

# **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ИНВАЗИИ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО**

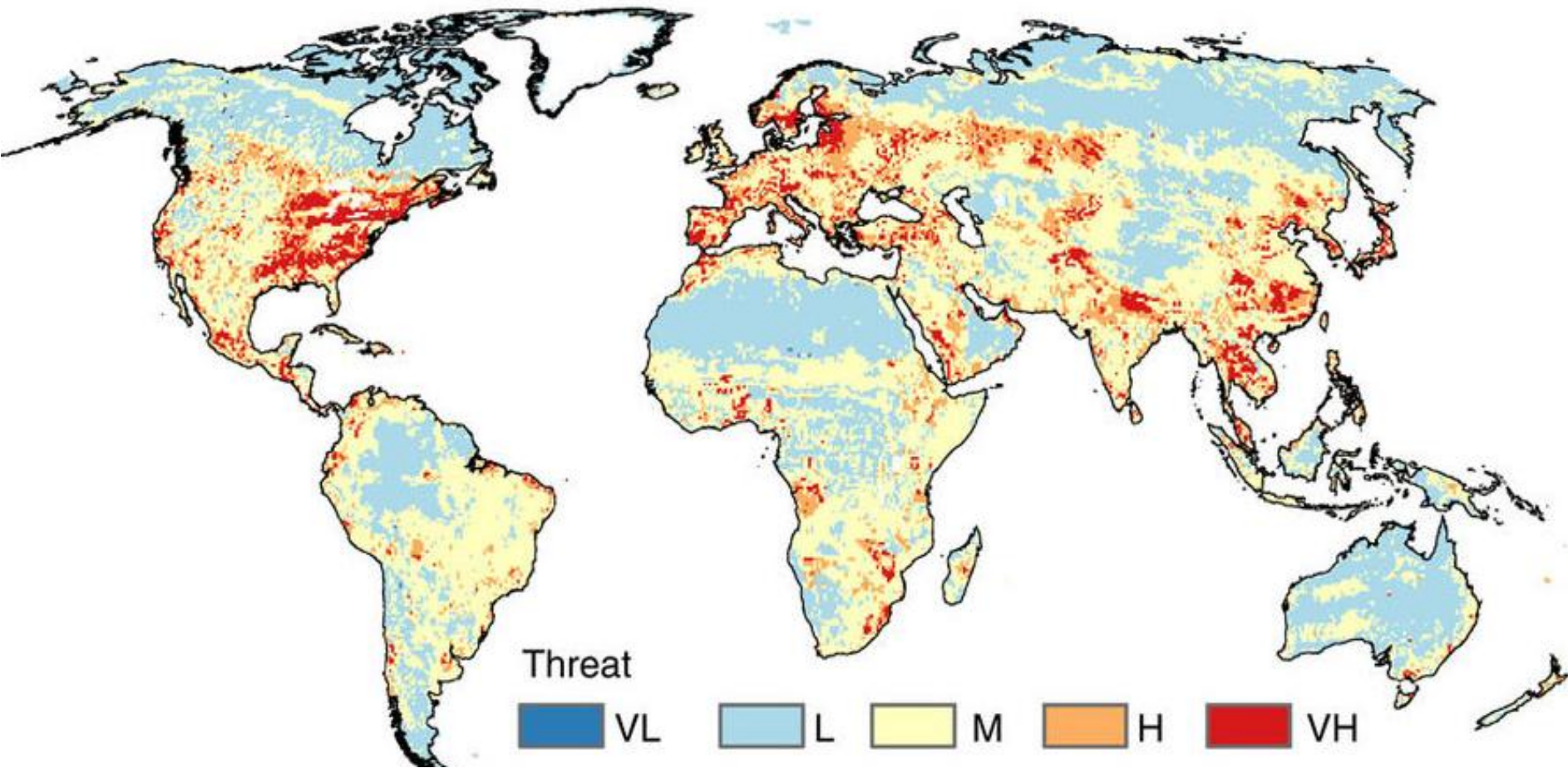
**И. В. Далькэ**

**[dalke@ib.komisc.ru](mailto:dalke@ib.komisc.ru)**

**лаборатория экологической физиологии растений  
Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН  
г. Сыктывкар**

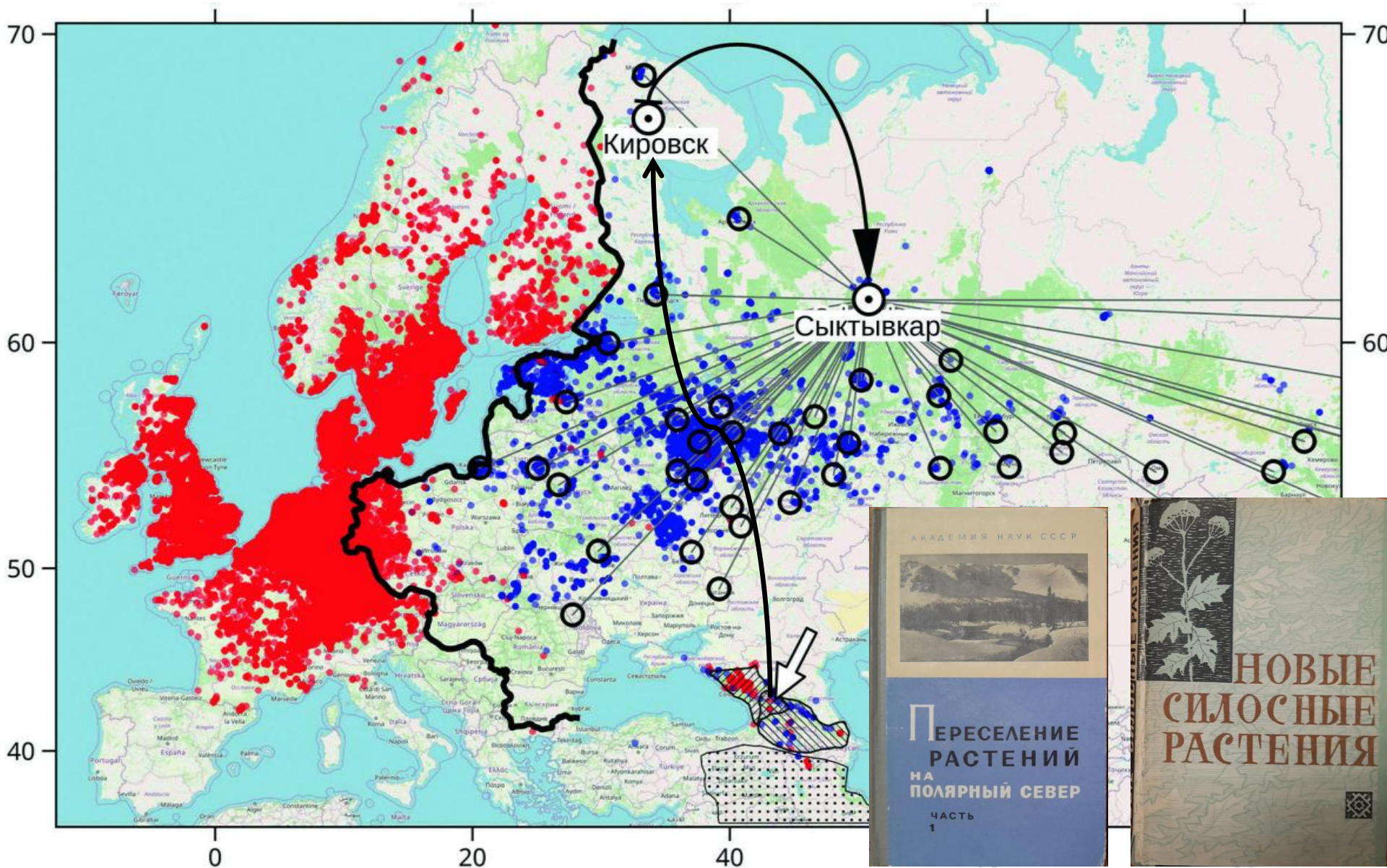


# Глобальные угрозы биологических инвазий в XXI в. (Early et al., 2016)





# Переселение высокорослых борщевиков



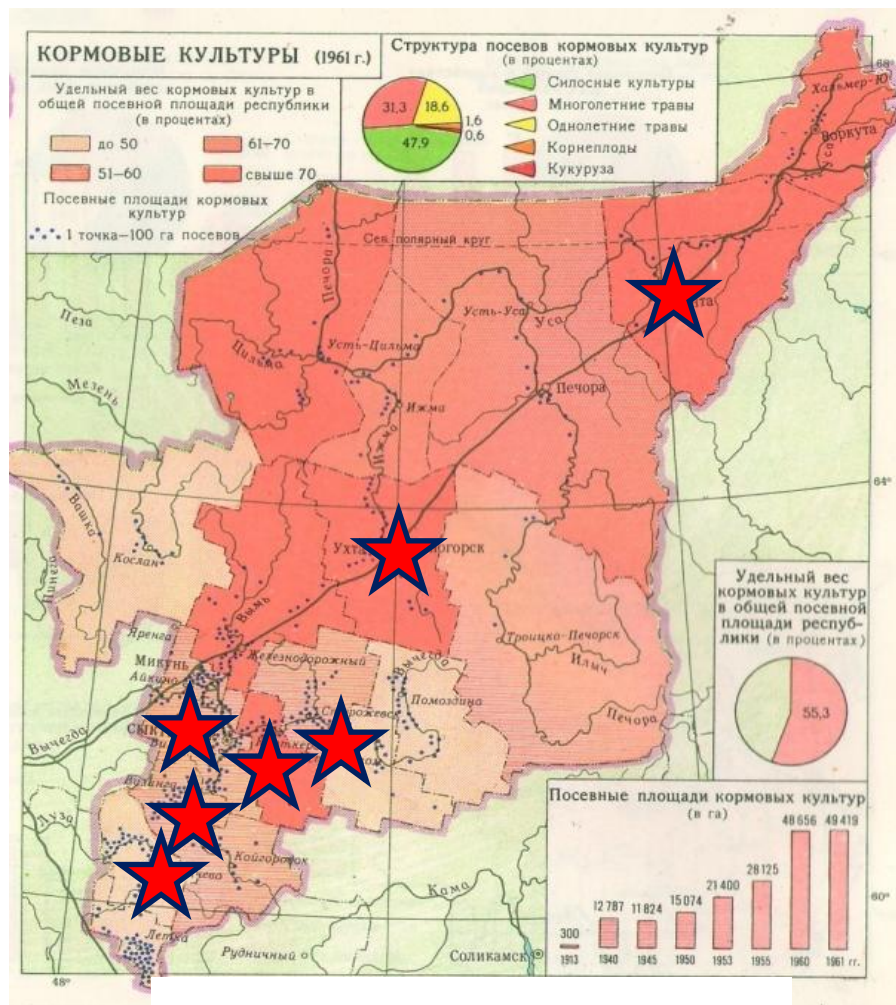
1964 г.



