

Interreg



Co-funded by
the European Union

NEXT Poland – Ukraine

ZeroHeracleum

Ocena różnorodności metabolitów wtórnych barszczu Sosnowskiego i ich wpływ na zdrowie człowieka

Assessment of the diversity of secondary metabolites in Sosnowsky's hogweed
and their impact on human health

Dr hab. Agnieszka Hanaka, prof. uczelni^{1*}, dr Anna Rysiak²

Katedra Fizjologii Roślin i Biofizyki^{1*}

Katedra Botaniki, Mykologii i Ekologii²

Instytut Nauk Biologicznych

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej



JAK GATUNEK OBCY STAJE SIĘ INWAZYJNYM ?

„Reguła dziesiątek” (Williamson i Fitter 1996)

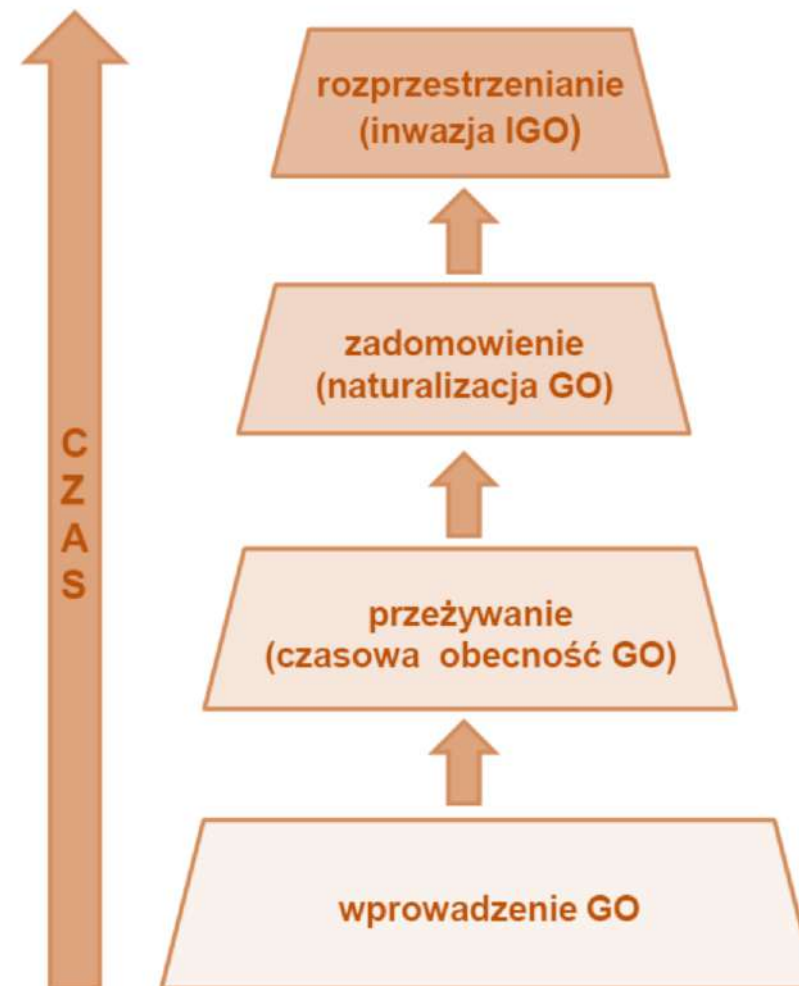
- ❑ Na 100 wprowadzonych gatunków obcych (GO)
 - 10 przeżywa;
- ❑ Z tych 10 jeden staje się IGO

Ecology, 77(6), 1996, pp. 1661-1666
© 1996 by the Ecological Society of America

The varying success of invaders¹

Mark Williamson & Alastair Fitter

*Department of Biology, University of York,
York YO1 5DD, England*



LISTA INWAZYJNYCH GATUNKÓW OBCYCH uznanych za stwarzające zagrożenie dla UE lub Polski

