосновского требует неослабевающего контроля на границе между зараженными и незараженными им территориями посредством фитосанитарного мониторинга [69]. Успешная реализация системы контроля этого вида возможна только на основе придания ему статуса карантинного объекта [70], в отношении которого станет обязательным “локализация очага карантинного объекта и (или) ликвидация популяции карантинного объекта” [71, статья 2.5], с целью предотвращения его дальнейшего распространения [там же, статья 2.25], в условиях принятия фитосанитарных мер [там же, статья 2.24], обязательных к исполнению [там же, статья, 2.18; 72].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Jahodová Š., Trybush S., Pyšek P., Wade M., Karp A.* 2007. Invasive species of *Heracleum* in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history. — *Divers. Distrib.* 13(1): 99–114. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2006.00305.x>

2. *Moravcová L., Gudzińskas Z., Pyšek P., Pergl J., Perglová I.* 2007. Seed ecology of *Heracleum mantegazzianum* and *H. sosnowskyi*, two invasive species with different distributions in Europe. – In: Ecology and Management of Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*). Wallingford; Cambridge. P. 157–169. <https://doi.org/10.1079/9781845932060.0157>
3. *Lambdon P.W., Pyšek P., Basnou C., Hejda M., Arianoutsou M., Essl F., et al.* 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. – *Preslia*. 80(2): 101–149. <https://www.preslia.cz/article/267>
4. *Laivins M., Gavrilova G.* 2003. *Heracleum sosnowskyi* in Latvia: sociology, ecology and distribution. – In: 7-th International Conference on the Ecology and Management of Alien Plant Invasions. Ft. Lauderdale, Florida.
5. The Giant Hogweed Best Practice Manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe. Forest and Landscape. 2005. Hørsholm. 44 p. [https://www.academia.edu/13387137/The\\_Giant\\_Hogweed\\_Best\\_Practice\\_Manual\\_Guidelines\\_for\\_the\\_Management\\_and\\_Control\\_of\\_Invasive\\_Weeds\\_In\\_Europe](https://www.academia.edu/13387137/The_Giant_Hogweed_Best_Practice_Manual_Guidelines_for_the_Management_and_Control_of_Invasive_Weeds_In_Europe)
6. The Giant Alien. Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) a pernicious invasive weed: Developing a sustainable strategy for alien invasive plant management in Europe (2001–2005). <https://cordis.europa.eu/project/id/EVK2-CT-2001-00128>
7. *Heracleum mantegazzianum, Heracleum sosnowskyi* and *Heracleum persicum*. 2009. – EPPO Bulletin. 39(3):489–499. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2009.02313.x>
8. *Tomaszkiewicz-Potępa A., Vogt O.* 2010. Biologically active compounds from Sosnowski's hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.). – *Przemysł Chemiczny*. 89(7): 973–977. [https://www.sigma-not.pl/publikacja-52878-substancje-biologicznie-aktywne-z-barszczu-sosnowskiego-\(heracleum-sosnowsky-manden\)-przemysl-chemiczny-2010-7.html](https://www.sigma-not.pl/publikacja-52878-substancje-biologicznie-aktywne-z-barszczu-sosnowskiego-(heracleum-sosnowsky-manden)-przemysl-chemiczny-2010-7.html) (In Polish)
9. *Филатова И.А., Власов Ю.В.* 2002. Борщевик Сосновского “осваивает” новые территории. – *Защита и карантин растений*. 12: 24.
10. Чужеродные виды на территории России. Кабинет “Биоинформатики и моделирования биологических процессов” ИПЭЭ РАН. 2004–2023. [http://www.sevin.ru/invasive/priortargets/plants\\_pr.html](http://www.sevin.ru/invasive/priortargets/plants_pr.html)
11. Борщевик Сосновского: как пришельцы маскируются под местные виды растений. Русское географическое общество. Информационный портал. 2013. <http://www.rgo.ru/plants/borshhevnik-sosnovskogo/> <https://fenolog.rgo.ru/article/borshchevik-sosnovskogo-kak-prishelcy-maskiruyutsya-pod-mestnye-vidy-rasteniy>
12. Борщевик Сосновского. *Heracleum sosnowskyi* Manden. Черная книга флоры Средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. 2013. <http://www.bookblack.ru/plant/4.htm>
13. *Сацыперова И.Ф.* 1984. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. Л. 223 с.
14. *Богданов В.Л., Николаев Р.В., Шмелева И.В.* 2010. Биологическое загрязнение территории экологически опасным растением борщевиком Сосновского. – В сб.: *Фундаментальные медико-биологические науки и практическое здравоохранение: Материалы 1-й Международной телеконференции*. Томск. С. 27–29.
15. *Wrobel I.* 2008. Sosnowski's hogweed *Heracleum sosnowskyi* Manden. in the Pieniny Mountains). – *Pieniny – Przyroda i Człowiek*. 10: 37–43. <https://www.pieniny.pl/files/img/fck/8910195/pieninskipn/File/Pieniny%20Przyroda%20i%20Czlowiek%20t10/06-Wrobel2.pdf> (In Polish)
16. *Kabuce N., Priede N.* 2010. *Heracleum sosnowskyi*. – In: NOBANIS. European Network on Invasive Alien Species. <https://www.nobanis.org/species-info/?taxaId=840>
17. *Мусихин П.В., Сигаев А.И.* 2006. Исследование физических свойств химического состава борщевика Сосновского и получение из него волокнистого полуфабриката. – *Современные наукоемкие технологии*. 3: 65–67. <https://s.top-technologies.ru/pdf/2006/3/45.pdf>
18. *Доржиев С.С., Патеева И.Б.* 2011. Энергоресурсосберегающая технология получения биоэтанола из зеленой массы растений рода *Heracleum*. – *Ползуновский вестник*. 2(2): 251–255. [http://elib.altstu.ru/journals/Files/pv2011\\_02\\_2/pdf/251dorgiev.pdf](http://elib.altstu.ru/journals/Files/pv2011_02_2/pdf/251dorgiev.pdf)
19. *Стребков Д.С., Доржиев С.С., Базарова Е.Г. Патеева И.Б.* Биоэтанол из борщевика как дикорастущего, так и культивируемого: Пат. 2458106, № 2010138695/04; Заявл. 21.09.2010; Опубл. 10.08.2012 Бюл. № 22. <https://www1.fips.ru/Archive/PAT/2012FULL/2012.08.10/DOC/RUNWC2/000/000/002/458/106/document.pdf>
20. *Устюжанинова Л.В., Богатырев А.М., Мартинсон Е.А.* 2020. Исследование возможности силосования жома борщевика Сосновского. – В сб.: *Общество. Наука. Инновации (НПК-2020): Материалы XX Всероссийской научно-практической конференции*. Киров. С. 43–50. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43866409>