1966 г.



# Цель - выявление механизмов, обеспечивающих стабильную численность ценопопуляций и расселения борщевика Сосновского



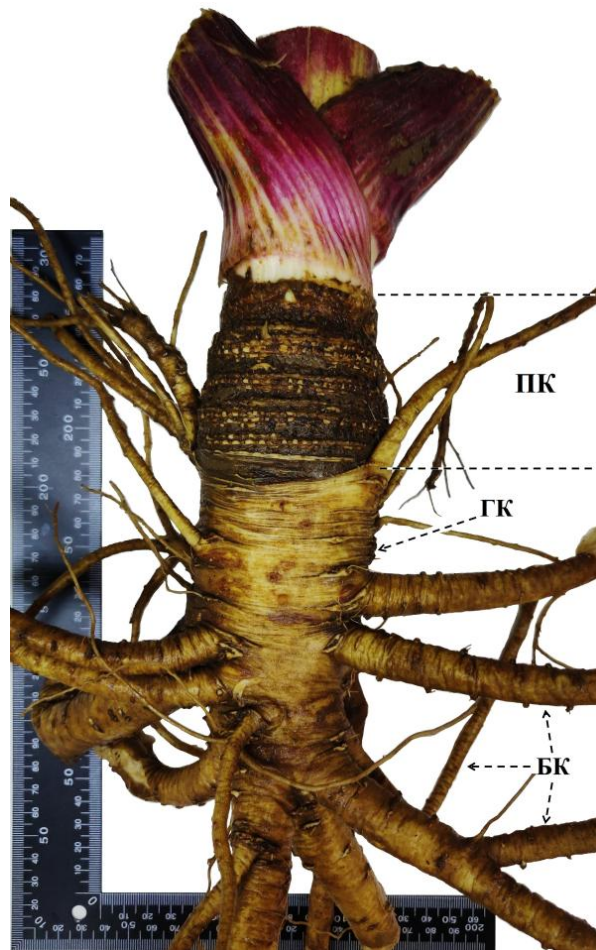
Коми АССР, 1961 г.



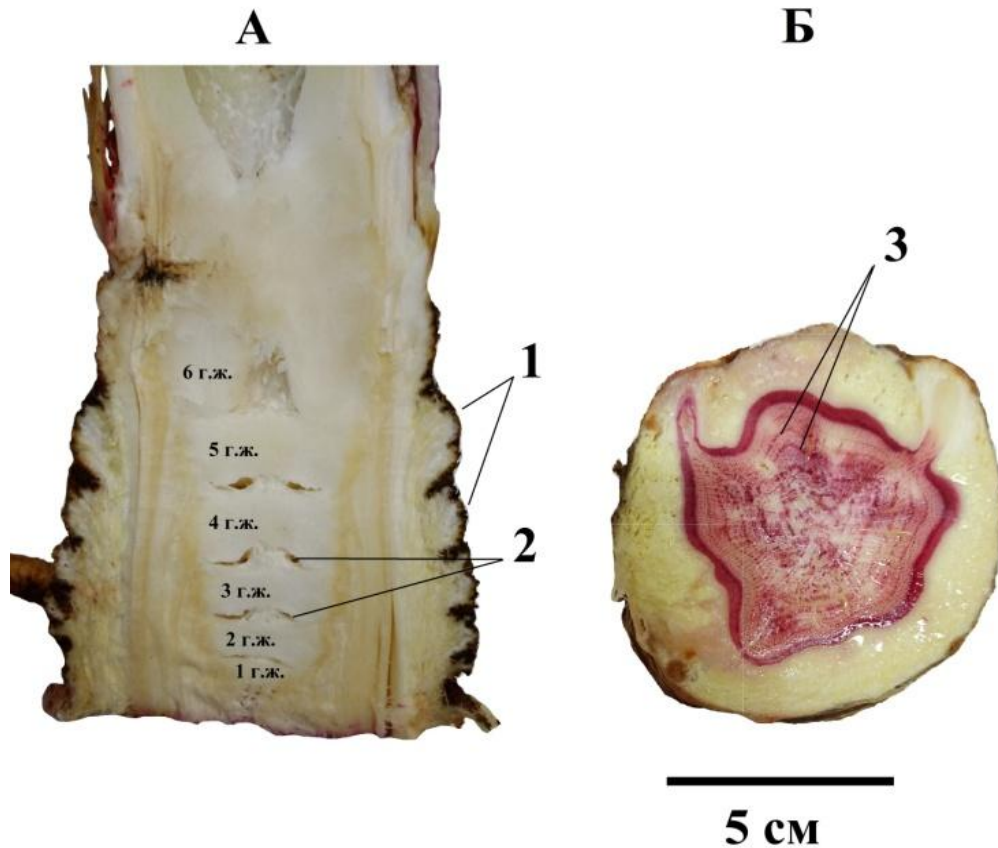
г. Инта, 2023 г.



# Определение календарного возраста



ПК – подземный каудекс  
ГК – главный корень  
БК – боковые корни

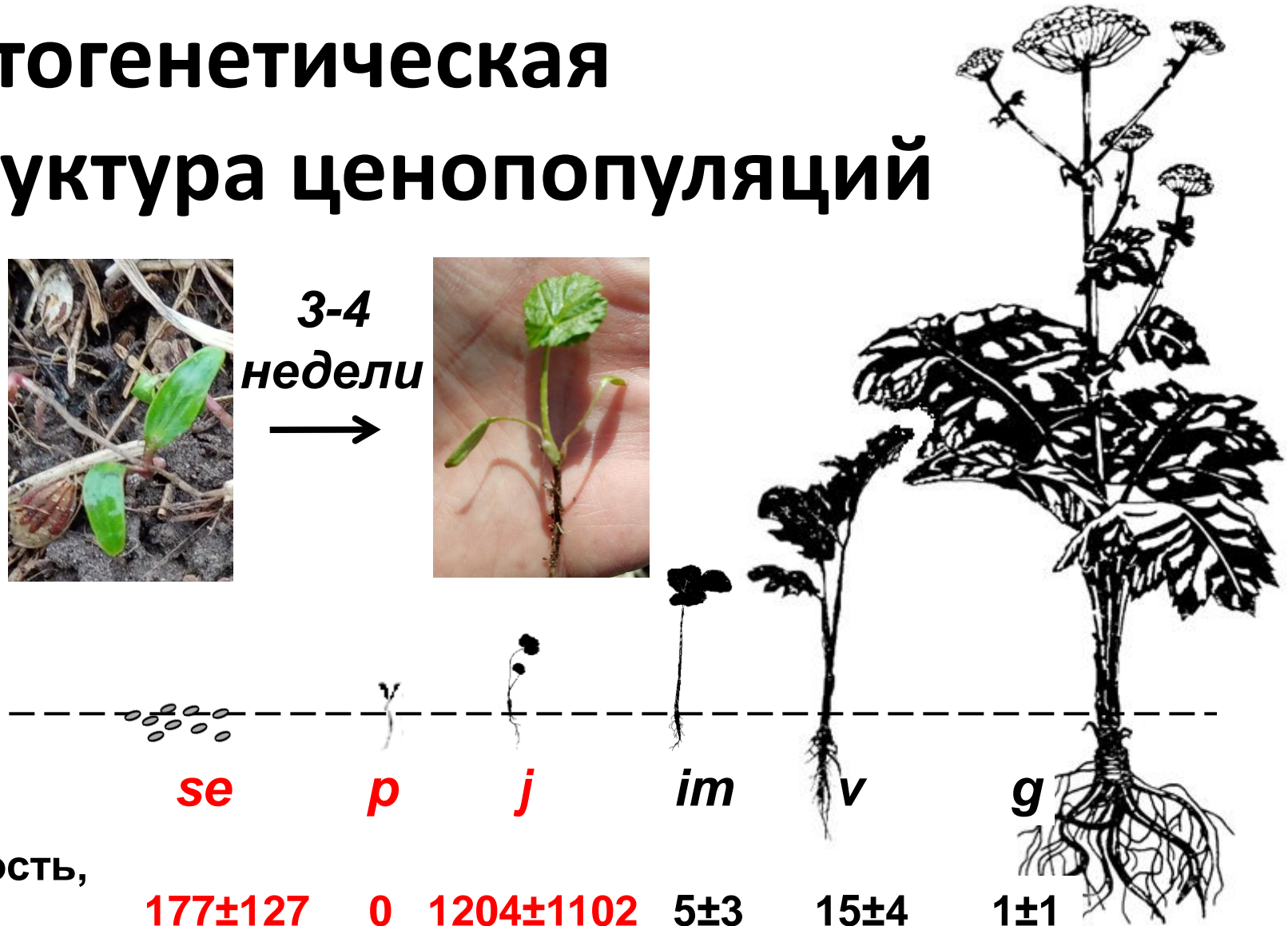


Продольный срез каудекса (А)  
и поперечный срез главного корня (Б)  
*H. sosnowskyi*: 1 – группы листовых  
рубцов, 2 – зоны разделения  
годовых побегов, 3 – годовые  
кольца.