rośliny dziko żyjące: 14 gatunków

Nazwa łacińska	Nazwa Polska	Zasięg	Lista UE	Lista PL
<i>Asclepias syriaca</i>	trojeść amerykańska	ograniczony zasięg	+	
<i>Cabomba caroliniana</i>	kabomba karolińska	ograniczony zasięg	+	
<i>Elodea nuttallii</i>	moczarka delikatna	ograniczony zasięg	+	
<i>Ailanthus altissima</i>	bożodrzew gruczołowaty	szeroko rozprzestrzeniony	+	
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	barszcz Mantegazziego	szeroko rozprzestrzeniony	+	
<i>Heracleum sosnowskyi</i>	barszcz Sosnowskiego	szeroko rozprzestrzeniony	+	
<i>Impatiens glandulifera</i>	niecierpek gruczołowaty	szeroko rozprzestrzeniony	+	
<i>Azolla filiculoides</i>	azolla drobna	ograniczony zasięg		+
<i>Ulex europeus</i>	kolcolist zachodni	ograniczony zasięg		+
<i>Echinocystis lobata</i>	kolczurka klapowana	szeroko rozprzestrzeniony		+
<i>Impatiens capensis</i>	niecierpek pomarańczowy	ograniczony zasięg		+
<i>Reynoutria x bohemica</i>	rdestowiec czeski	szeroko rozprzestrzeniony		+
<i>Reynoutria japonica</i>	rdestowiec japoński	szeroko rozprzestrzeniony		+
<i>Reynoutria sachalinensis</i>	rdestowiec sachaliński	szeroko rozprzestrzeniony		+

MOŻLIWOŚCI PRAKTYCZNEGO WYKORZYSTANIA ROŚLIN INWAZYJNYCH



Pożytek dla zapylaczy

- Nektar
- Pyłek



Medycyna, kosmetologia

- Leki
- Profilaktyka
- Pielęgnacja skóry



Ochrona roślin

- Allelopatia
- Fungicydy
- Insektycydy

HIPOTEZY DOTYCZĄCE ROŚLIN INWAZYJNYCH

Hipoteza uwalniania się od wroga = The enemy release hypothesis (ERH)

- ❑ gatunki roślin, po introdukcji, doświadczają spadku regulacji przez roślinożerców i innych naturalnych wrogów,
- ❑ skutkuje to szybkim wzrostem, dyspersją i obfitością występowania

Bais H. P., Walker T. S., Stermitz F. R., Hufbauer R.A., Vivianco J. M., 2002. Enantiomeric-dependent phytotoxic and antimicrobial activity of (±)-catechin. A rhizosecreted racemic mixture from spotted knapweed. Plant Physiol. 128, 1173–1179.

Bais H. P., Vepechodu R., Gilroy S., Callaway R. M., Vivianco J. M., 2003. Allelopathy and exotic plant invasion: From molecules and genes to species interactions. Science 301, 1377–1380.

Hipoteza nowej broni = The novel weapons hypothesis (NWH)

- ❑ synteza substancji fitotoksycznych

Callaway R. M., Ridenour W. M., 2004. Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. Front Ecol. Environ. 2, 436–443.

Abiotic stress



heat

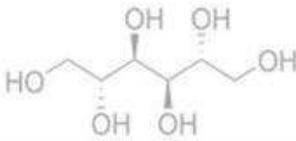
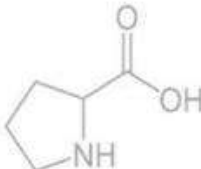
cold

