



XXXII Konferencja Naukowa  
32<sup>nd</sup> Scientific Conference

# ROŚLINY OLEISTE OILSEED CROPS

## Streszczenia — Abstracts

Poznań, 19–20.05.2014



## **KOMITET NAUKOWY — SCIENTIFIC COMMITTEE**

Honorowy przewodniczący / Honorary chairman:

prof. dr hab. Edward Arseniuk – dyrektor IHAR – PIB

Przewodnicząca / Chairman: prof. dr hab. Iwona Bartkowiak-Broda

Członkowie / Members: prof. dr hab. Teresa Cegielska-Taras

prof. dr hab. Jan Krzymański

dr hab. Katarzyna Mikołajczyk

dr hab. Jan Bocianowski

dr hab. Michał Starzycki prof. nadzw.

dr Krzysztof Michalski

dr Katarzyna Gacek

dr Tadeusz Wałkowski

## **KOMITET ORGANIZACYJNY — ORGANIZING COMMITTEE**

prof. dr hab. Iwona Bartkowiak-Broda

Katarzyna Frąckowiak

mgr Maria Ogrodowczyk

mgr Maria Wawrzyniak

## **ORGANIZATOR KONFERENCJI — ORGANIZER OF THE CONFERENCE**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Poznaniu  
Plant Breeding and Acclimatization Institute – National Research Institute, Research Division in Poznań

Komitet Fizjologii, Genetyki i Hodowli Roślin PAN  
The Committee on Physiology, Genetics and Plant Breeding

## **KONFERENCJA SPONSOROWANA PRZEZ — CONFERENCE SPONSORED BY:**

Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju

Syngenta Crop Protection Sp. z o.o.

Za treść drukowanych streszczeń odpowiadają autorzy  
The authors of abstracts are responsible for the content

Adres: Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
ul. Strzeszyńska 36, 60-479 Poznań  
telefon: 618 233 721, 618 233 531, fax: 618 233 871

e-mail: [postbox@nico.ihar.poznan.pl](mailto:postbox@nico.ihar.poznan.pl) — informacje / informations  
[mogrod@nico.ihar.poznan.pl](mailto:mogrod@nico.ihar.poznan.pl) — wydawnictwa / publishing

Opracowanie redakcyjne i skład komputerowy — MARJAN

Druk — PRODRUK

# Program Konferencji „Rośliny Oleiste” Programme Conference „Oilseed Crops”

19.05.2014

## 10<sup>00</sup>–10<sup>30</sup> OTWARCIE KONFERENCJI / OPENING CEREMONY

IWONA BARTKOWIAK-BRODA – Kierownik Oddziału IHAR – PIB w Poznaniu

Wystąpienie Dyrektora IHAR – PIB prof. dr. hab. EDWARDA ARSENIUKA

## 10<sup>30</sup>–13<sup>00</sup> SESJA PLENARNA / PLENARY SESSION

Przewodniczący sesji / Chairmen:

prof. dr hab. EDWARD ARSENIUK i prof. dr hab. JAN KRZYMAŃSKI

## 10<sup>30</sup>–10<sup>50</sup> IWONA BARTKOWIAK-BRODA

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

**Kierunki hodowli rzepaku i możliwości wykorzystania oleju i białka rzepakowego**

*New developments in breeding of oilseed rape and possibilities of rapeseed oil and protein utilization*

## 10<sup>50</sup>–11<sup>10</sup> EWA ROSIAK

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB w Warszawie

**Światowy rynek biopaliw i surowców do jego produkcji**

*World market of biofuel and raw materials for its production*

## 11<sup>10</sup>–11<sup>30</sup> LECH KEMPCZYŃSKI

Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju w Warszawie

**Biopaliwa jako czynnik kształtowania rynku rzepaku, oleju i pasz rzepakowych w Polsce — Biofuels as a factor shaping market of the rapeseed, rapeseed oil and rapeseed feed in Poland**

## 11<sup>30</sup>–12<sup>10</sup> JÓZEF ROBAK, ANNA CZUBATKA, AGNIESZKA CZAJKA

Instytut Warzywnictwa w Skierniewicach

**Efektywne i integrowane metody ograniczania szkodliwości kily kapusty (*Plasmodiophora brassicae*) w uprawach roślin kapustowatych w Polsce**

*Effective and integrated methods of reducing clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) on crucifers crops cultivation*

## 12<sup>10</sup>–12<sup>40</sup> TERESA CEGIĘLSKA-TARAS<sup>1</sup>, LAURENCJA SZALA<sup>1</sup>, KATARZYNA SOSNOWSKA<sup>1</sup>, WIESŁAWA POPLAWSKA<sup>1</sup>, ALINA LIERSCH<sup>1</sup>, JAN BOCIANOWSKI<sup>2</sup>,

IWONA BARTKOWIAK-BRODA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin PIB, Oddział w Poznaniu

<sup>2</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

**Resynteza *Brassica napus* – nowe możliwości i wyzwania w hodowli rzepaku ozimego**  
*Resynthesis of *Brassica napus* – new opportunities and challenges in the breeding of winter oilseed rape*

## 12<sup>40</sup>–13<sup>00</sup> DYSKUSJA / DISCUSSION

13<sup>00</sup>–14<sup>00</sup> LUNCH

**SESJA PŁAKATOWA / POSTER SESSION**

14<sup>00</sup>–15<sup>40</sup> **SESJA PLENARNA / PLENARY SESSION**

Przewodniczący sesji / Chairmen:

prof. dr hab. WOJCIECH BUDZYŃSKI i dr hab. KATARZYNA MIKOŁAJCZYK

14<sup>00</sup>–14<sup>20</sup> DANUTA BABULA-SKOWROŃSKA<sup>1</sup>, AGNIESZKA LUDWIKÓW<sup>2</sup>, ANNA OLEJNIK<sup>3</sup>, TERESA CEGIELSKA-TARAS<sup>3</sup>, IWONA BARTKOWIAK-BRODA<sup>3</sup>, JAN SADOWSKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu

<sup>2</sup> Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu

<sup>3</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

**Poliploidyzacja, diploidyzacja i dywergencja funkcjonalna homeologów genowych – nowe wyzwania dla programów genetyczno-hodowlanych rzepaku (*Brassica napus* L.)**  
*Polyploidization, diploidization processes and functional divergence of homeologous genes – new challenges for genetic and breeding programs of oilseed rape (*Brassica napus* L.)*

14<sup>20</sup>–14<sup>40</sup> KAMIL DEMSKI, MICHAŁ SMOLARSKI, KATARZYNA JASIEŃECKA, ANTONI BANAŚ

Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed w Gdańsku

**Aktywność enzymów typu DGAT i typu PDAT w rozwijających się nasionach rzepaku wysoko- i niskoerukowego — DGAT and PDAT activity in developing seeds of high and low erucic acid rapeseed**

14<sup>40</sup>–15<sup>00</sup> GRAŻYNA DĄBROWSKA

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

**Znaczenie metalotionein, bakterii ryzosferowych i grzybów mikoryzowych w obronie rzepaku (*Brassica napus*) przed stresem — The significance of metallothioneins and rhizospheric bacteria and mycorrhizal fungi in the defence of the rape (*Brassica napus*) against the stress**

15<sup>00</sup>–15<sup>20</sup> SZYMON KUBALA<sup>1</sup>, MURIEL QUINET<sup>3</sup>, ŁUKASZ WOJTYŁA<sup>1</sup>,

KATARZYNA LECHOWSKA<sup>1</sup>, ARKADIUSZ KOSMAŁA<sup>2</sup>, STANLEY LUTTS<sup>3</sup>,

MAŁGORZATA GARNCZARSKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu,

<sup>2</sup> Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu

<sup>3</sup> Université Catholique de Louvain, Belgia

**Kondycjonowanie jako strategia polepszająca kiełkowanie nasion rzepaku – analizy transkryptomyczne i proteomiczne — Improvement of rape (*Brassica napus* L.) seeds germination by osmopriming: a transcriptomic and proteomic approach**

15<sup>20</sup>–15<sup>40</sup> ALEKSANDRA SZYDŁOWSKA-CZERNIAK

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

**Porównanie ekstrakcji wspomaganiej ultradźwiękami z tradycyjną ekstrakcją ciała stałe-ciecz całkowitej zawartości antyoksydantów z nasion rzepaku — Comparison of ultrasound-assisted extraction with conventional solid-liquid extraction of total antioxidants from rapeseed varieties**

15<sup>40</sup>–16<sup>00</sup> KAWA

- 16<sup>00</sup>–18<sup>30</sup> **SESJA PLENARNA / PLENARY SESSION**  
Przewodniczący sesji / Chairmen:  
prof. dr hab. TERESA CEGIŁSKA-TARAS i prof. dr hab. EDWARD GACEK
- 16<sup>00</sup>–16<sup>20</sup> **WOJCIECH BUDZYŃSKI, ANNA HŁASKO-NASALSKA**  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
**Skutki porażenia rzepaku przez *Plasmodiophora brassicae* (Wor.) w zależności od odmiany i terminu siewu** — *The effects of variety and sowing time on infection of rapeseed roots by Plasmodiophora brassicae (Wor.)*
- 16<sup>20</sup>–17<sup>00</sup> **KRZYSZTOF JANKOWSKI, WOJCIECH BUDZYŃSKI, ŁUKASZ KIJEWSKI**  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
**Wielokryteriowa ocena wartości przedplonowej taksonów oleistych dla pszenicy ozimej** — *Multi-criteria evaluation of the forecrop quality of selected oilseed plants grown before winter wheat*
- 17<sup>00</sup>–17<sup>30</sup> **TADEUSZ WALKOWSKI** — Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
**Plonowanie rzepaku ozimego w zależności od jakości gleby i czynników oddziałujących na wzrost jej kultury** — *Yielding of winter oilseed rape depending on the soil quality and factors influencing the increase of its tilth*
- 17<sup>30</sup>–18<sup>00</sup> **PAVEL CIHLARL, PETR VLAZNY, HELENA ZUKALOVA**  
Česká zemědělská univerzita v Praze  
**Growing technology innovations in oilseed poppy (*Papaver somniferum* L.)**  
*Innowacje w zakresie technologii uprawy maku oleistego (Papaver somniferum L.)*
- 18<sup>00</sup>–18<sup>30</sup> **MIROSLAW NOWAKOWSKI<sup>1</sup>, PAWEŁ SKONIECZEK<sup>1</sup>, MARCIN ŻUREK<sup>1</sup>, ŁUKASZ MATYKA<sup>1</sup>, EWA WĄSACZ<sup>1</sup>, TERESA PIĘTKA<sup>2</sup>**  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB  
<sup>1</sup> Oddział w Bydgoszczy, <sup>2</sup> Oddział w Poznaniu  
**Plony wybranych rodów i odmian gorczycy białej uprawianej w międzyplonie ścierniskowym na dwu typach gleb** — *Yields of selected white mustard lines and varieties cultivated as a catch crop on two types of soil*
- 18<sup>30</sup>–19<sup>00</sup> **WYSTĘP MUZYCZNY**
- 19<sup>00</sup> **PIKNIK**
- 20.05.2014**
- 9<sup>00</sup> – 10<sup>00</sup> **SESJA PŁAKATOWA / POSTER SESSION**  
**SPOTKANIE GRUPY ZAJMUJĄCEJ SIĘ BADAANIAMI NAD KILĄ KAPUSTY**
- 10<sup>00</sup>–13<sup>00</sup> **SESJA PLENARNA / PLENARY SESSION**  
Przewodniczący sesji / Chairmen:  
prof. dr hab. MARCIN KOZAK, prof. dr hab. MAREK MRÓWCZYŃSKI
- 10<sup>00</sup>–10<sup>30</sup> **ZYGMUNT KACZMAREK<sup>1</sup>, ELŻBIETA ADAMSKA<sup>1</sup>, HENRYK WOŚ<sup>2</sup>, EWELINA MAJCHRZAK<sup>2</sup>, ALINA LIERSCH<sup>3</sup>, GRZEGORZ BUDZIANOWSKI<sup>2</sup>**  
<sup>1</sup> Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu  
<sup>2</sup> Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR, Oddziały Borowo, Małyszyn  
<sup>3</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
**Ocena mieszańców rzepaku ozimego na podstawie wyników doświadczeń prowadzonych we wczesnych stadiach hodowli** — *Evaluation of winter oilseed rape hybrids on the basis of experiments conducted in early stages of breeding program*

10<sup>30</sup>–10<sup>50</sup> MAŁGORZATA JEDRYCZKA<sup>1</sup>, ADAM BURZYŃSKI<sup>2</sup>, ANDRZEJ BRACHACZEK<sup>3</sup>,  
WOJCIECH LANGWIŃSKI<sup>4</sup>, LESZEK CHWALISZ<sup>5</sup>, JOANNA KACZMAREK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu,

<sup>2</sup> Novazym Polska

<sup>3</sup> DuPont Poland Sp. z o.o.

<sup>4</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

<sup>5</sup> Limagrain Central Europe, Komorniki

**Zastosowanie metody LAMP do badania zmian w populacjach grzybów rodzaju *Leptosphaeria* powodujących suchą zgniliznę kapustnych w rzepaku — *Loop-mediated amplification of DNA as a good tool to study changes in Leptosphaeria populations, causing stem canker of oilseed rape***

10<sup>50</sup>–11<sup>10</sup> JERZY GRZESIEK

Syngenta Crop Protection Sp. z o.o.

**Nowości Syngenta w rzepaku — *Syngenta novelties in oilseed rape***

11<sup>10</sup>–11<sup>30</sup> MAREK KORBAS<sup>1</sup>, MAREK MRÓWCZYŃSKI<sup>1</sup>, EWA JAJOR<sup>1</sup>,  
GRZEGORZ PRUSZYŃSKI<sup>1</sup>, JAKUB DANIELEWICZ<sup>1</sup>, HENRYK WACHOWIAK<sup>1</sup>,  
ADAM PARADOWSKI<sup>1</sup>, JACEK BRONIAŃ<sup>2</sup>

Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu

**Realizacja integrowanej ochrony i produkcji rzepaku w Polsce oraz innych krajach UE  
*Implementation of integrated pest management and integrated production of oilseed rape in Poland and others UE countries***

11<sup>30</sup>–11<sup>50</sup> MICHAŁ STARZYCKI<sup>1</sup>, ELŻBIETA STARZYCKA<sup>1</sup>, MIROŚLAWA DABERT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

<sup>2</sup> Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

**Antagonizm *in vitro* grzyba *Candida ethanolica* wobec wybranych patogenów roślin z płemienia *Brassicaceae* — *Antagonism in vitro of the Candida ethanolica fungus against selected pathogens of plants from the Brassicaceae family***

11<sup>50</sup>–12<sup>10</sup> AGNIESZKA KALICKA<sup>1</sup>, ROBERT BRZOZOWSKI<sup>1</sup>, HANNA GWARDIAK<sup>1</sup>,  
JOANNA WIETRZYK<sup>2</sup>, BOŻENA PATKOWSKA-SOKOŁA<sup>1</sup>, WŁADYSŁAW FEDIUK<sup>3</sup>,  
WIESŁAWA WALISIEWICZ-NIEDEBALSKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Chemii Przemysłowej im. prof. I. Mościckiego w Warszawie

<sup>2</sup> Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN we Wrocławiu

<sup>3</sup> Przedsiębiorstwo Innowacyjno-Wdrożeniowe „IMPULS” w Pruszczu Gdańskim

**Właściwości biologiczne ekstraktu *Rhaponticum carthamoides*  
*Biological properties of the extract from Rhaponticum carthamoides***

12<sup>10</sup>–13<sup>00</sup> **PODSUMOWANIE I ZAKOŃCZENIE KONFERENCJI**

13<sup>00</sup> **OBIAD**

13<sup>30</sup> **SPOTKANIE RADY NAUKOWEJ CZASOPISMA  
ROŚLINY OLEISTE – OILSEED CROPS**

## Plakaty — Posters

### GENETYKA I HODOWLA

1. V.A. Lemesh<sup>1</sup>, Y.E. Piliuk<sup>2</sup>, G.V. Mozgova<sup>1</sup>, Z.E. Grushetskaya<sup>1</sup>, N.L. Trukhanovets<sup>1</sup>, A.V. Bakanovskaya<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Institute of Genetics and Cytology of the NAS of Belarus  
<sup>2</sup> Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming, Zhodino, Belarus  
**Molecular approaches in selection of *Brassica napus* L. with desirable oil content**  
*Analizy molekularne w selekcji *Brassica napus* L. z pożądaną zawartością oleju*
2. Yadviga Piliuk  
 Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming, Zhodino, Belarus  
**Results of rape breeding and cultivation in Belarus**  
*Hodowla i uprawa rzepaku na Białorusi*
3. Alina Liersch<sup>1</sup>, Jan Bocianowski<sup>2</sup>, Henryk Woś<sup>3</sup>, Teresa Cegielska-Taras<sup>1</sup>, Iwona Bartkowiak-Broda<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
<sup>2</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych  
<sup>3</sup> Spółka Hodowli Roślin Strzelce, Oddział Borowo  
**Polimorfizm pięciu populacji linii hodowlanych rzepaku (*Brassica napus* L.) określony za pomocą markerów molekularnych typu AFLP**  
*Polymorphism of five populations of winter oilseed rape breeding lines (*Brassica napus* L.) based on AFLP molecular markers*
4. Alina Liersch<sup>1</sup>, Jan Bocianowski<sup>2</sup>, Wiesława Popławska<sup>1</sup>, Stanisław Spasibonek<sup>1</sup>, Teresa Piętka<sup>1</sup>, Teresa Cegielska-Taras<sup>1</sup>, Iwona Bartkowiak-Broda<sup>1</sup>, Katarzyna Mikołajczyk<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
<sup>2</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
**Analiza zróżnicowania genetycznego linii hodowlanych rzepaku ozimego z kolekcji IHAR-PIB, Oddz. Poznań, z zastosowaniem markerów mikrosatelitarnych**  
*Genetic diversity analysis of oilseed rape breeding lines from the IHAR – Poznań collection with the use of microsatellite markers*
5. Agnieszka Dobrzycka, Joanna Wolko  
 Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
**Ocena dystansu genetycznego dwóch populacji mieszańców heterozyjnych rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.) oraz ich linii rodzicielskich**  
*Evaluation of genetic distance of two populations of winter oilseed rape heterotic hybrids and their parental lines (*Brassica napus* L.)*

6. Stanisław Spasibionek, Krystyna Krótka  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
**Wielocechowa analiza parametrów jakościowych i ilościowych mutantów oraz rekombinantów rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.) o zmienionym składzie kwasów tłuszczowych**  
*Multivariate analysis of qualitative and quantitative parameters of mutants and recombinants of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.)*
- 6a Błażej Hernacki<sup>1,2</sup>, Katarzyna Mikołajczyk<sup>1</sup>, Jan Bocianowski<sup>3</sup>, Krzysztof Michalski<sup>1</sup>, Iwona Bartkowiak-Broda<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
<sup>2</sup> Wydział Biologii, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu  
<sup>3</sup> Wydział Rolnictwa i Bioinżynierii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
**Badania fenotypowe i molekularne dwóch populacji mapujących cechę żółtonasienności u rzepaku ozimego (*Brassica napus* L. var. *oleifera*)**  
*Molecular and phenotypic research of two populations mapping the trait of yellowseedness in winter oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera*)*
7. Wiesława Popławska<sup>1</sup>, Alina Liersch<sup>1</sup>, Małgorzata Jędryczka<sup>2</sup>, Joanna Kaczmarek<sup>2</sup>, Iwona Bartkowiak-Broda<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
<sup>2</sup> Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu  
**Ocena natężenia i odległości przenoszenia pyłku rzepaku – wyniki badań w latach 2011–2013**  
*Evaluation of intensity and distance of pollen oilseed rape transfer – results of research in the years 2011–2013*
- 7a. Magdalena Kluza-Wieloch<sup>1</sup>, Irmina Maciejewska-Rutkowska<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> University of Life Sciences in Poznań, Department of Botany  
<sup>2</sup> University of Life Sciences in Poznań, Department of Forest Botany  
**Zmienność morfologiczna ziaren pyłku u różnych typów odmian lnu zwyczajnego (*Linum usitatissimum* L., Linaceae)**  
*Variability of pollen morphology of selected cultivars of common flax (*Linum usitatissimum* L., Linaceae)*
8. Magdalena Walkowiak, Krystyna Krótka, Aleksandra Piotrowska  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
**Analiza genetyczna zawartości kwasów tłuszczowych C:18 w oleju nasion mieszańców lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.)**  
*A genetic analysis of the C:18 fatty acids content in the oil of seeds of cross-bred flax (*Linum usitatissimum* L.)*



## BIOTECHNOLOGIA I BIOLOGIA MOLEKULARNA

9. Szymon Kubala, Łukasz Wojtyła, Katarzyna Lechowska, Małgorzata Garnczarska  
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu  
**Metabolizm proliny w osmokondycjonowanych nasionach rzepaku (*Brassica napus* L.) kielkujących w warunkach zasolenia**  
*Proline metabolism in osmoprimered rape (*Brassica napus* L.) seeds germinating under salinity stress*
10. Szymon Kubala, Łukasz Wojtyła, Katarzyna Lechowska, Małgorzata Garnczarska  
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu  
**Kondycjonowanie nasion *Brassica napus* jako czynnik regulujący aktywację układu antyoksydacyjnego podczas kielkowania w warunkach stresu solnego**  
*Osmoprimering of *Brassica napus* seeds results in antioxidative metabolism adjustment in salt-stress conditio*
11. Antoni Banaś<sup>1</sup>, Kamil Demski<sup>1</sup>, Tomasz Furmanek<sup>2</sup>, Katarzyna Jasieniecka<sup>1</sup>, W. Banaś<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed w Gdańsku  
<sup>2</sup> Instytut Biologii i Ochrony Środowiska, Akademia Pomorska w Słupsku  
<sup>3</sup> Instytut Biologii, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
**Akumulacja lipidów w rozwijających się nasionach *Crambe abyssinica* i potencjalna rola acylotransferazy acylo-CoA:diacyloglicerol (DGAT) i acylotransferazy fosfolipid:diacyloglicerol (PDAT) w tym procesie**  
*Lipid accumulation in *Crambe abyssinica* developing seeds and potential role of acyl-CoA:diacylglycerol acyltransferase (DGAT) and phospholipid:diacylglycerol acyltransferase (PDAT) play in this process*
12. Katarzyna Jasieniecka, Kamil Demski, Antoni Banaś  
Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed w Gdańsku  
**Mutacjom insercyjnym genów kodujących acylotransferazy lizofosfatydyloetanolamina:acylo-CoA (LPEATy) u *A. thaliana* towarzyszą zmiany w biosyntezie lipidów oraz w morfologii roślin**  
*Mutations in genes encoding lysophosphatidylethanolamine:acyl-CoA acyltransferases (LPEATs) in *A. thaliana* are associated with alterations in lipid biosynthesis and plant morphology*
- 12a Katarzyna Gacek<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
<sup>2</sup> School of Life Sciences, University of Warwick, UK  
**Kinaza receptorowa *IKU2* wraz z homologiem *IKU2LIKE* reguluje wczesny rozwój nasion *Arabidopsis thaliana***  
*IKU2 and IKL receptor-like kinases are redundantly required for *Arabidopsis* seed formation*

13. Agnieszka Mierek-Adamska, Grażyna Dąbrowska, Anna Goc  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
**Ekspresja metalotionein *Brassica napus* w odpowiedzi na toksyczne jony metali ciężkich**  
*Brassica napus metallothionein genes expression in response to toxic heavy metal ions*
14. Marcin Matuszczak, Irena Tokarczuk  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
**Testowanie funkcjonalności oraz metod otrzymywania markera typu CAPS opracowanego dla wykrywania dwóch mutacji genu *BnaA.FAD2* rzepaku ozimego**  
*Testing of functionality and methods to obtain CAPS marker designed to detect two mutated forms of *BnaA.FAD2* gene in winter rapeseed*
15. Tomasz Furmanek<sup>1</sup>, Antoni Banaś<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Instytut Biologii i Ochrony Środowiska, Akademia Pomorska w Słupsku  
<sup>2</sup> Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed w Gdańsku  
**Wpływ azydki sodu na ryzogenezę *Crambe abyssinica* w kulturach *in vitro***  
*Effect of sodium azide on rooting ability of *Crambe abyssinica* in in vitro cultures*
16. Jan Bocianowski<sup>1</sup>, Katarzyna Seidler-Łożykowska<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
<sup>2</sup> Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu  
**Związek interakcji między markerami molekularnymi RAPD i zawartością olejku w owocach kminku zwyczajnego (*Carum carvi* L.)**  
*Analysis of interaction among molecular markers for essential oil content of caraway fruit (*Carum carvi* L.)*

## AGROTECHNIKA

17. Władysław Malarz, Marcin Kozak, Andrzej Kotecki, Aneta Wójtowicz,  
Monika Białkowska, Marta Gas  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin  
**Wpływ nawożenia siarką na cechy morfologiczne i plonowanie rzepaku ozimego odmiany DK Example. Część I. Cechy morfologiczne rzepaku ozimego**  
*Effect of S fertilization on morphological features and yield of winter rapeseed cultivar DK Example. Part I. Winter rapeseed morphological features*
18. Władysław Malarz, Marcin Kozak, Andrzej Kotecki, Aneta Wójtowicz,  
Monika Białkowska, Marta Gas  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin  
**Wpływ nawożenia siarką na cechy morfologiczne i plonowanie rzepaku ozimego odmiany DK Example. Część II. Plon nasion i jego jakość**  
*Effect of S fertilization on morphological features and yield of winter rape cultivar DK Example. Part II. Seed yield and its quality*

- 
19. Tadeusz Wałkowski  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
**Wpływ opóźnienia terminu wysiewu nasion na poziom plonowania dwóch typów odmian rzepaku ozimego w warunkach glebowo-klimatycznych województwa podlaskiego**  
*The effect of delaying the sowing date on the yield of two types varieties of winter oilseed rape in the soil and climatic conditions of the region Podlasie*
- 19a Franciszek Wielebski  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
**Wpływ gęstości siewu na plon nasion oraz skład kwasów tłuszczowych w oleju jasno- i ciemnonasiennych odmian lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.)**  
*Effect of sowing density on seed yield and fatty acid composition in oil of brightly and brown linseed varieties*
20. E.P. Reshetnik  
Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming, Zhodino, Belarus  
**Overwintering and oil seed yield of *Brassica campestris* var. *oleifera* of "000" type depending on sowing terms and rates in Belarus**  
*Przezimowanie i plonowanie *Brassica campestris* var. *oleifera* type "000" w zależności od terminu i gęstości siewu na Białorusi*
21. Jolanta Kowalska, Dorota Remlein-Starosta, Dariusz Drożdżyński  
Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu  
**Występowanie patogenów i pozostałości pestycydów w próbkach nasion rzepaku ozimego w zależności od systemu uprawy**  
*The occurrence of pathogens and pesticide residues in samples of winter rape seeds depending on the cultivation system*
- 21a Grażyna Silska<sup>1</sup>, Jan Bocianowski<sup>2</sup>, Marcin Praczyk<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu  
<sup>2</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych  
**Ocena cech ilościowych genotypów lnu zwyczajnego (*Linum usitatissimum* L.) utrzymywanych w polskiej kolekcji**  
*Evaluation of quantitative features of flax genotypes (*Linum usitatissimum* L.) maintained in Polish collection*
22. Marcin Praczyk, Krzysztof Heller, Grażyna Silska, Karolina Wielgus, Joanna Makowiecka  
Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu  
**Analiza biometryczna i molekularna wybranych odmian lnu oleistego o różnicowanej aktywności wiązania kadmu z gleby**  
*Biometric and molecular analysis of selected linseed varieties in terms of different activity of cadmium absorption from soil*