21. *Ткаченко К.Г.* 2014. Род Борщевик (*Heracleum L.*) – хозяйственно-полезные растения. – Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. 4: 27–33.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=22922035>
22. *Михайлова Е.А., Щербакова Т.П., Щербаков А.А.* 2012. Изучение эффективности применения препаратов пектиновых полисахаридов на разнотравье в условиях полевого опыта. – В сб.: Научные достижения биологии, химии, физики: Материалы международной заочной научно-практической конференции. Новосибирск. С. 41–45.  
[http://prohorshevik.ru/wp-content/uploads/2017/09/Mychailova\\_EA\\_e.a.\\_2012.pdf](http://prohorshevik.ru/wp-content/uploads/2017/09/Mychailova_EA_e.a._2012.pdf)
23. *Кокочкина С.В.* 2016. Влияние пектиновых полисахаридов на формирование урожайности и биоэнергетическую эффективность возделывания моркови столовой. – Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 5(54): 21–25.  
<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2016.54.5.21-25>
24. *Тулинов А.Г., Михайлова Е.А., Шубаков А.А.* 2018. Применение пектиновых полисахаридов в качестве стимуляторов роста и развития *Solanum tuberosum L.* – Химия растительного сырья. 4: 289–298.  
<https://doi.org/10.14258/jcprm.2018044009>
25. *Орлова Е.Е., Гуртовая А.В.* 2019. Применение биоугля в рамках комплексных мероприятий по борьбе с *Heracleum sosnowskyi* Manden. – В сб.: Актуальные проблемы устойчивого развития агроэкосистем (почвенные, экологические, биоценоотические аспекты): Материалы Всероссийской с международным участием научной конференции. Симферополь. С. 130–132.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=41149661>
26. *Мишуров В.П., Рубан Г.А., Скупченко Л.А.* 1999. Интродукция многообразия природных и культурных видов кормово-силосных растений в Республике Коми. – В сб.: Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование: Материалы IX Международного симпозиума по новым кормовым растениям. Сыктывкар. С. 115–117.
27. *Асемкулова Г.Б.* 2012. Влияние сроков, способов посева и режимов орошения на урожайность нетрадиционных кормовых культур в условиях Алмадинской области. – Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 3(89): 18–21.  
[https://www.asau.ru/files/vestnik/2012/3/Agronomy\\_Asemkulova.pdf](https://www.asau.ru/files/vestnik/2012/3/Agronomy_Asemkulova.pdf)
28. *Jackson L.* Why the spread of Sosnovsky's hogweed is undesirable? Date of Creation: 14 May 2021. Update Date: 4 June 2023. <https://en1.journeyhomestore.com/pochemu-nezhelatelno-rasprostranenie-borshhevika-sosnovskogo-0e822>
29. *Emami S., Dadashpour S.* 2015. Current developments of coumarin-based anti-cancer agents in medicinal chemistry. – Eur. J. Med. Chem. 102: 611–630. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2015.08.033>
30. *Dandriyal J., Singla R., Kumar M., Jaitak V.* 2016. Recent developments of C-4 substituted coumarin derivatives as anticancer agents. – Eur. J. Med. Chem. 119: 141–168.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2016.03.087>
31. *Al-Majedy Y., Al-Amiery Ah., Kadchum A.A., Mohamad A.B.* 2017. Antioxidant activity of coumarins. – System. Rev. Pharm. 8(1): 24–30.  
<https://doi.org/10.5530/srp.2017.1.6>
32. *Hu Y. Q., Xu Z., Zhang S., Wu X., Ding J., Lu Z., Feng L.* 2017. Recent developments of coumarin-containing derivatives and their anti-tubercular activity. – Eur. J. Med. Chem. 136:122–130.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.05.004>
33. *Stefanachi A., Leonetti F., Pisani L., Catto M., Carotti A.* 2018. Coumarin: A natural, privileged and versatile scaffold for bioactive compounds. – Molecules. 23(2): 250.  
<https://doi.org/10.3390/molecules23020250>
34. *Olaya P., Viña D., Lopez J.L., Guerrero M.* 2019. Coumarin derivatives as monoamine oxidase B inhibitors with antiparkinsonian like properties. – FarmaJournal. 4(1): 218.  
<https://revistas.usal.es/cinco/index.php/2445-1355/article/view/20157/19993>
35. *Келдыш М.А., Помазков Ю.И.* 2009. Об использовании борщевика Сосновского. – АГРО XXI. 7–9: 68.  
<https://www.agroxxi.ru/journal/20090709/20090709031.pdf>
36. *Павлов А.В., Тарасов А.В., Соловьева О.Ю.* 2021. О перспективах использования продуктов переработки борщевика Сосновского в химической технологии. – Chemical Bulletin. 4(2): 7–16.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=46671090>
37. *Работнов Т.А.* 1950. Жизненный цикл многолетних растений в луговых ценозах. – Тр. БИН АН СССР. 6: 7–204.