drought

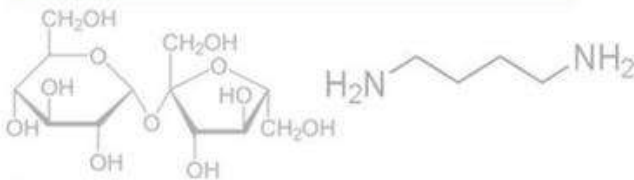
salt

metals

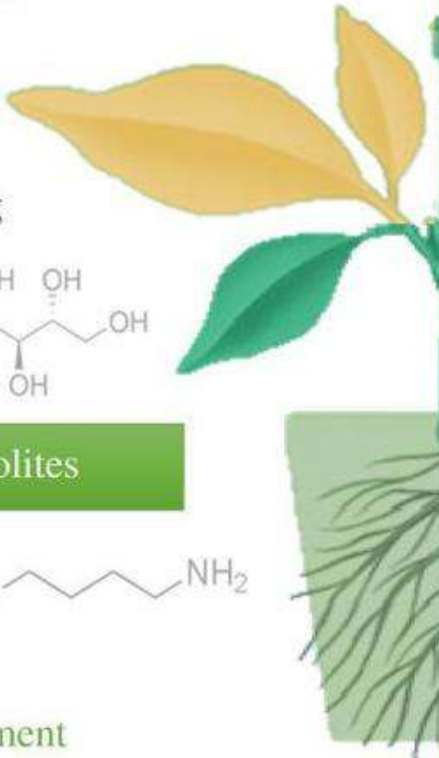
flooding



primary metabolites



plant development



Biotic stress

pathogen attack

insect attack

herbivore attack

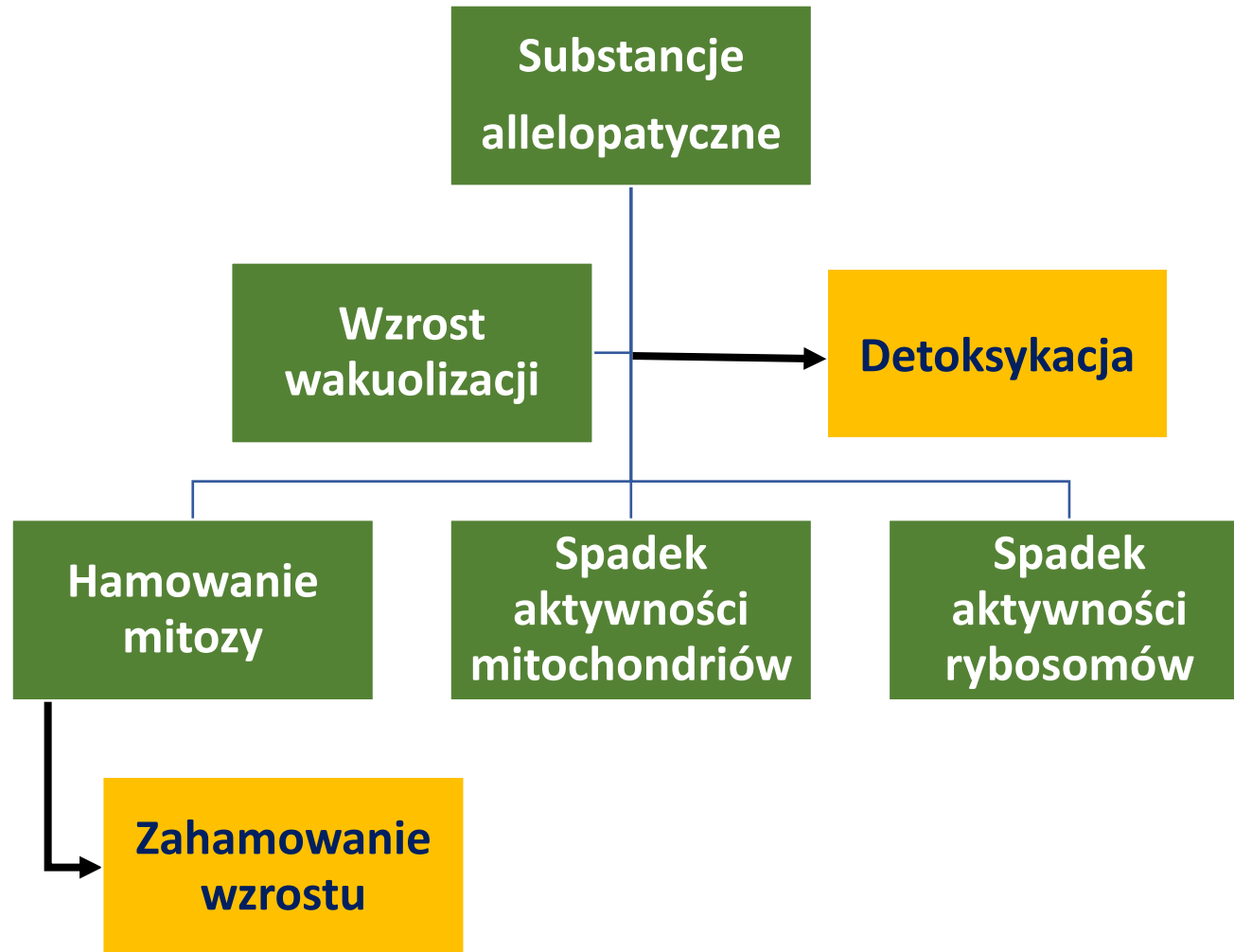
phytohormones

plant defence

The diagram illustrates various chemical compounds involved in plant defense against biotic stress. On the left, a vertical plant stem is shown with green leaves and roots. A butterfly is on a leaf, a caterpillar is on a leaf, and a beetle is on a leaf. Below the ground line, three caterpillars are shown on roots. To the right of the plant, several chemical structures are displayed, each associated with a specific type of biotic stress:

- pathogen attack:** A complex polycyclic structure with multiple hydroxyl groups and a carboxylic acid group.
- insect attack:** A five-membered ring structure with a ketone group and a carboxylic acid group.
- herbivore attack:** A structure featuring a pyrimidine ring system (a six-membered ring with two nitrogen atoms) and a carboxylic acid group.
- phytohormones:** A structure showing a pyrimidine ring system (a six-membered ring with two nitrogen atoms) and a carboxylic acid group.
- plant defence:** A structure showing a pyrimidine ring system (a six-membered ring with two nitrogen atoms) and a carboxylic acid group.