## CHOROBY, SZKODNIKI I CHWASTY

- 22a Felicyta Walczak, Anna Tratwał, Beata Wielkoplan  
Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu  
**Występowanie najważniejszych chorób i szkodników w uprawach rzepaku w latach 2009–2013**  
*Monitoring of major pest and diseases of oilseed rape in 2009–2013*
23. Joanna Kaczmarek<sup>1</sup>, Andrzej Brachaczek<sup>2</sup>, Małgorzata Jędrzycka<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu  
<sup>2</sup> DuPont Poland, Warszawa  
**Wpływ terminu siewu na stopień porażenia roślin rzepaku przez *Plasmodiophora brassicae* na rzepaku**  
*The effect of sowing date on the incidence and severity of clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) on oilseed rape*
24. Ewa Jajor, Elżbieta Gabała, Agnieszka Perek, Magdalena Gawlak, Marek Korbas  
Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu  
**Zmiany morfologiczne w korzeniach odmian rzepaku po zakażeniu przez *Plasmodiophora brassicae***  
*Morphological changes in roots of rape cultivars after infestation with *Plasmodiophora brassicae**
25. Elżbieta Starzycka, Michał Starzycki  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
**Wykorzystanie testu hydroponicznego do sprawdzenia odporności rzepaku na kilę kapusty *Plasmodiophora brassicae***  
*Utilisation of the hydroponic test in checking rapeseed resistance to cabbage clubroot (*Plasmodiophora brassicae*)*
26. Katarzyna Sosnowska<sup>1</sup>, Agnieszka Perek<sup>2</sup>, Laurencja Szała<sup>1</sup>, Ewa Jajor<sup>2</sup>, Henryk Woś<sup>3</sup>, Marek Korbas<sup>2</sup>, Teresa Cegielska-Taras<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
<sup>2</sup> Instytut Ochrony Roślin-PIB w Poznaniu  
<sup>3</sup> Hodowla Roślin Strzelce, Spółka z o.o. Grupa IHAR-PIB, Oddział Borowo  
**Wstępna ocena odporności na kilę kapusty komponentów do resyntezy *Brassica napus*, resyntetyzowanych linii i wybranych odmian rzepaku ozimego**  
*Preliminary estimation of clubroot resistance in components for resynthesis of *Brassica napus*, resynthesized lines and selected cultivars of winter oilseed rape*
27. Łukasz Bojkowski  
Syngenta Crop Protection Sp. z o.o.  
**Symetra – nowy fungicyd z grupy SDHI w ochronie rzepaku**  
*Symetra – new SDHI fungicide in oilseed rape*

28. Marek Wójtowicz<sup>1</sup>, Andrzej Wójtowicz<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
<sup>2</sup> Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu  
**Skuteczność chwastobójcza herbicydów w ochronie maku siewnego (*Papaver somniferum* L.)**  
*Efficacy of herbicides in poppy protection against weeds*

## METODY ANALITYCZNE I TECHNOLOGIA

29. Małgorzata Nogala-Kałużka, Aleksander Siger, Krzysztof Dwiecki, Hanna Wieczorek, Natasza Kubacka  
 Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Biochemii i Analizy Żywności  
**Aromatyzowane oleju rzepakowego naturalnymi przyprawami – badania chemiczne i sensoryczne**  
*Rapeseed oil with natural flavoring spices – chemical and sensory studies*
30. Agnieszka Tułodziecka, Aleksandra Szydłowska-Czerniak  
 Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii  
**Optymalizacja biosyntezy nanocząstek srebra za pomocą naturalnych antyoksydantów wyekstrahowanych ze śrutu rzepakowej**  
*Optimization of silver nanoparticles biosynthesis using natural antioxidants from rapeseed meal*
31. Agnieszka Tułodziecka, Andrzelika Płaczek, Aleksandra Szydłowska-Czerniak  
 Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii  
**Biosynteza nanocząstek miedzi z zastosowaniem ekstraktów z oleju rzepakowego**  
*Biosynthesis of copper nanoparticles using rapeseed extracts*

## WARTOŚĆ BIOLOGICZNA OLEJU I ŚRUTY

32. W. Walisiewicz-Niedbalska<sup>1</sup>, B. Patkowska-Sokoła<sup>2</sup>, H. Gwardiak<sup>1</sup>, R. Bodkowski<sup>2</sup>, K. Czyż<sup>2</sup>, D. Kucharski<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instytut Chemii Przemysłowej w Warszawie  
<sup>2</sup> Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
**Oleje roślinne bogate w kwasy trienowe i ich wykorzystanie**  
*Plant oils with trienoic acids and their application*
33. Wiesława Walisiewicz-Niedbalska<sup>1</sup>, Hanna Gwardiak<sup>1</sup>, Agnieszka Kalicka<sup>1</sup>, Teresa Piętka<sup>2</sup>, Dawid Kucharski<sup>1</sup>, Ewa Stelmach<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instytut Chemii Przemysłowej w Warszawie  
<sup>2</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
**Oleje gorczycowe z gorzycy wysoko- i niskoerukowej oraz dwuzerowej**  
*Mustard oil resulting from high and low erucic and double zero mustard seeds*

34. Stefania Smulikowska, Paweł Konieczka, Jan Czerwiński  
Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Jabłonna  
**Porównanie makuchów i śruty rzepakowej jako źródła białka i lizyny dla kurcząt brojlerów**  
*Comparison of rapeseed cake and rapeseed oil meal as a source of protein and lysine for broiler chickens*
35. Teresa Banaszkiwicz, Karol Kaszperuk  
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Wydział Przyrodniczy  
**Efektywność odchowu i jakość mięsa kurcząt brojlerów żywionych paszą z dużym udziałem wytłoku rzepakowego i dodatkiem preparatów enzymatycznych**  
*The effectiveness of rearing and meat quality of broiler chickens fed diet with a high level of rapeseed press cakes and the addition of enzyme preparations*
36. Damian Gołębiwski<sup>1</sup>, K. Myszka<sup>1</sup>, Danuta Boros<sup>1</sup>, T. Piętka<sup>2</sup>, I. Bartkowiak-Broda<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Radzików  
<sup>2</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu  
**Poekstrakcyjne śruty gorczyczne jako źródło białka w żywieniu zwierząt monogastrycznych**  
*Mustard meal as a source of protein in feeding of monogastric animals*

## REFERATY ORAL PRESENTATIONS

Iwona Bartkowiak-Broda

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

**Kierunki hodowli rzepaku i możliwości wykorzystania oleju i białka rzepakowego**  
*New developments in breeding of oilseed rape and possibilities of rapeseed oil and protein utilization*

Istotny wzrost znaczenia rzepaku w świecie i w Polsce jako rośliny oleistej był wynikiem odkryć oraz prac badawczych i hodowlanych w ostatnich 50 latach. Kamieniami milowymi, które przyczyniły się do rozszerzenia uprawy rzepaku były: odkrycie genetycznych źródeł zmienności cech jakościowych (kwas erukowy, glukozytolany), co spowodowało zwiększenie wartości ekonomicznej oleju i śruty; opracowanie systemów kontrolujących zapylenie krzyżowe u rzepaku dających możliwość wykorzystania efektu heterozji w plonie nasion; odkrycie zjawiska androgenezы u rzepaku – wytwarzanie linii podwojonych haploidów (DH); opracowanie markerów molekularnych ważnych gospodarczo cech, wykrycie źródeł odporności na niektóre choroby.

Powstają jednak nowe problemy związane z koniecznością przystosowania rzepaku do zmian klimatycznych (problem suszy), współzawodnictwem na rynku światowym z innymi roślinami oleistymi (cechy jakościowe), wykorzystaniem nasion na cele niespożywcze inne niż energetyczne oraz jako pasza wysokobiałkowa. Stąd dalsze wyzwania dla hodowli rzepaku:

- istotne podniesienie poziomu plonowania,
- zwiększenie zawartości oleju w nasionach,
- hodowla odmian o różnym składzie i proporcjach kwasów tłuszczowych,
- zwiększenie zawartości tokoferoli i fitosteroli,
- zwiększenie wartości paszowej śruty,
- odporność na stresy biotyczne (choroby, szkodniki) i abiotyczne (susza, mróz, wykorzystanie azotu, fosforu i innych pierwiastków).

Dla rozwiązania tych problemów konieczne jest zaangażowanie nowych strategii, jak: poszerzanie zmienności genetycznej wykorzystując różne metody, poszukiwanie efektywniejszych systemów hybrydyzacji, badanie epigenetycznej regulacji ekspresji genów.

Dla tych celów pożądane jest rozwinięcie i wdrożenie nowych technologii, jak: selekcja genomowa, metody badań cytologicznych dla wizualizacji strukturalnych zmian chromosomów, zastosowanie na szeroką skalę technologii sekwencjonowania genomu NGS, wysokoprzepustowe techniki fenotypowania.

The significant increase of the importance of rapeseed as oil plant in the world as well as in Poland is the result of discoveries, investigations and breeding practice in the last 50

years. The mile stones which contributed to the increase of rapeseed cultivation have been: the discovery of genetic resources of quality traits (erucic acid and glucosinolates content) and consequently the increase of oil and meal economical value; elaboration of hybridization systems which enabled heterosis effect exploitation; the discovery of androgenesis occurrence in rapeseed – development of doubled haploid lines; development of molecular markers for economically important traits; detection of sources of resistance to some diseases.

Nevertheless, new problems occur, such as: the necessity of rapeseed adaptation to the effect of climate change (problem of drought) arise, competitiveness of oilseed rape versus other oil crops (quality traits), utilization of seeds as high protein fodder and for non food uses still other than as a source of energy. Therefore future challenges for rapeseed breeding encompass:

- significant increase of yielding ability,
- increase of oil content in seeds,
- breeding of varieties with different fatty acid composition and its proportions,
- increase of tocopherols and phytosterols content,
- increase of fodder value of rapeseed meal,
- resistance to biotic (diseases, pests) and abiotic stresses (drought, frost, use of the efficiency of nitrogen, phosphate and other elements).

To solve all these problems it is of paramount importance to develop new strategies, for example: enlargement of genetic diversity using different methods, search for better hybridization systems, investigations of epigenetic regulations of gene expression. For these purposes it is necessary to develop and introduce new technologies, such as: genomic selection, cytological methods to visualize structural chromosome rearrangements, large scale genome sequencing NGS – application, high-throughput phenotyping tools.

Ewa Rosiak

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB w Warszawie

**Światowy rynek biopaliw i surowców do jego produkcji**

*World market of biofuel and raw materials for its production*

Światowa produkcja biodiesla dynamicznie wzrasta, w wyniku wdrażania przez wiele państw programów rozwoju biopaliw, w tym stosowania szerokiego wsparcia tej produkcji, a najpowszechniejszym narzędziem jest wymóg mieszania biopaliw z paliwami kopalnymi. W latach 2000–2012 zwiększyła się prawie dwudziestokrotnie (z ok. 1 mln ton do ok. 20 mln ton), ale jest nadal bardzo niewielka w stosunku do globalnego zużycia oleju napędowego w transporcie (w UE i USA wskaźnik ten wynosi 1–3%), a więc w niewielkim stopniu zmniejszyła zależność światowej gospodarki od paliw kopalnych.

Największym producentem i konsumentem biodiesla w skali świata jest UE. Rozwojowi tej produkcji w UE sprzyja struktura zużycia paliw płynnych, w której występuje znacząca przewaga zużycia oleju napędowego nad zużyciem benzyn. Mimo że UE pozostaje liderem w światowej produkcji biodiesla, to jej udział w tej produkcji maleje, z ponad 85% w 2005 r. do 40% w 2012 roku. Następuje bowiem niezwykle dynamiczny rozwój produkcji biodiesla w Argentynie, Brazylii, USA i krajach azjatyckich. Wymie-



nione kraje rozwijają produkcję biodiesla nie tylko na potrzeby własne, ale również w celu rozwoju jego eksportu.

Obecnie najszersze zastosowanie w produkcji biodiesla mają oleje roślinne, w tym przede wszystkim: sojowy (33% w 2012 r.), rzepakowy (28%) i palmowy (23%). Udział innych olejów (słonecznikowego, kokosowego i innych) wynosi 3%, a pozostałych surowców 13% (są to głównie zużyte oleje roślinne i tłuszcze zwierzęce). Wykorzystanie głównych olejów roślinnych w produkcji biodiesla jest zróżnicowane w poszczególnych regionach świata. W Europie Północnej i Środkowej, gdzie przeważa uprawa rzepaku, do jego produkcji stosuje się przede wszystkim olej rzepakowy. W południowej części kontynentu europejskiego (Włochy, Hiszpania i Portugalia) w produkcji biodiesla zwiększa się udział oleju sojowego. W USA oraz w krajach Ameryki Południowej (Brazylia, Argentyna, Paragwaj), gdzie dominuje uprawa soi, podstawowym surowcem wykorzystywanym w produkcji biodiesla jest olej sojowy. Produkcja biodiesla w krajach Azji Południowo-Wschodniej (Malezja, Indonezja) prowadzona jest głównie w oparciu o produkowany tam na szeroką skalę olej palmowy.

Szybko rosnąca produkcja biopaliw, w tym biodiesla, w oparciu o surowce spożywcze stanowi coraz większą konkurencję dla produkcji żywności. Znajduje ona swój bezpośredni wyraz w ograniczaniu powierzchni upraw przeznaczonych do produkcji żywności i pasz dla zwierząt gospodarskich. Może też doprowadzić do szkód w środowisku naturalnym, mimo korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych. Ponadto dynamiczny rozwój produkcji biopaliw pierwszej generacji przyczynia się do wzrostu cen surowców rolnych i w ślad za tym dochodów rolników, ale prowadzi też do wzrostu cen żywności, co ma negatywny wpływ na bezpieczeństwo żywnościowe przede wszystkim ludności o niskich dochodach w krajach rozwijających się. Dlatego biopaliwa pierwszej generacji powinny być zastępowane biopaliwami kolejnych generacji, do produkcji których będą stosowane surowce niespożywcze. Obecnie jednak technologie te są bardzo drogie i nie w pełni dopracowane.

Z badań symulacyjnych Międzynarodowego Instytutu Analiz Systemów Stosowanych wynika, iż mimo przewidywanego rozwoju produkcji biopaliw drugiej generacji (z surowców niespożywczych), w perspektywie do 2050 r. nadal rosnąć będzie zużycie roślin oleistych z przeznaczeniem na cele energetyczne. Światowe zużycie olejów roślinnych do produkcji biodiesla może wzrosnąć z 10 mln ton w 2008 r. do 26–58 mln ton w 2020 r. i 44–112 mln ton w 2050 roku. Oznacza to, że w zależności od przyjętego wariantu prognozy zużycie olejów roślinnych na cele biopaliwowe byłoby 4–11 razy wyższe niż w 2008 roku.

Rosnąca konkurencja o surowce rolne, w tym surowce oleiste, pomiędzy sektorem spożywczym i biopaliwowym, będzie przyczyniała się do utrzymywania ich cen na wysokich poziomach, choć będą one podlegały wahaniom pod wpływem zmienności zbiorów. Na zahamowanie wzrostu cen surowców rolnych w najbliższych latach może wpłynąć głównie duże prawdopodobieństwo utrzymania się światowego kryzysu gospodarczego lub zmiana polityki ekonomicznej względem biopaliw.

World biodiesel production grows rapidly since many countries implement biofuel development programmes covering extensive support to this type of production and using the requirement to blend biofuels with fossil fuels as the most common tool. In 2000–2012 biofuel production increased nearly twenty times (from ca. 1 million tons to ca. 20 million

tons), but it is still very low as compared to the global diesel oil consumption in transport (in the EU and USA it amounts to 1–3%). Thus in the 2000–2012 period the dependency of world economy on fossil fuels decreased only to a small extent.

The EU is the largest global producer and consumer of biodiesel. The structure of liquid fuels consumption favours development of this type of production in the EU, since the consumption of diesel oil predominates therein over petrol consumption. Despite the fact that the EU remains the leader of the world biodiesel production its share therein drops from over 85% in 2005 to 40% in 2012. This results from extremely dynamic development of biodiesel production in Argentina, Brazil, USA and Asian countries. The listed countries develop biodiesel production not only for their own needs, but also to expand its export.

At present, vegetable oils are most commonly used in biodiesel production, including primarily: soybean (33% in 2012), rapeseed (28%) and palm (23%) oils. The share of other oils (sunflower, coconut and other) amounts to 3% and other raw materials – 13% (these are mainly waste vegetable oils and animal fats). The use of main vegetable oils in biodiesel production is differentiated across respective world regions. In northern and central Europe, where rapeseed farming predominates, rapeseed oil is mostly used for biodiesel production. In the southern part of the European continent (Italy, Spain and Portugal) the share of soybean oil in biodiesel production increases. In the USA and in the countries of South America (Brazil, Argentina, Paraguay), where soybean farming predominates, soybean oil is the basic raw material used in biodiesel production. Biodiesel production in countries of South-East Asia (Malaysia, Indonesia) is based mainly on palm oil produced on an extensive scale in the region.

Rapidly growing biofuel, including biodiesel production based on food raw materials constitutes a growing competition for food production. This is directly manifested in reduced area dedicated to production of food and feed for farm animals. Despite benefits following from reduced emission of greenhouse gases, it may also lead to environmental damages. Moreover, dynamic development of production of first-generation biofuels contributes to growing prices of agricultural raw materials and, consequently, incomes of farmers, but it also leads to an increase in food prices which has a negative impact on food security, primarily of low-income populations in developing countries. Thus first-generation biofuels should be replaced with next-generation biofuels which will use non-food raw materials for production. But as for now, these technologies are very expensive and not yet fully developed.

The simulations of the International Institute for Applied Systems Analysis show that despite the expected development of second-generation biofuels production (from non-food raw materials), up to 2050 the consumption of oil plants intended for energy purposes will still be increasing. World consumption of vegetable oils for biodiesel production may increase from 10 million tons in 2008 to 26–58 million tons in 2020 and 44–112 million tons in 2050. This means that depending on the adopted forecast scenario the vegetable oil consumption for biofuels would be 4–11 times higher than in 2008.

Growing competition for agricultural raw materials, including oil raw materials between the food and biofuel sector will contribute to keeping their prices at high levels, although they will be subject to fluctuations depending on crop changes. In the coming years, the increase in prices of agricultural raw materials may be hindered mainly by great probability of world economic crisis or a change in economic policy regarding biofuels.

Józef Robak, Anna Czubatka, Agnieszka Czajka

Instytut Warzywnictwa w Skierniewicach

**Efektywne i integrowane metody ograniczania szkodliwości kily kapusty (*Plasmodiophora brassicae*) w uprawach roślin kapustowatych w Polsce**

*Effective and integrated methods of reducing clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) on crucifers crops cultivation*

Uprawa podatnych roślin kapustowatych na glebach silnie zasiedlonych przez *Plasmodiophora brassicae* z zastosowaniem cyjanamidu wapniowego jako środka dezynfekcyjnego nie daje skutecznej ochrony przed chorobą. Z prowadzonych badań wynika, że uprawa odpornych roślin kapustowatych na zakażonej glebie znacznie obniża stopień zasiedlenia jej przez *P. brassicae*. Najwyższy stopień obniżenia stopnia zasiedlenia *P. brassicae* uzyskano po uprawie odpornych odmian rzepaku ozimego Mendel F<sub>1</sub> i Allister F<sub>1</sub>.

Efekt biofumigacji z zastosowaniem odpornych roślin chwytnych był zbliżony do fumigacji chemicznej z zastosowaniem cyjanamidu wapniowego w postaci nawozu wapniowo azotowego (Perlka 1000 kg/ha).

On soils heavy contaminated with *Plasmodiophora brassicae* growing any susceptible crop of brassicae is impossible even using fumigation method involving the use of calcium cyanamide or dazomet.

The satisfactory results suggested that resistant crucifers might effectively reduce numbers of resting spores of *P. brassicae* in soils. The total lack of disease symptoms was achieved when used disinfection calcium cyanamide (Perlka 1000 kg/ha) and sown resistant winter rape cv. Mendel.

Teresa Cegielska-Taras<sup>1</sup>, Laurencja Szala<sup>1</sup>, Katarzyna Sosnowska<sup>1</sup>,  
Wiesława Popławska<sup>1</sup>, Alina Liersch<sup>1</sup>, Jan Bocianowski<sup>2</sup>, Iwona Bartkowiak-Broda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu,

<sup>2</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

**Resynteza *Brassica napus* – nowe możliwości i wyzwania w hodowli rzepaku ozimego**

*Resynthesis of *Brassica napus* – new opportunities and challenges in the breeding of winter oilseed rape*

Resyntetyzowany rzepak (RS) stanowi interesujący materiał dla hodowli mieszańcowej, opartej na wykorzystaniu efektu heterozji. Według wielu doniesień efekt ten wzrasta w przypadku doboru do krzyżowań genetycznie odległych komponentów. Poważnym problemem w bezpośrednim użyciu resyntetyzowanych linii *B. napus* w hodowli mieszańców są: jakość pozyskiwanych z nasion oleju (wysoki poziom kwasu erukowego) i śrutu (wysoka zawartość glukozyolanów), która nie spełnia współczesnych wymogów jakości śrutu z rzepaku podwójnie ulepszanego (pozbawionego kwasu erukowego i o obniżonej zawartości glukozyolanów). Konieczne są więc dodatkowe zabiegi hodowlane przed wprowadzeniem resyntetyzowanego rzepaku do programu hodowli. W prezentowanych badaniach resyntezę *Brassica napus* przeprowadzono krzyżując *B. rapa* ssp. *chinensis* var. *chinensis* (pak choy) i *B. oleracea* ssp. *acephala* var. *sabellica* (jarmuż) przy wyko-

rzystaniu techniki kultury zarodków we wczesnym stadium rozwoju. Kilka uzyskanych linii rzepaku RS krzyżowano z liniami rzepaku ozimego, podwójnie ulepszanego z genem *Rfo* przywracającym płodność linii męskosterylnej w systemie CMS *ogura*. Z mieszańców F<sub>1</sub> otrzymano metodą kultur izolowanych mikrospor populacje androgenicznych roślin (semi-RS). Nasiona uzyskanych linii DH semi-RS z genem restorerem analizowano biochemicznie na zawartość kwasu erukowego i glukozynolanów w nasionach. Z populacji podwojonych haploidów semi-RS z genem *Rfo* wybrano linie, oznaczone: S1, S2, S3 i S4, o jakości rzepaku podwójnie ulepszanego. Badania podobieństwa genetycznego kilku linii RS oraz semi-RS: S1 i S2, wykazały ich odrębność od obecnie hodowanych i uprawianych genotypów tej rośliny. Linie DH semi-RS podwójnie ulepszone z genem *Rfo* zostały wykorzystane do produkcji nowych komponentów w hodowli mieszańcowej rzepaku ozimego.

Resynthesized (RS) oilseed rape (*Brassica napus*) is potentially of great interest for hybrid breeding, since heterosis effects have been reported to be higher in crosses of genetically distant materials. A major problem with the use of resynthesized lines of *B. napus* in hybrid breeding is their quality of seed oil (high level of erucic acid) and seed meal (high glucosinolate content) which do not comply with double low quality oilseed rape. Additional treatments are needed for breeding before the introduction of resynthesized *B. napus* to practice. In this study, resynthesized oilseed rape was obtained through crosses between *B. rapa* ssp. *chinensis* var. *chinensis* (pak choy) and *B. oleracea* ssp. *acephala* var. *sabellica* (curly kale) using the embryo rescue technique. Several resynthesized oilseed rape lines were crossed with double low winter oilseed rape with *Rfo* gene for CMS *ogura*. Populations of large numbers of androgenic plants (semi-RS) were developed from F<sub>1</sub> hybrids by the use of microspores *in vitro* culture method. The seeds of the obtained semi-RS DH lines were analyzed biochemically with regard to double low quality (zero erucic acid and low glucosinolate content) of seeds. Among the populations of the semi-RS DH genotypes with 00-quality and with *Rfo* gene were selected. The study of genetic similarity of selected oilseed rape RS lines and semi-RS lines revealed their separation from now bred and cultivated genotypes of the plant. Currently, the obtained semi-RS DH lines with the *Rfo* gene and double low have been used to produce new components of winter oilseed rape for the development of CMS *ogura* hybrids.

Danuta Babuła-Skowrońska<sup>1</sup>, Agnieszka Ludwików<sup>2</sup>, Anna Olejnik<sup>3</sup>,  
Teresa Cegielska-Taras<sup>3</sup>, Iwona Bartkowiak-Broda<sup>3</sup>, Jan Sadowski<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu,

<sup>2</sup> Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu

<sup>3</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

**Poliploidyzacja, diploidyzacja i dywergencja funkcjonalna homeologów genowych – nowe wyzwania dla programów genetyczno-hodowlanych rzepaku (*Brassica napus* L.)**  
*Polyploidization, diploidization processes and functional divergence of homeologous genes – new challenges for genetic and breeding programs of oilseed rape (*Brassica napus* L.)*

Rzepak ozimy (*Brassica napus* var. *oleifera* L.; amphidiploid genomu AACC) jest gatunkiem szeroko wykorzystywanym gospodarczo jako główne źródło oleju jadalnego

(a także biopaliwa) w Polsce. Podejmowane prace genetyczno-hodowlane zmierzają do wyprowadzania i/lub ulepszania odmian rzepaku pod kątem obniżenia zawartości kwasu erukowego w nasionach, a także odporności na choroby grzybowe i niekorzystne warunki środowiskowe, takie jak susza. Pomimo braku dostępności do pełnej sekwencji genomowej dla rzepaku (obecnie realizowane są programy sekwencjonowania genomów *B. rapa* i *B. oleracea*), coraz więcej wiemy o strukturze jego genomu i genach regulujących procesy komórkowe podczas rozwoju i odpowiedzi na stresy. Nasze dotychczasowe badania wykazały, że wiele genów jest reprezentowanych u rzepaku przez większą liczbę homeologów (wariantów genowych), będących pozostałością po cało-genomowej duplikacji i intensywnej diploidyzacji. Pomimo wysokiej homologii sekwencji, geny te często ujawniają różnice w poziomie ekspresji zwiększając tym samym plastyczność przystosowywania się roślin do niekorzystnych warunków środowiskowych. Stąd też poznanie tła genetycznego danej cechy jest kluczowe dla programów hodowlanych związanych z genetycznym ulepszeniem istniejących już odmian rzepaku i wyprowadzaniem nowych linii. W obecnym projekcie skupiliśmy się na zbadaniu mechanizmów prowadzących do dywergencji funkcjonalnej zduplikowanych kopii genu *ABII* (*ABA Intensitive 1*, kodującego fosfatazę białkową z grupy PP2C). Fosfataza ta jest kluczowym komponentem i negatywnym regulatorem sygnalizacji kwasu abscysynowego (ABA), regulującym wiele ścieżek przekazywania sygnału przez odwrotną fosforylację białek. Zidentyfikowaliśmy i scharakteryzowaliśmy 6 homeologów genu *ABII* w amfidiploidalnym genomie rzepaku. Pomimo wysokiego podobieństwa na poziomie sekwencji nukleotydowej, badane homeologi wykazują zmiany w profilu ekspresji na różnych etapach rozwoju, w cyklu dobowym, w warunkach stresu solnego oraz po traktowaniu egzogennym ABA i H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Wyniki tych badań zostały zweryfikowane w oparciu o analizę aktywności promotorów dla 2 homeologów genu *ABII* wykazujących największe różnice ekspresji na poziomie transkrypcji. Aktywność tych promotorów była wstępnie analizowana w roślinach transgenicznych *A. thaliana* niosących badane promotory zrekombinowane z sekwencjami reporterowymi kodującymi GUS. Monitorowaliśmy aktywność obu promotorów w różnych organach, w odpowiedzi na zranienie, egzogenny ABA i stres suszy. Potwierdziliśmy zróżnicowany wzór indukcji obu genów *BnaABII* w warunkach stresu suszy w ścieżce sygnalizacyjnej zależnej od ABA. Podsumowując, nasze obserwacje wskazują, że podjęcie prac związanych z ukierunkowaną manipulacją genetyczną zmierzającą do precyzyjnego modyfikowania danej cechy u rzepaku wymaga dokładnego poznania jej podłoża genetycznego.