38. Далькэ И.В., Чадин И.Ф., Мади Е.Г. 2014. Инвазии как фактор трансформации природных экосистем: механизмы самоподдержания и расселения чужеродных видов (на примере борщевика Сосновского). – Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 6(188): 38–41.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=25766727>
39. Ламан Н.А., Прохоров В.Н. 2011. Способы ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков: современное состояние проблемы. – В сб.: Ботаника (исследования). 40: 469–489.  
[https://botany.by/wp-content/uploads/2021/02/botanika\\_40.pdf](https://botany.by/wp-content/uploads/2021/02/botanika_40.pdf)
40. Моница С.С., Карташова Н.М., Чепрасова А.А., Парфенова Н.В. 2022. Методы борьбы с сорными растениями. – Метод З. 3(5): 14–16.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=49346648>
41. Кудинов М.А., Касач Е.А., Чекалинская И.И., Черник В.В., Чурилов А.К. 1980. Интродукция борщевиков в Белоруссии. Минск. 200 с.
42. Мидов А.З. 2016. Стратегические тенденции и перспективы развития производства топливного этанола в России. – Управленческое консультирование. 6: 108–116.  
<https://www.acjournal.ru/jour/article/view/359>
43. Силосные. 2013. – В кн.: Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорты растений. М. С. 65.  
<https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=552449>
44. Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности. 2014.  
[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_163703](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163703)
45. Отраслевой классификатор сорных растений Российской Федерации. Двудольные многолетние корне-стержневые. М. 2018. С. 29. <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/2a4/2a4c89393add8caaf4ab401b9e7d21b7.pdf>
46. Шапошников Д. 2017. Кукуруза против “продвинутых”: объективные перспективы применения биотоплива. <https://www.forbes.ru/tehnologii/342677-kukuruza-protiv-prodvinutyh-obektivnye-perspektivy-primeneniya-biotopliva?ysclid=lgqqmalmgk147062886>
47. Цимбалист А.В., Дмитренко Е.А. 2014. Перспективы производства биоэтанола в России. – Наука о человеке: гуманитарные исследования. 3(17): 57–65.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=22505824>
48. Федченко И.А., Соловцова А.С., Лукьянов А.Н. 2012. Основные тенденции развития рынка биотоплива в мире и России за период 2000–2012 годы. Аналитич. отчет ОАО “Корпорации “Развитие”. Белгород. 43 с.  
[http://portal-energo.ru/files/articles/portal-energo\\_ru\\_2.pdf](http://portal-energo.ru/files/articles/portal-energo_ru_2.pdf)
49. Полина И.Н., Миронов М.В., Белый В.А. 2021. Термогравиметрическое и кинетическое исследование топливных гранул из биомассы *Heracleum sosnowskyi* Manden. – Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 64(4): 15–20.  
<https://doi.org/10.6060/ivkkt.20216404.6338>
50. Масликов Д.В. 2012. Перспективы развития биотопливной промышленности в России. – Лесной Вестник. 5: 147–150.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=50158113>
51. Лунева Н.Н., Чухина И.Г., Шипилина Л.Ю. 2019. Борщевик Сосновского как сырьевой ресурс: плюсы и минусы. – В сб.: Стратегия ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков и других опасных инвазивных видов растений: материалы научно-практического семинара. Минск. С. 32–33.
52. Лунева Н.Н., Чухина И.Г., Шипилина Л.Ю. 2022. Опыт борьбы с *Heracleum sosnowskyi* Manden. на территории Кургальского заказника (Ленинградская область). – Научные записки природного заповедника “Мыс Мартьян”. 13: 89–98.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=50158113>
53. Озерова Н.А., Кривошеина М.Г. 2018. Особенности формирования вторичных ареалов борщевиков Сосновского и Мантегацци (*Heracleum sosnowskyi*, *H. mantegazzianum*) на территории России. – Российский журнал биологических инвазий. 11(1): 78–87.  
[http://www.sevin.ru/invasjour/issues/2018\\_1/Ozerova\\_18\\_1.pdf](http://www.sevin.ru/invasjour/issues/2018_1/Ozerova_18_1.pdf)
54. Овчаренко А.А. 2011. Сорные растения как индикаторы состояния пойменных лесов. – В сб.: Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург. С. 255–261.