ALLELOPATIA – MECHANIZM DZIAŁANIA



Poziomy oddziaływań:

1. Molekularny.
2. Struktury komórek i tkanek.
3. Fizjologiczny.

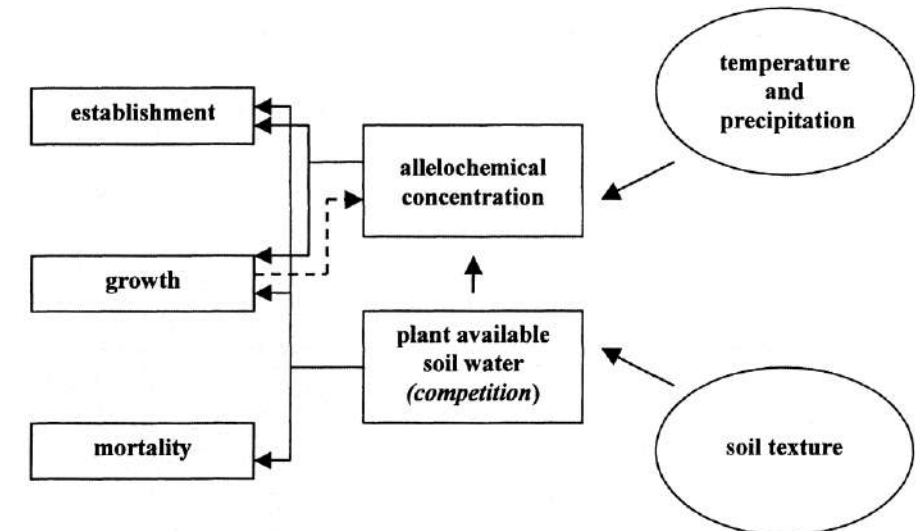


Figure 1. ECOTONE model showing linkages between the soil water and allelopathy modules and the plant recruitment, growth, and mortality components. Reprinted from Goslee et al. (2001) with permission from Ecological Modelling.

ODDZIAŁYWANIA ALLELOPATYCZNE – „NOWA BROŃ” ROŚLIN INWAZYJNYCH?

Heracleum sp. barszcze kaukaskie



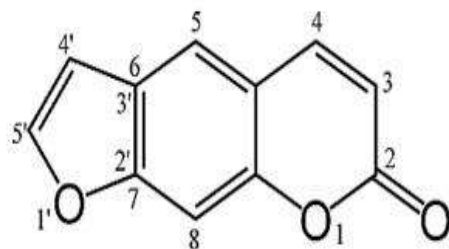
JAKIE KORZYŚCI MAMY Z BARSZCZY KAUKASKICH?

- Duża liczba kwiatostanów oraz dość długi okres kwitnienia *Heracleum* spp. przyczyniły się do określenia tych gatunków jako pożytków pszczelich.

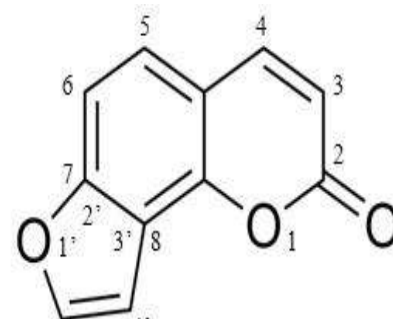
Wydajność miodowa analizowanych gatunków wynosi 300 kg ha⁻¹ (Pasieka, 1984).

- Metabolity wtórne: **furanokumaryny**.

Bergapten
Ksantotoksyna
Imperatoryna
Izopimpinolina
Marmezyna
Psoralen



typ psoralenu



typ angelicyny

Pimpinolina
Angelicyna
Izobergapten
Archangelicyna

Typy strukturalne furanokumaryn (na podstawie:

<http://www.scbt.com/datasheet-205965-psoralen.html>;

<http://www.scbt.com/datasheet-210817-angelicin.html>)

JAKIE ZAGROŻENIA NIOSĄ BARSZCZE KAUKASKIE?

Furanokumaryny

- Zdolność do ulegania **fotoaktywacji** pod wpływem promieniowania UV;
 - mogą łączyć się z zasadami pirymidynowymi DNA, tworząc fotoaddukty (Kohlmünzer 1998);
- są one odpowiedzialne za powstawanie różnego rodzaju alergii, **tzw. fitofotodermatoz**: zaczerwienienie, obrzęk, pęcherze i przebarwienia (Baj 2011; Dewick 2002).