Oilseed rape (*Brassica napus* var. *oleifera* L.; genomes AACC) is widely used as a major sources of edible oil and biofuel in Poland. The main aim of genetic-breeding programs is development oilseed rape varieties to improve the oil content and compositions in seeds, fungal disease resistance and tolerance to unfavorable environmental conditions, such as drought. Although the whole genome sequence for *B. napus* is not available yet (the completed of the *B. rapa* and *B. oleracea* genome sequences), we know a lot about its genome structure and genes controlling the cellular processes under plant development and response to stresses. Our previous study revealed that many genes are represented by multiple homeologous genes (gene variants) in *B. napus*, which are remnant of whole-genome duplication and diploidization events. Despite the high sequence homology, these genes often exhibit significant differences in the expression patterns increasing the plasticity of plant adaptation to changing environmental conditions. Hence, understanding

of the genetic background of the trait is a key for breeding programs associated with genetic improvement of crops and formation of new lines. In the present project we focused on examining of mechanism responsible for functional divergence of duplicated copies of *BnaAB11* gene (*ABA Intensitive 1*, encoding protein phosphatase 2C of the PP2C family) in *B. napus*. It is a key component and repressor of the abscisic acid (ABA) signaling pathway involved in the regulation of multiple signaling pathways through reversible phosphorylation of proteins. We identified and characterized 6 *BnaAB11* homeologous genes in the amphidiploid *B. napus* genome. Despite the high sequence homology, these genes exhibit differences in the expression profiles in different tissues, stages of development, in response to the salt stress, exogenous ABA and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Further, these results were verified using analysis of the promoter activity for 2 selected *BnaAB11* homologue genes with the largest differences in expression patterns. The promoter activity of both homeologs with GUS assays was analyzed in transgenic *A. thaliana*. We monitored activity of both promoters in different organs, in response to wounding, exogenous ABA and drought stress. We confirmed the differentiated induction pattern of both *BnaAB11* genes under drought stress in ABA signaling pathway-manner. In summary, our observations indicate that works connected with the targeted genetic manipulation towards the precise modifying of the trait in *B. napus* require knowledge of its genetic background.

Kamil Demski, Michał Smolarski, Katarzyna Jasieniecka, Antoni Banaś  
Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed w Gdańsku

**Aktywność enzymów typu DGAT i typu PDAT w rozwijających się nasionach rzepaku wysoko- i niskoerukowego**

*DGAT and PDAT activity in developing seeds of high and low erucic acid rapeseed*

*Brassica napus* (rzepak) jest jednym z szerokiego spektrum gatunków roślin, w których triacyloglicerole (TAG) pełnią rolę głównych materiałów zapasowych. Występują one w płatkach kwiatowych, ziarnach pyłku, a przede wszystkim w nasionach. Synteza TAG jest katalizowana przez enzymy związane z błonami endoplazmatycznego retikulum w szeregu reakcji, znanym jako szlak Kennedy'ego. Ostatni etap biosyntezy triacylogliceroli jest katalizowany przez acylotransferazę acyl-CoA:diacyloglicerol (DGAT). Diacyloglicerol jest w tej reakcji akceptorem, natomiast acyl-CoA donorem kwasów tłuszczowych. Niedawno został odkryty alternatywny szlak syntezy TAG. Ostatnia, trzecia grupa acylowa jest w nim przenoszona do diacyloglicerolu z fosfolipidu (np. fosfatydylocholiny). Ta reakcja jest katalizowana przez acylotransferazę fosfolipid:diacyloglicerol (PDAT).

Celem prezentowanych badań było prześledzenie zmian w aktywności enzymów typu DGAT i typu PDAT w rozwijających się nasionach wysoko- i niskoerukowej odmiany rzepaku. Rozwijające się nasiona podzielono na podstawie ich wieku, wielkości, kształtu i koloru na cztery stadia rozwojowe. Z każdego stadium izolowano frakcje mikrosomalne, wykorzystywane później do pomiaru aktywności i specyficzności substratowej enzymów typu DGAT i typu PDAT. Do badań tych wykorzystywano znakowane i nieznakowane substraty. Miarą aktywności badanych enzymów była zaś szybkość syntezy *de novo* TAG w prowadzonych testach. Do pomiaru ilości syntetyzowanych *de novo* triacylogliceroli wykorzystywano chromatografię cienkowarstwową i elektroniczną autoradiografię.

Wykazano, że aktywność enzymów typu DGAT była wyższa od aktywności enzymów typu PDAT we wszystkich stadiach rozwojowych nasion obu badanych odmian rzepaku. Maksimum aktywności DGAT odnotowywano w średnio-późnym okresie rozwojowym (stadium 3) a maksymalną aktywność PDAT w późnym okresie rozwojowym nasion rzepaku (stadium 4). Aktywność DGAT była najwyższa w stosunku do 12:0-CoA jako donora kwasów tłuszczowych spośród wszystkich wykorzystywanych w testach acyl-CoA. Względna aktywność tego typu enzymów pozostawała na relatywnie stałym poziomie, w czasie całego rozwoju nasion rzepaku, w stosunku do trzech z badanych acyl-CoA (12-CoA, 16:0-CoA, 18:1-CoA) natomiast w stosunku do 22:1-CoA podwyższała się w późnych stadiach rozwojowych. Różnice te były bardziej widoczne u odmiany wysoko-erukowej. Sugeruje to istnienie dwu izoform enzymów typu DGAT charakteryzujących się różną specyficznością w stosunku do 22:1-CoA. Specyficzność substratowa enzymów typu PDAT jest obecnie analizowana.

*Brassica napus* (commonly known as rapeseed) is amongst plethora of plant species with triacylglycerols (TAGs) as their major storage materials. TAGs can be found in flower petals, pollen grains, and especially in seeds. Their biosynthesis is catalyzed by membrane-bound enzymes that operate in the endoplasmic reticulum. In these reactions, often referred to as the Kennedy pathway, the last step of triacylglycerol biosynthesis, is catalyzed by acyl-CoA:diacylglycerol acyltransferase (DGAT) utilizing diacylglycerol as fatty acid acceptor and acyl-CoA as fatty acid donor. Recently, another pathway of TAG biosynthesis has been discovered, in which the third acyl group is transferred to diacylglycerol from a phospholipid (like phosphatidylcholine). This reaction is catalyzed by an enzyme called phospholipid:diacylglycerol acyltransferase (PDAT).

Our study aimed at characterizing the activity and substrate specificity of DGAT and PDAT enzymes in the developing seeds of two cultivars of *Brassica napus*, a high and low erucic acid ones. The seeds were grouped into four development stages depending on their colour, shape, size and age, and microsomal fractions from each stage were prepared. The activities and substrate specificity of DGAT and PDAT enzymes were measured in those microsomal fractions. Radioactive and non-radioactive substrates were used in the assays and the rates of *de novo* synthesized TAG *via* DGAT and PDAT action were evaluated. TLC and electronic autoradiography were implied to measure the amount of *de novo* synthesized TAG.

In all developing stages of tested seeds, the DGAT activity was higher than PDAT activity in both studied cultivars. DGAT activity was the highest in middle-late stage of seed development (stage 3) whereas PDAT activity peaked at the late stage of seed development (stage 4). 12:0-CoA proved to be the best donor of the fatty acid for reactions catalyzed by DGAT, from all of the tested acyl-CoA species (12-CoA, 16:0-CoA, 18:1-CoA, 22:1-CoA). While DGAT specificity towards 12-CoA, 16:0-CoA and 18:1-CoA remains relatively constant during the whole period of seed development, specificity of this enzyme towards 22:1-CoA peaked at the late stage of seed development (stage 4). It may suggest the existence of two isoforms of DGAT with different specificity towards 22:1-CoA. These differences in DGAT specificity towards 22:1-CoA at different stages of seed development were more pronounced in the seeds of high erucic acid cultivar compared to low erucic acid cultivar. PDAT substrate specificity is currently studied.

Grażyna Dąbrowska

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska

**Znaczenie metalotionein, bakterii ryzosferowych i grzybów mikoryzowych w obronie rzepaku (*Brassica napus*) przed stresem**

*The significance of metallothioneins and rhizospheric bacteria and mycorrhizal fungi in the defence of the rape (*Brassica napus*) against the stress*

Możliwość egzystencji roślin w danym środowisku, prawidłowy rozwój, wytworzenie nasion i uzyskanie plonu rolniczego zależą w dużej mierze od dostosowania organizmów do zmieniających się warunków środowiska. Badania przeprowadzono na kilku odmianach rzepaku (*Brassica napus*), zarówno na odmianach jarych, jak i ozimych. Rzepak charakteryzuje się szybkim przyrostem biomasy, ponadto zaliczany jest do tzw. hiperakumulatorów, roślin zdolnych do gromadzenia w swoich tkankach wysokich stężeń metali ciężkich. W przeprowadzonych badaniach sklonowano geny metalotionein (*MT*) rzepaku. Wykazano, że endogenne metalotioneiny rzepaku zaangażowane są w tolerancję i proces detoksyfikacji jonów metali ciężkich w tkankach. Analizy *in silico* sekwencji promotorowych genów *MT*, wykazały obecność cis-elementów zaangażowanych w odpowiedź roślin na suszę, niską lub wysoką temperaturę, światło, regulacje rytmu okołodobowego, elicytory grzybowe, metale ciężkie i inne. Metalotioneina *BnMT2* rzepaku ulegała ekspresji w obecności czynników biotycznych (bakterii ryzosferowych) i abiotycznych (metali ciężkich i in.). Wyselekcjonowane szczepy bakteryjne PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria*) stymulowały kiełkowanie i wzrost *B. napus* odmian jarych i ozimych w obecności, jak i przy braku metali ciężkich w podłożu. Ze szczególnymi odmianami rzepaku charakteryzowały się różną wrażliwością na jony Cd, Cu, Pb i Zn. Wytypowanie szczepów bakteryjnych stymulujących kiełkowanie i wzrost rzepaku odmian jarych i ozimych jest pierwszym krokiem w kierunku wytworzenia biopreparatu, który mógłby przyczynić się do przywrócenia bioróżnorodności w agroekosystemach, ograniczenie nawożenia chemicznego w uprawach rzepaku i w pewnym stopniu stanowić o zwiększeniu wydajności upraw. W przyszłości sklonowane i scharakteryzowane sekwencje metalotionein *B. napus*, zwłaszcza *BnMT2* może być wykorzystana do uzyskania roślin transgenicznych o podwyższonej zdolności do gromadzenia jonów metali ciężkich w tkankach.

Wykazano, że inokulacja roślin *B. napus* bakteriami ryzosferowymi oraz ekspresja metalotioneiny typu 2 mogą w istotny sposób przyczyniać się do złagodzenia stresu środowiskowego związanego z występowaniem niekorzystnych warunków środowiskowych, w tym metali ciężkich.

The possibility of plant existence in their environment, normal development, seedling and cropping depend largely on their adaptation to changes of the environment. Several rape (*Brassica napus*) varieties, both spring and winter, were studied. The rape is distinguished by fast increase in biomass, and is the hyperaccumulator, the plant capable to concentrate high levels of metals in their tissues as well. The metallothionein (*MT*) genes were cloned in the study. The experiments showed that the endogenous rape metallothioneins are involved in the heavy metals tolerance and detoxification in the tissues. With *in silico* analyses of the plant promoter *MT* genes, the presence of cis-elements connected with plant response to drought, low or high temperature, light, circadian rhythm regulation, fungi elicitors, heavy metals etc. was showed. The *BnMT2*



metallothionein was expressed in the presence of biotic (rhizobacteria, arbuscular mycorrhizal fungi) and abiotic (heavy metals and others) factors. Selected plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) strains were selected stimulated the sprouting and spring and winter *B. napus* varieties growth with and without heavy metals presence in the substrate. Different rape varieties sensitivity to Cd, Zn, Cu, and Pb ions vary. The selection of the bacteria strains which stimulate the spring and winter rape varieties sprouting and growth is the first step in production of biopreparation which could be used for the restoration the biodiversity of agroecosystems, restrict of chemical fertilization of rape cultures and in some extent to determine increasing the farming productivity. *B. napus* metallothioneins especially *BnMT2* sequences cloned and characterized in the future can be used to obtain transgenic plants of increased capability of concentration heavy metals ions in their tissues. The study showed that inoculation with rhizobacteria strains and expression of the type 2 metallothionein of the *B. napus* may substantially contribute to reduction environmental stress of unfavourable environmental conditions including the heavy metals presence.

Szymon Kubala<sup>1</sup>, Muriel Quinet<sup>3</sup>, Łukasz Wojtyła<sup>1</sup>, Katarzyna Lechowska<sup>1</sup>,  
Arkadiusz Kosmala<sup>2</sup>, Stanley Lutts<sup>3</sup>, Małgorzata Garnczarska<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu

<sup>2</sup> Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu

<sup>3</sup> Université Catholique de Louvain, Belgia

### **Kondycjonowanie jako strategia polepszająca kiełkowanie nasion rzepaku – analizy transkryptomyczne i proteomiczne**

*Improvement of rape (Brassica napus L.) seeds germination by osmopriming: a transcriptomic and proteomic approach*

Kiełkowanie to bardzo dynamiczny i kompleksowy etap w rozwoju ontogenetycznym rośliny obejmujący szereg przemian metabolicznych umożliwiających przejście z fazy magazynowania do fazy mobilizacji materiałów zapasowych. Osmokondycjonowanie to jedna z metod stosowanych w celu zwiększenia zdolności nasion do kiełkowania. Podczas osmokondycjonowania nasiona traktowane są roztworami substancji osmotycznie czynnych takich jak glikol polietylenowy (PEG). Zabieg ten polega na uwodnieniu nasion w ściśle kontrolowanych warunkach w stopniu pozwalającym na zwiększenie ich aktywności metabolicznej, ale niewystarczającym do przebiccia okrywy nasiennej. Osmokondycjonowanie powoduje zmiany zarówno fizyczne, jak i w fizjologii i biochemii nasion, ale wiedza na temat procesów fizjologicznych oraz biochemicznych zaangażowanych w uszlachetnianie nasion poddanych kondycjonowaniu jest nadal fragmentaryczna.

Celem pracy było wytypowanie optymalnej metody osmokondycjonowania nasion rzepaku oraz poznanie molekularnych i fizjologicznych aspektów kondycjonowania odpowiedzialnych za polepszenie parametrów kiełkowania nasion. Przeprowadzono analizę poziomu ekspresji genów (mikromacierze DNA) oraz poziomu akumulacji białek (elektroforeza dwukierunkowa sprzężona z tandemową spektrometrią mas) podczas przełomowych faz osmokondycjonowania (moczenie w roztworze PEG i suszenie), w suchych osmokondycjonowanych nasionach oraz w kiełkujących nasionach poddanych uprzednio osmokondycjonowaniu.

Osmokondycjonowanie zwiększyło wigor nasion rzepaku, co manifestowało się osiągnięciem lepszych parametrów kiełkowania (wzrost tempa kiełkowania, skrócenie czasu T50, zwiększenie procentu skielkowanych nasion, wyrównanie kiełkowania). Ponadto zaobserwowano, że następstwem kondycjonowania jest polepszenie kinetyki pobierania wody podczas kiełkowania nasion.

Analiza transkryptomyczna wykazała, że zabieg osmokondycjonowania powodował zmianę poziomu ekspresji 952 genów. Większość genów wykazywała podwyższony poziom ekspresji zarówno podczas kiełkowania jak i osmokondycjonowania nasion. Podczas moczenia nasion w PEGu obserwowano hamowanie ekspresji genów kodujących białka z grupy LEA (*LEA4-1*, *LEA4-5* i *SMP*), natomiast podczas suszenia geny te ulegały aktywacji. Osmokondycjonowanie indukowało ekspresję genów zaangażowanych w transport wody (*TIP2* i *TIP4.1*). Odnotowano także 20-krotny wzrost poziomu ekspresji genu *TIP2* w trakcie kiełkowania nasion kondycjonowanych. Podczas fazy moczenia nasion w PEGu zaobserwowano spadek mRNA dla genu *ABI5*, którego następstwem była obniżona ekspresja genów *EM1* i *EM6* podczas kiełkowania. Stwierdzono, że zabieg kondycjonowania wpłynął na zmianę ekspresji genów, których produkty zaangażowane są w translację (*eIF-2*, *eIF4E*, *eEF1B*, *eEF2*), modyfikacje potranslacyjne (*HSP90-7* i *HSP70*), modyfikacje ściany komórkowej (*ELP* i *XTH*), podziały komórkowe (*CDC48C*, *MAP65-1* i *MAP70-2*), organizację cytoszkieletu (*TUBG1*, *TUBB1* i *TUBB3*), transkrypcję (czynniki transkrypcyjne należące do rodzin MYB i NAC oraz podrodziny DREB), degradację innych białek (*DEG2*, *FTSH*, *UBP19*, *UBP21*, *UBP 23*, *SAG12*, geny kodujące karboksypeptydazy serynowe *SCPL*) oraz odpowiedź na stres oksydacyjny (*PER13*, *PER21*, *CAT2*, *MSRB1* i *FER1*).

Stosując metodę elektroforezy dwukierunkowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas zidentyfikowano 75 białek, których poziom akumulacji uległ zmianie podczas kluczowych faz osmokondycjonowania oraz kiełkowania osmokondycjonowanych nasion. Większość zidentyfikowanych białek wykazywała wzrost akumulacji podczas kondycjonowania jak i na etapie kiełkowania nasion. Wśród nich znalazły się białka zaangażowane w translację (*eIF4A*, *eIF3* podjednostka K, *eIF6*, *eEF1*), potranslacyjne modyfikacje (*HSP70B*, *HSP17.9*, *HSP22* i *14-3-3*), degradację innych białek (podjednostka alfa proteasomu typu 2-A) oraz odpowiedź na stres oksydacyjny (*POX12*, *Cu/ZnSOD*, *GR* i *DHAR*).

Wyniki analizy transkryptomicznej i proteomicznej wskazują, że wzrost wigoru osmokondycjonowanych nasion może być wynikiem aktywacji procesu syntezy białek, modyfikacji potraslacyjnych i ukierunkowanej proteolizy białek. Ponadto za przyczynę polepszonego kiełkowania kondycjonowanych nasion można uznać podwyższoną ekspresję genów i akumulację białek zaangażowanych w transport wody, modyfikację ściany komórkowej, organizację cytoszkieletu, podziały komórkowe oraz odpowiedź na stres oksydacyjny.

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych MG na podstawie decyzji numer DEC-2011/03/B/NZ9/00068. SK uzyskał stypendium w ramach projektu: „Wsparcie stypendialne dla doktorantów na kierunkach uznanych za strategiczne z punktu widzenia rozwoju Wielkopolski” Poddziałanie 8.2.2. Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, finansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, edycja 2011/2012 oraz 2012/2013. SK uzyskał środki finansowe na przygotowanie rozprawy doktorskiej z Narodowego Centrum Nauki w ramach finansowania stypendium doktorskiego na podstawie decyzji nr DEC-2013/08/T/NZ9/01019. SK jest stypendystą Fundacji Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza.

Seeds germination is the most important stage of plant development. Germination incorporates those events that start with the water uptake by the quiescent dry seed and terminate with the emergence of the embryonic axis, through the structures surrounding it. Osmopriming is one of the method used for improving seed germination. Osmopriming is a pre-sowing treatment that exposes seeds to a low external water potential that allows partial hydration but prevents germination. Polyethylene glycol (PEG) is commonly used as water potential lowering agent. Osmopriming causes changes at physical, physiological and biochemical levels in seeds. Knowledge about the physiological and biochemical processes involved in seeds osmopriming still remains unclear.

The aim of this study consisted in i) identification of priming treatments allowing an improved germination of rape seeds ii) identification of physiological and biochemical parameters involved in such improvement. The transcriptomic (DNA microarray) and proteomic (2D-IEF-PAGE) profiles were investigated during main sub-phases of osmopriming treatment (PEG soaking and drying after soaking), the full osmopriming process and finally the germination after osmopriming to better understand the beneficial effect of osmopriming on seeds germination.

Priming treatment brought beneficial effects on the vigor and viability of seeds which was manifested by improved germination performance (increased germination rate, reduced time taken to 50% germination – T50, increased total germination percentage, greater uniformity of germination. Germination of osmprimed seeds was also associated with better kinetic of water uptake.

Transcriptomic data showed that a total numbers of 952 genes were affected during the main phases of priming and post-priming germination. In general, more genes were up-regulated during osmopriming treatment and post-priming germination. Regarding the different phases of priming, most of genes down-regulated during PEG soaking were affected in opposite way during drying. Among them were genes encoding LEA proteins (*LEA4-1*, *LEA4-5* and *SMP*). In osmoprimed rape seeds two genes encoding tonoplast aquaporins (*TIP4.1* and *TIP2*) were up-regulated. Furthermore, expression of *TIP2* increased approx. 20 fold during post-priming germination. Additionally, our results showed that the *EMI* and *EM6* genes were down-regulated during germination following the down regulation of *ABI5* gene during PEG soaking. Moreover, osmopriming affected genes involved in translation (*eIF-2*, *eIF4E*, *eEF1B*, *eEF2*), posttranslational modification (*HSP90-7* and *HSP70*), cell wall modification (*ELP* and *XTH*), cell division (*CDC48C*, *MAP65-1* and *MAP70-2*), cytoskeletal organization (*TUBG1*, *TUBB1* and *TUBB3*), transcription (MYB's, NAC's and DREB's transcription factors), protein degradation (*DEG2*, *FTSH*, *UBP19*, *UBP21*, *UBP 23*, *SAG12* and *SCPL's* genes) and oxidative stress response (*PER13*, *PER21*, *CAT2*, *MSRB1* and *FER1*).

Proteomic data showed that the abundance of 75 proteins was altered during the crucial phases of osmopriming treatment and post-priming germination. There were more proteins which abundance decreased in response to PEG soaking and seed drying while most of the proteins analysed during complete osmopriming and post-priming germination showed an increase of their abundance during these processes. It was noted that priming altered the accumulation of proteins involved in translation (eIF4A, eIF3 podjednostka K, eIF6, eEF1), posttranslational modification HSP70B, HSP17.9, HSP22 and 14-3-3), protein degradation (proteasome subunit alpha type-2-A) and oxidative stress response (POX12, Cu/ZnSOD, GR and DHAR).

Progress towards germination in primed seeds was associated with an increase in protein synthesis potential, post-translational processing capacity and targeted proteolysis. Higher expression of genes and proteins involved in water transport, cell wall modification, cytoskeletal organization and cell division was also linked to the advanced germination of primed seeds. Moreover, improved germination of primed seeds was associated with higher genes expression and abundance of proteins involved in the management of oxidative stress during post-priming germination.

This work was supported by grant no. 2011/03/B/NZ9/00068 from the National Science Centre given to MG. SK is grateful to the Greater Poland Province Employment Office and European Social Fund for their financial support for the best PhD students in PO KL 8.2.2. program editions: 2011/2012 and 2012/2013. SK obtained financial support for preparing PhD's dissertation from the National Science Center allocated on the basis of the decision DEC-2013/08/T/NZ9/01019. SK is a scholarship holder of The Adam Mickiewicz University Foundation in Poznan in 2013/2014.

Aleksandra Szydłowska-Czerniak

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii

**Porównanie ekstrakcji wspomagananej ultradźwiękami z tradycyjną ekstrakcją ciało stałe-ciecz całkowitej zawartości antyoksydantów z nasion rzepaku**

*Comparison of ultrasound-assisted extraction with conventional solid-liquid extraction of total antioxidants from rapeseed varieties*

Ostatnio, nowoczesne techniki ekstrakcyjne, takie jak ekstrakcja enzymatyczna (EAE), ekstrakcja rozpuszczalnikiem wspomagana promieniowaniem mikrofalowym (MAE) lub ultradźwiękami (UAE), ekstrakcja za pomocą płynu w stanie nadkrytycznym (SFE) oraz ekstrakcja ciśnieniowa rozpuszczalnikiem (PLE) znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym do pozyskiwania związków biologicznie czynnych o właściwościach antyoksydacyjnych ze względu na rosnące zapotrzebowanie na przyjazne dla środowiska metody przygotowania próby do analizy. Spośród nich ekstrakcja wspomagana ultradźwiękami (UAE) jest najtańszą techniką niewymagającą skomplikowanej aparatury.

Ponadto, ekstrakcja ultradźwiękowa jest uznawana za skuteczną technikę, która znacznie skraca czas przygotowania ekstraktów jednocześnie podnosząc ich jakość.

W związku z tym, zastosowano ekstrakcję ultradźwiękową i klasyczną ekstrakcję ciecz-ciało stałe do przygotowania prób dwóch odmian (ozimej i jarej) nasion rzepaku w celu oznaczenia ich aktywności przeciwutleniającej. Aktywność przeciwutleniającą otrzymanych ekstraktów oznaczono pięcioma metodami analitycznymi: FRAP (metoda oznaczania zdolności redukcji jonów żelaza), CUPRAC (metoda oznaczania zdolności redukcji jonów miedzi), DPPH (z zastosowaniem odczynnika 2,2'-difenylo-1-pikrylohydrazylu), ABTS (z zastosowaniem odczynnika 2,2'-azynobis-3-etylobenzotiazolino-6-sulfonianu) oraz FC (z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu). Średnie wartości aktywności przeciwutleniającej badanych ekstraktów nasion rzepaku mieszczą się w przedziałach: 4206–10029  $\mu\text{mol Trolox (TE)}/100\text{ g}$ , 7816–10608  $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ , 8108–51586  $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ , 22479–43129  $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$  and 10085–17038  $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$  odpowiednio dla metod FRAP, CUPRAC, DPPH, ABTS i FC.

Ponadto, istnieją dodatnie korelacje pomiędzy aktywnościami antyoksydacyjnymi wszystkich badanych ekstraktów rzepaku oznaczonymi za pomocą pięciu proponowanych metod analitycznych ( $r=0,3158-0,9912$ ). Wyniki analizy głównych składowych (PCA) i hierarchicznej analizy skupień (HCA) wskazują na istotne różnice między potencjałami przeciwutleniającymi prób nasion rzepaku ekstrahowanych różnymi technikami. Analiza chemometryczna wykazała, że ekstrakty uzyskane po 18 min traktowania ultradźwiękami cechują się maksymalną zdolnością antyoksydacyjną. Ekstrakcja ultradźwiękowa jest bardzo użyteczną, skuteczną i szybką techniką przygotowania prób nasion olejnych do oznaczenia aktywności przeciwutleniającej różnymi metodami analitycznymi.

*Autorka dziękuje Ministerstwu Nauki i Szkolnictwa Wyższego za finansowanie badań – grant nr N N312 465740, ID: 99464.*

Recently, new eco-friendly antioxidants extraction techniques such as enzyme-assisted extraction (EAE), microwave-assisted extraction (MAE), ultrasound-assisted extraction (UAE), supercritical fluid extraction (SFE) and pressurized liquid extraction (PLE) have been successfully used in food applications for extraction of bioactive compounds. Among these, ultrasound-assisted extraction (UAE) is the cheapest technique and has the lowest instrumental requirements. Moreover, UAE is recognized as an efficient extraction technique that reduces working times, increasing often the quality of the extracts.

Therefore, UAE and conventional solid-liquid extraction were applied to extract total antioxidants from two (winter and spring) rapeseed varieties. The antioxidant capacity of winter and spring rapeseed cultivars were determined by five different analytical methods: ferric reducing antioxidant power (FRAP), cupric reducing antioxidant capacity (CUPRAC), 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-azinobis-3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) and Folin-Ciocalteu reducing capacity (FC). The average antioxidant capacities of the studied rapeseed cultivars ranged between 4206–10029  $\mu\text{mol}$  Trolox (TE)/100 g, 7816–10608  $\mu\text{mol}$  TE/100 g, 8108–51586  $\mu\text{mol}$  TE/100 g, 22479–43129  $\mu\text{mol}$  TE/100 g and 10085–17038  $\mu\text{mol}$  TE/100 g for FRAP, CUPRAC, DPPH ABTS and FC methods, respectively. There are positive correlations between antioxidant capacities of all studied rapeseed extracts determined by five analytical methods ( $r=0.3158-0.9912$ ). Results of the principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) indicate that there are differences between the total amounts of antioxidants in rapeseed samples extracted by different extraction techniques. The chemometric analyses demonstrated that rapeseed extracts obtained after 18 min of ultrasound-assisted extraction revealed the highest antioxidant capacities. The UAE is a very useful, efficient and rapid technique of oilseed samples preparation for determination of antioxidant capacities by different analytical methods.

*Author wishes to thank Polish Ministry of Science and Higher Education for the financial support: Grant No. N N312 465740.*

Wojciech Budzyński, Anna Hłasko-Nasalska

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Skutki porażenia rzepaku przez *Plasmodiophora brassicae* (Wor.) w zależności od odmiany i terminu siewu**

*The effects of variety and sowing time on infection of rapeseed roots by Plasmodiophora brassicae (Wor.)*

Na północy kraju kiła kapusty występuje już prawie na 50% pól przeznaczonych pod rzepak, stając się dużym problemem gospodarczym. Znaczna część producentów nadal lokalizuje w takich siedliskach uprawę rzezonego gatunku. Niniejsze badania przeprowadzono w warunkach występowania tego czynnika chorobotwórczego w glebie. Ich celem było określenie reakcji mierzonej zróżnicowaniem dynamiki wzrostu, stopniem porażenia przez patogena, zimowaniem i plonowaniem odmian wrażliwych oraz tzw. odpornych na niektóre patotypy *P. brassicae*, w warunkach zróżnicowanego terminu siewu.