# Онтогенетическая структура ценопопуляций



3-4  
недели  
→



Плотность,  
шт./м<sup>2</sup>

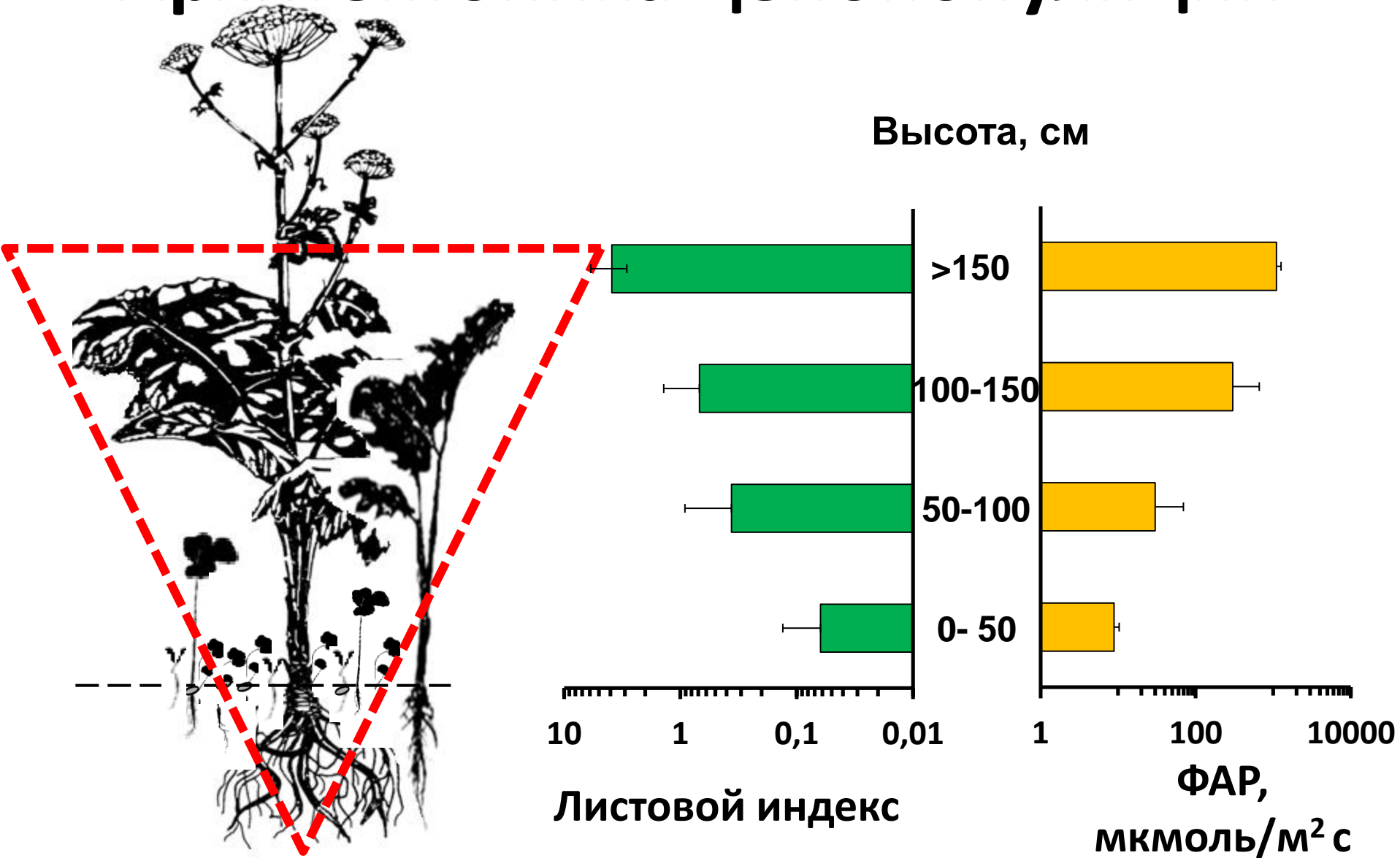
<b>se</b>	<b>p</b>	<b>j</b>	<b>im</b>	<b>v</b>	<b>g</b>
<b>177±127</b>	<b>0</b>	<b>1204±1102</b>	<b>5±3</b>	<b>15±4</b>	<b>1±1</b>

Возраст,  
полных лет

<b>&lt; 1</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>0–1</b>	<b>1–5</b>	<b>2–7(9)</b>	<b>3–4 (6)</b>
---------------	---------------	------------	------------	---------------	----------------

Dalke I.V., Maslova S.P., Zakhozhiy I.G. et al. Structure of cenopopulations of *Heracleum sosnowskyi*... // Russian Journal of Ecology. 2024. V. 55. N. 2. P. 79–88.

# Архитектоника ценопопуляций



# Стратегия «биологического хеджирования ставок»

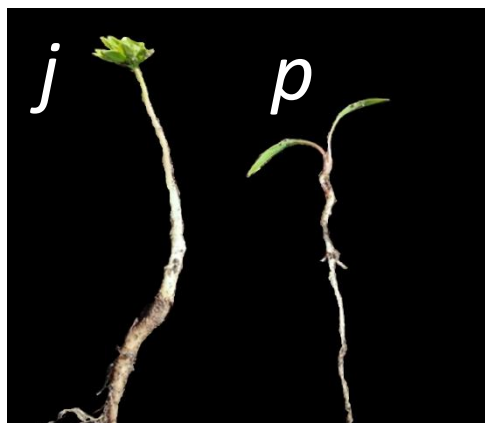
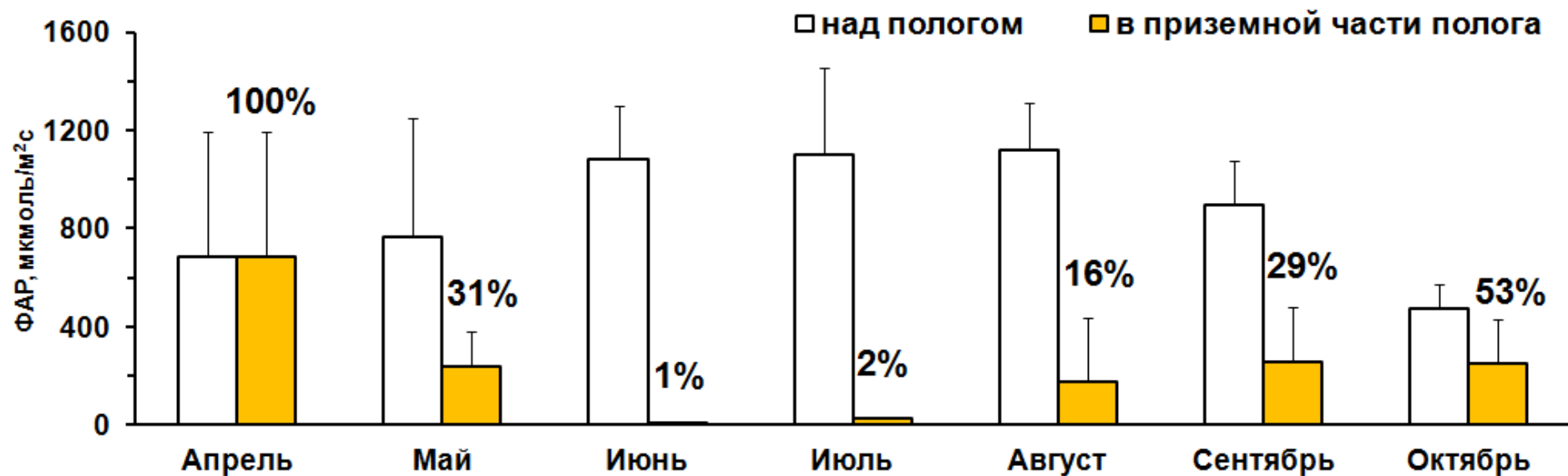
**Ежегодно к цветению переходит небольшая часть особей – менее 0.5% от общей численности растений.**

**Это обеспечивает снижения риска гибели популяции в чреде поколений и выживание в непредсказуемых условиях.**



# Поддержание численности

## 1. Переход ювенильных растений в состояние покоя



май



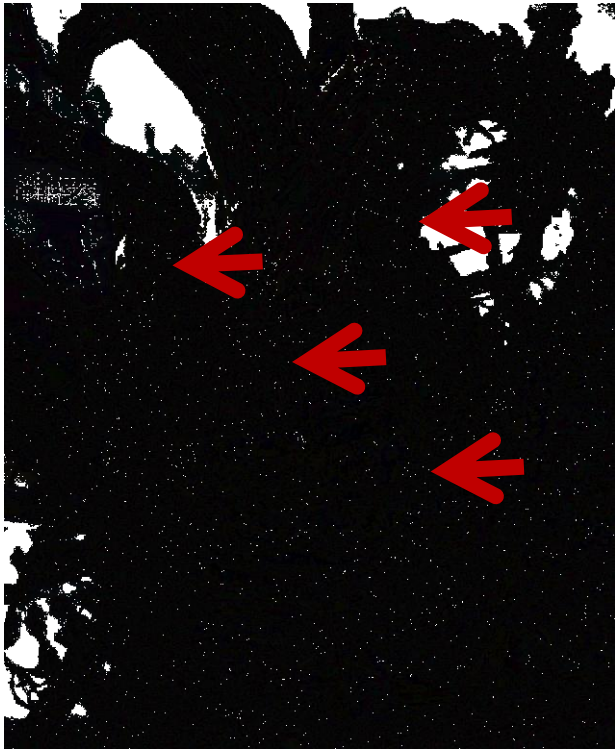
июль-август



сентябрь

# Поддержание численности

## 2. Формирование подземного банка почек



**Крупные почки  
до 20 шт./м<sup>2</sup>**



**Глубина залегания меристем  
от 2 до 15 (25) см**

*Dalke I.V., Chadin I.F., Zakhozhiy I.G. et al. Traits of *Heracleum sosnowskyi* ... // PLoS ONE 10(11): e0142833*