<http://www.gminaprzemysl.home.pl>

WŁAŚCIWOŚCI METABOLITÓW WTÓRNYCH

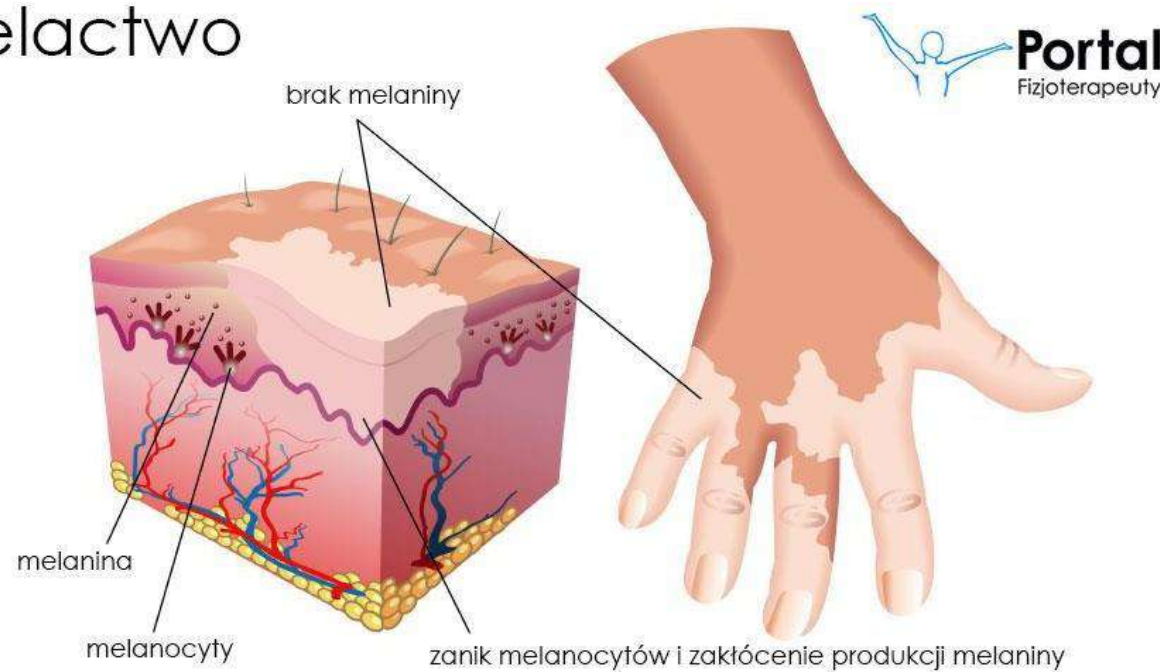
- Wysoka fotoaktywność ► **bergapten i ksantotoksyna**, które mogą powodować nieodwracalne uszkodzenia komórek naskórka
- wewnętrznie ► właściwości kancerogenne, powodowanie zniekształceń płodu oraz uszkodzeń oczu (nawet utratę wzroku)
- Podrażnienie oczu ► oktanol
- Podrażnienie układu oddechowego ► **izopimpinelina**
- Mutacje ► **metoksalen**
- Wzmaganie aktywności grzybów *Trichosporon moniliforme*, *T. porosum*, *Candida vartiovaarae* i *Wickerhamomyces anomalus*

ZALETY BARSZCZY KAUKASKICH

Leczenie bielactwa

- ▶ **furanokumaryny** w komórkach barwnikowych
- ▶ wzrost wrażliwości skóry na światło
- ▶ pochłanianie promieniowania słonecznego UVA (320-400 nm) lub nadfioletowego
- ▶ reakcja z DNA komórek skóry, w wyniku czego powstaje melanina.

Bielactwo



ZALETY BARSZCZY KAUKASKICH

Leczenie łuszczycy

Furanokumaryny

- ▶ fotoaktywacja (promieniami UVB)
- ▶ wiązanie z DNA (mono- lub diaddukty)
- ▶ spadek nadmiernej proliferacji w naskórku.

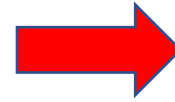


Before



After 12 UVB Treatments

PUVA (PSORALEN ULTRA-VIOLET A)



BEFORE



AFTER

Side Effects of PUVA Therapy



Dryness of
the skin



Itching



Nausea



Keratitis

ANGELICYNA JAKO GŁÓWNY ZWIĄZEK ALLELOCHEMICZNY W OWOCACH *HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN

Przed stratyfikacją

furokumaryny były zlokalizowane w okrywach owoców, gdzie ich stężenie było ponad 2 x wyższe niż w nasionach:

- angelicyna 11,8-29,0 mg/g w okrywach owoców;
- bergapten 5,0-7,1 mg/g;
- imperatoryna 0,4-7,5 mg/g;
- metoksalen 0,5-8,7 mg/g.



Stratyfikacja na zimno

- zmniejszyła stężenie wszystkich wykrytych furanokumaryn w okrywach owoców ponad 2 x,
- prowadząc do przerwania spoczynku i/albo
- wymywania furokumaryn do środowiska lub ich rozkładu.