Dwuletnie wyniki ścisłego eksperymentu polowego (2011/12–2012/13) dotyczą dwu zmiennych: odmian rzepaku – Sherlock (populacyjna), SY Kolumb (mieszkańcowa), Alister (mieszkańcowa, odporna), Mendel (mieszkańcowa, odporna) oraz terminu siewu – optymalnego w regionie uprawy, czyli 17 sierpnia oraz opóźnionego o 10 dni. Przedplonem była pszenica, przedprzedplonem – rzepak ozimy. Stosowano 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 110 kg K<sub>2</sub>O oraz 180 kg N·ha<sup>-1</sup>. Do regulacji występowania agrofagów użyto następujących środków: mieszaniny chinomeraku z metazachlorem (Butisan Star); chloropiryfosu (Dursban), tiachloprydu z deltametryną (Proteus), lambda cyhalotryny (Karate Zeon) oraz dimoksystrybiny i boskalidu (Pictor), etofenproksu (Trebon), a także difenkonazolu z paklobutrazolem (Toprex). Aplikowano wiosną Asahi (3 s.a. z grupy nitrofenoli) biostymulator. Nasiona zebrano dwuetapowo.

Tabela 1. Przezimowanie (% roślin) rzepaku

Cykl wegetacji	Termin siewu <sup>b</sup>	Odmiana <sup>a</sup>				Średnio	NIR (P = 0,05)
		Sherlock	SY Kolumb	Alister	Mendel		
2011/2012	I – 17.08.	3	5	77	65	37,5	a = 17 a × b = 12
	II – 27.08.	58	57	66	63	61	
	$\bar{x}$	30,5	31	71,5	64	–	
2012/2013	I	74	82	91	88	83	a × b = 10
	II	84	94	91	92	90	
	$\bar{x}$	78	89	91	90	–	
Średnio z 2 lat	I	38	43	84	76	60	a = 22
	II	71	75	78	77	75	b = 15
	$\bar{x}$	54	59	81	76	–	a × b = 10

Okresy wegetacji letnio-jesiennej charakteryzowały się bardzo dużą (2011) lub dużą (2012) sumą opadów, szczególnie przy wczesnym siewie (195, 161 mm). Masa rozet uformowanych przed spoczynkiem zimowym była duża. Łan liści przekroczył 20 cm wysokości przy stosunkowo niskim wyniesieniu stożków wzrostu (36–43 mm) roślin. Siew

opóźniony o 10 dni (27 sierpnia) powodował istotne zmniejszenie wartości liczbowych zasadniczych cech pokroju rozety.

Rośliny silniej wybujałe, szczególnie odmian nieodpornych na czynnik chorobotwórczy były w większym stopniu (27–30%) przez niego porażane. Dotyczy to szczególnie pierwszej jesieni (2011). W zasiewie form Alister i Mendel procent roślin z naroślami na korzeniu (5–10%) był stały i wydaje się, że dotyczył wyłącznie samosiewów.

Zima 2011/12 w Bałcynach, w styczniu i lutym, charakteryzowała się pokrywą śnieżną o grubości 17–20 cm, co uchroniło rzepak przed skutkami krótkotrwałych, lecz dużych ( $-29^{\circ}\text{C}$ ) spadków temperatury w lutym. Rzepak wymarzał tylko w obiektach wczesnego siewu odmian Sherlock i SY Kolumb, a więc w tych z roślinami najsilniej porażonymi przez pierwotniaka chorobotwórczego. Było to przemarznięcie bardzo regularne, trzy-powtórzeniowe, pozostały pojedyncze egzemplarze roślin. Na pozostałych obiektach pozostało 34–43 rośliny na  $1\text{ m}^2$  w dobrym rozłożeniu na powierzchni poletek. Zima drugiego cyklu była łagodna. Przechowało 74–94% roślin, nieznacznie korzystniej w zasiewie 27 sierpnia (Sherlock i Kolumb). Obsada po zimie wynosiła 40–50 roślin-na  $1\text{ m}^2$ .

Tabela 2. Udział w łanie (%) roślin rzepaku z naroślami kiły kapusty na korzeniach (średnia z 2 lat)

Termin siewu <sup>b</sup>	Odmiana <sup>a</sup>				Średnio	NIR (P = 0,05)
	Sherlock	SY Kolumb	Alister	Mendel		
Przed zahamowaniem wegetacji						
I	28,7	21,2	6,2	7,5	15,9	a = 6,8
II	21,2	15,0	6,2	7,5	12,5	b = 3,4
$\bar{x}$	24,9	18,1	6,2	7,5	–	a × b = 6,0
Bezpośrednio przed zbiorem						
I	(71,6)	(68,3)	4,6	4,1	37,1	a = 8,6
II	50,0	47,5	2,5	5,1	26,2	a × b = 7,5
$\bar{x}$	60,8	57,9	3,5	4,6	–	

Wegetacja wiosenna w 2012 r. przebiegała w warunkach korzystniejszego uwilgotnienia (298 mm opadu) niż w roku następnym (110 mm). Rzepak w drugim cyklu badań o sumie opadów w czasie spoczynku zimowego na poziomie 100 mm i w czasie wegetacji wiosennej (= 110 mm) ujawnił w większym stopniu swój potencjał plonotwórczy niż w obfitującym w opady roku 2012. Potencjał ten był większy na obiektach z wcześniejszym terminem siewu.

W czasie wegetacji wiosennej nie obserwowano statystycznie istotnego zróżnicowania w liczbie łuszczyń na roślinie, a także liczbie nasion w łuszczyńce badanych odmian, zarówno odpornych, jak i nieodpornych na *P. brassicae*. Termin siewu w wartościach średnich z 2 lat nie wpływał różnicująco na obsadę roślin oraz liczbę nasion w łuszczyńce. Wystąpiło współdziałanie lat z terminem siewu w układzie wartości tych cech. Zastosowane czynniki zmienne silnie wpływały na masę 1000 nasion rzepaku. Był to wpływ powtarzalny w latach. W ujęciu wyników średnich z dwu lat należy odnotować największą wartość tej cechy u odmian Sherlock (populacyjna) i statystycznie niższą u formy Mendel, a także Alister (odporne). Rzepak z siewu 27 sierpnia zwiększał masę 1000 nasion w stosunku do siewu o 10 dni wcześniejszego.

Tabela 3. Plon nasion ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Cykl wegetacji	Termin siewu <sup>b</sup>	Odmiana <sup>a</sup>				Średnio	NIR ( $P = 0,05$ )
		Sherlock	SY Kolumb	Alister	Mendel		
2011/2012	I – 17.08.	0	0	2,75	1,73	(2,24)	a = 0,20
	II – 27.08.	2,95	3,59	3,42	2,93	3,22	b = 0,20
	$\bar{x}$	(2,95)	(3,59)	3,08	2,33	–	a × b = 0,29
2012/2013	I	3,82	4,31	5,66	4,97	4,69	a = 0,40
	II	5,27	5,68	6,01	5,67	5,66	b = 0,28
	$\bar{x}$	4,54	4,99	5,83	5,32	–	a × b = 0,57
Średnio z 2 lat	I	(3,82)	(4,31)	4,20	3,35	(3,46)	a = 0,40
	II	4,11	4,63	4,71	4,30	4,44	b = 0,20
	$\bar{x}$	3,96	4,47	4,45	3,82	–	a × b = 0,20

Objawy kiły na częściach nadziemnych roślin w czasie wegetacji wiosennej, jakkolwiek występowały, nie miały silnego charakteru (głównie tzw. przywędnięcie). Na korzeniach różnice były większe. U form Sherlock i Kolumb narażona występowały na części podziemnej u ~60% roślin. U odmian odpornych udział porażenia nie wzrósł w stosunku do jesiennego i wg naszej oceny dotyczył samosiewów.

Plon nasion był zróżnicowany w latach. W pierwszym cyklu badań nie uzyskano nasion odmian Sherlock i Kolumb wysianych 17 sierpnia (rośliny wymarzały). Plon odmian odpornych, choć statystycznie mniejszy, okazał się niezagrożony. Odmiany te plonowały obficie kiedy wysiewano je w drugim terminie, a różnica ta wynosiła aż 1 Mg nasion. W tym roku, o obfitych opadach jesienią i wiosną, największy plon zapewniała odmiana Kolumb, a z odpornych – Alister. W drugim cyklu badań odmiany Alister i Mendel zapewniały plon statystycznie istotnie większy niż populacyjna odmiana Sherlock i mieszańcowa odmiana Kolumb. Znamienne, że późniejszy siew, w tym cyklu powodował wzrost plonu u wszystkich odmian, lecz szczególnie duży u form nieodpornych.

Reasumując należy stwierdzić: odmiany Alister i Mendel – odporne na niektóre patotypy *P. brassicae* – zapewniały w warunkach występowania czynnika chorobotwórczego w glebie i dużej ilości opadów w czasie wegetacji przedzimowej – dostateczną zimotrwałość i wierność plonowania. Formy nieodporne w identycznych warunkach wymarzały. W roku o łagodnej zimie plony odmiany Alister i odmiany Mendel były obfitsze niż odmiany Sherlock i odmiany Kolumb. Wczesny termin siewu w warunkach zanieczyszczenia gleby zarodnikami przetrwalnikowymi kiły zwiększał stopień porażenia roślin, obniżał zimowanie i plon nasion obu typów odmian.

In northern Poland, clubroot infects nearly 50% of rapeseed fields, causing significant crop losses. Nevertheless, many producers continue to grow rapeseed in the infested area. In the present study, clubroot spores were found in the soil at the experimental site. The aim of the study was to determine the responses of rapeseed varieties sensitive to *P. brassicae* and resistant to selected *P. brassicae* pathotypes, at different planting dates. The responses were evaluated based on the growth rate and winter survival rates of plants, seed yield, and clubroot severity.



A two-year (2011/2012–2012/2013) field experiment was performed with two variables: rapeseed variety – Sherlock (open-pollinated variety), SY Kolumb (hybrid variety), Alister (resistant hybrid variety) and Mendel (resistant hybrid variety); sowing time – optimal (17 August) and delayed by 10 days (27 August). Wheat was grown as a forecrop, and winter rapeseed – as a fore-forecrop. Fertilization rates were 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 110 kg K<sub>2</sub>O and 180 kg N·ha<sup>-1</sup>. Pathogens, pests, insects and weeds were controlled with the use of the following crop protection chemicals: a mixture of quinmerac and metazachlor (Butisan Star), chlorpyrifos (Dursban), a mixture of thiacloprid and deltamethrin (Proteus), lambda-cyhalothrin (Karate Zeon), a mixture of dimoxystrobin and boscalid (Pictor), etofenprox (Trebbon), a mixture of difenoconazole and paclobutrazol (Toprex). The growth promoter Asahi (three nitrophenolic compounds as active ingredients) was applied in spring. Rapeseed seeds were harvested at two stages.

Table 1. Winter survival of rapeseed (% plants)

Cycle of vegetation	Sowing data <sup>b</sup>	Variety <sup>a</sup>				Mean	LSD (P = 0,05)
		Sherlock	SY Kolumb	Alister	Mendel		
2011/2012	I – 17.08.	3	5	77	65	37,5	a = 17 a × b = 12
	II – 27.08.	58	57	66	63	61	
	$\bar{x}$	30,5	31	71,5	64	–	
2012/2013	I	74	82	91	88	83	a × b = 10
	II	84	94	91	92	90	
	$\bar{x}$	78	89	91	90	–	
Mean	I	38	43	84	76	60	a = 22
	II	71	75	78	77	75	b = 15
	$\bar{x}$	54	59	81	76	–	a × b = 10

The summer-fall growing seasons were characterized by very high (2011) and high (2012) rainfall totals, in particular at early sowing (195 and 161 mm, respectively). The biomass of rosettes established before winter dormancy was high. Leaf canopy exceeded 20 cm in height, although the growing point of the plants remained at 36–43 mm. Sowing delayed by 10 days (27 August) contributed to a significant decrease in the values of the biometric parameters of rosettes.

Clubroot incidence and severity were higher in taller plants of sensitive varieties (27–30%), particularly in the fall of 2011. The percentage of affected plants of var. Alister and Mendel, with galls on the roots, remained constant (5–10%), and infection symptoms were observed only on self-sown plants.

In January and February of 2012, snow cover thickness in Bałcyny (NE Poland) reached 17–20 cm, which protected rapeseed plants against short-term, but significant drops in temperature (-29°C) noted in February. Only early-sown rapeseed plants of var. Sherlock and SY Kolumb (most severely affected by the pathogenic protozoan) were frost-killed. Regular, three-stage freezing was observed, and only a few plants managed to survive the winter. In the remaining treatments, the number of plants that were successfully overwintered ranged from 34 to 43 per m<sup>2</sup>, and they were evenly distributed across the plots. The winter of 2012/2013 was mild. Winter survival rates reached 74–94%, and they were slightly higher in plants grown from seeds sown on 27 August (var. Sherlock and Kolumb). Plant density after winter was 40–50 plants per m<sup>2</sup>.

Table 2. Percentage of plants infected by clubroot (mean)

Sowing data <sup>b</sup>	Variety <sup>a</sup>				Mean	LSD (P = 0,05)
	Sherlock	SY Kolumb	Alister	Mendel		
Before the Winter-time						
I	28,7	21,2	6,2	7,5	15,9	a = 6,8
II	21,2	15,0	6,2	7,5	12,5	b = 3,4
$\bar{x}$	24,9	18,1	6,2	7,5	–	a × b = 6,0
Before the harvest						
I	(71,6)	(68,3)	4,6	4,1	37,1	a = 8,6
II	50,0	47,5	2,5	5,1	26,2	a × b = 7,5
$\bar{x}$	60,8	57,9	3,5	4,6	–	

The spring growing season of 2012 was characterized by more favorable moisture conditions (298 mm rainfall) than the growing season of 2013 (110 mm). Rapeseed varieties exhibited increased yield potential in the second annual cycle of the experiment, with precipitation totals of 100 mm and 110 during winter dormancy and spring growth, respectively, as compared with the wet year of 2012. Early sowing contributed to a higher yield potential.

Over the spring growing season, no significant differences were noted in the number of siliques per plant and the number of seeds per silique between the rapeseed varieties sensitive and resistant to *P. brassicae*. Sowing dates had no significant effect on plant density and the number of seeds per silique (means of two years). An interaction of the years and sowing dates was noted for the above traits. Thousand kernel weight (TKW) was considerably affected by the experimental factors, and their effects were observed in all years of the study. The open-pollinated variety Sherlock was characterized by the highest TKW. Significantly lower TKW values were reported in resistant varieties Mendel and Alister (means of two years). TKW was higher in rapeseed plants grown from seeds sown on 27 August, compared with plants grown from seeds sown 10 days earlier.

Table 3. Seeds yield (t·ha<sup>-1</sup>)

Cycle of vegetation	Sowing data <sup>b</sup>	Variety <sup>a</sup>				Mean	LSD (P = 0,05)
		Sherlock	SY Kolumb	Alister	Mendel		
2011/2012	I – 17.08.	0	0	2,75	1,73	(2,24)	a = 0,20
	II – 27.08.	2,95	3,59	3,42	2,93	3,22	b = 0,20
	$\bar{x}$	(2,95)	(3,59)	3,08	2,33	–	a × b = 0,29
2012/2013	I	3,82	4,31	5,66	4,97	4,69	a = 0,40
	II	5,27	5,68	6,01	5,67	5,66	b = 0,28
	$\bar{x}$	4,54	4,99	5,83	5,32	–	a × b = 0,57
Mean	I	(3,82)	(4,31)	4,20	3,35	(3,46)	a = 0,40
	II	4,11	4,63	4,71	4,30	4,44	b = 0,20
	$\bar{x}$	3,96	4,47	4,45	3,82	–	a × b = 0,20

During the spring growing season, the symptoms of clubroot were weak on the aboveground parts of plants, and appeared mostly as wilting. Clubroot developed more extensively on the roots, and greater differences were observed between the analyzed varieties. The formation of galls on the roots was noted in approximately 60% of plants of var. Sherlock and Kolumb. In resistant varieties, infections rates did not increase in comparison with those determined in the fall, and disease symptoms were observed only on self-sown plants.

Seed yield varied between years. In the first annual cycle of the experiment, seeds were not harvested from plants of var. Sherlock and Kolumb grown from seeds sown on 17 August due to frost damage. The seed yield of resistant varieties was significantly lower, but the crops were not threatened by clubroot. Resistant varieties provided higher yields when seeds were sown on 27 August, and the noted difference reached 1 Mg of seeds. In 2012, with heavy rainfalls in the spring and fall, the hybrid variety Kolumb and the resistant variety Alister produced the highest yields. In 2013, var. Alister and Mendel provided significantly higher yields than the open-pollinated variety Sherlock and the hybrid variety Kolumb. In the 2012/2013 annual cycle, delayed sowing resulted in yield increase in all varieties, in particular in sensitive ones.

It can be concluded that var. Alister and Mendel, which are resistant to selected pathotypes of *P. brassicae*, were characterized by satisfactory winter survival rates and yield stability when exposed to the soil-borne pathogen and heavy rainfalls in the pre-winter period. Non-resistant varieties, grown under identical conditions, did not survive the winter. Following the mild winter of 2012/2013, var. Alister and Mendel provided higher yields than var. Sherlock and Kolumb. Under conditions of soil contamination with clubroot spores, early sowing contributed to higher incidence and severity of the disease, and to a decrease in winter survival rates and seed yield in both resistant and sensitive rapeseed varieties.

Krzysztof Jankowski, Wojciech Budzyński, Łukasz Kijewski  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

### **Wielokryteriowa ocena wartości przedplonowej taksonów oleistych dla pszenicy ozimej**

*Multi-criteria evaluation of the forecrop quality of selected oilseed plants grown before winter wheat*

Wyniki prezentowane w niniejszej pracy pochodzą z dwóch ścisłych doświadczeń polowych; bezpośredniego pomiaru nakładów i wydajności poszczególnych operacji technologicznych na polach produkcyjnych wykonanych przy użyciu techniki niepoletkowej oraz z oceny jakościowej surowca roślinnego. Celem badań była wielokryteriowa ocena wartości przedplonowej roślin oleistych (rzepak ozimy, rzepak jary, gorczyca biała, gorczyca sarepska) uwzględniająca produktywność, potencjał energetyczny oraz ich wartość przedplonową dla pszenicy ozimej – uprawianej jako rośliny następczej. Ostatnim (czwartym kryterium oceny) była analiza ekonomiczna produkcji ziarna pszenicy uprawianej po różnych roślinach oleistych. Wielokryteriową ocenę wartości przedplonowej roślin oleistych przeprowadzono wykorzystując 125 wskaźników analitycznych.

W celu realizacji powyższych założeń przeprowadzono dwa 3-letnie ścisłe doświadczenia polowe. W doświadczeniu pierwszym (2005–2008) oceniono produktywność, potencjał energetyczny oraz wartość nawozową resztek pozbiorowych wybranych jedno- i dwuletnich taksonów oleistych. W doświadczeniu drugim (2006–2009) – zakładanym corocznie w miejscu doświadczenia pierwszego – oceniono wpływ uprawy roślin oleistych na plon oraz jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej uprawianej w technologii standardowej oraz oszczędnej.

#### ***Analiza produktywności jednorocznych taksonów oleistych***

Spośród roślin oleistych rzepak ozimy odznaczał się najwyższą wydajnością nasion ( $5,40 \text{ Mg} \cdot \text{h}^{-1}$ ). Następne, w kolejności zmniejszającej się plenności, były: gorczyca biała (38% plonu nasion rzepaku ozimego), rzepak jary (22%) i gorczyca sarepska (12%). Najwięcej tłuszczu surowego w nasionach gromadził rzepak ozimy ( $406 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) oraz jary ( $383 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Spośród badanych roślin oleistych nasiona rzepaku ozimego zawierały najmniejszą ilość białka ( $199 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  s.m.). Koncentracja tego składnika w nasionach pozostałych roślin oleistych była o 33–44% większa. Spośród masy pozbiorowej roślin oleistych największą zawartością glukozyolanów charakteryzowały się wytloki ( $11,2\text{--}118,6 \text{ } \mu\text{M} \cdot \text{g}^{-1}$  s.m.), średnią – korzenie ( $0,06\text{--}2,61 \text{ } \mu\text{M} \cdot \text{g}^{-1}$  s.m.), zaś najmniejszą – słoma ( $0,0\text{--}0,7 \text{ } \mu\text{M} \cdot \text{g}^{-1}$  s.m.). Resztki poźniwne (korzenie i ściern) rzepaku zawierały średnio 5-krotnie więcej glukozyolanów niż gorzyc. Z kolei koncentracja glukozyolanów w wytlókach gorzyc była 4- (biała) i 6-krotnie (sarepska) wyższa niż rzepaku.

#### ***Analiza potencjału energetycznego jednorocznych taksonów oleistych***

Nakłady energii skumulowanej poniesione na uprawę 1 ha rzepaku ozimego wynosiły  $29,3\text{--}34,0 \text{ GJ}$ . Przewyższały one od 65% do ponad 2-krotnie nakłady energii skumulowanej ponoszone na agrotechnikę jarych roślin oleistych. Największy wolumen energii zawartej w plonie tłuszczu ( $56,0 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), wytlóków ( $69,5 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) oraz słomy ( $185,0 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) uzyskano z uprawy rzepaku ozimego. Z łącznej ilości energii zakumulowanej w biomasie tego gatunku ok. 18% może być wykorzystane przez przemysł petrochemiczny lub spożywczy (olej), 22% przez przemysł paszowy (wytłoki) i 60% przez ciepłownictwo (słoma). Potencjał energetyczny zawarty w biomasie jarych roślin oleistych był mniejszy: u gorzycy białej o 48%, rzepaku jarego o 55% i gorzycy sarepskiej o 61%. Wskaźnik efektywności energetycznej, w odniesieniu do plonu nasion, przyjmował najkorzystniejsze wartości u rzepaku ozimego ( $4,2\text{--}4,9$ ). Następne, w kolejności zmniejszającej się sprawności energetycznej procesu produkcji, były technologie uprawy: gorzycy białej ( $2,2\text{--}3,0$ ), rzepaku jarego ( $1,9$ ) i gorzycy sarepskiej ( $1,2$ ).

#### ***Analiza wartości przedplonowej jednorocznych taksonów oleistych dla pszenicy ozimej***

Największą masę resztek pozbiorowych uwzględniającą korzenie oraz słomę uzyskano z uprawy rzepaku ozimego ( $14,0 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$  s.m.). Gatunek ten przewyższał biomasę resztki pozbiorowe rzepaku jarego o 43%, gorzycy białej o 72%, gorzycy sarepskiej oraz pszenicy ozimej – ponad 2-krotnie. W biomasie resztek pozbiorowych największy (ok.  $538 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) ładunek makroskładników (N, P, K, Ca, Mg, S) akumulował rzepak ozimy. Ilość makropierwiastków zgromadzona w resztkach pozbiorowych jarych roślin oleistych stanowiła 38–65% ładunku nagromadzonego w biomasie rzepaku ozimego. Resztki pozbiorowe pszenicy ozimej były najuboższym źródłem makroskładników dla gleby. Gorczyca biała oraz rzepak ozimy akumulowały w całkowitej biomasie pozbiorowej (korzenie i słoma) największy ładunek mikropierwiastków (Cu, Zn, Mn), sięgający

odpowiednio 508 i 448 g·ha<sup>-1</sup>. Ilość mikroprzewodników zgromadzona w biomacie pozbiorowej pozostałych gatunków była o ok. 8–26% mniejsza.

Pszenica ozima plonowała najniżej w uprawie po sobie (7,42–7,46 Mg·ha<sup>-1</sup>). Plon ziarna pszenicy ozimej uprawianej po przedplonach oleistych był od 6% do 25% wyższy niż uprawianej w 2-letniej monokulturze. Spośród roślin oleistych najlepszym przedplonem dla pszenicy były: rzepak ozimy i gorczyca biała. Nie udowodniono związku pomiędzy sposobem zagospodarowania resztek pozbiorowych przedplonu (przyoranie resztek korzeniowych ze słomą lub bez słomy) a plonowaniem rośliny następczej (pszenicy ozimej).

Ziarno pszenicy ozimej uprawianej po roślinach oleistych charakteryzowało się korzystniejszymi parametrami jakościowymi niż uprawianej w 2-letniej monokulturze. Warto dodać, iż w sezonach wegetacyjnych niesprzyjających uzyskaniu wysokiej wartości technologicznej ziarna uzyskanie surowca spełniającego wymagania jakościowe stawiane pszenicy chlebowej było możliwe tylko wtedy, gdy uprawiano ją po rzepaku ozimym. W sezonie sprzyjającym rozwojowi pszenic chlebowych wyprodukowanie ziarna spełniającego wymogi przetwórstwa spożywczego nie było bezwzględne. Produkcja oszczędna (niskonakładowa) ziarna pszenicy ozimej pozwalała na uzyskanie dobrej jakości surowca technologicznego (grupa B) tylko i wyłącznie w stanowisku po rzepaku ozimym. W uprawie pszenicy ozimej po innych przedplonach uzyskanie wysokiej jakości surowca (spełniającego wymagania jakościowe stawiane odmianom chlebowym) było możliwe tylko po intensyfikacji procesu produkcji (zwiększeniu o 60 kg·ha<sup>-1</sup> dawki azotu oraz 2-krotnego zastosowania fungicydów). Generalnie, intensyfikacja technologii produkcji zawsze poprawiała wartość przemiałową i wypiekową ziarna oraz cechy reologiczne ciasta.

#### ***Analiza opłacalności produkcji ziarna pszenicy ozimej uprawianej po roślinach oleistych***

Wykorzystanie w nawożeniu pszenicy ozimej słomy roślin przedplonowych nie było uzasadnione ekonomicznie. Uwzględnione w analizie ekonomicznej wskaźniki przyjmowały najkorzystniejsze wartości w przypadku uprawy pszenicy po przedplonie, którego całą pozbiorową biomasa zebrano z pola. Uprawa pszenicy ozimej po roślinach oleistych była od 36% (technologia średniointensywna) do nawet 62% (technologia niskonakładowa) bardziej opłacalna niż uprawa w krótkotrwałej monokulturze (2 lata). Najwyższy dochód uzyskano z uprawy pszenicy ozimej w czlonie zmianowania z rzepakiem ozimym i gorczyką białą. Warto dodać, iż wzrost poziomu intensywności technologii produkcji ziarna pszenicy ozimej był uzasadniony ekonomicznie, gdyż powodował zwiększenie dochodu rolniczego netto uzyskanego z 1 pola zmianowania o ok. 2–10%.

This study analyzes the results of two field experiments involving direct measurements of production inputs and the effectiveness of technological processes, and a qualitative evaluation of plant material. The objective of the study was to perform a multi-criteria evaluation of the forecrop quality of oilseed plants (winter rapeseed, spring rapeseed, white mustard, Indian mustard) based on their productivity, energy yield and forecrop quality for winter wheat grown as a successive crop. The last evaluation criterion was the profitability of wheat grain production, determined for winter wheat grown after various oilseed plants. The multi-criteria evaluation of the forecrop quality of oilseed plants was based on 125 analytical indicators.

Two three-year field experiments were conducted. The productivity, energy yield and fertilizing value of postharvest residues of selected annual oilseed plants were assessed in

experiment 1 (2005–2008). Experiment 2 (2006–2009), set up annually at the site of experiment 1, evaluated the effect of oilseed plants on the yield, quality and processing suitability of winter wheat grain grown in standard and low-input production systems.

#### ***Productivity analysis of annual oilseed plants***

In the group of analyzed oilseed plants, winter rapeseed was characterized by the highest seed yield ( $5.40 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). It was followed by white mustard (38% of winter rapeseed yield), spring rapeseed (22%) and Indian mustard (12%). The highest crude fat content was determined in the seeds of winter rapeseed ( $406 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) and spring rapeseed ( $383 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). The lowest protein content was noted in winter rapeseed ( $199 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ DM}$ ). The remaining oilseed plants were characterized by 33–44% higher seed protein content. The highest glucosinolate concentrations in postharvest residues of the analyzed plants were noted in oil cake ( $11.2\text{--}118.6 \mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1} \text{ DM}$ ), average glucosinolate levels were reported in roots ( $0.06\text{--}2.61 \mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1} \text{ DM}$ ), whereas the lowest glucosinolate concentrations were determined in straw ( $0.0\text{--}0.7 \mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1} \text{ DM}$ ). The glucosinolate content of postharvest residues of rapeseed (roots and stubble) was five-fold higher on average in comparison with white mustard and Indian mustard. Glucosinolate concentrations were four-fold higher in white mustard cake and six-fold higher in Indian mustard cake than in rapeseed cake.