*Маслова С.П., Дымова О.В., Малышев Р.В., Далькэ И.В. Функциональные характеристики почек возобновления *H. sosnowskyi* ... // Теорет. и прикл. экология. 2024. № 2. С. 185–192. 10*

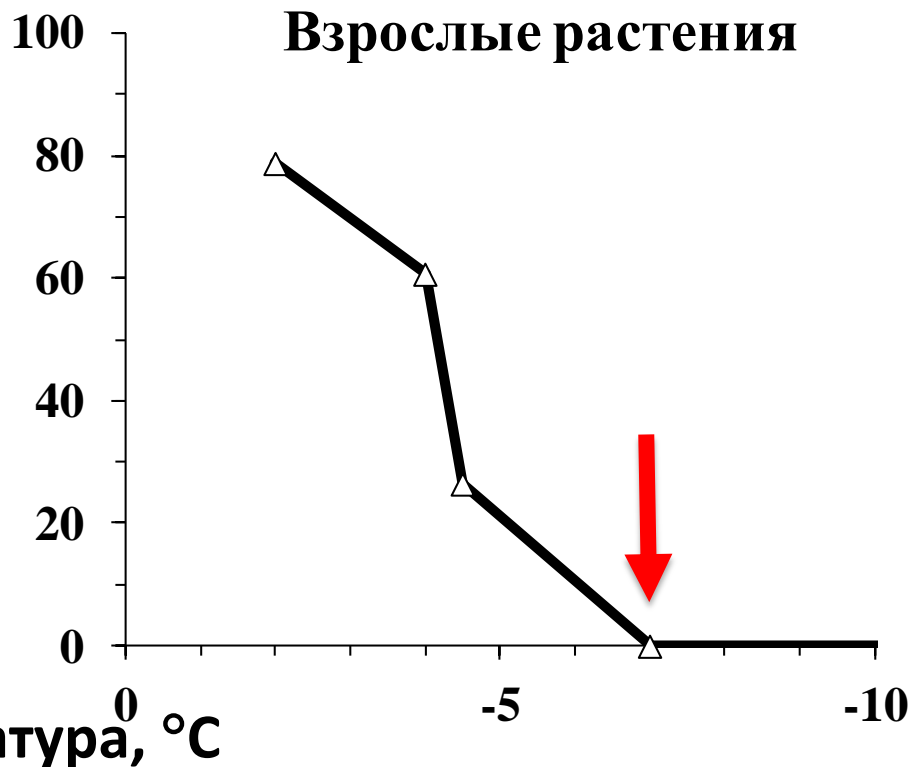
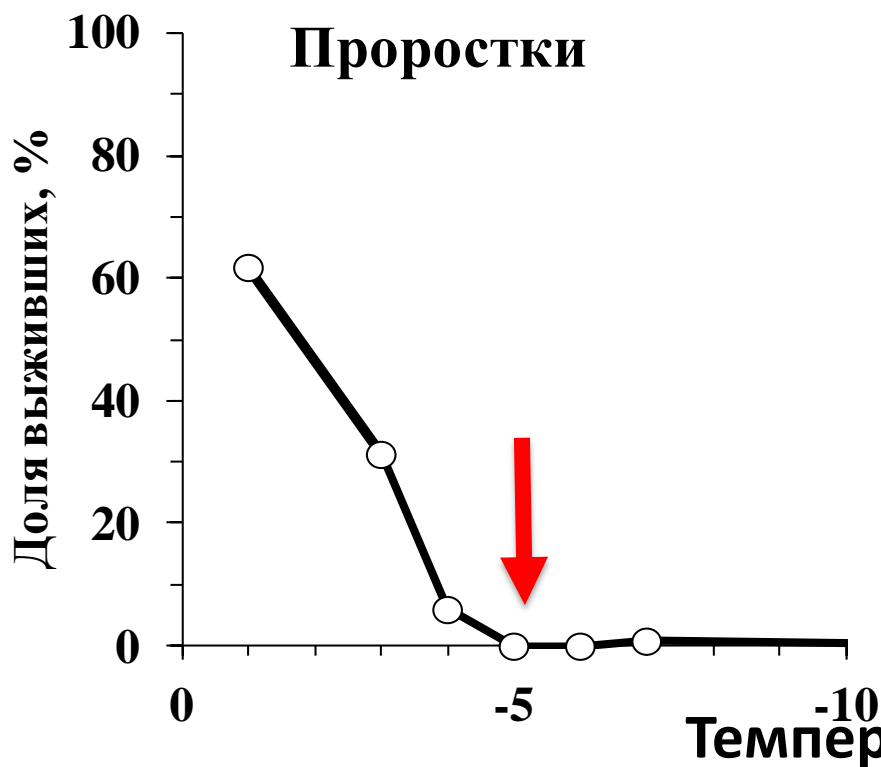
# Повреждение растений

## - Механическое воздействие

поедание, вытаптывание, скашивание, вспашка

## - Температурное воздействие

промерзание почвы зимой, заморозки





# Проект «Мороз»



Уборка снега  
при минус 35°C  
=> снижение  
температуры в  
почве до минус 6°C

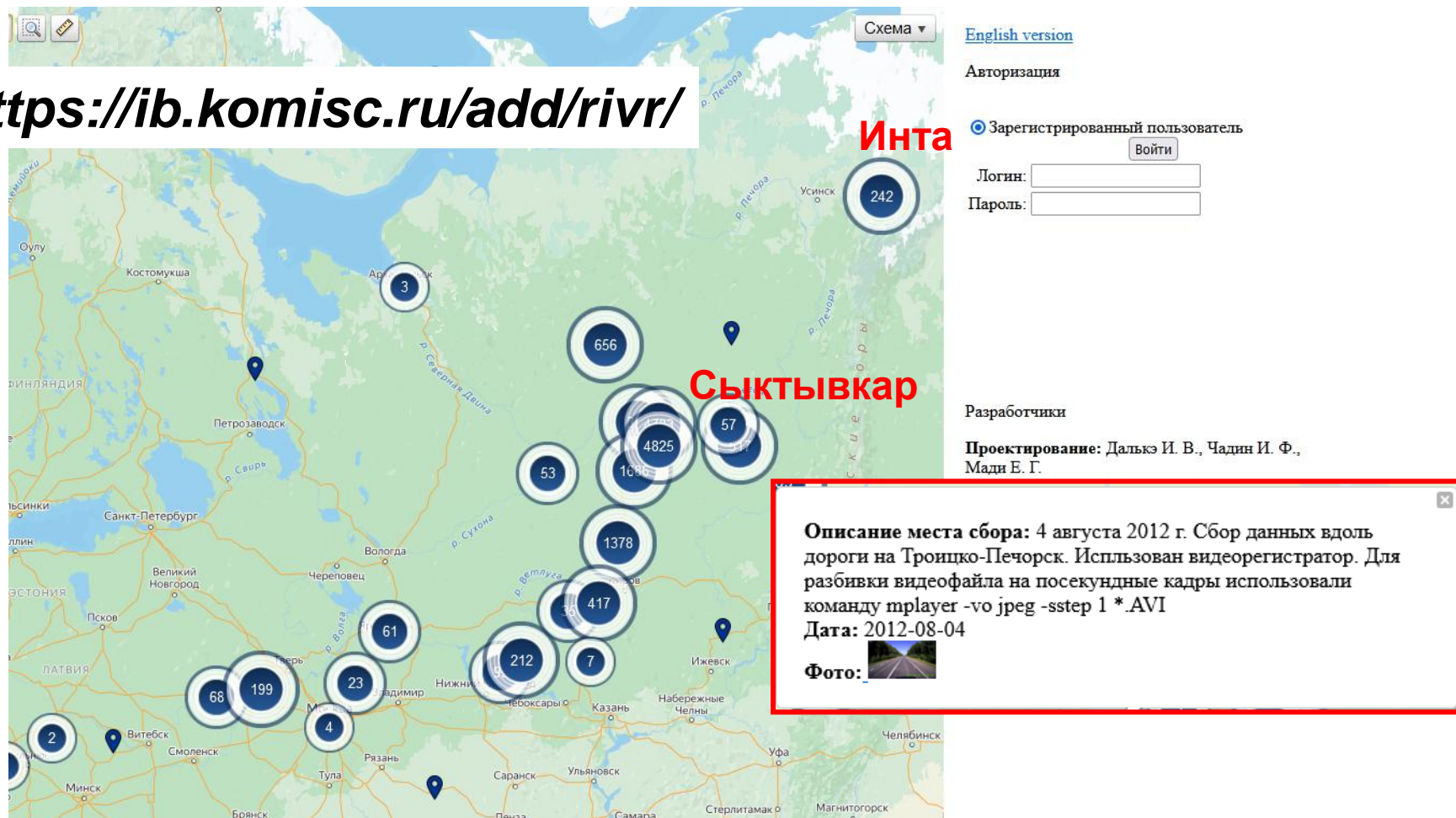


Чадин И.Ф., Далькэ И.В., Малышев Р.В. Оценка морозостойкости борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) после удаления снежного покрова в ранневесенний период // *Российский журнал биологических инвазий*. 2018. № 4. С.105-116.