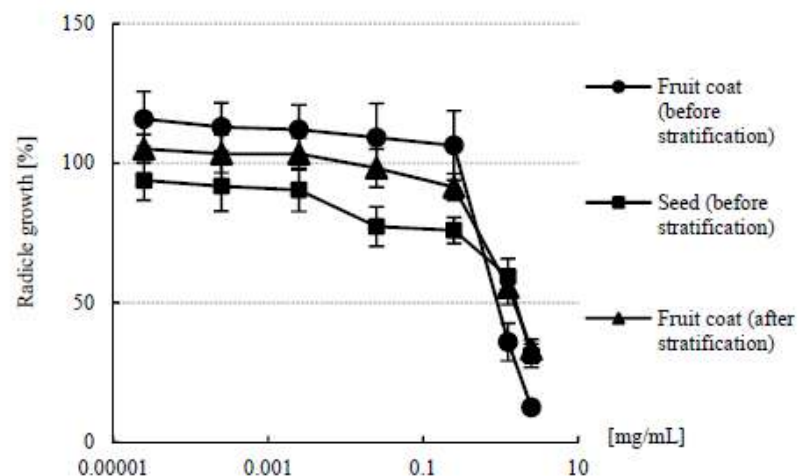


Figure 1: Effect of the crude extracts of fruit coats and seeds of *H. sosnowskyi* on the radicle growth of lettuce seedlings.

(Mishyna i in. 2015)



P1 – Kotorów;

P2 – Murowana Goślina;

P3 – Poznań;

P4 – Powiż;

P5 – Grodkowice;

P6 – Trzyciąż;

P7 – Ściborzyce;

P8 – Ożenna;

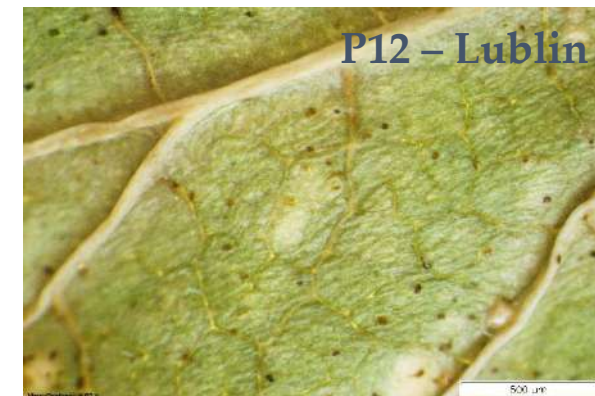
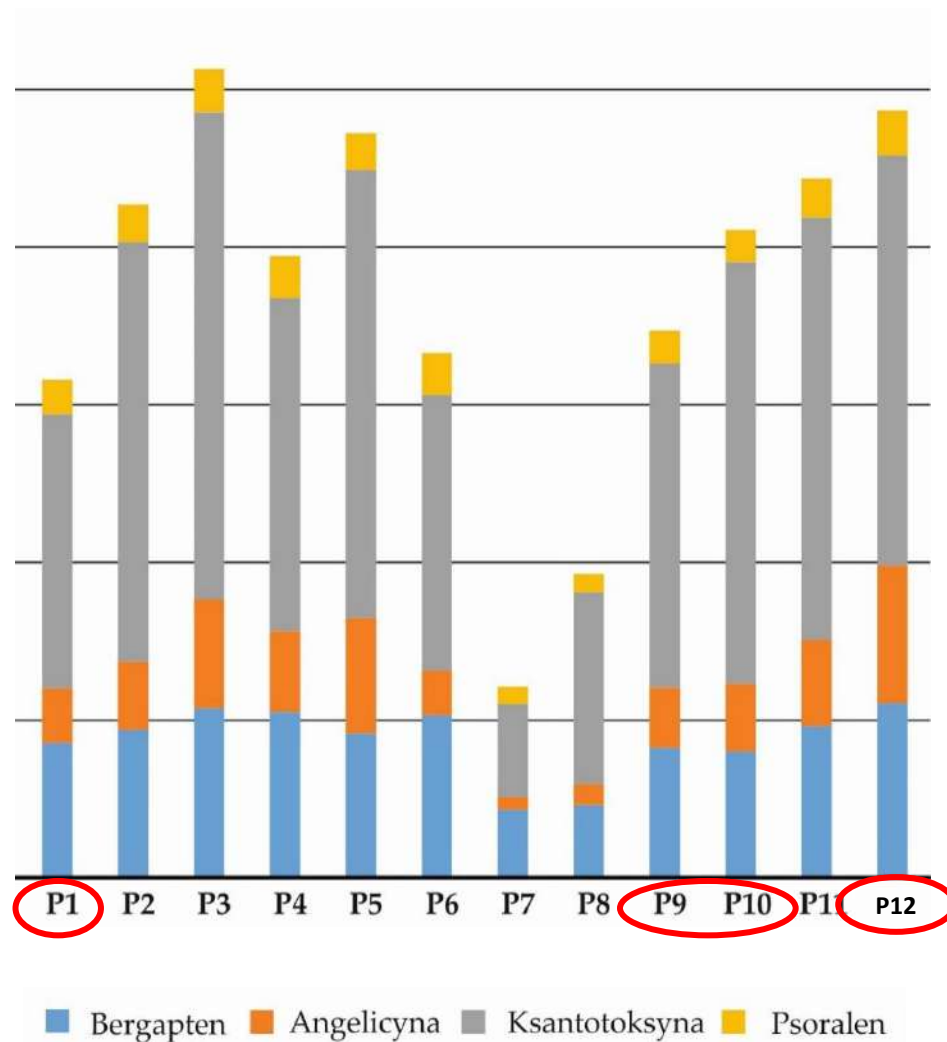
P9 – Machnowska Góra;