55. *Арепьева Л.А., Арепьев Е.И., Казаков С.Г.* 2021. Распространение борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) на южной границе вторичного ареала в европейской части России. — Российский журнал биологических инвазий. 14(2): 2–15.  
<https://doi.org/10.35885/1996-1499-2021-14-2-2-15>
56. *Конечная Г.Ю., Крупкина Л.И.* 2011. Динамика видового состава сообществ с борщевиком Сосновского в национальном парке “Себежский”. — В сб.: Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: Материалы I Международной научной конференции. СПб. С. 125–132.
57. *Тиунов Д.Н., Ефимик Е.Г.* 2020. Влияние борщевика Сосновского на биоразнообразие сосудистых растений ООПТ “Липовая гора” (г. Пермь). — Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 4: 272–279.  
<https://doi.org/10.17072/1994-9952-2020-4-272-279>
58. *Бочкарев Д.В., Никольский А.В., Смолин Н.В.* 2011. Трансформация пойменно-лугового фитоценоза при внедрении в него адвентивного сорного вида — борщевика Сосновского. — Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 7(81): 36–40.  
[https://www.asau.ru/files/vestnik/2011/7/Ecology\\_Vochkarev.pdf](https://www.asau.ru/files/vestnik/2011/7/Ecology_Vochkarev.pdf)
59. *Палкина Т.А.* 2011. Региональные особенности сеgetальной флоры Рязанской области. — В сб.: Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург. С. 261–266.
60. *Лунева Н.Н., Филиппова Е.В.* 2011. Постоянство присутствия видов сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур в Ленинградской области. — В сб.: Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: Материалы I Международной научной конференции. СПб. С. 209–215.
61. *Чегодаева Н.Д., Лабутина М.В., Маскаева Т.А.* 2011. Сорные растения агроценозов. — В сб.: Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции. — Материалы I Международной научной конференции. СПб. С. 333.
62. *Говоров Д.Н., Живых А.В., Шабельникова А.А.* 2016. Борщевик Сосновского говорим нет! — Защита и карантин растений. 9: 11–12.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=26712041>
63. *Лунева Н.Н.* 2023. К вопросу сохранения фиторазнообразия на территориях агроэкосистем. — Фиторазнообразие Восточной Европы. 17(2): 49–75.  
<https://doi.org/10.24412/2072-8816-2023-17-2-49-75>
64. *Пестов С.В., Филиппов Н.И.* 2014. Фитофаги борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) в условиях Республики Коми. — В сб.: Актуальные вопросы аграрной науки: теория и практика: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию агрономического факультета. Киров. С. 149–151.
65. *Виноградова Ю.К., Шелепова О.В.* 2022. Смена парадигмы оценки результатов культивирования и расселения видов рода *Solidago* (декоративные растения — злостные инвазионные сорняки — лекарственные растения). — Социально-экологические технологии. 12(2): 203–219.  
<https://doi.org/10.31862/2500-2961-2022-12-2-203-219>
66. *Лунева Н.Н., Ларина С.Ю.* 2015. Золотарник канадский — следующий? — Защита и карантин растений. 1: 17–18. <https://elibrary.ru/item.asp?id=22895754>
67. *Семчук Н.Н., Балун О.В., Гладких С.Н., Абдушаева Я.М.* 2021. Трансформация травянистого культурного растения в опасный инвазионный дикорастущий вид. — АгроЭкоИнженерия. 4(109): 29–40.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=47934793>
68. *Лаптева Е.М., Захожий И.Г., Далькэ И.В., Холопов Ю.В., Бондаренко Н.Н., Перминова Е.М., Лиханова И.А., Елькина Г.Я., Генрих Э.А.* 2021. Влияние растительности на свойства почв в постагрогенных экосистемах средней тайги (на примере Республики Коми). — В сб.: Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы XVI Всероссийской научно-практической с международным участием конференции. Киров. С. 386–389.  
[https://elibrary.ru/download/elibrary\\_46414607\\_77156350.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_46414607_77156350.pdf)
69. *Майоров С.Р.* 2011. Инвазии чужеродных растений — можно ли их предсказать и контролировать? — В сб.: Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: Материалы I Международной научной конференции. СПб. С. 220–225.

70. Лунева Н.Н., Конечная Г.Ю., Смекалова Т.Н., Чухина И.Г. 2018. О статусе вида борщевик Сосновского *Heracleum sosnowskyi* Manden. на территории РФ. – Вестник защиты растений. 3(97): 10–15. <https://plantprotect.ru/index.php/vizr/article/view/4808/2793>
71. Федеральный закон “О карантине растений” от 21.07.2014 N 206-ФЗ (последняя редакция). <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102356103>
72. Лунева Н.Н. 2022. О необходимости и возможности придания инвазионному агрессивному виду борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) статуса карантинного организма. – В сб.: Фитоинвазии: остановить нельзя сдаваться: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Москва. С. 96–104. <https://www.biosoil.ru/files/publications/00020599.pdf>

## ***Heracleum Sosnowskyi* (Apiaceae): Eradication Or Wise Utilization Of Plant Raw Materials?**

N. N. Luneva\*

*All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia*

\*e-mail: natalja.luneva2010@yandex.ru

**Abstract** – The uncontrolled spreading of the monodominant colonies of Sosnowsky's hogweed *Heracleum sosnowskyi* Manden. (Apiaceae) in Russia made the researchers look for methods of using its biomass in various sectors of the economy, which should prevent its further spread. The proposed methods of using plant biomass and technologies for obtaining useful substances from *H. sosnowskyi* have been developed regardless of inevitable changes in populations' characteristics: in populations on abandoned lands that are currently unaffected by anthropogenic disturbance, under regular utilization the regeneration will decrease, resulting in reduced yields and profitability of production. It is possible to maintain a high yield of hogweed necessary for its utilization only under strictly controlled cultivation, which prevents its “escape”; however, it is not possible now, as this species has been removed from the State Register of Breeding Achievements Approved for Use. At the same time, there is a sufficient range of alternative sources of raw materials that contain useful substances, which are suggested to be obtained from *H. sosnowskyi*. Harvesting of *H. sosnowskyi* for raw materials from the roadside treelines and small rivers' riparian areas is so much a problem, that it is not considered in publications, although these particular ecotopes are the constant foci of ongoing invasion. Due to the uncontrolled spread of the *H. sosnowskyi*, the biodiversity of agricultural lands, including wild-growing food, technical and medicinal plants (including wild relatives of cultivated plants) are under threat.