# ИС РИВР «Распространение инвазивных видов растений (на примере борщевика Сосновского)».

<https://ib.komisc.ru/add/rivr/>

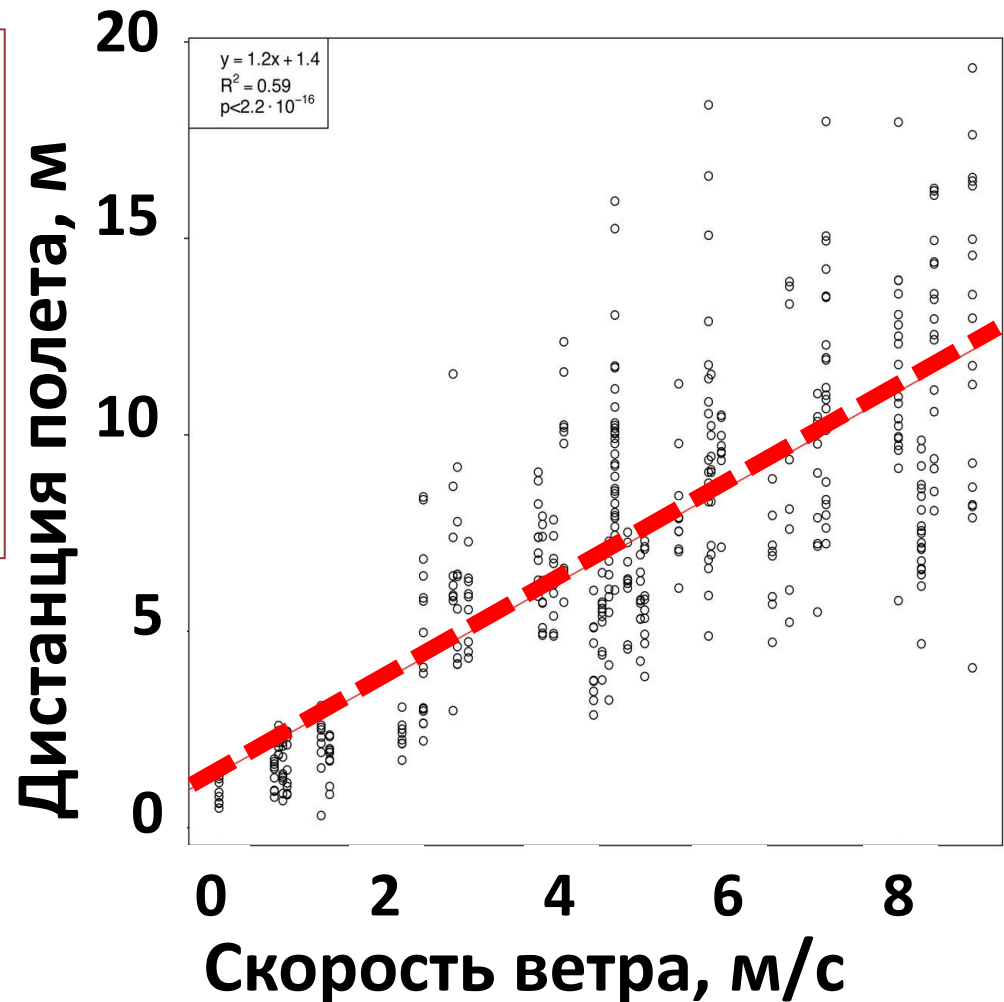
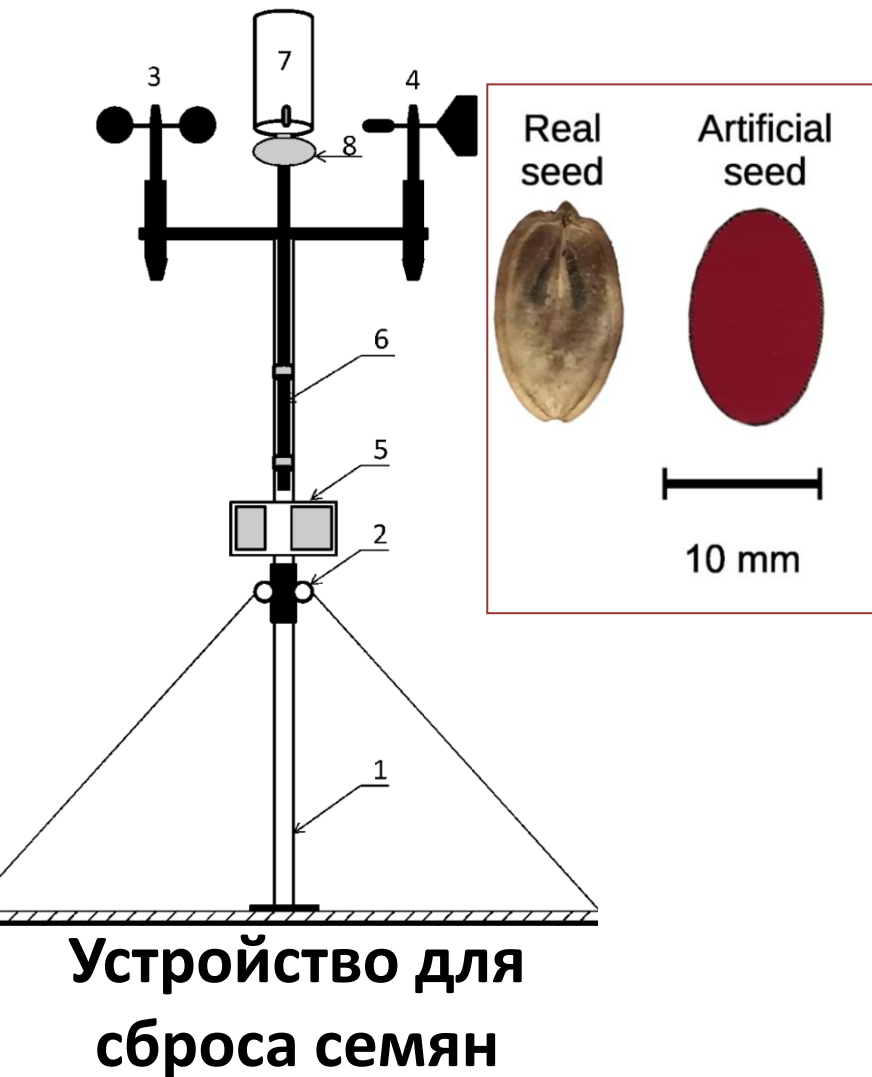


Далькэ И.В. и др. ИС «Распространение инвазионных видов растений...» // <http://ib.komisc.ru/add/rivr>

Chadin I. et al. Distribution of the invasive plant species *Heracleum sosnowskyi* Manden. in the Komi Republic (Russia) // *PhytoKeys*. 2017. V77: P. 71-80.

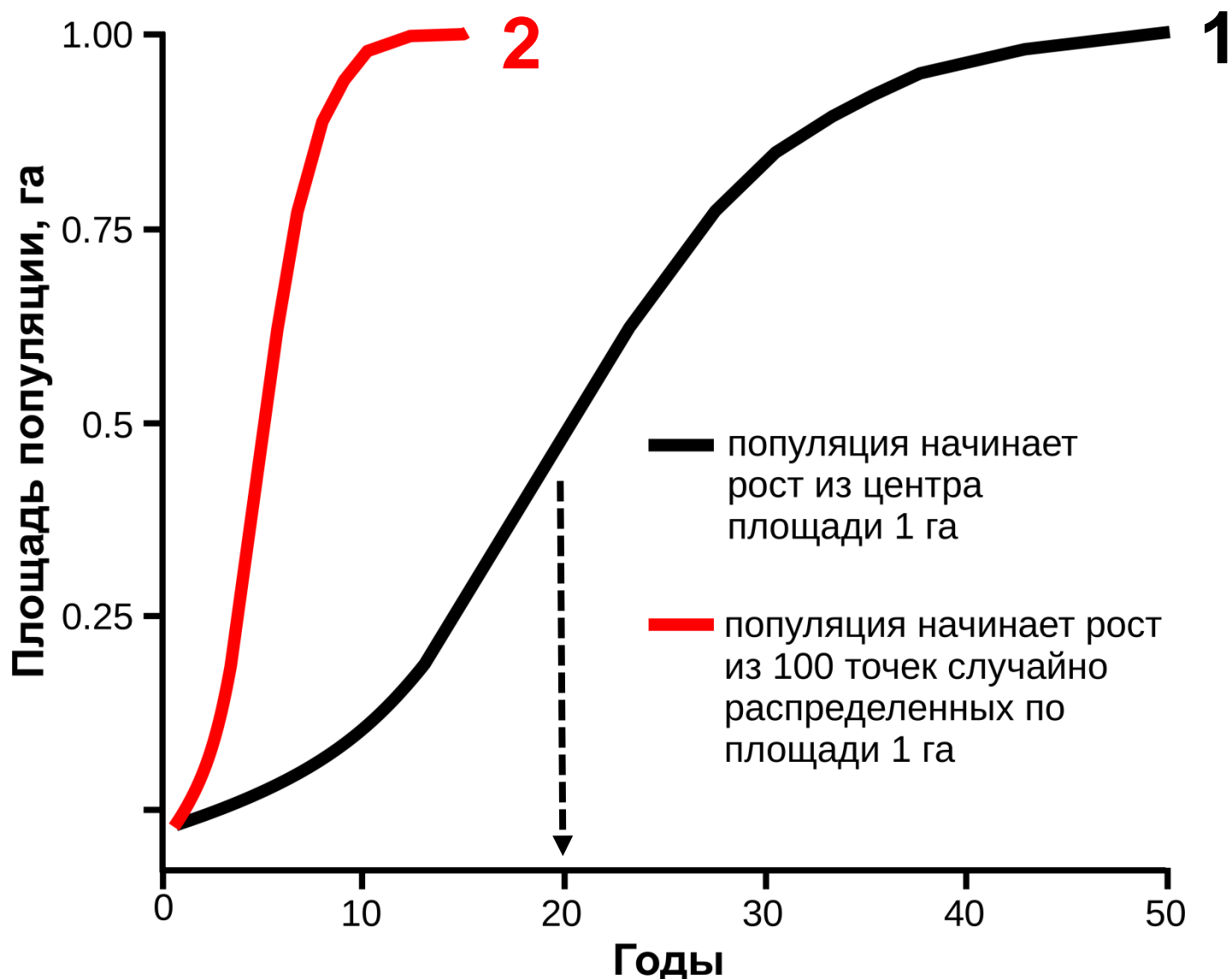
Далькэ И.В., Захожий И.Г., Чадин И.Ф. Распространение борщевика Сосновского и мероприятия по его ликвидации ...// *Вестник Института биологии*. 2018. № 3(205). С.2-13.