#### ***Energy yield analysis of annual oilseed plants***

The cumulative energy demand per ha of rapeseed reached  $29.3\text{--}34.0 \text{ GJ}$  and was 65% to more than 200% higher in comparison with spring oilseed plants. The highest energy yield of seed fat ( $56.0 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), oil cake ( $69.5 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) and straw ( $185.0 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) was noted in winter rapeseed. Approximately 18% of the energy yield from winter rapeseed biomass can be used in petrochemical and food processing (oil) industries, 22% – in the fodder industry (oil cake), and 60% in heat generation (straw). The energy yield of the biomass of spring oilseed plants was 48% lower in white mustard, 55% lower in spring rapeseed and 61% lower in Indian mustard. In reference to seed yield, the highest energy efficiency values were determined in winter rapeseed (4.2–4.9), followed by white mustard (2.2–3.0), spring rapeseed (1.9) and Indian mustard (1.2).

#### ***Analysis of the forecrop quality of annual oilseed plants grown before winter wheat***

The largest amount of postharvest biomass, including roots and straw, was determined in winter rapeseed ( $14.0 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ DM}$ ). The postharvest biomass yield of winter rapeseed was 43% higher than in spring rapeseed, 72% higher than in white mustard, and more than two-fold higher than in Indian mustard and winter wheat. The postharvest biomass of winter rapeseed was characterized by the highest (approximately  $538 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) macronutrient concentrations (N, P, K, Ca, Mg, S). The macronutrient content of postharvest residues of spring oilseed plants accounted for 38–65% of macronutrient concentrations in winter rapeseed biomass. The postharvest residues of winter wheat were the least abundant source of macronutrients. The total postharvest biomass (roots and straw) of white mustard and winter rapeseed accumulated the highest amounts of micronutrients (Cu, Zn, Mn), which were determined at  $508$  and  $448 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ , respectively. Micronutrient concentrations in the postharvest residues of the remaining plants were approximately 8–26% lower.

Winter wheat yield was lowest in monoculture ( $7.42\text{--}7.46 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). The grain yield of winter wheat grown after oilseed plants was 6–25% higher than that of winter wheat grown in two-year monoculture. Winter rapeseed and white mustard were the best forecrops for wheat. No correlations were determined between the method of postharvest

residue management (ploughing in root residues with or without straw) and the yield of the successive crop (winter wheat).

The grain of winter wheat grown after oilseed plants was characterized by higher quality than the grain of wheat grown in two-year monoculture. In growing seasons that did not support the production of grain with high processing suitability, grain meeting bread wheat requirements was produced only when wheat was grown after winter rapeseed. In favorable bread wheat growing seasons, the produced grain did not always meet the relevant processing requirements. Grain produced in a low-input system conformed to processing requirements (group B) only when winter wheat was grown after winter rapeseed. The grain of winter wheat grown after other forecrops was characterized by high quality (meeting bread wheat requirements) only in intensive production systems (increase in nitrogen fertilization rates by 60 kg·ha<sup>-1</sup> and two fungicide treatments). Intensive production improved grain milling quality, flour strength and the rheological properties of dough in all cases.

#### ***Profitability analysis of grain production in winter wheat grown after oilseed plants***

The use of forecrop straw as a fertilizer for winter wheat was not economically justified. The highest profitability indicators were reported for wheat grown after forecrops whose postharvest residues were removed from the field. The profitability of growing winter wheat after oilseed plants was 36% (medium-input system) to 62% (low-input system) higher than that of growing wheat in short-term (two-year) monoculture. The highest profits were reported for winter wheat grown in crop rotation segments with winter rapeseed and white mustard. The increase in the intensity of winter wheat production was economically justified because it increased net farm income per crop rotation segment by approximately 2–10%.

Tadeusz Wałkowski

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

#### **Plonowanie rzepaku ozimego w zależności od jakości gleby i czynników oddziałujących na wzrost jej kultury**

*Yielding of winter oilseed rape depending on the soil quality and factors influencing the increase of its tilth*

Wyniki ogólnokrajowych badań ankietowych plantacji produkcyjnych rzepaku ozimego przeprowadzonych w latach 1984–1986 (seria A) i 2005–2007 (seria B) umożliwiły dokonanie oceny uzyskanych plonów nasion w zależności od jakości gleby i niektórych czynników oddziałujących na wzrost jej kultury.

Po okresie dwóch dziesięcioleci dzielących obie serie badań, w kraju przeprowadzono drenowanie ponad 330 tys. ha gruntów ornych, w wyniku których zaistniały istotne zmiany w ich zagospodarowaniu. Polegały one na zwiększeniu udziału w strukturze zasiewów zbóż intensywnych i rzepaku. Zwiększony udział zbóż w strukturze zasiewów skutkował jeszcze większym ich udziałem w strukturze przedplonów dla rzepaku. Rzepak ozimy był najczęściej uprawiany w czwartym i dalszym roku od ostatniego nawożenia obornikiem i od ostatniego wapnowania gleb. Największe efekty cyklicznych zabiegów wapnowania i nawożenia obornikiem wyrażone istotnie zwiększonym poziomem plonowania stwierdzono w drugim i trzecim roku po ich zastosowaniu.

Największe plony rzepaku uzyskano na glebach najlepszych, bardzo dobrych i dobrych (klas I–IIIa), na których zlokalizowanych było 31,3% wszystkich plantacji serii A i 28,7% plantacji serii B. Na glebach średnich (klas IIIb–IVa) zlokalizowanych była ponad połowa – 54,2% i 53,7% wszystkich ankietowanych plantacji produkcyjnych obu serii, na których uzyskano istotnie mniejsze plony w porównaniu do plonów zlokalizowanych na glebach klas I–IIIa. Istotnie gorsze plony nasion zebrano z 14,5% plantacji serii A i 17,6% plantacji serii B, zlokalizowanych na glebach słabych (klas IVb i V). Różnice w plonach nasion rzepaku uzyskane na glebach klas I – najlepszej i V – najgorszej dla serii A i serii B ogółem wynosiły odpowiednio: 6,5 i 8,9 dt/ha, stanowiąc 26 i 29% średniego plonu każdej z badanych zbiorowości.

Liczebny udział plantacji zlokalizowanych na glebach poszczególnych klas bonitacyjnych i poziom uzyskanych plonów rzepaku na tych glebach w stosunku do potencjalnych możliwości wykazał, że średnie wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej dla obu serii badań ogółem osiągnęło wysoki poziom 94,3%. Z tym, że na gruntach gleb najlepszych (klas I–IIIa) wykorzystanie to okazało się najniższe: w przedziale 74,3–85,1%; na glebach średnich (klas IIIb i IVa) wahało się w przedziale 93,0–102,4%, a największe wykorzystanie odnotowano na gruntach gleb słabych (klas IVb i V) w przedziale 110,2–113,5%.

The results of nationwide surveys of plantations of oilseed rape production conducted in the years 1984–1986 (series A) and 2005–2007 (series B) made it possible to evaluate the obtained seed yield depending on soil quality and some of the factors influencing the growth of its culture.

After a period of two decades separating the two series of tests over 330 thousand hectares of arable land underwent drainage, which resulted in significant changes which occurred in the management of land which consisted in the increase of the share of the crop structure of intensive cereals and oilseed rape. The increased share of cereals in crop structure resulted in even larger share in the structure of the forecrops for rapeseed. Rapeseed was the most frequently cultivated crop in the fourth and subsequent years since the last fertilization with manure and the last liming of soils. The greatest effects of cyclic treatments with liming and fertilization with manure expressed significantly higher levels of yield in the second and third year after their application.

The highest yields of rapeseed were obtained on the best, very good and good soils (classes I–IIIa), which were located on 31,3% of all plantations Series A and 28,7% of plantations Series B. On medium soils (class IIIb–IVa) were located more than half of the 54,2% and 53,7% of all surveyed plantations of both series, which gave significantly lower yields compared to the yields localized on soils of classes I–III, significantly worse seed yields were collected from 14,5% of plantations of series A and 17,6% Series B located on poor soils (classes IVb and V). Differences in yields of rapeseed obtained on soils of classes I–V, the best and worst for Series A and Series B amounted to 6,5 dt/ha and 8,9 dt/ha, accounting for 26% and 29% of the average yield for each of the studied population.

Participation in numbers of plantations located on soils of individual quality classes and the level of rapeseed yields obtained on these soils, in relation to the potential showed that the average utilization of the agricultural production for both series of tests in total, reached a high level of 94,3%. On the best soils (classes I–IIIa) this use proved to be the



lowest: in the range of 74,3–85,1%; on averages soils (class IIIb and IVa) – within a range 93.0–102.4%, and the highest was recorded on weak soils (class IVb and V) in the range of 110,2–113,5%.

Pavel Cihlarl, Petr Vlazny, Helena Zukalova  
Česká zemědělská univerzita v Praze

**Growing technology innovations in oilseed poppy (*Papaver somniferum* L.)**

*Innowacje w zakresie technologii uprawy maku oleistego (*Papaver somniferum* L.)*

Effects of insecticidal sprays on poppy root weevils (*Stenocarus ruficornis*, Stephens 1831) were assessed in small plot trials on three localities in the Czech Republic during two years (2011–2012). In addition on one of the localities (Červený Újezd) the effects of seed dressing were included into the assessment. The levels of root damage caused by the insect pest larvae (expressed as number of bore holes per root) and yield got from individual treatments were compared. Sprays applied 18 days after the first record of poppy root weevils in trials showed the highest effects on decreasing the levels of root damage (40% of untreated control). In general, sprays applied at the date when SATF 14 value exceeded 20°C showed significant effects on decreasing the levels of root damage. The highest effects were usually recorded in sprays which were applied when SATF14 value exceeded 100°C.

In 2013, have been on the research station Červený Újezd based experiments with poppy. Attempts have been influenced by high precipitation totals in May and June. In experiments to verify the positive impact of the application of physiologically active substances and fungicides on the yield of seeds of the poppy.

Efekt stosowania insektycydów w oprysku na tuszel makowy (*Stenocarus ruficornis*, Stephens 1831) oceniano na poletkach doświadczalnych zlokalizowanych w trzech miejscowościach Republiki Czeskiej w latach 2011–2012. Dodatkowo w stacji doświadczalnej Červený Újezd oceniano efekty otoczkowania nasion. Oceniano stopień uszkodzenia korzenia spowodowany przez larwy owada (wyrażany poprzez liczbę uszkodzeń w korzeniu) oraz plon w poszczególnych doświadczeniach. Aerosole aplikowane 18 dni po pierwszej obserwacji szkodnika wykazały największy stopień hamowania uszkodzeń korzenia (40% w porównaniu do kontroli). Ogółem aerosole aplikowane w okresie gdy wartość SATF 14 przekraczała 20°C wykazywały istotny wpływ na zmniejszenie uszkodzeń korzeniowych. Największy efekt obserwowano gdy wartość SATF 14 przekraczała 100°C.

W 2013 roku badania przeprowadzano na maku w stacji doświadczalnej Červený Újezd. Próby podejmowano ze względu na wysoki poziom precypitacji w maju i czerwcu. W doświadczeniach weryfikowano pozytywne wpływy aplikacji substancji fizjologicznie czynnych oraz fungicydów na plon maku.

Mirosław Nowakowski<sup>1</sup>, Paweł Skonieczek<sup>1</sup>, Marcin Żurek<sup>1</sup>, Łukasz Matyka<sup>1</sup>,  
Ewa Wąsacz<sup>1</sup>, Teresa Piętka<sup>2</sup>

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, <sup>1</sup> Oddział w Bydgoszczy, <sup>2</sup> Oddział w Poznaniu

### **Plony wybranych rodów i odmian gorczycy białej uprawianej w międzyplonie ścierniskowym na dwu typach gleb**

*Yields of selected white mustard lines and varieties cultivated as a catch crop on two types of soil*

W latach 2008–2010 przeprowadzono doświadczenie polowe w ramach realizacji tematu 8.6 w Programie Wieloletnim: „Ulepszanie roślin dla zrównoważonych agroekosystemów, wysokiej jakości żywności i produkcji roślinnej na cele nieżywnościowe”. Celem badań była ocena parametrów plonu podwójnie ulepszonych rodów gorczycy białej, pochodzących z krajowej hodowli (Oddział IHAR – PIB w Poznaniu). Rody gorczycy uprawiane były jako międzyplon ścierniskowy. Biomasa międzyplonu wykorzystywana jest coraz częściej w płodozmianie z roślinami okopowymi jako nawóz zielony, czynnik antymatowy i mulcz. Do badań wytypowano trzy rody gorczycy białej: PN-834/07, PN-843/07 i PN-845/07 oraz odmiany kontrolne: Nakielska, Metex i Bamberka. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, na czarnej ziemi oraz glebie płowej typowej. Przedplonami były cykoria korzeniowa i ziemniak. Gorczyce wysiane zostały w pierwszym tygodniu sierpnia, a zbiór nastąpił w ostatnim tygodniu października. Na obu stanowiskach doświadczalnych zastosowano przedsiewnie 50 kg N·ha<sup>-1</sup> w postaci saletry amonowej oraz 80 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup> w formie soli potasowej. Nasiona gorczycy wysiano w ilości 20 kg·ha<sup>-1</sup>. Przy zbiorze oceniono wielkość plonu świeżej i suchej masy części nadziemnych i korzeni.

Uprawa gorczycy białej na czarnej ziemi przyczyniła się do uzyskania istotnie większych plonów świeżej i suchej masy części nadziemnej i korzeni (odpowiednio o 38,2 i 40,5% oraz 27,4 i 24,4%) w porównaniu do gleby płowej typowej.

W 2008 roku, który charakteryzował się w okresie wegetacyjnym większą ilością opadów i wyższą temperaturą niż w pozostałych latach badań, zarejestrowano istotnie większe plony świeżej i suchej masy części nadziemnej i korzeni gorczycy białej.

Oceniając średnie wyniki badań z obu stanowisk i trzech lat doświadczeń wykazano, że w grupie rodów gorczycy białej ród PN-834/07 odznaczał się istotnie większymi plonami świeżej i suchej masy części nadziemnej i korzeni. Plony te nie różniły się istotnie od plonów odmiany standardowej Bamberka.

In the period 2008–2010 the field experiment was performed in the frame of the project 8.6 of the Multi-year Programme “Plant improvement for sustainable agroecosystems, high quality food and crop production for non-food purposes”. The aim of investigation was to evaluate the yield parameters of double low white mustard lines, derived from the national breeding programme (IHAR – PIB, Research Division Poznań). Mustard lines were cultivated as a catch crop, which is broadly exploited in the crop rotation with root crops as green manure, antinematode factor and mulch. Three breeding lines of white mustard: PN-834/07, PN-843/07, PN-845/07 and three control cultivars: Nakielska, Metex and Bamberka were included in the testing procedure. The experiment was performed in a randomized complete block design, with four replications on black earth and lessive soil.

The forecrop were chicory and potato, respectively. White mustard was sown in the first week of August and harvested during the last week of October. On both experimental sites, pre-sowing were applied in the following doses: 50 kg N·ha<sup>-1</sup> as ammonium nitrate and 80 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup> as potassium salt. The sowing norm of mustard seeds was 20 kg·ha<sup>-1</sup>. At harvest the fresh and dry matter yield of white mustard shoots and roots was estimated.

The cultivation of white mustard on black earth contributed to higher yields of fresh and dry matter of shoots and roots (about 38,2%, 40,5% and 27,4%, 24,4%, respectively) in comparison to lessive soil.

In the year 2008, which was characterized by greater amount of rainfall and higher temperature within vegetation period than the remaining years of the research, significantly higher yields of fresh and dry mass of aboveground parts and roots of white mustard were registered.

The analysis of the average results from both sites and three years showed that in the white mustard lines group the line PN-834/07 produced the highest fresh and dry matter yield of shoots and roots. The yields mentioned were similar to yields of white mustard variety Bamberka.

Zygmunt Kaczmarek<sup>1</sup>, Elżbieta Adamska<sup>1</sup>, Henryk Woś<sup>2</sup>, Ewelina Majchrzak<sup>2</sup>,

Alina Liersch<sup>3</sup>, Grzegorz Budzianowski<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu

<sup>2</sup> Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR, Oddziały Borowo, Małyszyn

<sup>3</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

### **Ocena mieszańców rzepaku ozimego na podstawie wyników doświadczeń prowadzonych we wczesnych stadiach hodowli**

*Evaluation of winter oilseed rape hybrids on the basis of experiments conducted in early stages of breeding program*

Praca przedstawia propozycje zastosowania jednowymiarowych i wielowymiarowych metod statystycznych pomocnych w analizie doświadczeń wykonywanych we wczesnych stadiach hodowli rzepaku ozimego. Omówione zostały w szczególności, zarówno w aspekcie metodycznym jak i aplikacyjnym, statystyczne i genetyczno-hodowlane metody analizy wyników doświadczeń jednopowtórzeniowych z wzorcami oraz doświadczeń wstępnych prowadzonych w różnych środowiskach (stacjach hodowli roślin). W analizie serii tych doświadczeń najbardziej interesująca, zwłaszcza z punktu widzenia wartości adaptacyjnej genotypów, ich stabilności i wysokości plonowania jest interakcja genotypowo-środowiskowa. Stąd też wykorzystując rezultaty zastosowania w analizie serii jednopowtórzeniowych doświadczeń z odmianami wzorcowymi dwóch metod oceny genotypów (tzw. metody „wzorcowej” i metody opartej na ogólnej teorii układów o blokach niekompletnych) zaproponowano jednolity algorytm obliczeniowy tworzenia rankingów najwyższej plonujących i stabilnych genotypów. Równocześnie na podstawie obserwacji, w różnych środowiskach, plonu mieszańców otrzymanych w wyniku krzyżowania typu Linia × Restorer podano możliwość oszacowania ogólnej zdolności kombinacyjnej linii męskosterylnych (linii MS) i restorerów oraz zbadania ich interakcji ze środowiskiem. Zaproponowano także sposób przybliżonej oceny zdolności plonowania form rodzicielskich w przypadku niekompletnych systemów krzyżowania.

W analizie serii doświadczeń wstępnych, obok oceny plonu mieszańców i badania ich interakcji ze środowiskiem, przydatne może okazać się porównanie ich między sobą i z wzorcami pod względem obserwowanych cech łącznie. W pracy podane zostały propozycje wykorzystania w tym celu szeregu ściśle ze sobą powiązanych statystycznych metod wielowymiarowych.

Zastosowanie proponowanych metod zostało zilustrowane wynikami analiz danych rzeczywistych doświadczeń z rzepakiem ozimym wykonywanych w trakcie procesu hodowli. Wyniki obliczeń prezentowane w pracy uzyskano dzięki zastosowaniu własnych programów obliczeniowych EKSPLAN i SERGEN oraz ABS-35 i ABS-45.

The paper presents some propositions of the application of univariate and multivariate statistical methods to the analysis of experiments conducted in the early stages of the winter oilseed rape breeding program. In the early stages of breeding, when the number of hybrids is large and amount of seeds is small, the majority of field experiments are carried out in unreplicated experimental designs with standard varieties. In the analysis of series of such experiments the most interesting is not only in getting information on the overall yielding capacities of each hybrid, but also on its response to environmental changes expressed by "genotype  $\times$  environment interaction". Using two methods of the analysis of unreplicated experiments with standards: the method proposed by Kempton called "standard method" and the method based on the theory of incomplete block designs, a computational algorithm for selection the best hybrids with stable and high seed yield is proposed. In the analysis of yielding hybrids a special attention was paid to evaluation their parental forms for further breeding words.

Furthermore, the multivariate analysis of variance (MANOVA) and other related multivariate methods were suggested for the statistical elaboration of series of pre-registration experiments with hybrids and standards conducted in incomplete block designs.

The application of proposed statistical methods was illustrated by examples of real data experiments with winter oilseed rape conducted in breeding programs. All computations presented in the paper have been obtained using own computer programs EKSPLAN and SERGEN as well as ABS-35 and ABS-45.

Małgorzata Jedryczka<sup>1</sup>, Adam Burzyński<sup>2</sup>, Andrzej Brachaczek<sup>3</sup>,  
Wojciech Langwiński<sup>4</sup>, Leszek Chwalisz<sup>5</sup>, Joanna Kaczmarek<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu

<sup>2</sup> Novazym Polska, Poznań

<sup>3</sup> DuPont Poland Sp. z o.o., Warszawa

<sup>4</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

<sup>5</sup> Limagrain Central Europe, Komorniki

**Zastosowanie metody LAMP do badania zmian w populacjach grzybów rodzaju *Leptosphaeria* powodujących suchą zgniliznę kapustnych w rzepaku**

*Loop-mediated amplification of DNA as a good tool to study changes in *Leptosphaeria* populations, causing stem canker of oilseed rape*

Wśród najnowszych metod powielania kwasów nukleinowych pojawiła się technika LAMP (Loop Mediated Isothermal Amplification) czyli amplifikacja w warunkach izotermicznych z wykorzystaniem starterów zapętlających. Jest to innowacyjna metoda

szybkiego sposobu amplifikacji kwasów nukleinowych, w której powielenie DNA/RNA prowadzone jest w stałej temperaturze. Jest to możliwe dzięki specjalnie zaprojektowanym starterom, dobranym w ten sposób, by powstający produkt posiadał strukturę składającą się z na przemian odwróconych powtórzeń sekwencji matrycowej na tym samym łańcuchu DNA. Produkt LAMP jest zatem mieszaniną łańcuchów DNA, tworzących struktury typu łądyga-pętla i różniących się wielkością. Specyficzność do matrycy zapewnia zastosowanie 2 par starterów komplementarnych do 6 niezależnych miejsc na matrycy w początkowym etapie reakcji oraz 4 niezależnych miejsc w kolejnych etapach LAMP. Techniki molekularne dotychczas stosowane w badaniach i detekcji patogenów z tkanek roślinnych oparte na reakcji PCR były wrażliwe na obecność polisacharydów w próbce. Ze względu na wyjątkową specyficzność starterów technika LAMP nie wymaga wysokiej jakości próby, co umożliwia korzystanie z tanich, uproszczonych metod izolacji DNA.

Przez wzgląd na wymienione cechy technika LAMP stanowi użyteczne narzędzie do wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów chorobotwórczych, w tym patogenów roślin. W niniejszej pracy przy pomocy LAMP badano skład populacji grzybów rodzaju *Leptosphaeria*, wywołujących suchą zgnilizną kapustnych na rzepaku. Zastosowanie techniki LAMP umożliwiło wykrycie askospor i piknidiospor *L. maculans* i *L. biglobosa* z prób przygotowanych w laboratorium, a także rzeczywistych prób powietrza uzyskanych przy pomocy pułapki wolumetrycznej typu Hirsta. Wyniki uzyskane przy pomocy techniki LAMP były bardzo zbliżone do uzyskanych przy zastosowaniu wysokoczułej lecz zdecydowanie bardziej kosztownej metody Real-time PCR. Obecnie przy zastosowaniu techniki LAMP rutynowo określamy skład populacji *Leptosphaeria* spp. w roślinach rzepaku. Analiza składu populacji grzybów rodzaju *Leptosphaeria* na liściach rzepaku wykazała wyższy udział gatunku *L. maculans* w porównaniu do *L. biglobosa*, w stosunku do sytuacji obserwowanej dziesięć lat temu. Technikę LAMP stosujemy także do poszukiwania izolatów *L. maculans* przełamujących odporność odmian rzepaku z genem *Rlm7*. Jest to gen zapewniający obecnie skuteczną ochronę rzepaku przed aktualną populacją *L. maculans* na terenie Polski i Niemiec.

One of the recent methods of nucleic acid amplification is termed LAMP (Loop Mediated Isothermal Amplification). LAMP is the method of DNA/RNA amplification under isothermal conditions using looping primers. It is an innovative method for rapid nucleic acid amplification, where the amplification of a nucleic acid is carried out at a constant temperature. It is possible thanks to the special primers, designed in such a way that the resulting product has a structure consisting of alternately inverted repeats on the sequence of the same chain of template DNA. The product created by LAMP is a mixture of DNA chains, forming a structure of stem-loop type of different sizes. The specificity to matrix DNA is provided by the use of two pairs of primers complementary to six independent sites on the template in the initial stage of the reaction and 4 independent locations in subsequent steps of the reaction. PCR-based molecular techniques used to identify and detect pathogens from plant tissues were sensitive to the presence of polysaccharides in the sample. High specificity of the LAMP primers withstand samples of lower quality, what allows to use cheap and simplified methods of DNA isolation.

Due to these characteristics LAMP technique is a useful tool for the detection and identification of harmful microorganisms, including plant pathogens. In this work the LAMP technique was used to study the population of the genus *Leptosphaeria*, the cause

of phoma leaf spotting and stem canker of oilseed rape. The technique allowed to detect pycnidiospores and ascospores of *L. maculans* and *L. biglobosa* from samples prepared in the laboratory, as well as samples obtained using volumetric traps designed by Hirst. The results obtained with the LAMP technique were very similar to those obtained using the high-resolution but considerably more expensive method of Real-time PCR. Currently, we are using the LAMP technique for routine studies of the population of *Leptosphaeria* spp. in oilseed rape plants. Recent studies of the composition of *Leptosphaeria* spp. on leaves of oilseed rape showed a higher proportion of *L. maculans*, than *L. biglobosa*, as compared to the situation observed ten years ago. Recently we also use LAMP technique to search for the isolates of *L. maculans* that break the resistance of oilseed rape varieties with *Rlm7* – the gene controlling the resistance of oilseed rape to the current population of *L. maculans* in Poland and Germany.

Jerzy Grzesiek

Syngenta

**Nowości Syngenta w rzepaku**

*Syngenta novelties in oilseed rape*

Nowe odmiany rzepaku ozimego w ofercie firmy Syngenta. Charakterystyka odmian mieszańcowych, m.in. SY Saveo, a także SY Alister, jako odmiany odpornej na specyficzne rasy kiły kapusty. SY Saveo – odmiana zarejestrowana w tym roku w Polsce. SY Alister – pierwsza odporna na specyficzne rasy kiły odmiana zarejestrowana w krajowym rejestrze odmian. Dodatkowo krótki opis kolejnej odmiany odpornej na kiłę kapusty, która wkrótce pojawi się w ofercie firmy Syngenta.

New Winter Oil Seed Rape varieties in Syngenta offer. Short characteristic of a few hybrids, such as SY Saveo and SY Alister as clubroot resistant variety. SY Saveo – variety registered this year in Poland. SY Alister – first clubroot race specific resistant variety in Polish National List. In addition, short summary of new clubroot variety which Syngenta will offer soon.

Marek Korbas<sup>1</sup>, Marek Mrówczyński<sup>1</sup>, Ewa Jajor<sup>1</sup>, Grzegorz Pruszyński<sup>1</sup>,

Jakub Danielewicz<sup>1</sup>, Henryk Wachowiak<sup>1</sup>, Adam Paradowski<sup>1</sup>, Jacek Broniarz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu

<sup>2</sup> COBORU, Słupia Wielka

**Realizacja integrowanej ochrony i produkcji rzepaku w Polsce oraz innych krajach UE**

*Implementation of integrated pest management and integrated production of oilseed rape in Poland and others UE countries*

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 roku w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin definiuje zakres oraz podstawowe wymagania stawiane przed producentem w ramach realizacji integrowanej ochrony roślin (Dz. U. z 2013 r., poz. 505). Ten akt prawny mówi, że Integrowana Ochrona Roślin to wszystkie dostępne działania i metody ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi,

w których pierwszeństwo mają metody niechemiczne, jak: właściwy płodozmian, optymalny termin siewu i obsada roślin, staranna uprawa, wykorzystanie odmian odpornych i tolerancyjnych, zrównoważone stosowanie nawożenia, nawadniania i wapnowania, czyszczenie i dezynfekcja maszyn, ochrona organizmów pożytecznych, a także metoda biologiczna, mechaniczna i fizyczna.