*Keywords:* *Heracleum sosnowskyi*, disturbance of biodiversity, control of invasion, resource use

### REFERENCES

1. Jahodová Š., Trybush S., Pyšek P., Wade M., Karp A. 2007. Invasive species of *Heracleum* in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history. – *Divers. Distrib.* 13(1): 99–114. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2006.00305.x>
2. Moravcová L., Gudzińskas Z., Pyšek P., Pergl J., Perglová I. 2007. Seed ecology of *Heracleum mantegazzianum* and *H. sosnowskyi*, two invasive species with different distributions in Europe. – In: *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*. Wallingford; Cambridge. P. 157–169. <https://doi.org/10.1079/9781845932060.0157>
3. Lambdon P.W., Pyšek P., Basnou C., Hejda M., Arianoutsou M., Essl F., et al. 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. – *Preslia.* 80(2):101–149. <https://www.preslia.cz/article/267>
4. Laivins M., Gavrilova G. 2003. *Heracleum sosnowskyi* in Latvia: sociology, ecology and distribution. – In: 7-th International Conference on the Ecology and Management of Alien Plant Invasions. Ft. Lauderdale, Florida.
5. The Giant Hogweed Best Practice Manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe. Forest and Landscape. 2005. Hørsholm. 44 p. [https://www.academia.edu/13387137/The\\_Giant\\_Hogweed\\_Best\\_Practice\\_Manual\\_Guidelines\\_for\\_the\\_Management\\_and\\_Control\\_of\\_Invasive\\_Weeds\\_In\\_Europe](https://www.academia.edu/13387137/The_Giant_Hogweed_Best_Practice_Manual_Guidelines_for_the_Management_and_Control_of_Invasive_Weeds_In_Europe)
6. The Giant Alien. Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) a pernicious invasive weed: Developing a sustainable strategy for alien invasive plant management in Europe (2001–2005). <https://cordis.europa.eu/project/id/EVK2-CT-2001-00128>

7. *Heracleum mantegazzianum*, *Heracleum sosnowskyi* and *Heracleum persicum*. 2009. – EPPO Bulletin. 39(3):489–499. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2009.02313.x>
8. Tomaszkiwicz-Potępa A., Vogt O. 2010. Biologically active compounds from Sosnowski's hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden). – Przemysł Chemiczny. 89(7): 973–977. [https://www.sigma-not.pl/publikacja-52878-substancje-biologicznie-aktywne-z-barszczu-sosnowskiego-\(heracleum-sosnowskyi-manden\)-przemysl-chemiczny-2010-7.html](https://www.sigma-not.pl/publikacja-52878-substancje-biologicznie-aktywne-z-barszczu-sosnowskiego-(heracleum-sosnowskyi-manden)-przemysl-chemiczny-2010-7.html) (In Polish)
9. Filatova I.A., Vlasov Yu.V. 2002. Sosnovsky's hogweed "develops" new territories. – Zashchita i karantin rastenij. 12: 24. (In Russian)
10. [Alien species on the territory of Russia. Group for Bioinformatics and modeling of biological processes IPEE RAS]. 2004–2023. [http://www.sevin.ru/invasive/priortargets/plants\\_pr.html](http://www.sevin.ru/invasive/priortargets/plants_pr.html) (In Russian)
11. [Sosnovsky's hogweed: invasive plants disguised as natives. Russian Geographical Society. Information portal]. 2013. <http://www.rgo.ru/plants/borshhevnik-sosnovskogo/> <https://fenolog.rgo.ru/article/borshchevik-sosnovskogo-kak-prishelcy-maskiruyutsya-pod-mestnye-vidy-rasteniy> (In Russian)
12. [Sosnovsky's hogweed. *Heracleum sosnowskyi* Manden. The Black Book of the flora of Central Russia. Alien plant species in the ecosystems of Central Russia]. 2013. <http://www.bookblack.ru/plant/4.htm> (In Russian)
13. Satsyperova I.F. 1984. [Hogweeds form the flora of the USSR as new fodder plants]. Leningrad. 223 p. (In Russian)
14. Bogdanov V.L., Nikolaev R.V., SHmeleva I.V. 2010. [Biological contamination of the territory with an ecologically dangerous plant Sosnovsky's hogweed.]. – In.: [Fundamental Biomedical Sciences and Practical Healthcare: Materials of the 1st International Teleconference]. Tomsk: P. 27–29. (In Russian)
15. Wrobel I. 2008. Sosnowski's hogweed *Heracleum sosnowskyi* Manden. in the Pieniny Mountains). – Pieniny – Przyroda i Człowiek. 10: 37–43. <https://www.pieniny.pl/files/img/fck/8910195/pieninskpn/File/Pieniny%20Przyroda%20i%20Czlowiek%20t10/06-Wrobel2.pdf> (In Polish)
16. Kabuce N., Priede N. 2010. *Heracleum sosnowskyi*. – In: NOBANIS. European Network on Invasive Alien Species. <https://www.nobanis.org/species-info/?taxaId=840>
17. Musikhin P.V., Sigaev A.I. 2006. [Studies on the physical properties and chemical composition of *Heracleum sosnowskyi* and obtaining a fibrous semi-finished product from it]. – Modern High Technologies. 3: 65–67. <https://s.top-technologies.ru/pdf/2006/3/45.pdf> (In Russian)
18. Dorzhiev S.S., Pateeva I.B. 2011. [Energy-saving technology for obtaining bioethanol from plant biomass of *Heracleum* species]. – Polzunovskij Vestnik. 2(2): 251–255. [http://elib.altstu.ru/journals/Files/pv2011\\_02\\_2/pdf/251dorgiev.pdf](http://elib.altstu.ru/journals/Files/pv2011_02_2/pdf/251dorgiev.pdf) (In Russian)
19. Strebkov D.S., Dorzhiev S.S., Bazarova E.G., Pateeva I.B. [Bioethanol obtained from wild and cultivated hogweed: Patent 2458106, No. 2010138695/04; Appl. date 21.09.2010; Publ. 10.08.2012; Bulletin No. 22]. <https://www1.fips.ru/Archive/PAT/2012FULL/2012.08.10/DOC/RUNWC2/000/000/002/458/106/document.pdf> (In Russian)
20. Ustyuzhaninova L.V., Bogatyrev A.M., Martinson E.A. 2020. [Studies on the possibility of silage of *Heracleum sosnowskyi* pulp]. – In.: [Society. The science. Innovations (NPC–2020): Materials of the XX All-Russian Scientific and Practical Conference]. Kirov. P. 43–50. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43866409> (In Russian)
21. Tkachenko K.G. 2014. *Heracleum* L. genus – economic plants. – Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences. 4: 27–33. <https://elibrary.ru/item.asp?id=22922035> (In Russian)
22. Mikhailova E.A., Shcherbakova T.P., Shcherbakov A.A. 2012. [Studying the efficiency of application of pectin polysaccharide preparations on various grasses in field experiments]. – In: [Scientific achievements of biology, chemistry, physics: Materials of the international virtual scientific and practical conference]. Novosibirsk. P. 41–45. [http://probershevik.ru/wp-content/uploads/2017/09/Mychailova\\_EA\\_e.a.\\_2012.pdf](http://probershevik.ru/wp-content/uploads/2017/09/Mychailova_EA_e.a._2012.pdf) (In Russian)
23. Kokovkina S.V. 2016. Effect of pectin polysaccharides on formation of productivity and bioenergetic efficiency of cultivation of table carrot. – Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 5(54): 21–25. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2016.54.5.21-25> (In Russian)
24. Tulinov A.G., Mikhailova E.A., Shubakov A.A. 2018. Application of pectic polysaccharides as stimulants for growth and development of *Solanum tuberosum* L. – Khimija Rastitel'nogo Syr'ja. 4: 289–298. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2018044009> (In Russian)