# Анемохорное расселение семян

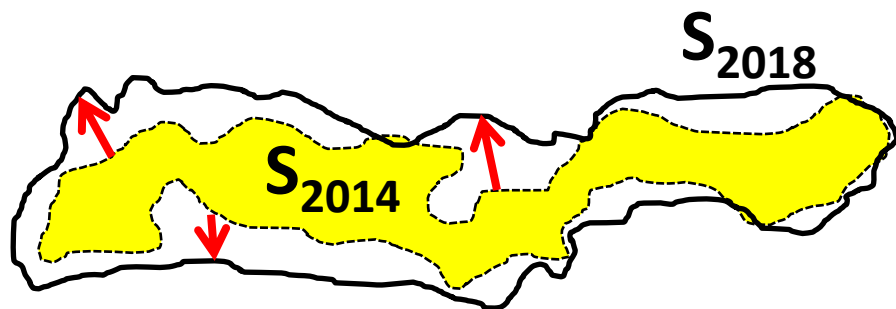




# Моделирование роста площади ЦП



# Оценка площади ЦП (41 участок)

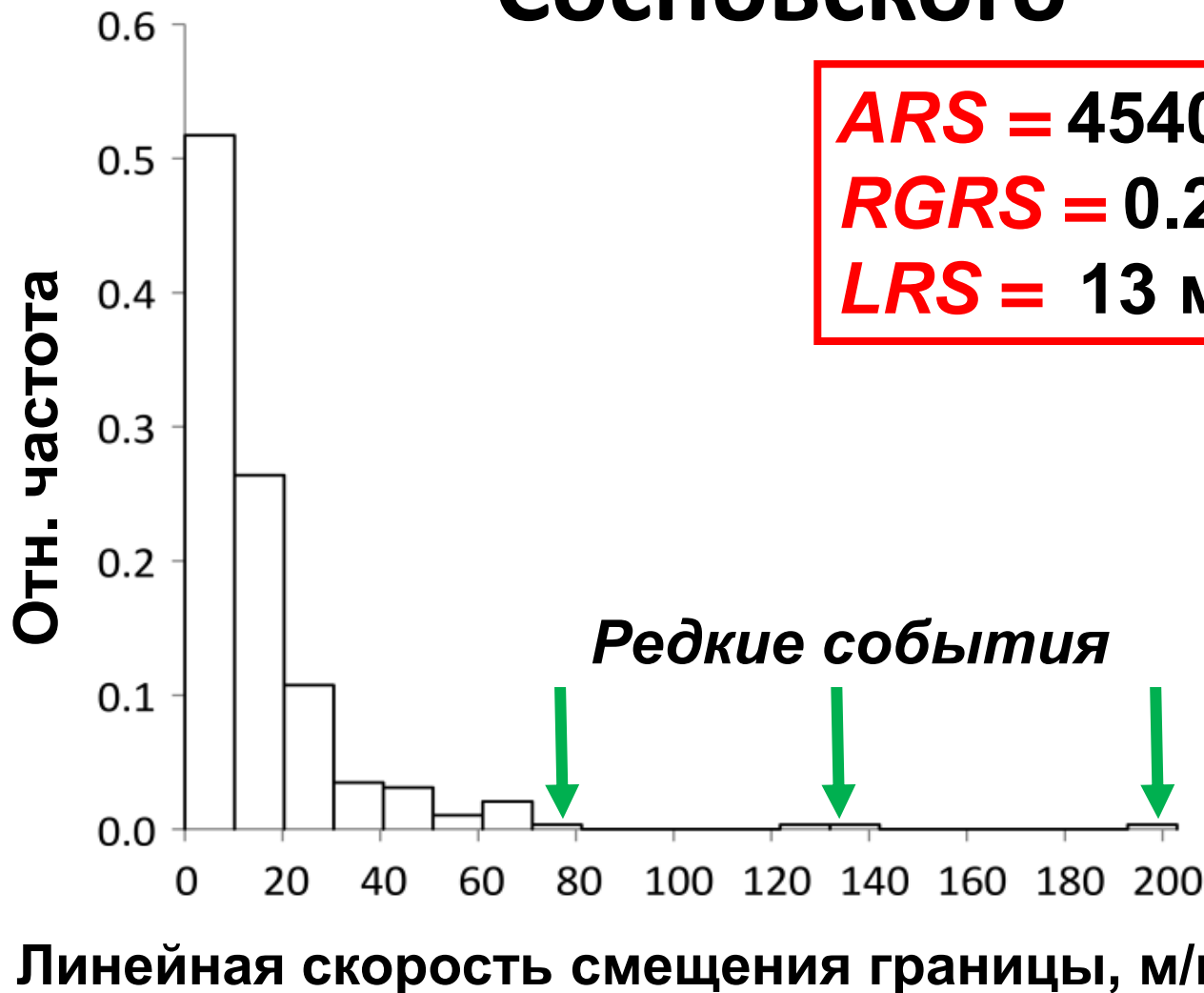


**ARS** – абсолютная  
скорость роста  
площади ЦП,  $\text{м}^2/\text{год}$

**RGRS** – относительная  
скорость роста  
площади ЦП,  $\text{м}^2/\text{м}^2 \text{ год}$

**LRS** – линейная  
скорость смещения  
границы,  $\text{м}/\text{год}$

# Скорость инвазии борщевика Сосновского



**ARS = 4540 м<sup>2</sup>/год**

**RGRS = 0.2 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> год**

**LRS = 13 м/год**



# Методы уничтожения зарослей борщевика Сосновского

## Дают результат

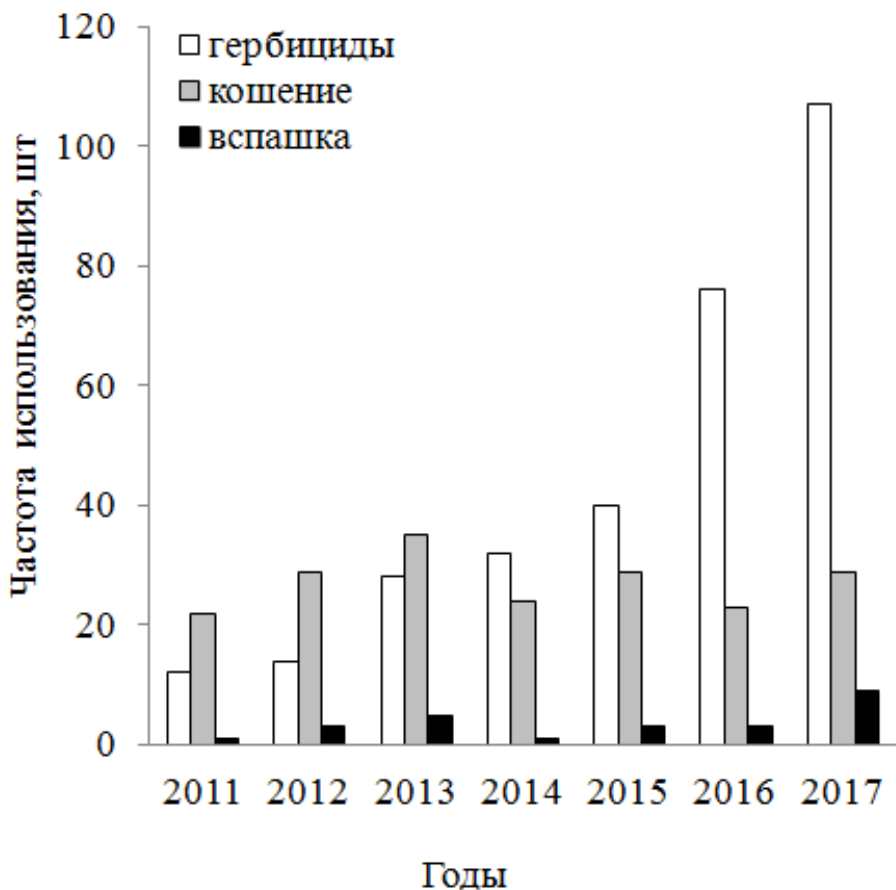
- 1) Применение гербицидов на основе глифосата
- 2) Механизированная вспашка и замещающие посевы
- 3) Применение укрывных материалов (пленка, геополотно)
- 4) Вымораживание растений в зимний период за счет удаления снежного покрова при температуре ниже  $-25^{\circ}\text{C}$