P10 – Gnojno;

P11 – Wisłok Wielki;

P12 – Lublin

FURANOKUMARYNY



Morfologia powierzchni liścia
– włoski epidermalne

mg/1 g s.m.

MAPA ZASIĘGU *HERACLEUM SOSNOVSKYI* MANDEN.

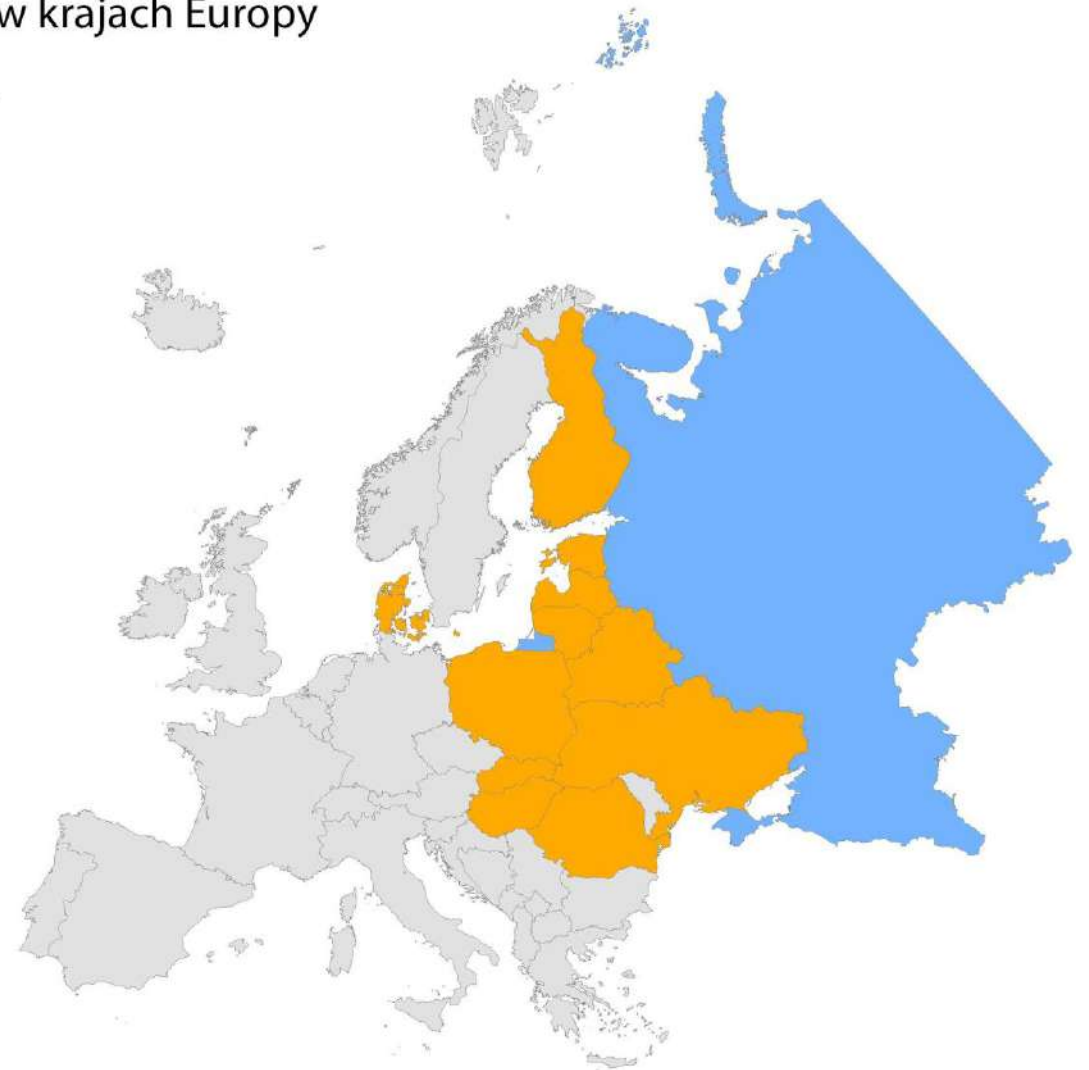
Mapa występowania w krajach Europy

Heracleum sosnowskyi Manden.
Barszcz Sosnowskiego

Mapa zasięgu w Polsce
Heracleum sosnowskyi Manden.
Barszcz Sosnowskiego



<https://www.gov.pl/web/gdos/heracleum-sosnowskyi---barszcz-sosnowskiego>





Werbkowice, Polska



Płonne, Polska



Stary Pozóg, Polska



Siłno, Polska



ZBIERANIE MATERIAŁU ROŚLINNEGO DO ANALIZ

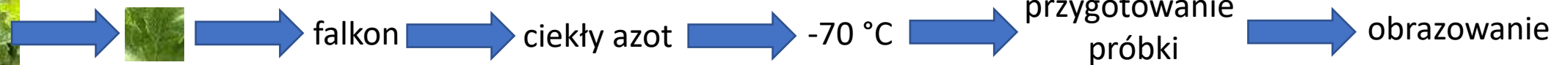


etykieta



etykieta

lodówka
turystyczna



SYSTEM WYSOKOSPRAWNEJ CHROMATOGRAFII CIECZOWEJ UPLC



Liście *H. sosnowskyi*

– analiza przy użyciu wysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią masową (HPLC/MS).