25. Orlova E.E., Gurtovaya A.V. 2019. [The use of bio-coal in the framework of comprehensive measures to combat *Heracleum sosnowskyi* Manden]. – In: [Actual problems of sustainable development of agroecosystems (soil, ecological, biocenotic aspects): Proceedings of the All-Russian scientific conference with international participation]. Simferopol. P. 130–132. <https://elibrary.ru/item.asp?id=41149661> (In Russian)
26. Mishurov V.P., Ruban G.A., Skupchenko L.A. 1999. [Introduction of a variety of natural and cultural types of fodder and silage plants in the Komi Republic]. – In: [Ecological and population analysis of forage plants of natural flora, introduction and use: Proceedings of the IX International symposium on new forage plants]. Syktyvkar. P. 115–117. (In Russian)
27. Asemkulova G.B. 2012. The influence of terms, methods of sowing and irrigation regimes on the yield of non-traditional fodder crops in the conditions of the Altay region. – Bulletin of Altai State Agricultural University. 3(89): 18–21. [https://www.asau.ru/files/vestnik/2012/3/Agronomy\\_Asemkulova.pdf](https://www.asau.ru/files/vestnik/2012/3/Agronomy_Asemkulova.pdf) (In Russian)
28. Jackson L. Why the spread of Sosnovsky's hogweed is undesirable. Date of Creation: 14 May 2021. Update Date: 4 June 2023. <https://en1.journeyhomestore.com/pochemu-nezhelatelno-rasprostranenie-borshhevika-sosnovskogo-0e822>
29. Emami S., Dadashpour S. 2015. Current developments of coumarin-based anti-cancer agents in medicinal chemistry. – Eur. J. Med. Chem. 102: 611–630. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2015.08.033>
30. Dandriyal J., Singla R., Kumar M., Jaitak V. 2016. Recent developments of C-4 substituted coumarin derivatives as anticancer agents. – Eur. J. Med. Chem. 119: 141–168. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2016.03.087>
31. Al-Majedy Y., Al-Amiery Ah., Kadchum A.A., Mohamad A.B. 2017. Antioxidant activity of coumarins. – System. Rev. Pharm. 8(1): 24–30. <https://doi.org/10.5530/srp.2017.1.6>
32. Hu Y.Q., Xu Z., Zhang S., Wu X., Ding J., Lu Z., Feng L. 2017. Recent developments of coumarin-containing derivatives and their anti-tubercular activity. – Eur. J. Med. Chem. 136: 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.05.004>
33. Stefanachi A., Leonetti F., Pisani L., Catto M., Carotti A. 2018. Coumarin: A natural, privileged and versatile scaffold for bioactive compounds. – Molecules. 23(2): 250. <https://doi.org/10.3390/molecules23020250>
34. Olaya P., Viña D., Lopez J.L., Guerrero M. 2019. Coumarin derivatives as monoamine oxidase B inhibitors with antiparkinsonian like properties. – FarmaJournal. 4(1): 218. <https://revistas.usal.es/cinco/index.php/2445-1355/article/view/20157/19993>
35. Keldych M., Pomaskov Y. 2009. Problems and perspectives of utilization of *Heracleum sosnowskyi*. – AGRO XXI. 7–9: 68. <https://www.agroxxi.ru/journal/20090709/20090709031.pdf> (In Russian)
36. Pavlov A.V., Tarasov A.V., Solovyeva O.Yu. 2021. Prospects for the use of Sosnovsky hogweed processing products in chemical technology. – Chemical Bulletin. 4(2): 7–16. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46671090> (In Russian)
37. Rabotnov T.A. 1950. [The life cycle of perennial herbaceous plants in meadow coenoses]. – Trudy BIN ANSSSR. Ser. 3. Iss. 6: 7–204. (In Russian)
38. Dal'ke I.V., Chadin I.F., Madi E.G. 2014. [Invasions as a factor in the transformation of natural ecosystems: mechanisms of self-support and settlement of alien species (by the example of *Heracleum sosnowskyi*). – Vestnik instituta biologii Komi nauchnogo centra Ural'skogo otdeleniya RAN. 6(188): 38–41. <https://elibrary.ru/item.asp?id=25766727> (In Russian)
39. Laman N.A., Prokhorov V.N. 2011. Methods of limitations of eradication giant hogweed: current state and problem]. – Botany (Researches). 40: 469–489. [https://botany.by/wp-content/uploads/2021/02/botanika\\_40.pdf](https://botany.by/wp-content/uploads/2021/02/botanika_40.pdf) (In Russian)
40. Monina S.S., Kartashova N.M., Cheprasova A.A., Parfenova N.V. 2022. Methods of weed control. – Metod Z. 3(5): 14–16. <https://elibrary.ru/item.asp?id=49346648> (In Russian)
41. Kudinov M.A., Kasach E.A., Chekalinskaya I.I., Chernik V.V., Churilov A.K. 1980. [Introduction of hogweed in Belarus]. Minsk. 200 p. (In Russian)
42. Midov A.Z. 2016. Strategic tendencies and prospects of development of fuel ethanol production in Russia. – Upravlencheskoe konsul'tirovanie. 6: 108–116. <https://www.acjournal.ru/jour/article/view/359> (In Russian)
43. [Silage]. 2013. – In: [The State Register. Volume 1. Plant varieties]. Moscow. P. 65. <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=552449> (In Russian)
44. [All-Russian classifier of products by types of economic activity]. 2014. [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_163703](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163703) (In Russian)