Zasady integrowanej ochrony roślin obligatoryjnie obowiązują wszystkich profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin od początku 1 stycznia 2014 roku, a wynikają z postanowień art. 14 dyrektywy 2009/128/WE oraz rozporządzenia nr 1107/2009. Pełne wprowadzenie w życie jej zasad będzie trwało kilka lat. W roku 2019 przewiduje się, że 90% wymogów określonych dla integrowanej ochrony uda się wprowadzić do gospodarstw rolnych. Istnieje potrzeba wzrostu świadomości i wszechstronnej wiedzy producentów rolnych oraz umiejętnego korzystania, przez nich z metod niechemicznych, jak również metod monitorowania, progów szkodliwości i systemów wspomagania decyzji. Dlatego konieczny jest wzrost dostępności tej wiedzy zarówno w zakresie prowadzenia integrowanej ochrony, jak i jej udokumentowania.

W poszczególnych krajach Europy przy wdrażaniu zasad integracji do praktyki pojawiają się różnice. Dotyczy to między innymi opracowanych progów szkodliwości, które stanowią często podstawę do wykonania na danej plantacji, opłacalnego ekonomicznie, zabiegu ochrony roślin w celu zwalczania chorób, szkodników i chwastów. W Polsce poleca się używać w rzepaku już istniejące progi szkodliwości. W wyznaczonych wielkościach, które stanowią próg szkodliwości w innych krajach występują znaczne, trudne do wytłumaczenia rozbieżności. Duży problem stanowi określenie precyzyjnych progów szkodliwości chwastów w rzepaku.

W integrowanej ochronie roślin ważnym narzędziem są systemy wspomagania decyzji. W Polsce funkcjonuje system SPEC (System Prognozowania Epidemii Chorób) do określania poziomu zarodników *Leptosphaeria* spp. w powietrzu. Podjęto też próby wdrażania „testu płatkowego” do wyznaczania zagrożenia ze strony *Sclerotinia sclerotiorum*. W odniesieniu do tego patogena np. w Niemczech realizuje się od kilku lat model „SkleroPro”. W Polsce obecnie buduje się dopiero bazę, w postaci licznych stacji meteorologicznych. Potrzebne dane będą przekazywane drogą elektroniczną do odbiorców i na tej podstawie odpowiedni program określi zagrożenie przez agrofaga lub agrofagi, a następnie zaleci właściwą substancję czynną do zmniejszenia tego zagrożenia w odpowiedniej fazie rozwojowej np. rzepaku. W uprawie rzepaku znalazła też zastosowanie metoda biologiczna, a dotyczy ona zwalczania grzyba *S. sclerotiorum* przy użyciu środka zawierającego pasożytniczego grzyba *Coniothyrium minitans*.

Integrowana produkcja jest systemem umożliwiającym uzyskanie bezpiecznej żywności, a przystąpienie do jej realizacji jest dobrowolne. Organem odpowiedzialnym za Integrowaną Produkcję w Polsce jest od 2003 roku GIORiN. Instytut ochrony Roślin – PIB brał czynny udział w procesie przygotowania i wdrażania IP rzepaku poprzez opracowanie m.in. Metodyk Integrowanej Produkcji oraz Ochrony Rzepaku Ozimego i Jarego. Ze względu na brak zainteresowania ze strony producentów rzepaku, dotychczas nie wydano ani jednego certyfikatu dla IP rzepaku (źródło GIORiN). Z powodu obligatoryjnego obowiązywania integrowanej ochrony jest ona realizowana we wszystkich krajach UE, ale wypełnianie zarówno integrowanej ochrony, jak i produkcji w niektórych sferach w naszym kraju różni się od innych europejskich.

Regulation of the Minister of Agriculture and Rural Development of 18 April 2013 on the requirements of Integrated Pest Management defines the scope and basic expectations for the farmers in the implementation of IPM in Poland (Journal of Laws of 2013, pos. 505). This legislation says that the Integrated Plant Management can be provided only with all available methods to protect plants against harmful organisms. Among them priority is given to non-chemical methods. The most important are: appropriate crop rotation, optimum sowing date and plant density, careful cultivation, use of resistant and tolerant varieties, sustainable use of fertilizer, irrigation and liming, cleaning and disinfection of equipment, protection of beneficial organisms, as well as biological, mechanical and physical methods. Principles of IPM obligatorily applied to all professional users of plant protection products since the beginning of January 2014. Full implementation of its principles will take several years. 90% of the requirements specified for IPM is expected to be implemented to the professional farmers in 2019. There is a need to increase awareness and comprehensive knowledge of agricultural producers and skillful use of non-chemical methods as well as methods of monitoring, thresholds levels and decision support systems. Therefore it is necessary to increase the availability of knowledge connected with IPM and its documentation.

In the several European countries in the implementation of IPM rules into practice differences can be found. This includes thresholds levels of agrophages, under which chemical protection to control diseases, pests and weeds is provided. In Poland, it is recommended the use existing threshold levels values in oilseed rape cultivation. Values of thresholds levels in other UE countries are often very divergent. The greatest difficulty is to determine precise threshold level values for weeds in oilseed rape cultivation.

An important tools for the IPM are decision support systems. In Poland, to determine the level of *Leptosphaeria* spp. spores in the air, system SPEC (System Forecasting Epidemic Diseases) was established. To determine the threat of *Sclerotinia sclerotiorum* other systems, like “petal test” are also used. In Germany, the pathogen is carried out for several years thanks to “SkleroPro” model. In the cultivation of oilseed rape also biological methods are applied. *S. sclerotiorum* fungi can be controlled with a product containing a parasitic fungus *Coniothyrium minitans*.

System of Integrated Production gives an opportunity of reaching safe food of good quality, and accession to its realization is voluntary. The body responsible for IP (Integrated Production) in Poland since 2003 is GIORiN (Main Inspectorate of Plant Health And Seed Inspection). Institute of Plant Protection – National Research Institute took an active part of the preparation and implementation of IPM and IP of oilseed rape by developing, among interested organs, “Methodologies of Integrated Production and Protection of winter and spring rape”. IPM must be implemented obligatory in all EU countries, but filling both IPM and IP policies, in some areas of Poland differ from other European countries.



Michał Starzycki<sup>1</sup>, Elżbieta Starzycka<sup>1</sup>, Mirosława Dabert<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

<sup>2</sup> Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

### **Antagonizm in vitro grzyba *Candida ethanolica* wobec wybranych patogenów roślin z plemienia *Brassicaceae***

*Antagonism in vitro of the *Candida ethanolica* fungus against selected pathogens of plants from the *Brassicaceae* family*

W warunkach klimatycznych Polski najgroźniejszymi patogenami rzepaku (*Brassica napus* L.) są (patogeniczne gatunki uszeregowano zaczynając od najbardziej niebezpiecznych):

- *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not., stadium konidialne *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm., *Leptosphaeria biglobosa* – patogen powodujący suchą zgniliznę kapustnych,
- *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary – zgnilizna twardzikowa,
- *Fusarium* spp. – choroby fuzaryjne,
- *Alternaria* spp. – czerń krzyżowych,
- *Pyrenopeziza brassicae* (Raw.), stadium konidialne *Cylindrosporium concentricum* (Grev.) – cylindrosporioza,
- *Verticillium dahliae* Kleb. i *Verticillium albo-athrum* Reinke et Berth. – wercilioza,
- *Botrytina fuckeliana* (de Bary) Whetzel, stadium konidialne *Botrytis cinerea* Pers. – szara pleśń,
- *Peronospora brassicae* Gam. – mączniak rzekomy kapustnych,
- *Erysiphe cruciferarum* Opiz ex Junel. – mączniak prawdziwy,
- *Mycospora capsellae* spp. nov., stadium konidialne *Pseudocercospora capsellae* – patogen powodujący białą plamistość liści,
- *Plasmodiophora brassicae* Woronin – kiła kapusty.

Corocznie na plantacjach rzepaku, z różnym nasileniem, można zaobserwować powyższe patogeny. Z uwagi na akty prawne dotyczące integrowanej ochrony roślin, obowiązujące od dnia 1 stycznia 2014 r.<sup>1</sup>, chemiczna ochrona rzepaku będzie ograniczona. Aby wspomóc działania ochronne dla najważniejszej rośliny oleistej Polski będzie trzeba stosować biopreparaty, które mogą skutecznie konkurować z dotychczas używanymi. Wykonane w warunkach polowych wstępne badania na rzepaku i mieszańcach międzygatunkowych z biopreparatem (EM), zmierzające do ograniczenia występowania grzybów z rodzaju *Leptosphaeria* sp. wypadły korzystnie. Poza badaniami aplikacyjnymi, prace poszerzono o badania mikroorganizmów wchodzących w skład biopreparatu. Najczęściej izolowanym grzybem okazał się gatunek *Candida ethanolica*. Aby stwierdzić jego ochronne działanie, obok *C. ethanolica* zaszczepiano w warunkach in vitro na pożywkach PDA następujące gatunki patogeniczne: *Leptosphaeria maculans*, *Leptosphaeria biglobosa*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium oxysporum*. Czystość

<sup>1</sup> Art. 14 Dyrektywy 2009/128/WE i Rozporządzenia nr 1107/2009. Artykuł 55 Rozporządzenia nr 1107/2009/WE mówi, że środki ochrony roślin muszą być stosowane właściwie. Właściwe stosowanie środków ochrony roślin obejmuje m.in. zgodność z postanowieniami Dyrektywy 2009/128/WE).

gatunkową patogenów sprawdzono przy użyciu sekwencjonowania DNA ITS1. Każdorazowo kontrolą były zaszczipiane samodzielnie rozwijające się grzyby bez antagonisty *Candida ethanolica*. Po okresie trzech tygodniach oceniono powstrzymanie rozwoju patogenów, obserwując zanik lub osłabienie wzrostu grzybni. W każdym przypadku odnotowano pozytywne działanie antagonistycznego grzyba *Candida ethanolica* w stosunku do badanych patogenów.

W wyniku wprowadzania do produkcji nowych genotypów rzepaku pojawiają się nowe patotypy o zmienionej wirulencji, a proces adaptacji patogenów w ekosystemie przebiega z reguły szybciej niż hodowla nowych odpornych form *B. napus*. Wprowadzanie biopreparatów do produkcji może przyczynić się do ograniczenia stosowania pestycydów, co ochroni środowisko naturalne przed chemizacją oraz będzie sprzyjać produkcji żywności i paszy najwyższej jakości.

#### Literatura

- Starzycki M., E. Starzycka. 2013. Occurrence of microorganisms inside dying rape plants identified with the assistance of DNA-ITS sequencing. XI International Fungal Biology Conference, Karlsruhe, Germany, 2th September – 3rd October 2013: 120.
- Starzycki M. 2013. Żywność gleby źródłem ochrony roślin. VI Ogólnopolska Konferencja z cyklu Pozyteczne Mikroorganizmy dla Nowoczesnego Rolnictwa, Zdrowa gleba, zdrowy ekosystem warunkiem zdrowia ludzi, Licheń, 9–10.09.2013: 55–58.
- Starzycki M., E. Starzycka, B. Szembowski. 2013. Zastosowanie najnowszych biotechnologii w ochronie roślin przeciw patogenom. Biotechnologie dla Rolnictwa i Obszarów Wiejskich: Olsztyn 2013, rozdział w monografii pod redakcją Wiesława Denisiuka: 38-45.

In Polish climatic conditions, the following pathogens are the most hazardous for rapeseed (*Brassica napus* L.) plants (pathogenic species are arranged beginning with the most dangerous ones):

- *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not., conidial stage *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm., *Leptosphaeria biglobosa* – blackleg disease,
- *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary – stem rot,
- *Fusarium* spp. – fusarium disease,
- *Alternaria* spp. – alternaria disease,
- *Pyrenopeziza brassicae* (Raw.), conidial stage *Cylindrosporium concentricum* (Grev.) – cylindrosporium disease,
- *Verticillium dahliae* Kleb. and *Verticillium albo-athrum* Reinke et Berth. – verticillium wilt,
- *Botrytinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel, conidial stage *Botrytis cinerea* Pers. – gray mold disease,
- *Peronospora brassicae* Gam. – downy mildew,
- *Erysiphe cruciferae* Opiz ex Junel. – powdery mildew,
- *Mycospora capsellae* spp. nov., conidial stage *Pseudocercospora capsellae* – white leaf spot,
- *Plasmodiophora brassicae* Woronin – clubroot.

The above-mentioned pathogens can be found to occur with varying intensity on rapeseed plantations every year. Due to the new legislation regarding integrated plant protection which has come into force as of the 1st January 2014, rape seed chemical protection will be restricted. In order to support protection measures of the most important

Polish oil plant, it will be necessary to employ biopreparations which can effectively compete with those chemicals which have been used until now. Initial investigations carried out in field conditions on rapeseed and interspecific hybrids using a biopreparation (EM) whose aim was to confine the occurrence of fungi from the *Leptosphaeria* spp. genus were successful. Apart from application experiments, investigations also involved studies of the microorganisms which constituted part of the biopreparation. The *Candida ethanolica* species turned out to be the most frequently isolated fungus. In order to confirm its protective function, the following pathogenic species were inoculated on PDA media in *in vitro* conditions: *Leptosphaeria maculans*, *Leptosphaeria biglobosa*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium oxysporum*. Species purity of pathogens was ascertained with the assistance of DNA ITS1 sequencing. Every time, inoculated, independently-developing *Candida ethanolica* fungi without the antagonist were used as a control. After the period of three weeks, inhibition of pathogen development was assessed by observing the decay or weakening of mycelium growth. In each case, a positive impact of the antagonistic *Candida ethanolica* fungus with respect to the examined pathogens was recorded. As a result of the introduction into cultivation of new rapeseed genotypes, new pathotypes of altered virulence appeared and the process of pathogen adaptation in the ecosystem, as a rule, proceeds faster than the breeding of new, resistant forms of *B. napus*. Introduction into production of biopreparations can contribute to limiting pesticide application and, hence, protect the natural environment against chemisation which will favour production of food as well as feeds of the highest quality.

Agnieszka Kalicka<sup>1</sup>, Robert Brzozowski<sup>1</sup>, Hanna Gwardiak<sup>1</sup>, Joanna Wietrzyk<sup>2</sup>,  
Bożena Patkowska-Sokoła<sup>1</sup>, Władysław Fediuk<sup>3</sup>, Wiesława Walisiewicz-Niedbalska<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Chemii Przemysłowej w Warszawie

<sup>2</sup> Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN we Wrocławiu

<sup>3</sup> Przedsiębiorstwo Innowacyjno-Wdrożeniowe „IMPULS” w Pruszczu Gdańskim

#### **Właściwości biologiczne ekstraktu *Rhaponticum carthamoides***

*Biological properties of the extract from *Rhaponticum carthamoides**

Ekdysteroidy – hormony steroidowe występują w organizmach zwierzęcych (np. kontrolują upierzenie). W latach 60. ubiegłego wieku wykryte zostały również w roślinach jako fitoekdysteroidy. Głównym przedstawicielem fitoekdysteroidów jest 20-hydroksy-ekdyson.

W ostatnich latach zidentyfikowano w różnych roślinach ponad 300 fitoekdysteroidów będących analogami 20-hydroksyekdysonu i co roku odkrywane są kolejne dziesiątki nowych. W roślinach pełnią one rolę odstrasżającą szkodniki lub jako ich trucizny. Niektóre owady, nawet głodne, nie karmią się roślinami zawierającymi fitoekdysteroidy, inne odchporowują, a niektóre tolerują ich obecność w roślinach (L. Dinan, *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 72, 126, 2009). Rośliną bogatą w ekdysteroidy i inne związki typu flawonoidów jest *Rhaponticum carthamoides* [RC] (synonimy: *Leuzea carthamoides*, korzeń marala), nazwa polska: szczodrak krokoszowaty. Uprawiana głównie na Dalekim Wschodzie, w Chinach i na Syberii stosowana jest głównie w medycynie ludowej.

W dotychczasowych pracach ekdysteroidy badano z wynikiem pozytywnym jako:

— anaboliki; podwyższają masę mięśniową,

- środki antydepresyjne; wspomagają radzenie sobie ze zmęczeniem i stresem, pobudzają apetyt i trawienie; np. RC znana jest i stosowana w medycynie ludowej Wschodu (np. Chiny); RC zawierająca ekdysteroidy stanowi bazę zielonej herbaty,
- środki przeciwcukrzycowe,
- środki antymiażdżycowe; redukcja poziomu cholesterolu przez wpływ na jego biosyntezę,
- łągoczące objawy osteoporozy, wspomagające gojenie złamanych kości,
- wspomagające gojenie ran, oparzeń, łuszczycy. stymulują różnicowanie keratynocytów,
- dodatek bioaktywny w kosmetykach, np. kontrola utraty włosów, ochrona przed promieniowaniem,
- środki ochronne wątroby i nerek,
- środki: immunologiczne, przeciwzapalne,
- preparaty antynowotworowe, chociaż niektóre prace donoszą o ich działaniu nowotworowym,
- nutraceutyki, ciało stałe, ekstrakty np. do napojów, ciast, past.

Niektóre z tych badań zostały potwierdzone, a właściwie to badania potwierdziły wcześniejsze stosowanie tych roślin przez pokolenia (np. anaboliki), inne zostały przebadane tylko w laboratorium.

Badania fitoekdysteroidów prowadzone są na ekstraktach roślin, zawierających eckdysony, pozyskiwanych w różnych warunkach ekstrakcji.

Celem pracy było zbadanie właściwości antyproliferacyjnych frakcji *Rhaponticum Carthamoides*, uzyskanej metodą ekstrakcji w warunkach nadkrytycznego ditlenku węgla.

Surowiec do badań pozyskano z Przedsiębiorstwa Innowacyjno-Wdrożeniowego „IMPULS” z Pruszcza Gdańskiego. Części nadziemne i kłącza liofilizowano i łącznie poddawano procesowi ekstrakcji. Materiał roślinny stanowił ok. 25 g.

Ekstrakcję w warunkach nadkrytycznego CO<sub>2</sub> (SC-CO<sub>2</sub>) prowadzono w standardowej aparaturze laboratoryjnej o pojemności 50 cm<sup>3</sup>. Wydajność ekstrakcji wyniosła 0,32%. Otrzymaną próbę oznaczono jako E1. Pozostałość po ekstrakcji poddano ponownie ekstrakcji SC-CO<sub>2</sub> w tych samych warunkach, ale z dodatkiem etanolu. W wyniku uzyskano ekstrakt z wydajnością 1,27%. Próbę oznaczona jako E1/1.

Analiza ekstraktów została przeprowadzona metodą GC/MS na chromatografie gazowym sprzężonym ze spektrometrem masowym firmy Agilent Technologies: GC 7890A; MS 5975C inert XL E1/Cl.

Badania aktywności antyproliferacyjnej zostały przeprowadzone za pomocą metody SRB dla komórek linii raka: płuc, jelita grubego i gruczołu sutkowego oraz metodą MTT dla komórek ludzkiej białaczki. Pomiar zahamowania proliferacji komórek docelowych pod wpływem badanego związku wykonywano w 96-godzinnej hodowli *in vitro* (inkubacja ze związkiem 72 godz).

Wyniki przeprowadzonych testów przedstawiono jako wartość IC<sub>50</sub> dla danego związku co oznacza takie stężenie związku, które hamuje proliferację 50% komórek w całej populacji. Jako związku referencyjnego użyto cisplatynę.

Aktywność antyproliferacyjna uzyskanych ekstraktów była bardzo duża. Wartość IC<sub>50</sub> dla próby E1/1 dla badanych komórek gruczołu sutkowego oraz ludzkiej białaczki była porównywalna z działaniem znanego cytostatyku cisplatyny. Dla rakowych komórek płuc

i jejita grubego wartość  $IC_{50}$  dla próby E1/1 była tylko dwukrotnie mniejsza niż dla próby E1.

Badania są kontynuowane.

Ecdysteroid – steroid hormones are present in animal organisms (e.g. control feathering). In the 60's of the 20th century steroid hormones were also discovered in plants and called phytoecdysteroids. The main representative of phytoecdysteroids is 20-hydroxyecdysone. In recent years it has been identified over 300 phytoecdysteroids which are analogues of 20-hydroxyecdysone and every year dozens of new analogues are discovered. In plants they act as a repellent or as a poison. Most insects do not attack plants containing phytoecdysteroids, other are sick and small number of them tolerate the presence of ecdysteroids in plants (L. Dinan, Arch. Insect Biochem. Physiol. 72, 126, 2009). One of the plants rich in ecdysteroids and also in other compound such as flavonoids is *Rhaponticum carthamoides* [RC] (synonyms: *Leuzea carthamoides* root Maralah). It is mainly grown in the Far East and in China and Siberia is mainly used in folk medicine.

In previous research ecdysteroids were tested with positive results as:

- anabolic agents- increase muscle mass,
- antidepressant- help to cope with tiredness and stress, stimulate appetite and digestion,
- antidiabetic agents,
- hypocholesterolaemic agents- reduce cholesterol level in blood by control of its biosynthesis,
- antiosteoporosis agents- reduce the symptoms of osteoporosis and help healing broken bones,
- supporting the healing of wounds, burns and psoriasis- stimulate the differentiation of keratinocytes,
- bioactive additive in cosmetics (hair loss control, protection against solar radiation),
- hepato- and nephroprotective agents,
- immunoprotective and antiinflammatory agents,
- antitumor agents, although some studies have reported their carcinogenic potential.

Nutraceuticals are used as a powder or extracts e.g. in beverages, cakes and pastes. Some of the *Leuzea* properties have been confirmed by use of these plants for earlier generations (e.g. anabolic agents) and other have been tested in the laboratories. Phytoecdysteroids are performed on extracts of plants obtained in different extraction conditions. The purpose of the study was to test antiproliferative properties of *Rhaponticum carthamoides* fraction, obtained by supercritical carbon dioxide conditions.

*Rhaponticum carthamoides* plants were delivered by Innovative Enterprise "IMPULS" from Pruszcz Gdanski. Both aerial parts and roots were lyophilized and the mass of plant material was 25 g. The extraction in supercritical CO<sub>2</sub> (SC-CO<sub>2</sub>) was performed in a laboratory apparatus with a capacity of 50 cm<sup>3</sup>. The extraction yield was 0.32%. The obtained sample was marked E1. The extraction residues were extracted again in the same conditions with addition of ethanol. As a result, the extract was obtained with a yield of 1.27%. The sample was marked E1/1.

The analysis of extracts were performed by GC/MS using a gas chromatograph mass spectrometer Agilent Technologies GC 7890A; MS 5975C inert XL E1/CL.

Antiproliferative activity studies have been carried out by SRB method for lung, colon and mammary cancer cell lines and by MTT method for human leukemia cells.

Measurements of the inhibition of cell proliferation under the influence of tested compounds were performed in 96 hours *in vitro* cultures (incubation with tested compounds was 72 h). The results are presented as the IC<sub>50</sub> value which is the concentration of test compound that inhibits proliferation of 50% cells in the total population. As the reference compound cisplatin was used.

Antiproliferative activity of obtained extracts was very high. The IC<sub>50</sub> value for the sample E1/1 of mammary cancer and human leukemia were comparable to the known effects of the chemotherapeutic agent cisplatin. For lung and colon cancer cells IC<sub>50</sub> values for the sample E1/1 were twice lower than for the sample E1.

Research is continuing.

## GENETYKA I HODOWLA

1. V.A. Lemesh<sup>1</sup>, Y.E. Piliuk<sup>2</sup>, G.V. Mozgova<sup>1</sup>, Z.E. Grushetskaya<sup>1</sup>, N.L. Trukhanovets<sup>1</sup>, A.V. Bakanovskaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Genetics and Cytology of the NAS of Belarus

<sup>2</sup> Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming, Zhodino, Belarus

### **Molecular approaches in selection of *Brassica napus* L. with desirable oil content**

*Analizy molekularne w selekcji Brassica napus L. z pożądaną zawartością oleju*

Nowadays the most of Belarussian canola cultivars or “00” rapeseed varieties produce oil containing about 55–65% of oleic acid and 8–12% of linolenic acid. As the percentage of oleic and linolenic acids in rapeseeds affects the rate of oil oxidation (high levels of oleic and low levels of linolenic acids increase oxidative stability and nutritional value of oil), development of canola cultivars with increased oleic acid and reduced linolenic acid content is highly desirable for the food industry. Linolenic acid content was found to correspond to the two major fatty acid desaturase 3 genes (*FAD3*) encoding endoplasmic delta-15 linoleate desaturase which is responsible for desaturation of linoleic acid to linolenic acid. It is known that at least two genes belonging to A- and C-genomes of rape affect expression of the most valuable phenotypic traits. In particular it was revealed that point mutations in *FAD3* genes of A- and C-genomes of *Brassica napus* L. decrease the level of linolenic acid in seeds. Besides, it is known that this level would depend on the ratio of mutant and wild-type alleles of *FAD2* and *FAD3* genes. Phenotypic or biochemical analysis conventionally used for selection of breeding material does not allow to identify homo- and heterozygotes in population and to avoid planting of subsequent generations for the feature alignment. However, molecular biology proposes some other approaches for population’s genetic analysis. For example, dCaps DNA markers are cheap and reliable. Usage of these markers provides an opportunity to indicate homo- and heterozygous state of *FAD3A* and *FAD3C* genes and to investigate the locus genetic polymorphism of varieties and forms and to accelerate the selection of new varieties with low level of linolenic acid. As a result of our experiment a set of dCaps DNA markers for rape was developed. Further it was used in order to analyze the individual plants of summer rape cultivar *gr.* 7304 accession (selected by the Scientific and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming, Zhodino, Belarus) and F<sub>2</sub> populations of plants developed from the crosses of self pollinated *gr.* 7304 and varieties *Hermes* and *Antei*. Individual plants carrying mutant alleles and *FAD3A* and *FAD3C* genes were identified, as well as double mutants – individual F<sub>2</sub> plant of cross *Hermes* and *gr.* 7304. The selected plants were engaged in selection process. At the present time within the State program «Genomics» (2014–2015) a research is conducted in order to develop a method of isolated microspore culture *in vitro* for obtaining the initial breeding material of rape with high oleic and low linolenic acid.

Obecnie większość odmian dwuzerowych na Białorusi charakteryzuje się zawartością 55–65% kwasu oleinowego oraz 8–12% kwasu linolenowego. Procentowa zawartość obu tych kwasów wpływa na stabilność utleniania oleju rzepakowego (wysoka zawartość kwasu oleinowego oraz niska zawartość linolenowego zwiększa stabilność oleju oraz jego wartości odżywcze), dlatego rozwój odmian rzepaku o takich parametrach jest pożądany ze względu na potrzeby żywieniowe. Zawartość kwasu linolenowego jest regulowana poprzez geny desaturazy kwasów tłuszczowych *FAD3*, które odpowiadają za desaturację kwasu linolowego do linolenowego. Obecny stan wiedzy wskazuje, iż dwa geny zlokalizowane na genomie A oraz C rzepaku wpływają na ekspresję najbardziej wartościowych cech. Ponadto wykazano, iż mutacje punktowe w genach *FAD3* w genomie A i C wpływają na zmniejszoną zawartość kwasu linolenowego w nasionach rzepaku. Wykazano również, że zawartość kwasu linolenowego uzależniona jest również od obecności alleli zmutowanych oraz dzikich genów *FAD2* oraz *FAD3*. Konwencjonalna analiza fenotypowa oraz biochemiczna stosowana w selekcji materiałów hodowlanych nie pozwala na identyfikację ich homo- lub heterozygotyczności, co pozwoliłoby uniknąć wysiewania kolejnych pokoleń w celu uzyskania materiałów o jednorodnych cechach. Jednakże metody stosowane w biologii molekularnej pozwalają na analizę genetyczną materiałów. Przykładowo, markery dCaps są tanie i wiarygodne. Wykorzystanie tych markerów pozwala na wskazanie homo- bądź heterozygotyczności genów *FAD3A* oraz *FAD3C* oraz pozwala na zbadanie stopnia polimorfizmu między formami oraz odmianami rzepaku, co przyspiesza selekcję nowych form o niskiej zawartości kwasu linolenowego. Wynikiem naszego doświadczenia było opracowanie markerów dCaps dla rzepaku. Markery te zostały wykorzystane w analizie rzepaku jarego, odmiana *gr. 7304* (wyselekcjonowana przez Scientific and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming, Zhodino, Belarus) oraz populacja roślin  $F_2$  uzyskanych poprzez skrzyżowanie odmiany *gr. 7304* oraz odmian *Hermes* i *Antei*. Indywidualne rośliny posiadające zmutowane allele *FAD3A* i *FAD3C* zostały zidentyfikowane, podobnie jak podwójne mutanty w populacji  $F_2$  po skrzyżowaniu odmiany *gr. 7304* i *Hermes*. Wyselekcjonowane rośliny zostały zaangażowane do dalszego procesu selekcji. Obecnie w ramach krajowego programu „Genomics” (2014–2015) metoda *in vitro* izolacji kultur mikrosporowych jest wykorzystywana w otrzymaniu materiałów wyjściowych rzepaku z wysoką zawartością kwasu oleinowego oraz niską kwasu linolenowego.