## Не дают результата

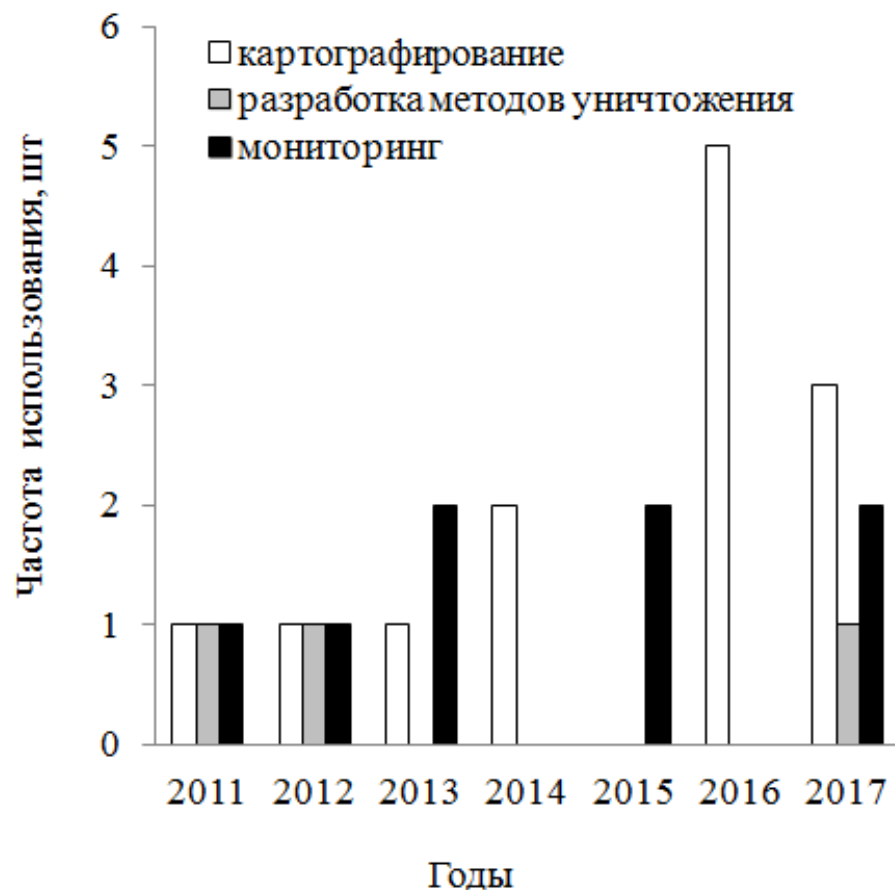
- применение рыхлых мульчирующих материалов
- ручное или механизированное скашивание
- ручная выкопка растений
- подрезание корневищ растений ручным способом
- срезание соцветий
- применение «народных средств», (уксус, зола, бензин и т.п)

# Использование различных методов ликвидации борщевика Сосновского на территории России (2011-2017 г.)

А



Б



Далькэ И.В., Чадин И.Ф., Захожий И.Г. Анализ мероприятий по ликвидации нежелательных зарослей борщевика Сосновского... // Росс. журн. биол. инвазий. 2018. № 3. С.44-61.

# Уничтожение зарослей борщевика Сосновского вокруг жилого комплекса «Атлантида», г. Сыктывкар по заказу компании СКАТ, 2018 г.

7 июня



28 августа  
после 3-х обработок

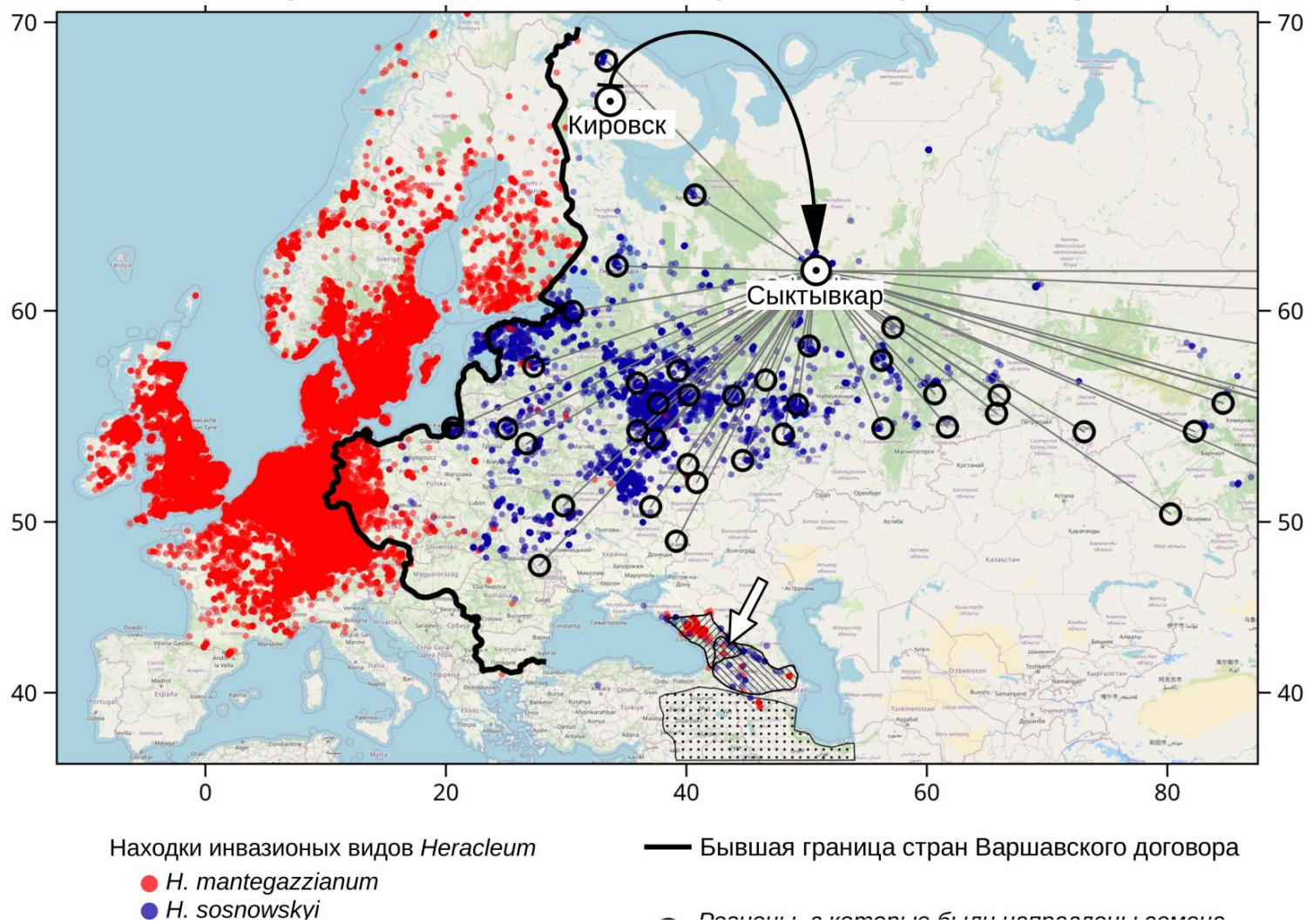




# Уточнение рекомендаций по применению гербицидов на основе глифосата

- 1) Обработку производить один раз в год, в начале вегетационного периода, не ранее массового достижения растениями борщевика высоты 0.5 м до начала цветения.**
- 2) Вторую сплошную обработку следует проводить на следующий год, также при достижении растениями высоты около 0.5 м.**
- 3) Точечную обработку на третий и в последующие года проводить с учетом результатов мониторинга за отращиванием растений.**

# Интродукция борщевиков и их современное распространение



Шадрин Д.М. и др.. Молекулярно-генетические исследования *Heracleum sosnowskyi* Manden. и *Heracleum mantegazzianum*...// Российский журнал биологических инвазий. 2024. № 2. С. 153–171. DOI:10.35885/1996-1499-17-2-153-171

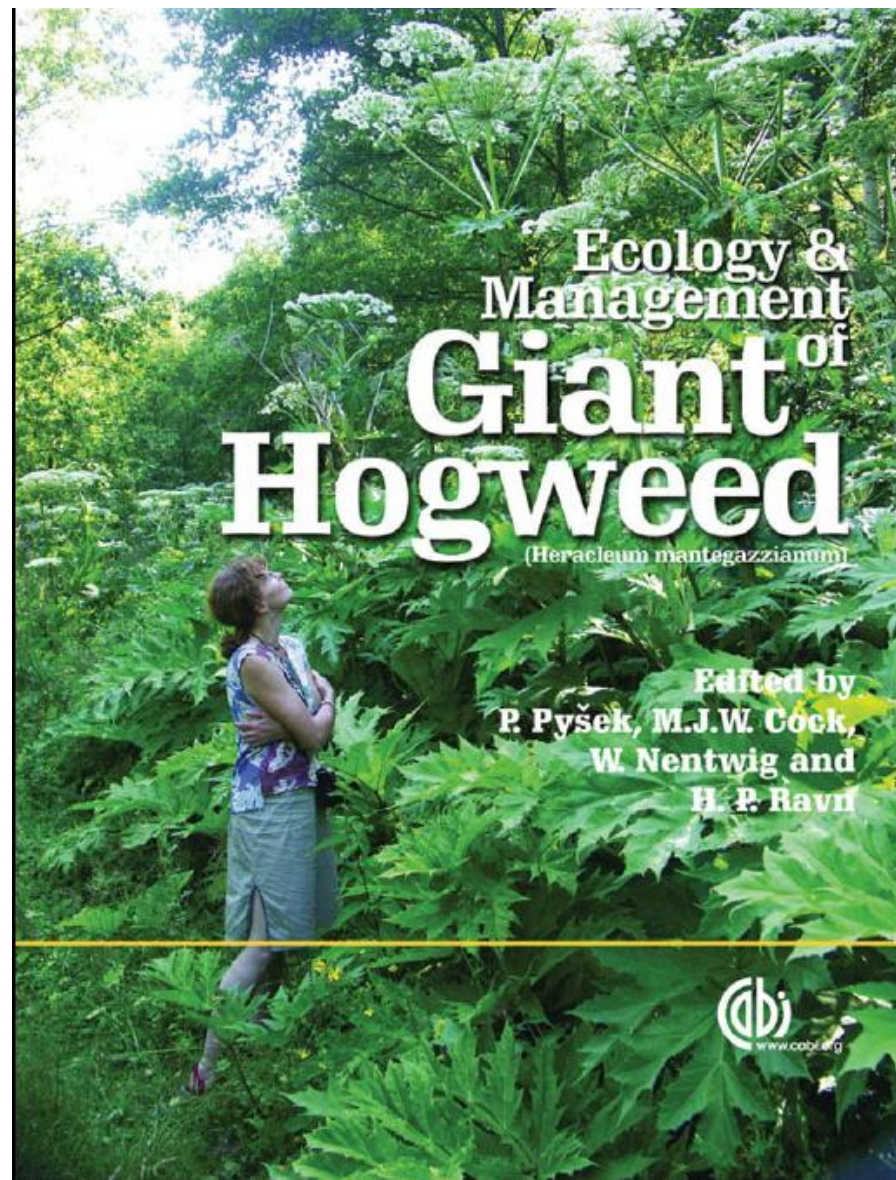


## борщевик Сосновского



СЫКТЫВКАР, 2024 г.