45. [Industry classifier of weeds of the Russian Federation. Dicotyledonous perennial taproot plants]. Moscow. 2018. P. 29. <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/2a4/2a4c89393add8caaf4ab401b9e7d21b7.pdf> (In Russian)
46. *Shaposhnikov D.* 2017. [Corn versus “advanced”: objective prospects for the use of biofuels]. <https://www.forbes.ru/tehnologii/342677-kukuruza-protiv-prodvinutyh-obektivnye-perspektivy-primeneniya-biotopliva?ysclid=lgqqmalmgk147062886> (In Russian)
47. *Tsimbalist A.V., Dmitrenko E.A.* 2014. Prospects for bioethanol production in Russia. – *The Science of Person: Humanitarian Researches*. 3(17): 57–65. <https://elibrary.ru/item.asp?id=22505824> (In Russian)
48. *Fedchenko I.A., Solovtsova A.S., Lukyanov A.N.* 2012. [The main trends in the development of the biofuel market in the world and Russia for the period 2000–2012. Analytical report]. JSC “Corporation “Development”. Belgorod. 43 p. [http://portal-energo.ru/files/articles/portal-energo\\_ru\\_2.pdf](http://portal-energo.ru/files/articles/portal-energo_ru_2.pdf) (In Russian)
49. *Polina I.N., Mironov M.V., Belyy V.A.* 2021. Thermogravimetric and kinetic study of fuel pellets from biomass of *Heracleum sosnowskyi* Manden. – *ChemChemTech*. 64(4): 15–20. <https://doi.org/10.6060/ivkkt.20216404.6338> (In Russian)
50. *Maslikov D.V.* 2012. [Prospects for the development of the biofuel industry in Russia]. – *Forestry Bulletin*. 5: 147–150. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17950020> (In Russian)
51. *Luneva N.N., Chukhina I.G., Shipilina L.Yu.* 2019. [Sosnovsky's hogweed as a raw material resource: pros and cons]. – In: [Strategy for limiting the spread and eradication of giant hogweeds and other dangerous invasive plant species: materials of the scientific and practical workshop]. Minsk. P. 32–33. (In Russian)
52. *Luneva N.N., Chukhina I.G., Shipilina L.Yu.* 2022. Combating *Heracleum sosnowskyi* Manden. on the territory of the Kurgalsky Nature Reserve (Leningrad region). – *Scientific Notes of the “Cape Martyan” Nature Reserve*. 13: 89–98. <https://elibrary.ru/item.asp?id=50158113> (In Russian)
53. *Ozerova N.A., Krivosheina M.G.* 2018. Patterns of secondary range formation for *Heracleum sosnowskyi* and *H. mantegazzianum* on the territory of Russia. – *Russ. J. Biol. Invasions*. 9(2): 155–162. <https://doi.org/10.1134/S2075111718020091>
54. *Ovcharenko A.A.* 2011. [Weeds as indicators of the state of floodplain forests]. – In: [Weedy plants in the changing world: topical issues in studying their diversity, origin and evolution: Proceedings of the First International Scientific Conference]. St. Petersburg. P. 255–261. (In Russian)
55. *Arepieva L.A., Arepiev E.I., Kazakov S.G.* 2021. Distribution of Sosnovsky hogweed (*Heracleum sosnowskyi*) on the southern border of the secondary range in the European part of Russia. – *Russ. J. Biol. Invasions*. 12(3): 233–243. <https://doi.org/10.1134/S2075111721030024>
56. *Konechnaya G.Yu., Krupkina L.I.* 2011. [Dynamics of species composition in communities with Sosnovsky's hogweed in the “Sebezhsky” National Park]. – In: [Weedy plants in the changing world: topical issues in studying their diversity, origin, evolution: Proceedings of the First International Scientific Conference]. St. Petersburg. P. 125–132. (In Russian)
57. *Tiunov D.N., Efimik E.G.* 2020. Influence of *Heracleum sosnowskyi* Manden. On biodiversity of vascular plants of the protected area “Lipovaya gora” (Perm). – *Bulletin of Perm University. Biology*. 4: 272–279. <https://doi.org/10.17072/1994-9952-2020-4-272-279> (In Russian)
58. *Bochkarev D.V., Nikolsky A.V., Smolin N.V.* 2011. [Transformation of the floodplain-meadow phytocenosis with the invasion of an adventitious weed species – Sosnovsky's hogweed]. – *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 7(81): 36–40. [https://www.asau.ru/files/vestnik/2011/7/Ecology\\_Bochkarev.pdf](https://www.asau.ru/files/vestnik/2011/7/Ecology_Bochkarev.pdf) (In Russian)
59. *Palkina T.A.* 2011. [Regional features of the segetal flora of the Ryazan region]. – In: [Weedy plants in the changing world: topical issues in studying their diversity, origin, evolution: Proceedings of the First International Scientific Conference]. St. Petersburg. P. 261–266. (In Russian)
60. *Luneva N.N., Filippova E.V.* 2011. [The constancy of weed species presence in agricultural crops in the Leningrad region]. – In: [Weedy plants in the changing world: topical issues in studying their diversity, origin, evolution: Proceedings of the First International Scientific Conference]. St. Petersburg. P. 209–215. (In Russian)
61. *Chegodavaeva N.D., Labutina M.V., Maskaeva T.A.* 2011. [Weeds of agrocenoses]. – In: [Weedy plants in the changing world: topical issues in studying their diversity, origin, evolution: Proceedings of the First International Scientific Conference]. St. Petersburg. P. 333. (In Russian)
62. *Govorov D.N., Zhiviy A.V., Shabel'nikova A.A.* 2016. [We say “No!” to Sosnovsky's hogweed]. – *Zashchita i karantin rastenij*. 9: 11–12. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26712041> (In Russian)