## 2. Yadviga Piliuk

Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming, Zhodino, Belarus

### **Results of rape breeding and cultivation in Belarus**

*Hodowla i uprawa rzepaku na Białorusi*

In Belarus, in the recent decade, rape sown and harvested acreage has increased significantly (3.3 times) compared to 2005 (127.9 thousand hectares) and has reached 416 thousand hectares (harvest 2014). During this period, in RUE "Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming", the system of varieties as well as winter (13+1) and spring (10+2) rape hybrids have been developed, and now they occupy more than 90% of the area in the crop structure in the republic. Their cultivation technology has been improved. Under production conditions, rape average yield increased from 11.7 to



21.1 q/ha, or by 80.3% largely thanks to the development and introduction of winter-hardy, high-quality winter rape varieties and early ripening, cold-resistant spring rape varieties into production despite the significant acreage increase. During 2005–2013, overwinter survival of winter rape varieties increased by 15–20% compared with the previous decade and averaged 80.5% with the increase in gross yields from 150 thousand tons in 2005 to 841 thousand tons in 2013, or almost by 9.6 times. For the last 9 years, overwinter survival of winter rape was different and varied by regions, from 32% in Vitebsk region to 98% in Brest region (2007). With that, crop death from abiotic and biotic factors for the whole growing season averaged 23% in 2006–2013 throughout the republic with the range from 7.8% (2007) to 51.4% (2011).

Variation coefficient of winter rape death (V) varied by regions, from 0.66 in Gomel region to 0.98 in Vitebsk region. Over the years, crop death index was more stable in the years with unfavourable overwintering ( $V=0.39$ , 2006) and varied by the regions in whole in favourable years ( $V=0.85$ , 2008).

Seed and oilseed quality of the rape cultivated in Belarus meets the international standards with an average oil content of 43% or more.

In Belarus, two forms of rape (winter and spring) are cultivated. Without their complementary use, oilseed processing industry can not develop stably. In favourable years for overwintering, winter rape occupies 85–90% in the rape crop structure; in unfavourable years, lost crops are mainly resown by spring rape in addition to the planned sowing of this crop. The country has accumulated rich experience in producing high yields of rape (up to 50 q/ha or more) but the average crop yield in Belarus is predetermined by winter rape overwintering.

In the recent decade, in Belarus, a new branch, such as oilseed processing industry including more than 40 enterprises, three of which are oil-extracting plants with the total capacity of 500 thousand tons, has been developed. The capacities of the enterprises processing rape oilseeds in Belarus reached 150 thousand tons of oilseeds per year in 2006, 405 thousand tons in 2009, and 1403 thousand tons in 2013, or decreased by 9.4 times as compared to 2006.

W ostatniej dekadzie na Białorusi areal zasiewu rzepaku wzrósł trzykrotnie (3,3 razy) w porównaniu z rokiem 2005 (127,9 tysięcy hektarów) i osiągnął 416 tysięcy hektarów w roku 2014. W tym okresie w RUE (Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming) został rozwinięty system odmian, mieszańców ozimych (13+1), jak i jarych (10+2), które zajmują ponad 90% struktury plonu w Republice. Technologia upraw została ulepszona. Średni plon wzrósł z 11,7 do 21,1 q/ha, czyli o 80,3%, w dużej mierze dzięki wprowadzeniu mrozoodpornych, wysokojakościowych odmian ozimych oraz wczesnych i zimotrwałych odmian jarych. W latach 2005–2013 przezimowanie odmian ozimych wzrosło o 15–20% w porównaniu z poprzednimi latami; średnio wynosiło 80,5%, a zbiory wzrosły dziewięciokrotnie, ze 150 tys. ton w 2005 r. do 841 tys. ton w 2013 r. W ostatnich dziewięciu latach przezimowanie było zróżnicowane i uzależnione od regionu, od 32% w Witebsku do 98% w Brześciu (2007 r.). Utrata plonu spowodowana czynnikami biotycznymi oraz abiotycznymi sięgała średnio 23% w latach 2006–2013 w kraju – w zakresie od 7,8% (2007 r.) do 51,4% (2011 r.).

Współczynnik zmienności dla zamierania roślin rzepaku (V) był zróżnicowany w regionach: od 0,66 w regionie Homel do 0,98 w regionie Witebska. Przez lata wskaźnik

utruty plonu był bardziej stały w latach niekorzystnych dla przezimowania ( $V=0,39$  – 2006 r.), a różnił się między regionami w okresie bardziej korzystnym ( $V=0,85$  – 2008 r.).

Jakość rzepaku uprawianego na Białorusi spełnia międzynarodowe standardy, a średnia zawartość oleju wynosi 43% i więcej.

Na Białorusi uprawiane są dwie formy rzepaku: ozimy i jary. Bez komplementarnej uprawy obu form przemysł olejarski nie mógłby się stabilnie rozwijać. W latach z łagodniejszą zimą, rzepak ozimy zajmuje 85–90% upraw, a w mniej korzystnych warunkach utrata plonu kompensowana jest wysiewem rzepaku jarego. Państwo zdobyło bogate doświadczenie w produkcji wysokopłennego rzepaku (do 50 q/ha i więcej), ale średni plon na Białorusi uwarunkowany jest zimotrwałością rzepaku ozimego.

W ostatnich dziesięciu latach na Białorusi przemysł przetwórstwa nasion oleistych stanowi nową gałąź przemysłu z ponad czterdziestoma zakładami, z których trzy zajmują się tłoczeniem oleju, produkując około 500 tysięcy ton. Zakłady tłoczące olej rzepakowy miały zdolność przerobu około 150 tys. ton nasion na rok w 2006 r., 405 tys. ton w 2009 r., 1403 tys. ton w 2013 r.

3. Alina Liersch<sup>1</sup>, Jan Bocianowski<sup>2</sup>, Henryk Woś<sup>3</sup>, Teresa Cegielska-Taras<sup>1</sup>, Iwona Bartkowiak-Broda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

<sup>2</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych

<sup>3</sup> Spółka Hodowli Roślin Strzelce, Oddział Borowo

**Polimorfizm pięciu populacji linii hodowlanych rzepaku (*Brassica napus* L.) określony za pomocą markerów molekularnych typu AFLP**

*Polymorphism of five populations of winter oilseed rape breeding lines (*Brassica napus* L.) based on AFLP molecular markers*

Odmiany mieszańcowe rzepaku w Spółce HR Strzelce tworzy się w oparciu o system genowo-cytoplazmatycznej męskiej nieplodności typu *ogura*. Postęp w hodowli mieszańcowej rzepaku uzyskuje się poprzez skuteczną selekcję form rodzicielskich mieszańców  $F_1$ . W wyborze komponentów rodzicielskich pomaga znajomość ogólnej i specyficznej zdolności kombinacyjnej, pochodzenia, a także zmienności fenotypowej i zróżnicowania genetycznego.

Celem badań była ocena dystansu genetycznego materiałów hodowlanych Spółki HR Strzelce, ZGiHRO IHAR Poznań oraz kolekcji *B. napus*. Materiał do badań obejmował 101 genotypów rzepaku w tym: linie męskosterylne systemu CMS *ogura* o najlepszej zdolności kombinacyjnej (25), linie z genem restorerem  $R_{fo}$  systemu CMS *ogura* głównie hodowli HR Strzelce Oddział Borowo (27), linie odporne na kilę kapusty i suchą zgniliznę twardziową, linie resyntetyczne (5) oraz linie z różnych europejskich programów hodowlanych.

Podobieństwo genetyczne badanych linii rzepaku określono za pomocą 10 kombinacji starterów AFLP znakowanych fluorescencyjnie (AFLP<sup>®</sup> Selective Amplification Primers, ABI), z których wszystkie wykazywały polimorfizm. Produkty reakcji poddano elektroforezie w aparacie ABI Prism 3130 XL (ABI). Do odczytu obserwacji markerowych zastosowano program PeakScanner 1,0 Applied Biosystem. Łącznie uzyskano 552 produkty amplifikacji, w tym 344 (62,3%) były polimorficzne. W celu oszacowania zmienności genetycznej zastosowano współczynnik podobieństwa genetycznego Nei i Li (1979), który

pozwoił na przeprowadzenie analizy skupień metodą UPGMA. Dendrogram utworzony na podstawie 344 markerów AFLP podzielił badane genotypy na cztery zasadnicze grupy.

Na podstawie uzyskanych wyników dla 101 genotypów rzepaku wykonano analizę wariacji molekularnej (AMOVA) w celu porównania wyników analiz w obrębie poszczególnych grup (podział ze względu na pochodzenie analizowanych genotypów) i pomiędzy populacjami. Wyniki AMOVA wskazują, że zmienność molekularna pomiędzy genotypami pięciu populacji wyniosła 10%, a 90% całkowitej zmienności wystąpiło pomiędzy genotypami w obrębie badanych populacji.

Podobieństwo genetyczne uzyskane na podstawie markerów molekularnych AFLP stanowi istotne uzupełnienie klasycznych metod selekcji komponentów rodzicielskich odmian mieszańcowych zrestorowanych rzepaku ozimego (np. odmiana Poznaniak).

Oilseed rape hybrid cultivars in Plant Breeding Company (PBC) Strzelce are developed based on CMS *ogura* hybridization system. Progress in hybrid breeding is possible to achieve by effective selection of F<sub>1</sub> hybrid parental components. Knowledge of general and specific combining abilities, cultivar origin, and morphological and genetic distance help in the selection of parental forms.

The objective of the study was to estimate the genetic distance of breeding materials from PBC Strzelce and Department of Oilseed Crops in Plant Breeding and Acclimatization Institute – Branch in Poznań and *B. napus* germplasm collection. The plant materials used in the study consisted of winter oilseed rape. The investigated lines were: 25 cytoplasmic male sterile CMS *ogura* lines and 21 restorer lines (Rfo) of CMS *ogura* system, with good specific combining ability; resynthesized lines (5); lines resistant to *Sclerotinia sclerotiorum* and *Plasmodiophora brassicae* and lines from different European breeding programs.

Genetic similarity between 101 genotypes was evaluated on the basis of DNA polymorphism delineated with 10 AFLP primer combinations – *EcoRI/MseI*. *EcoRI* primers were labeled with fluorescent dye (AFLP® Selective Amplification Primers, ABI). After selective amplification, PCR products were analyzed using capillary electrophoresis on an ABI Prism 3130xl Genetic Analyser. Electrophoretograms were analyzed using PeakScanner 1.0 software package (ABI). All AFLP primer pairs generated polymorphic fragments. A total of 552 fragments were amplified, of which 344 (62.3%) were polymorphic. In order to evaluate genetic variability a coefficient of similarity (Nei & Li 1979) was calculated and then UPGMA method was applied for the creation of a dendrogram. The dendrogram based on 344 polymorphic AFLP markers separated the 101 investigated oilseed rape genotypes into four main groups.

The analysis of molecular variance (AMOVA) for these genotypes was performed in order to estimate the genetic variance within group and between groups (using cultivar origin as a grouping criterion). The analysis of AMOVA revealed that within group variance accounted for 90% of the total variance, while the variance between groups contributed only 10%.

Genetic similarity obtained on the basis of AFLP molecular markers is a significant addition to classical methods of selection of parental components of winter oilseed rape hybrid varieties (eg. cv. Poznaniak).

4. Alina Liersch<sup>1</sup>, Jan Bocianowski<sup>2</sup>, Wiesława Popławska<sup>1</sup>, Stanisław Spasibonek<sup>1</sup>, Teresa Piętka<sup>1</sup>, Teresa Cegielska-Taras<sup>1</sup>, Iwona Bartkowiak-Broda<sup>1</sup>, Katarzyna Mikołajczyk<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

<sup>2</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

**Analiza zróżnicowania genetycznego linii hodowlanych rzepaku ozimego z kolekcji IHAR-PIB, Oddz. Poznań, z zastosowaniem markerów mikrosatelitarnych**

*Genetic diversity analysis of oilseed rape breeding lines from the IHAR – Poznań collection with the use of microsatellite markers*

Zachowanie zmienności genetycznej przy jednoczesnym polepszaniu istotnych gospodarczo cech ilościowych i jakościowych stanowi jedno z ważnych zadań w nowoczesnej hodowli twórczej rzepaku. Cennym narzędziem wspomagającym proces selekcyjny są markery molekularne, identyfikujące zróżnicowanie genetyczne, a także stopień pokrewieństwa w obrębie badanych populacji. Ponadto, markery molekularne stosowane do określania profilu DNA (ang. *genetic fingerprinting*) dla danego osobnika stanowią swego rodzaju identyfikator, charakterystyczny dla danego genotypu. Określanie profili DNA służy, między innymi, ochronie własności intelektualnej; przy dużym nasyceniu markerami – może być stosowane do monitorowania zmian genotypów podczas rekombinacji.

Celem pracy była analiza zróżnicowania genetycznego oraz stopnia pokrewieństwa w obrębie kolekcji linii hodowlanych, pochodzących z zasobów genowych rzepaku w IHAR – PIB, Oddział Poznań. Do badań wybrano 15 linii podwojonych haploidów (DH) otrzymanych z linii rzepaku ozimego o zróżnicowanych cechach jakościowych i ilościowych. Wyizolowano genomowy DNA, a następnie przeprowadzono amplifikacje PCR z zastosowaniem specyficznych par starterów dla 48 loci mikrosatelitarnych (SSR, STR), występujących na wszystkich chromosomach rzepaku (n=19). Produkty amplifikacji rozdzielono metodą elektroforezy kapilarnej w systemie ABI Prism 3130XL Genetic Analyser firmy Applied Biosystems i analizowano przy użyciu oprogramowania PeakScanner. Z zastosowaniem pakietu GenStat określono zróżnicowanie genetyczne oraz stopień pokrewieństwa pomiędzy osobnikami w obrębie badanej kolekcji. Otrzymane wyniki będą stanowiły punkt wyjścia do dalszych badań, w celu określenia profili genetycznych linii rzepaku przydatnych dla rozwoju różnych kierunków hodowli.

Maintaining genetic diversity along with improving economically important quantity and quality traits belong to the main challenges in modern oilseed rape breeding. Molecular markers identifying genetic variability and degree of similarity among examined populations make a valuable tool helpful in selection process. Moreover, the markers used for DNA profiling (genetic fingerprinting) of particular individuals determine a specific ID distinguishing for a genotype. DNA profiling is applied, among others, for intellectual property protection; high marker density may be useful when monitoring of genotype changes while recombination.

The aim of this work was the analysis of genetic diversity as well as degree of similarity among breeding lines collection derived from oilseed rape gene resources of the IHAR-NRI, Research Division in Poznań. Fifteen doubled haploid (DH) lines developed from oilseed rape lines characterized by differentiated quantity and quality traits were chosen for analysis. Genomic DNA was isolated and PCR amplifications with the use

of specific primer pairs for 48 microsatellite (SSR, STR) loci localized in the rapeseed chromosomes ( $n=19$ ) were performed. Amplification products were separated by capillary electrophoresis on an ABI Prism 3130XL Genetic Analyser (Applied Biosystems) and analysed with the use of the PeakScanner software. Genetic diversity and degree of similarity among individuals of the collection were established using the GenStat statistical package. The obtained results will be applied for further study on genetic profiling of oilseed rape lines useful for the development of various trends in breeding.

5. Agnieszka Dobrzycka, Joanna Wolko

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

**Ocena dystansu genetycznego dwóch populacji mieszańców heterozyjnych rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.) oraz ich linii rodzicielskich**

*Evaluation of genetic distance of two populations of winter oilseed rape heterotic hybrids and their parental lines (*Brassica napus* L.)*

Główną miarą postępu biologicznego w hodowli roślin jest zwiększanie plonu. W programach hodowlanych rzepaku wzrost produktywności uzyskuje się między innymi poprzez hodowlę odmian mieszańcowych pokolenia  $F_1$ , w którym występuje zjawisko heterozji. Pomimo, że zjawisko to jest badane od ponad stu lat, jego genetyczne podłoże do tej pory nie zostało jednoznacznie określone. W hodowli odmian heterozyjnych niezmiernie ważny jest dobór komponentów rodzicielskich, a dystans genetyczny jest jedną z głównych wytycznych wspomagających ten dobór. Według teorii, im bardziej oddalone genetycznie osobniki zostaną skrzyżowane, tym większą produktywnością wykaże się ich potomstwo.

Zaplanowano doświadczenie, mające na celu zbadanie efektu heterozji w dwóch populacjach mieszańców  $F_1$ . Zostały one otrzymane z krzyżowania 60 linii DH rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego (zapyłaczce) i 2 linii CMS *ogura* (linie mateczne), dobranych pod względem dużego dystansu genetycznego. Założono doświadczenie polowe (jednopowtórzeniowe w wzorcem), obejmujące obie populacje mieszańców i ich linie rodzicielskie. Na jego podstawie dokonana zostanie ocena efektu heterozji w plonie nasion oraz komponentach struktury plonu. Doświadczenie będzie powtarzane w kolejnych latach. Wykonane zostaną również analizy molekularne techniką RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), które pozwolą na obserwację grupowania się obiektów pod kątem ich podobieństwa genetycznego oraz ocenę dystansu pomiędzy liniami rodzicielskimi dla każdego z mieszańców. Otrzymane wyniki pozwolą na ocenę zależności między podobieństwem genetycznym obiektów a obserwowanym efektem heterozji dla poszczególnych cech.

Na prezentowanym posterze przedstawiono pierwsze wyniki, będące częścią zaplanowanych badań. Obejmują one analizę dystansu genetycznego dla 20 mieszańców z obu populacji (łącznie 40 mieszańców) oraz ich linii rodzicielskich (20 linii DH i 2 linie CMS). Wartości dystansu genetycznego obliczone na podstawie otrzymanych markerów RAPD wahały się od 0,02 dla kombinacji  $949 \times T9$  i  $951 \times T9$  do 0,70 dla kombinacji DH 945 i  $950 \times T9$ . Obiekty na otrzymanym dendrogramie utworzyły 3 grupy. W jednej znalazły się rodzicielskie linie DH (za wyjątkiem dwóch). Grupę drugą utworzyła linia CMS T9 oraz mieszańce po tej linii, a także wspomniane wcześniej dwie linie DH (922 i 938). Trzecia grupa, utworzona przez linię CMS 1400 i jej mieszańce podzieliła się na dwie podgrupy.

The main goal of biological progress in plant breeding is to increase the yield. In oilseed rape breeding programs increased productivity is obtained, inter alia, by  $F_1$  heterotic hybrids, in which occurs the effect of heterosis. Although this phenomenon has been studied for over a hundred years, its genetic basis has not been clearly defined yet. Genetic distance is one of the main guidelines for the selection of parental components in production of heterotic varieties. According to the theory, the higher genetic distance occurs between crossed individuals, the greater productivity their offspring demonstrates.

The experiment was designed to investigate the effect of heterosis in two populations of  $F_1$  hybrids. They were obtained from the crosses of 60 DH lines of double improved winter oilseed rape (pollen donors) and two CMS *ogura* lines (maternal lines), selected for their high genetic distance. The field experiment (unreplicated with standard) was established, including two populations of  $F_1$  hybrids and their parental lines. On this basis an assessment of the effect of heterosis for seed yield and its components will be made. This experiment will be repeated in subsequent years. RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) analysis will be performed, which will allow to observe clustering of objects in terms of their genetic similarity, and evaluation of the distance between the parental lines for each hybrid. The obtained results will allow to assess the relationship between genetic similarity of objects and the effect of heterosis observed for different traits.

On the poster the first results are presented, as part of the planned research. They include the analysis of genetic distance for 20 hybrids from each population (including 40 hybrids) and their parental lines (20 DH lines and 2 CMS lines). Genetic distance values calculated on the basis of the RAPD markers ranged from 0.02 for the combination of 951×T9 and 949×T9 and 0.70 for the combination of the DH 945 and 950×T9. Objects on the obtained dendrogram formed 3 clusters. One of them included DH parental lines (except for two). A second group was created by CMS T9 line, hybrids of this line, and two DH lines (922 and 938). The third cluster, formed by CMS 1400 line and its hybrids, was divided into two subgroups.

6. Stanisław Spasibionek, Krystyna Krótka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

**Wielocechowa analiza parametrów jakościowych i ilościowych mutantów oraz rekombinantów rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.) o zmienionym składzie kwasów tłuszczowych**

*Multivariate analysis of qualitative and quantitative parameters of mutants and recombinants of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.)*

W programach hodowlanych nad ulepszaniem rzepaku indukowanie mutacji odgrywa nadal znaczącą rolę, w wyniku której uzyskane mutanty stanowią cenny materiał dla hodowli roślin. Na podstawie tych badań uzyskano mutanty, z których wyprowadzono linie wsobne o wysokiej zawartości kwasu oleinowego (typ HO, do 81%), o wysokiej zawartości kwasu linolowego (typ HL, 27%), a także linie o znacznie obniżonej zawartości kwasu linolenowego (typ LL, poniżej 2%). Dzięki temu będzie można pozyskać oleje bardziej stabilne w wysokich temperaturach, przeznaczone do celów spożywczych oraz do produkcji estrów metylowych kwasów tłuszczowych, jako dodatek do produkcji biopaliwa.

Celem pracy było przeprowadzenie wielocechowej charakterystyki wartości hodowlanej i oceny zróżnicowania genetycznego mutantów i rekombinantów rzepaku pod względem zawartości kwasów tłuszczowych, cech związanych z przezimowaniem roślin, plonu nasion i cech plonotwórczych.

Materiał badawczy stanowiło pięć linii rodzicielskich oraz dwadzieścia mieszańców  $F_1$  i  $F_2$  otrzymanych w wyniku krzyżowań w układzie diallelicznym kompletnym. Do badań użyto linii zróżnicowanych pod względem zawartości kwasów tłuszczowych w nasionach (oleinowego, linolowego i linolenowego). Uzyskane mieszańce pokoleń  $F_1$  i  $F_2$  badano wraz z liniami rodzicielskimi w doświadczeniach polowych w dwóch miejscowościach (Łagiewniki, Karżniczka) w układzie losowanych bloków kompletnych w dwóch kolejnych sezonach wegetacyjnych 2007/2008 i 2008/2009.

Obliczenia ogólnej (GCA) i specyficznej zdolności kombinacyjnej (SCA) wykonano według metody Griffinga (1956).

Wysoce istotna GCA badanych linii pod względem zawartości kwasów tłuszczowych z grupy C:18 wskazuje na addytywny sposób działania genów. Stwierdzono również addytywne działanie genów dla cech związanych ze strukturą plonu, tj. dla liczby łuszczyzn na roślinie, długości łuszczyzn, liczby rozgałęzień na roślinie, wysokości roślin i masy 1000 nasion. Ułatwi to selekcję pożądanych genotypów w segregujących pokoleniach mieszańcowych.

In breeding programs for the improvement of winter oilseed rape mutagenesis plays a significant role in obtaining valuable mutant material for plant breeding. As a result of this study mutants were obtained from which the inbred lines with high oleic acid content (type HO, up to 81%), high linoleic acid content (type HL, 27%) and with very reduced linolenic acid content (type LL, below 2%) were selected. Thanks to this it will be possible to obtain more stable oils at high temperatures, destined for food and in production of fatty acid methyl esters, as supplement to production of biofuels.

The aim of the study was to conduct multivariate characterization of breeding value and evaluation of genetic divergence in mutants and recombinants of oilseed rape in terms of fatty acid content, features associated with overwintering plants, seed yield and yield components traits.

The material consisted of five parental lines and twenty  $F_1$  and  $F_2$  hybrids obtained by making crosses in complete diallel design. Lines evaluated in the study were characterized by different fatty acid content in seeds (oleic, linoleic and linolenic acids).

The obtained hybrids of  $F_1$  and  $F_2$  generation and parental lines were investigated in the field trials in complete random block design in four replications in two locations (Karżniczka and Łagiewniki) in the seasons 2007/2008 and 2008/2009.

Calculations of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) were performed following Griffings (1956) method.

Highly significant GCA of lines studied in terms of fatty acid content of group C:18 indicate the additive behaviour of genes. It was also an additive effect of genes for traits related to yield structure (number of pods per plant, pod length, number of branches per plant, plant height and 1000 seeds weight). This will facilitate the selection of desired genotypes in segregating hybrid generations.

- 6a Błażej Hernacki<sup>1,2</sup>, Katarzyna Mikołajczyk<sup>1</sup>, Jan Bocianowski<sup>3</sup>, Krzysztof Michalski<sup>1</sup>, Iwona Bartkowiak-Broda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

<sup>2</sup> Wydział Biologii, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu

<sup>3</sup> Wydział Rolnictwa i Bioinżynierii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

**Badania fenotypowe i molekularne dwóch populacji mapujących cechę żółtonasienności u rzepaku ozimego (*Brassica napus* L. var. *oleifera*)**

*Molecular and phenotypic research of two populations mapping the trait of yellowseedness in winter oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera*)*

W Zakładzie Genetyki i Hodowli Roślin Oleistych IHAR – PIB w Poznaniu prowadzi się wieloaspektowe badania nad rzepakiem żółtonasiennym. Rzepak taki powinien się charakteryzować podwyższoną zawartością oleju i białka, a obniżoną zawartością włókna pokarmowego, które jest między innymi pochodną kondensacji polifenoli. Analizy fenotypowe i molekularne prowadzone są na dwóch populacjach mapujących linii podwojonych haploidów (DH), złożonych z potomstwa, jakie otrzymano krzyżując wzajemnie dwie linie DH żółtonasienne („00”) z dwoma czarnonasiennymi liniami DH („00”). Obie populacje liczą po około sto linii zróżnicowanych pod względem barwy nasion.

Barwę nasion oceniano przy pomocy aparatu Colorflex. Skład biochemiczny (zawartość tłuszczu, białka, włókna pokarmowego – ADF i NDF oraz glukozynolanów) nasion populacji badanych w różnych środowiskach określano przy pomocy aparatów InfraTech i NIRS. Badania molekularne populacji przeprowadzono wykorzystując techniki PCR – RAPD i AFLP oraz startery mikrosatelitarne.

Dotychczasowe wyniki pokazują zróżnicowanie badanego materiału pod względem cech biochemicznych. Potwierdzają wcześniejsze założenia dotyczące zależności barwy nasion i zawartości włókna pokarmowego NDF oraz ADF, a także tendencję do wyższej zawartości oleju i białka w nasionach o jaśniejszym zabarwieniu. Obserwuje się również większy modyfikujący wpływ środowiska na kształtowanie się cech w nasionach żółtych w porównaniu z nasionami czarnymi. Na obecnym etapie badań poszukuje się sprzężeń pomiędzy uzyskanymi markerami molekularnymi (STR, RAPD i AFLP) z cechami fenotypowymi.

*Część badań została wykonana w ramach grantu N N310 727640, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w Krakowie.*

In the Plant Breeding and Acclimatization Institute (IHAR – PIB) in Poznań a multi-faceted studies on yellowseedness of winter oilseed rape are carried out. Yellow-seeded oilseed rape should be characterized by a higher content of oil and protein and a reduced content of dietary fiber, which is a derivative of condensation of polyphenols. Phenotypic and molecular analyzes are conducted on two mapping populations of doubled haploid lines (DH), consisting of the offspring obtained by the crossing of two yellowseeded DH (“00”) lines with two blackseeded DH lines (“00”). Both populations contain about a hundred lines differing in the color of seeds (from black to yellow).

The color of seeds was assessed using Colorflex. Biochemical composition (fat, protein, dietary fiber – ADF and NDF and glucosinolates content) of seeds from populations harvested in various environments was determined using InfraTech and NIRS.



Molecular studies of the population were carried out using PCR – RAPD and AFLP and microsatellite primers.

The present results show biochemical differences in the tested material. They also seem to confirm previous assumptions that the color of seeds could impact the content of dietary fiber NDF and ADF and also a tendency to higher oil and protein content in the seeds of a lighter color. However, there was also observed more modifying influence of the environment on the characteristics of yellowseeded lines as compare to the black seeded. At the present stage of investigations a linkage between obtained molecular markers (STR, RAPD and AFLP ) specific phenotypic features is studied.