## борщевик Мантегацци





# Заключение

**1)** В условиях инвазии высокорослые борщевики являются доминантами маловидовых растительных сообществ и успешно сдерживают рост других травянистых видов растений. Полная смена поколений в популяциях борщевиков происходит в течение 6–7 лет.

**2)** Поддержание стабильной численности популяций борщевика в изменяющихся условиях внешней среды обеспечивается за счет перехода к ежегодному цветению небольшой части особей, формирования почвенного банка меристем и способности молодых растений уходить в состояние покоя.

**3)** Динамика роста, пространственное распределение надземной фитомассы, эколого-физиологические особенности позволяют инвайдеру занимать наибольшее количество ресурсных ниш в течение всей вегетации.

**4)** Эффективное распространение семян и увеличение площадей ценопопуляций инвазионных борщевиков (20% в год) происходит с помощью ветра, даже без участия других агентов расселения.

**5)** В настоящее время биологическое вторжение борщевиков на Европейской части России преодолело 50-летний рубеж. Во многих локациях наблюдается переход к стационарной фазе роста популяций. В регионах, где появление растений было отмечено относительно недавно (последние 10 лет) можно ожидать высоких скоростей расселения вида уже в ближайшие годы.

**6)** Предложены новые методы по ликвидации высокорослых борщевиков, даны рекомендации для повышения эффективности контроля их численности.

# Публикации

- Далькэ И.В.**, Чадин И.Ф. Влияние глифосатсодержащего гербицида на рост, развитие и функциональные показатели борщевика Сосновского // Известия Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2010. № 4. С.36-42.
- Dalke I.V.**, Chadin I.F., Zakhozhiy I.G., Malyshev R.V., Maslova S.P., Tabalenkova G.N., Golovko T.K. Traits of *Heracleum sosnowskyi* Plants in Monostand on Invaded Area // PLoS ONE. 2015. V. 10(11): e0142833. doi:10.1371/journal.pone.0142833
- Chadin I., **Dalke I.**, Zakhozhiy I., Malyshev R., Madi E., Kuzivanova O., Kirillov D., Elsakov V. Distribution of the invasive plant species *Heracleum sosnowskyi* Manden. in the Komi Republic (Russia) // PhytoKeys. 2017. V. 77. P. 71-80. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.77.11186>
- Далькэ И.В.**, Чадин И.Ф., Захожий И.Г. Анализ мероприятий по ликвидации нежелательных зарослей борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) на территории Российской Федерации // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 3. С.44-61.
- Чадин И.Ф.**, Далькэ И.В., Малышев Р.В. Оценка морозостойкости борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) после удаления снежного покрова в ранневесенний период // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 4. С.105-116.
- Далькэ И.В.**, Чадин И.Ф., Малышев Р.В., Захожий И.Г., Тишин Д.В., Харевский А.А., Солод Е.Г., Шайкина М.Н., Попова М.Ю., Полюдченков И.П., Тагунова И.И., Лязев П.А., Беляева А.В. Морозоустойчивость борщевика Сосновского по результатам лабораторных и полевых экспериментов // Российский журнал биологических инвазий. 2019. № 4. С.12-26.
- Далькэ И.В.**, Малышев Р.В., Маслова С.П. Экофизиология дыхания растений *Heracleum sosnowskyi* в условиях севера // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 2. С.77-82. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-2-077-082
- Chadin I., **Dalke I.**, Tishin D., Zakhozhiy I., Malyshev R. A simple mechanistic model of the invasive species *Heracleum sosnowskyi* propagule dispersal by wind // PeerJ. 2021. 9:e11821 <https://doi.org/10.7717/peerj.11821>
- 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
- Захожий И. Г., **Далькэ И. В.**, Чадин И. Ф., Канев В. А. Эколого-географический анализ распространения *Heracleum persicum*, *H. mantegazzianum* и *H. sosnowskyi* на северной границе вторичного ареала видов в Европе // Российский журнал биологических инвазий. 2022. № 1. С.55-70. DOI:10.35885/1996-1499-15-1-55-70
- Далькэ И.В.**, Маслова С.П., Плюсина С.Н., Зрайченко Е.С., Бобров Ю.А. Новый метод определения календарного возраста растений *Heracleum sosnowskyi* и оценка на его основе возрастного состава в ценопопуляциях вида на севере // Экология. 2023. № 3. С.212-219. DOI: 10.31857/S0367059723030022
- Далькэ И.В.**, Чадин И.Ф. Моделирование скорости увеличения площади ценопопуляций *Heracleum sosnowskyi* Manden. и *Heracleum Mantegazzianum* Sommier & Levier // Российский журнал биологических инвазий. 2023. № 3. С.30-47. DOI: 10.35885/1996-1499-16-3-30-47
- Далькэ И.В.**, Маслова С.П., Захожий И.Г., Гольке Г.А., Смотрина Ю.А. Структура ценопопуляций *Heracleum sosnowskyi* и механизмы поддержания их устойчивости в условиях севера // Экология. 2024. № 2. С. 86-96. DOI: 10.31857/S0367059724020025
- Маслова С.П., Дымова О.В., Малышев Р.В., **Далькэ И.В.** Функциональные характеристики почек возобновления *Heracleum sosnowskyi* Manden. в период подготовки к перезимовке // Теоретическая и прикладная экология. 2024. № 2. С.80-87. doi: 10.25750/1995-4301-2024-2-185-192
- Шадрин Д.М., **Далькэ И.В.**, Захожий И.Г., Шильников Д.С., Кожин М.Н., Чадин И.Ф. Молекулярно-генетические исследования *Heracleum sosnowskyi* Manden. и *Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier (Apiaceae) европейской части России // Российский журнал биологических инвазий. 2024. № 2. С. 153–171. DOI:10.35885/1996-1499-17-2-153-171
- Maslova S., Shelyakin M., Silina E., Malyshev R., Dalke I. Energy, pro-/antioxidant and phytohormonal balance of *Heracleum sosnowskyi* Manden. buds during the Winter dormancy // Russian Journal of Plant Physiology. 2024. V. 71. N 4. <https://doi.org/10.1134/S1021443724605780>
- Далькэ И. В.**, Малышев Р. В., Захожий И. Г., Чадин И. Ф. Стратегия «биологического хеджирования ставок» в ценопопуляциях *Heracleum mantegazzianum* на Европейском северо-востоке России // рассмотрение в «Журнале общей биологии».
- Малышев Р.В., Смотрина Ю.А., О.В. Дымова, **Далькэ И.В.** Эколого-физиологические механизмы устойчивости ювенильных особей *Heracleum mantegazzianum* // рассмотрение в журнале «Экология».

# Благодарю за внимание!



## ПРО БОРЩЕВИК

Гигантские борщевики — объективная реальность!

Погрузчик и Мороз vs. Борщевик



<http://proborshevik.ru> (с 2004 г.)

Главная   Как бороться   Факты   Литература   Карта РИВР   Эксперименты   Зачем всё это?

Ссылки

- ФЕНОЛОГИЯ > Что такое фенология?
- МОРОЗ > Цель и задачи проекта «ФЕНОЛОГИЯ»
- АНЕМОХОРИЯ > Сбор данных в проекте «ФЕНОЛОГИЯ»
- ФИТОМАССА > Регистрация в проекте «ФЕНОЛОГИЯ»
- ПОЧКИ > Дневник «ФЕНО-2020» Сыктывкар
- СЕМЕНА в КВАДРАТЕ > Дневник «ФЕНО-2021» Сыктывкар
- Новое > Дневник «ФЕНО-2022» Сыктывкар
- Мороз > Дневник «ФЕНО-2023» Сыктывкар
- 2023-2024 > Дневник «ФЕНО-2023» доклад Сыктывкар
- Литература > Дневник «ФЕНО-2023» доклад Сыктывкар
- Наши публикации > Мороз трактор Колхозная 2022-2023 гг. 12.12.2023
- доклады > СЕМЕНА в КВАДРАТЕ

ПРОДОЛЖАЕМ ОЦИФРОВКУ БУМАЖНЫХ ДОКУМЕНТОВ НА БОРЩЕВИЧНУЮ ТЕМУ. НА ПОВЕСТКЕ: ЗАМЕТКА ИРИНЫ КРОТОВОЙ «НАШЕСТВИЕ. КОМИ ГРОЗИТ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КАТАСТРОФА» // ГАЗЕТА «БУДНИ» № 38, ЧЕТВЕРГ 9 ДЕКАБРЯ 2004 ГОДА. ОТВЕТ СОТРУДНИКОВ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КОМИ НЦ УРО РАН (Г. СЫКТЫВКАР) НА ДАННУЮ ЗАМЕТКУ

proborshevik.ru/fenologiya-borshhevika-2020 | МедиаНовости