63. *Luneva N.N.* 2023. On the issue of preserving phytodiversity in the territories of agroecosystems – Phytodiversity of Eastern Europe. 17(2): 49–75.  
<https://doi.org/10.24412/2072-8816-2023-17-2-49-75> (In Russian)
64. *Pestov S.V., Filippov N.I.* 2014. [Phytophagous insects of Sosnovsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) in the Komi Republic]. – In: [Topical issues of agricultural science: theory and practice: materials of the All-Russian scientific and practical conference]. Kirov. P. 149–151. (In Russian)
65. *Vinogradova Yu.K., Shelepova O.V.* 2022. A paradigm shift in the evaluation of the North American species of *Solidago* (ornamental plants – noxious invasive weeds – medicinal plants). – *Sotsialno-ekologicheskie tekhnologii*. 12(2): 203–219.  
<https://doi.org/10.31862/2500-2961-2022-12-2-203-219> (In Russian)
66. *Luneva N.N., Larina S.Yu.* 2015. *Solidago canadensis* – the next? – *Zashchita i karantin rastenij*. 1: 17–18.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=22895754> (In Russian)
67. *Semchuk N.N., Balun O.V., Gladkikh S.N., Abdushaeva Ya.M.* 2021. Transformation of a herbaceous cultivated plant into a dangerous invasive wild species. – *AgroEcoEngineering*. 4(109): 29–40.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=47934793> (In Russian)
68. *Lapteva E.M., Zakhozhij I.G., Dalke I.V., Kholopov Yu.V., Bondarenko N.N., Perminova E.M., Likhanova I.A., Elkina G.YA., Genrikh E.A.* 2021. [The impact of vegetation on soil properties in postagrogenic ecosystems of the Middle taiga (example of the Komi Republic)]. – In: [Ecology of the native land: problems and ways to solve them: Materials of the XVI All-Russian scientific and practical conference with international participation]. Kirov. P. 386–389.  
[https://elibrary.ru/download/elibrary\\_46414607\\_77156350.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_46414607_77156350.pdf) (In Russian)
69. *Mayorov S.R.* 2011. [Invasions of alien plants – can they be predicted and controlled?]. – In: [Weedy plants in the changing world: topical issues in studying their diversity, origin and evolution: Proceedings of the First International Scientific Conference]. St. Petersburg. P. 220–225. (In Russian)
70. *Luneva N.N., Konechnaya G.Yu., Smekalova T.N., Chukhina I.G.* 2018. On status of *Heracleum sosnowskyi* Manden. on the territory of Russian Federation. – *Plant Protection News*. 3(97): 10–15.  
<https://plantprotect.ru/index.php/vizr/article/view/4808/2793> (In Russian)
71. [Federal Law “On Plant Quarantine” dated 21.07.2014 N 206-FZ (latest edition)].  
<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102356103> (In Russian)
72. *Лунева Н.Н.* 2022. On the necessity and possibility of giving an invasive aggressive species *Heracleum sosnowskyi* Manden. status of a quarantine organism. – In: *Phytoinvasions: Can we stop them or need to give up?* Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference. Moscow. P. 96–104.  
<https://www.biosoil.ru/files/publications/00020599.pdf> (In Russian)