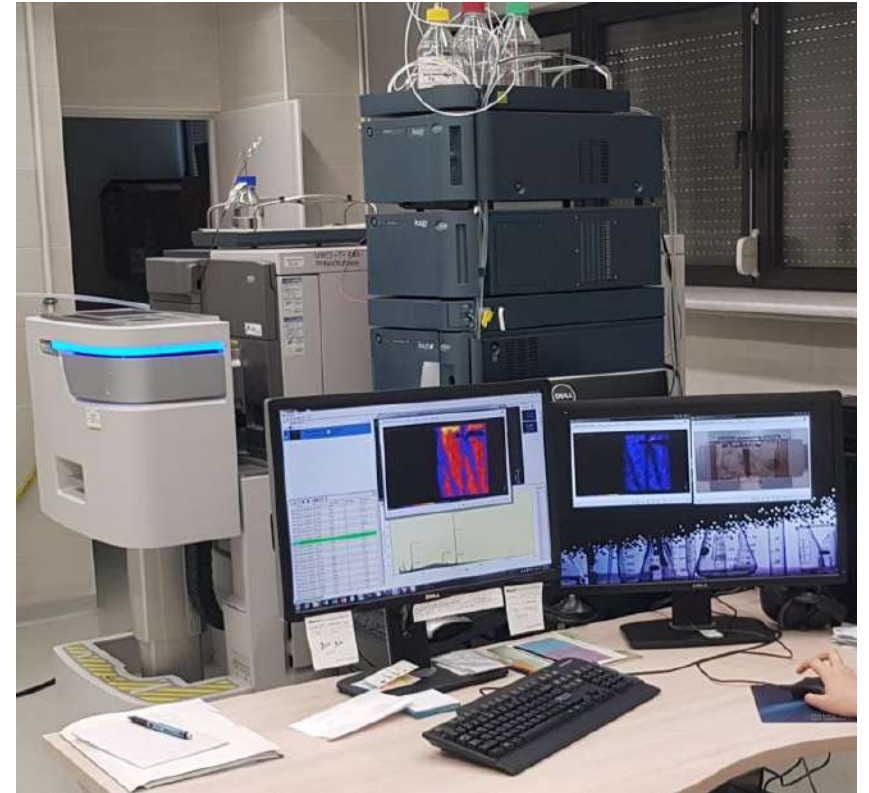
- Technika HPLC/MS: ocena obecności furanokumaryn w liściach, zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym.

WYSOKOSPRAWNA SPEKTROMETRIA SYNAPT G2 S/ HDMS W TRYBIE MALDI

Liście *H. sosnowskyi*

– analiza przy użyciu obrazowania techniką spektrometrii mas z użyciem desorpcji/ionizacji laserowej wspomaganej matrycą (MALDI-MSI).

- MALDI-MSI: obrazowanie rozmieszczenia furanokumaryn w liściach.
- Matryca na próbkę roślinną będzie наносzona przy użyciu HTX Maldi M3+.



Oprogramowanie umożliwiające obrazowanie metodą MALDI Mass Spectrometry Imaging (MALDI MSI)

Interreg



Co-funded by
the European Union

NEXT Poland – Ukraine

ZeroHeracleum

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ



UMCS
INSTYTUT NAUK BIOLOGICZNYCH