*Part of these investigations has been financed by the The Polish National Science Centre, grant No N N310 727640*

7. Wiesława Popławska<sup>1</sup>, Alina Liersch<sup>1</sup>, Małgorzata Jędrzycka<sup>2</sup>, Joanna Kaczmarek<sup>2</sup>, Iwona Bartkowiak-Broda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

<sup>2</sup> Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu

### **Ocena natężenia i odległości przenoszenia pyłku rzepaku – wyniki badań w latach 2011–2013**

*Evaluation of intensity and distance of pollen oilseed rape transfer – results of research in the years 2011–2013*

Zakres przepływu genów pomiędzy uprawami genetycznie zmodyfikowanymi i nie modyfikowanymi, w dużej mierze zależy od skali emisji pyłku, jego rozproszenia i od odległości między uprawami. Kwestia przepływu genów jest szczególnie istotna dla rzepaku, ponieważ gatunek ten jest częściowo allogamiczny (20–40% obcopylny), produkuje ogromne ilości pyłku,  $5 \times 10^{12}$  ziaren pyłku na ha. Pyłek jest przenoszony przez wiatr, pszczoły, trzmiele i inne owady. Zakres przepływu genów za pośrednictwem pyłku u rzepaku jest silnie uzależniony od warunków klimatycznych (np. prędkości i kierunku wiatru), jak również charakterystyki ziaren pyłku. Pyłek rzepakowy jest relatywnie duży (32–33  $\mu\text{m}$ ), ciężki i lepki, w warunkach naturalnych żywotny od 1 do 5 dni.

Celem badań była ocena odległości przenoszenia pyłku rzepaku za pośrednictwem wiatru w różnych warunkach środowiskowych z wykorzystaniem pułapek pyłku i określenie izolacji przestrzennych wymaganych w przypadku upraw różnych rodzajów odmian: konwencjonalnych, GMO, ekologicznych oraz o różnych cechach jakościowych. Doświadczalną plantację rzepaku (o powierzchni około 0,6 ha) zlokalizowano w Poznaniu (N 52°25' E 16°53') w izolacji co najmniej 5 km od innych plantacji rzepaku. Jako źródło pyłku wykorzystano podwójnie ulepszone linie rzepaku ozimego.

Obserwacje intensywności i odległości rozproszenia pyłku rzepaku tylko za pośrednictwem wiatru przeprowadzono w okresie kwitnienia rzepaku, w latach 2011, 2012 i 2013 r. z wykorzystaniem pułapek pyłku. Pułapki pasywne umieszczone na wysokości 1,30 m nad ziemią zostały rozmieszczone wokół pola w pięciu kierunkach w różnych odległościach: 40, 60, 90 i 100 m, w odstępach co 5 m. Pasywne pułapki o lepkiej powierzchni 12×5 cm zbierano co 24 godziny. Objętościowe 7-dniowe pułapki Hirscha (Burkard Manufacturing, Wielka Brytania) rozmieszczono liniowo w kierunku dominującego wiatru (SE) w odległości od 15 do 180 m od krawędzi pola na wysokości 0,60 m

powyżej poziomu gruntu. Urządzenie to aktywnie zasysa powietrze z ziarnami pyłku, zarodnikami i innymi małymi obiektami, które następnie przyklejają się do taśmy Melinex pokrytej specjalnym rodzajem kleju. Określenie ilości pyłku i jego koncentracji dokonano w oparciu o ilość pyłku uwidocznioną i wybarwioną na szkiełkach mikroskopowych z zamontowaną taśmą Melinex pokrytą wazeliną. Liczbę ziaren pyłku rzepaku zliczano za pomocą mikroskopu świetlnego z 250-krotnym powiększeniem. Preparaty badano stosując metodę liczenia poziomego – licząc wszystkie ziarna pyłku rzepaku. Stężenie pyłku zdefiniowano jako uśrednioną liczbę ziaren pyłku w metrze sześciennym powietrza pobranego w ciągu 24 godzin.

Uzyskane wyniki wskazują, że przenoszenie pyłku rzepaku przez wiatr było istotne dla małych odległości. Największą ilość pyłku znajdowano w każdym kierunku, zazwyczaj w odległości pierwszych 50 m od krawędzi pola, wraz ze wzrostem odległości obserwowano spadek jego nasilenia. Jakkolwiek w okresie intensywnego kwitnienia znajdowano niewielkie ilości pyłku jeszcze w odległości 180 m od kwitnącego pola.

Zatem przepylenie obcym pyłkiem nie jest głównym problemem dla współistnienia różnych typów odmian rzepaku. Jeżeli rośliny są w bliskim sąsiedztwie, przeniesienie różnych genotypów przez pyłek może być ograniczone przez izolację przestrzenną i stosowanie stref buforowych.

The extent of gene flow between genetically-modified and non genetically-modified crops, is largely dependent on the scale of pollen emission and dispersal, and on distance between fields. The question of gene flow is particularly relevant to oilseed rape because this species is partially allogamous (20–40% of outcrossing), produces a huge quantity of pollen,  $5 \times 10^{12}$  pollen grain per ha. Pollen is dispersed by wind, hive bees, bumble bees and other insects.

The extent of pollen-mediated gene flow in oilseed rape is strongly dependent on climatic conditions (e.g. wind speed and direction) as well as its pollen characteristics. Rapeseed pollen is relatively large (32–33  $\mu\text{m}$ ), heavy and sticky, with viability estimates ranging from 1 to 5 days under natural conditions.

The objective of this study was to assess the distance of the wind-mediated oilseed rape pollen dispersal in different environmental conditions using pollen traps and to estimate the isolation distances needed in the case of different types of varieties: conventional, GMO, organic and with different quality traits.

The experimental oilseed rape field (acreage about 0.6 ha) was located in Poznań (N 52°25' E 16°53') and was isolated by at least 5 km from other oilseed rape plantations. The double low winter oilseed rape lines were used as the pollen source. The monitoring of intensity and distance of only wind-mediated pollen oilseed rape dispersal was done in the flowering period in seasons 2011, 2012 and 2013 using pollen traps. Passive traps were positioned at a height of 1,30 m above ground level and were placed at five compass directions around the field at the different distances of 40, 60, 90 and 100 m in increments of 5 m. The passive traps with a sticky area of 12×5 cm were collected every 24 hours.

Hirsch seven-day volumetric pollen traps (Burkard Manufacturing, UK) were positioned on a linear transect in the direction of the prevailing wind (S-E) at the distance of 90 and 180 m from the edge of the field at a height of 0.60 m above ground level. This apparatus actively sucks air with, pollen grains, spores and other small objects, which then stick to the Melinex tape covered with a special type of glue.

Calculation of pollen amount and concentrations was based on pollen number visualized on Vaseline-covered and stained Melinex tapes that were mounted on microscope slides. The amount of oilseed rape pollen was counted using light microscopy with 250× magnification. Slides were examined using horizontal counting method – all the oilseed rape pollen grains were counted. Pollen concentration was defined as averaged amount of pollen grain per cubic meter of air sampled, over 24 hours.

The obtained results indicated that pollen transfer through wind in oilseed rape was significant for short distances. The highest amount of pollen was generally found in the first 50 m from the edge of field, at each compass direction, a decrease in intensity with increasing distance was observed. However, in period of intense flowering the small amounts of pollen were found yet at the distance of 180 m from the flowering field.

Therefore cross pollination is not the main problem for the coexistence of different types of oilseed rape cultivars. If crops are in close proximity the transfer of different genotypes by pollen dispersal can be managed by spatial separation and the use of buffer zones.

7a. Magdalena Kluza-Wieloch<sup>1</sup>, Irmina Maciejewska-Rutkowska<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Life Sciences in Poznań, Department of Botany

<sup>2</sup> University of Life Sciences in Poznań, Department of Forest Botany

**Zmienność morfologiczna ziaren pyłku u różnych typów odmian lnu zwyczajnego (*Linum usitatissimum* L., Linaceae)**

*Variability of pollen morphology of selected cultivars of common flax (*Linum usitatissimum* L., Linaceae)*

Len zwyczajny należy do jednych z najstarszych roślin uprawnych. Pierwsze znaleziska nasion odkryto w wykopaliskach z epoki kamiennej, co dowodzi, że znany był już człowiekowi prehistorycznemu. Uprawiano go na całym ówczesnym świecie, od Babilonii poprzez Egipt, do Grecji. U Słowian pojawił się około kilku wieków przed Chrystusem. Do końca XVIII wieku był on niezastąpionym surowcem do wyrobu różnego rodzaju tkanin, które powszechnie używano między innymi do wytwarzania bielizny lub ubrań letnich.

Celem pracy było wykazanie zmienności morfologicznej ziaren pyłku u czterech różnych typów odmian lnu zwyczajnego: oleistych, włóknistych, pośrednich oraz ozdobnych. Razem w doświadczeniu przebadano 11 odmian. Dla każdej z nich pomierzono długości osi biegunowej (P) i równikowej (E) u 30 ziaren pyłku, a stosunek tych pomiarów pozwolił określić kształt ziaren. Uzyskane dane poddano wielowymiarowym analizom statystycznym, a na bazie uzyskanych wyników wykazano pokrewieństwa między badanymi taksonami. Wykonano również serie zdjęć z mikroskopu elektronowego (SEM), co pozwoliło dokładnie opisać i porównać również skulpturę ziaren pyłku.

Największe ziarna pyłku (najdłuższe osi P i E) miała odmiana oleista Opal. Charakteryzowała się ona także najmniejszą wartością proporcji P/E. Najmniejsze ziarna, o dużej wartości tego stosunku, odnotowano u odmian włóknistych. Współczynniki zmienności wszystkich mierzonych cech ziaren pyłku były relatywnie niskie u każdej z badanych odmian. Odmiany oleiste Szafir i Opal charakteryzowały się najmniejszymi wartościami współczynnika zmienności dla długości osi P i E oraz proporcji P/E u analizowanych

mikrospor. Natomiast największe wartości tego współczynnika zaobserwowano u odmian włóknistych Alba i Luna oraz u odmiany pośredniej.

Jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA wyrażona wartościami współczynnika F wykazała, że analizowane cechy w znacznym stopniu różnicowały badane odmiany. Najbardziej zróżnicowana była długość osi równikowej E ziaren pyłku. Wszystkie badane cechy były ze sobą skorelowane w sposób istotny, a ujemnie najsilniej związek ten uwidocznił się pomiędzy osią równikową E ziaren a stosunkiem P/E. W wyniku przeprowadzenia analizy dwóch pierwszych składowych głównych dla 11 odmian *L. usitatissimum* stwierdzono, że PC1 wpływa na analizowane cechy w 60%, a PC2 w 40%. Analizując korelację pomiędzy dwiema pierwszymi składowymi głównymi a analizowanymi cechami zauważono istotną statystycznie korelację pomiędzy PC1 a długością osi równikowej ziaren (dodatnią) i stosunkiem P/E (ujemną), podczas gdy PC2 bardzo istotnie dodatnio wpływało na długość osi biegunowej mikrospor. Z dendrogramu skonstruowanego na podstawie odległości euklidesowych dla badanych odmian wynikało, że najbardziej do siebie podobne były odmiany włókniste, oraz jedna z odmian oleistych i pośrednia. Wyodrębniły się zasadnicze trzy grupy. Pierwszą stanowiły najbardziej spokrewnione cztery odmiany włókniste, drugą dwie odmiany oleiste i odmiana ozdobna, a trzecią odmiana oleista, pośrednia oraz dwie różniące się znacznie od siebie i innych odmiany włókniste.

Ziarna pyłku lnu zwyczajnego wszystkich badanych odmian uprawnych były symetryczne, wielkości średniej [P=54,6 (50,0–60,0)  $\mu\text{m}$ , E=49,05 (42,5–55,0)  $\mu\text{m}$ ], wydłużono-kuliste [P/E=1,12 (1,00–1,29)], w położeniu biegunowym o zarysie okrągłym, z trzema bruzdami ustawionymi w płaszczyźnie równikowej. Eksyna miała grubość 3–4  $\mu\text{m}$ , w tym seksyna 2–3  $\mu\text{m}$  oraz neksyna 1–2  $\mu\text{m}$ . Ziarna pyłku o częściowo wykształconym daszku (*semitectate*). W obrazie mikroskopu świetlnego skulptura typu *gemmate*, w mikroskopie skaningowym typu *fossulate*. Nie stwierdzono istotnych różnic w mikromorfologii ziaren pyłku analizowanych 11 odmian lnu zwyczajnego.

Common flax (*Linum usitatissimum* L.) belongs to the oldest cultivated plants. The seeds of the species were found in the archaeological finds of the Stone Age. It was commonly used within area of ancient Babylonia, Egypt and Greece to provide fibre and oil. Slavs had started growing flax about a few centuries before Christ. Until the end of the XVIII century flax was an indispensable raw material in the manufacture of various types of materials, among others in common practice to make underwear or light clothes.

The main aim of the work was to investigate the variability of pollen morphology of four types of cultivars of common flax: oily, fibrous, intermediate and ornamental. In total 11 cultivars were investigated. The biometry was done for 30 pollen grains of each cultivar. Polar (P) and equatorial (E) axes were measured and basing on P/E ratio pollen shape was determined. The obtained data were subjected to multivariate statistical analyses, to demonstrate relationship between the studied taxa. Besides, the details of pollen morphology of all flax cultivars were studied with light and scanning electron microscopes.

The largest pollen grain were found in oily cultivar Opal. At the same time pollen grains of this taxon had the lowest value of P/E ratio. The smallest grains, with a high values of this ratio were observed in fibrous types of common flax. Generally, the values of coefficient of variation of analyzed traits were relatively low. However, the smallest values of this statistic for P and E length as well as for P/E ratio were noted in oily cultivars Opal

and Szafir and the largest values in fibrous cultivars Alba and Luna and in intermediate cultivar.

One factor analysis of variance ANOVA expressed by F-values showed that the investigated traits of grains differentiated all flax cultivars to a high degree. The length of the equatorial axis was the most varied. All investigated pollen characters were significantly correlated with each other. This relationship was revealed the most negatively between the length of equatorial axis and P/E ratio. The principal component analysis for 11 cultivars of *L. usitatissimum* proved that the first principal component PC1 explained 60% of the observed variability and the second principal component PC2 elucidated 40%. An impact of variables of the analyzed traits on the principal components PC1 and PC2 was stated. There was statistically significant, positive correlation between PC1 and E length and statistically significant, but negative correlation between PC1 and P/E ratio. On the other hand PC2 was highly positively related to P length. The dendrogram constructed on the basis of Euclidean distances for the analyzed cultivars revealed the greatest similarity between fibrous cultivars of flax as well as between one of the oily and intermediate cultivars. Three major groups of grains were separated. First group consisted of the most related four oily cultivars, second group consisted of two oily and ornamental cultivars and the third was formed by one oily, intermediate and two fibrous cultivars, significantly different from each other and other taxa.

Pollen grains of all observed cultivars were isopolar, radiosymmetric, medium size [P=54.6 (50.0–60.0)  $\mu\text{m}$ , E=49.05 (42.5–55.0)  $\mu\text{m}$ ], prolate-spheroidal in shape [P/E=1.12 (1.00–1.29)], with circular amb, trizonocolpate. Exine 3–4  $\mu\text{m}$  thick, sexine 2–3  $\mu\text{m}$  and nexine 1–2  $\mu\text{m}$ . Grains were semitectate, with partially fused sculptural processes. With LM gemmate sculpture visible, with SEM fossulate type of ornamentation. No significant differences were noted in pollen micromorphology among investigated 11 cultivars of common flax.

8. Magdalena Walkowiak, Krystyna Krótka, Aleksandra Piotrowska  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

**Analiza genetyczna zawartości kwasów tłuszczowych C:18 w oleju nasion mieszańców lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.)**

*A genetic analysis of the C:18 fatty acids content in the oil of seeds of cross-bred flax (*Linum usitatissimum* L.)*

Celem pracy było przeprowadzenie badań genetycznych określających sposób dziedziczenia genów odpowiedzialnych za gromadzenie się w oleju nasion lnu oleistego kwasów z grupy C:18 – oleinowego, linolowego i linolenowego.

Planowane badania miały na celu wykonanie analiz genetycznych w oparciu o ocenę pokoleń F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> i F<sub>3</sub> uzyskanych w wyniku krzyżowania diallelicznego różnych genotypów lnu oleistego.

Do badań nad sposobem dziedziczenia kwasów tłuszczowych 18-węglowych użyto odmian zróżnicowanych pod względem zawartości kwasów tłuszczowych w oleju nasion. Dwie polskie odmiany – Szafir i Oliwin – charakteryzowały się typową dla lnu oleistego zawartością kwasu oleinowego (od 15,84 do 19,42%), kwasu linolowego (od 12,70 do 18,21%) i kwasu linolenowego (od 56,07 do 59,39%). Kanadyjskie odmiany typu Linola –

KLA i KLB – miały obniżoną zawartość kwasu linolenowego (od 2,33 do 3,13%) i wysoką zawartość kwasu linolowego (od 70,20 do 70,71%).

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że badane odmiany wysokolinolenowe (Szafir i Oliwin) niezależnie od kierunku krzyżowań w każdej badanej kombinacji mieszańców  $F_1$ ,  $F_2$  i  $F_3$  wpływały na wzrost zawartości kwasów oleinowego i linolowego, a odmiany niskolinolenowe (KLA i KLB) znacznie obniżyły zawartość kwasu linolowego.

Przeprowadzona analiza wariancji genetycznej dla zawartości kwasów tłuszczowych: oleinowego, linolowego i linolenowego mieszańców wykazała wysoce istotne różnicowanie efektów ogólnej (GCA) i specyficznej (SCA) zdolności kombinacyjnej w badanych pokoleniach. Wysoce istotne efekty dla krzyżowań odwrotnych uzyskano w mieszańcach z odmianą KLB typu Linola dla badanych kwasów.

Efekt ogólnej zdolności kombinacyjnej (GCA) dla zawartości kwasów tłuszczowych z grupy C:18 w nasionach odmian rodzicielskich wykazał wysokie różnicowanie w pokoleniach. Dla odmian Szafir i Oliwin w kombinacji z odmianą KLB typu Linola w kolejnych pokoleniach efekt GCA był wysoce dodatni pod względem zawartości kwasu linolenowego. Wysoce istotne efekty GCA w pokoleniach mieszańcowych badanych odmian wskazują na addytywne działanie genów na zawartość kwasów tłuszczowych.

Dodatni efekt specyficznej zdolności kombinacyjnej (SCA) wykazały mieszańce odmianowe uzyskane z krzyżowań odmian o typowym składzie kwasów tłuszczowych dla zawartości kwasu oleinowego i linolowego, natomiast mieszańce odmian wysokolinolenowych z odmianami typu Linola dla kwasu linolenowego.

The goal of the study was to conduct genetic research determining the mode of inheritance of the genes which are responsible for the accumulation of C:18 acids (oleic acid, linoleic acid, and linolenic acid) in the oil of the seeds of oily flax.

The designed study was to carry out genetic analyses based on the assessment of  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  generations obtained by diallelic cross-breeding of various genotypes of oily flax.

In the course of the study of the mode of inheritance of the C:18 fatty acids differentiated varieties were used. These varieties contained various amounts of fatty acids in the oil of seeds. Two Polish Szafir and Oliwin varieties were characterized by typical of flax content of oleic acid within the range (from 15.84 to 19.42%), of linoleic acid (from 12.70 to 18.21%), and linolenic acid (from 56.07 to 59.39%). Canadian varieties of the Linola type: KLA and KLB were characterized by lower content of linolenic acid (from 2.33 to 3.13%), and high content of linoleic acid (from 70.20 to 70.71%).

On the basis of the yielded results it was ascertained that the tested highly linolenic varieties (Szafir and Oliwin), independently of the cross-breeding direction in each studied combination of  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  hybrids influenced the increase of the content of oleic and linoleic acids, whilst the lowly linolenic varieties (KLA and KLB) tended to greatly reduce the content of linoleic acid.

The conducted analysis of the genetic variance of the content of fatty acids: oleic acid, linoleic acid, and linolenic acid in hybrids demonstrated highly significant differentiation of the effects of general ability (GCA) and specific ability (SCA) of combinatory capacity in the studied generations. Highly significant effects for reverse cross-breeding were generated in the hybrids with the variety of the Linola KLB type referring to the studied acids.

The effect of general combinatory ability (GCA) for the C:18 fatty acids content in the seeds of parental varieties showed high differentiation along generations. For the Szafir and Oliwin varieties in combination with the variety of the Linola KLB type in consecutive generation the GCA effect was highly positive with regard to the content of linolenic acid. Highly significant GCA effects in the hybrid generations of the studied varieties indicate an additive action of genes upon the fatty acids content.

The positive effect of the specific combinatory ability (SCA) was manifested by variety hybrids created by cross-breeding of varieties which had composition of fatty acids typical of the content of oleic and linoleic acids, and the hybrids of highly linolenic Linola type typical of the linolenic acid.

## BIOTECHNOLOGIA I BIOLOGIA MOLEKULARNA

9. Szymon Kubala, Łukasz Wojtyła, Katarzyna Lechowska, Małgorzata Garnczarska  
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu  
**Metabolizm proliny w osmokondycjonowanych nasionach rzepaku (*Brassica napus* L.) kielkujących w warunkach zasolenia**  
*Proline metabolism in osmoprimed rape (*Brassica napus* L.) seeds germinating under salinity stress*

Kondycjonowanie nasion to przedsięwzięta technika poprawiająca zdolność nasion do kiełkowania. Liczne doniesienia wskazują, że zabieg ten stanowi także skuteczną metodę zwiększania tolerancji roślin na abiotyczne i biotyczne czynniki stresowe. Zasolenie wpływa niekorzystnie na kiełkowanie nasion i rozwój siewek, a więc te fazy, które mają istotne znaczenie dla prawidłowego rozwoju roślin. Jedną z reakcji obronnych roślin na zasolenie jest akumulacja substancji kompatybilnych, w tym proliny.

Celem pracy było określenie wpływu osmokondycjonowania na tolerancję kielkujących nasion rzepaku (*Brassica napus* L. cv. Libomir) na zasolenie.

W pracy oznaczono poziom proliny, jak również poziom ekspresji genów kodujących kluczowe enzymy obrotu metabolicznego proliny: *P5CSA* oraz *P5CSB* (geny kodujące dwie izoformy syntetazy  $\Delta$  1-pirolino 5-karboksylanu) oraz *PDH* (gen dehydrogenazy proliny) w kondycjonowanych i niekondycjonowanych nasionach kielkujących w 100 mM NaCl.

Testy kiełkowania przeprowadzone w obecności 100 mM NaCl wykazały, że kondycjonowanie poprawia szybkość i zdolność nasion do kiełkowania w warunkach zasolenia. Osmokondycjonowane nasiona wykazywały 2,8-krotnie wyższy poziom proliny w warunkach kontrolnych oraz 4-krotnie wyższy podczas ekspozycji na zasolenie w porównaniu z nasionami niekondycjonowanymi. Ponadto w nasionach kondycjonowanych obserwowano znaczący wzrost ekspresji *P5CSA* przy niewielkich zmianach *P5CSB* w stosunku do nasion niekondycjonowanych zarówno w warunkach optymalnych, jak i pod wpływem zasolenia. Wykazano również, iż poziom ekspresji genu *PDH* związanego z rozkładem proliny był wyższy w nasionach niekondycjonowanych w stosunku do nasion kondycjonowanych.

Uzyskane wyniki sugerują, że osmokondycjonowanie zwiększa tolerancję kielkujących nasion rzepaku na zasolenie, a jednym z mechanizmów warunkujących tolerancję jest stymulujący wpływ kondycjonowania na anabolizm proliny przy udziale genu *P5CSA* z jednoczesnym ograniczeniem katabolizmu tego aminokwasu.

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych MG na podstawie decyzji numer DEC-2011/03/B/NZ9/00068. SK jest stypendystą Fundacji Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza. SK uzyskał stypendium w ramach projektu: „Wsparcie stypendialne dla doktorantów na kierunkach uznanych za strategiczne z punktu widzenia rozwoju Wielkopolski” Poddziałanie 8.2.2. Programu Operacyjnego Kapitał



Ludzki, finansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, edycja 2011/2012 oraz 2012/2013. SK uzyskał środki finansowe na przygotowanie rozprawy doktorskiej z Narodowego Centrum Nauki w ramach finansowania stypendium doktorskiego na podstawie decyzji nr DEC-2013/08/T/NZ9/01019.

Seed priming is a presowing treatment that improves the ability of seeds to germinate. As a result of priming higher and faster germination rate are observed. It is also stated that seed priming makes germinating seeds and seedling more tolerant to biotic and abiotic stresses.

The aim of this study was to determine the effect of osmopriming on the acquisition of salinity tolerance by germinating rape (*Brassica napus* L. cv. Libomir) seeds.

Germination tests performed in the presence of 100 mM NaCl showed that priming increases the germination rate and uniformity under salinity conditions. In plants, one of the mechanisms determining tolerance to salinity is the accumulation of osmoprotectants such as proline. Proline level and the expression of genes for key enzymes of proline turnover were studied. In rape seeds germinating under control conditions, proline level was about 2.8-fold higher in primed seeds as compared to unprimed seeds. Under salinity conditions, the primed seeds contained about four times more proline than the unprimed ones. Moreover, the *P5CSA* (gene that encodes one of two isoforms of  $\Delta$  1-pyrroline-5-carboxylate synthetase) was up-regulated in primed seeds compared to unprimed seeds and the *PDH* (proline dehydrogenase gene) expression level was down-regulated under both control and salt stress conditions.

These results suggest that the one of the advantages of osmopriming which contributes to enhanced salt stress tolerance of germinating rape seeds is modulation of proline metabolism. Enhancement of proline anabolism with depletion of its catabolism in osmoprimed seeds speak in favor of this hypothesis.

This work was supported by grant no. 2011/03/B/NZ9/00068 from the National Science Centre. SK is grateful to the Greater Poland Province Employment Office and European Social Fund for their financial support for the best PhD students in PO KL 8.2.2. program editions: 2011/2012 and 2012/2013. SK obtained financial support for preparing PhD's dissertation from the National Science Center allocated on the basis of the decision DEC-2013/08/T/NZ9/01019. SK is a scholarship holder of The Adam Mickiewicz University Foundation in Poznan in 2013/2014.

10. Szymon Kubala, Łukasz Wojtyła, Katarzyna Lechowska, Małgorzata Garnczarska  
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu  
**Kondycjonowanie nasion *Brassica napus* jako czynnik regulujący aktywację układu antyoksydacyjnego podczas kiełkowania w warunkach stresu solnego**  
*Osmopriming of Brassica napus seeds results in antioxidative metabolism adjustment in salt-stress conditio*

Stres solny, jako jeden z czynników znacząco limitujących kiełkowanie nasion, wpływa na obniżenie plonowania roślin. Fakt ten ma istotne znaczenie w przypadku roślin uprawnych. Kondycjonowanie nasion jest jednym z przedsięwziętych zabiegów stosowanych

w praktyce rolniczej w celu polepszenia parametrów kiełkowania nasion oraz zwiększenia ich tolerancji na środowiskowe czynniki stresowe.

Celem niniejszych badań była ocena wpływu osmokondycjonowania nasion rzepaku na tolerancję na zasolenie. W tym celu oznaczono poziom ekspresji genów kodujących enzymy antyoksydacyjne, ich aktywność oraz poziomu akumulacji reaktywnych form tlenu, takich jak nadtlenek wodoru i anionorodnik ponadtlenkowy oraz stopień peroksydacji związków lipidowych w kondycjonowanych i niekondycjonowanych nasionach kiełkujących na wodzie lub w 100 mM NaCl. W wyniku osmokondycjonowania nasion rzepaku w roztworze glikolu polietylenowego procent skiełkowanych nasion w obecności 100 mM chlorku sodu wzrósł z 68% dla nasion niekondycjonowanych do 96% dla nasion kondycjonowanych. W kondycjonowanych nasionach poddanych kiełkowaniu, zarówno na wodzie, jak i w 100 mM roztworze chlorku sodu, stwierdzono wzrost poziomu  $H_2O_2$ . Podwyższonemu poziomowi  $H_2O_2$  nie towarzyszył wzrost stopnia peroksydacji lipidów. Kondycjonowane nasiona charakteryzowały się zwiększoną aktywnością enzymów antyoksydacyjnych, takich jak peroksydaza askorbinianowa (APX), katalaza (CAT) czy dysmutaza ponadtlenkowa (SOD). Wzrostowi aktywności enzymatycznej towarzyszyła wzmożona ekspresja genów kodujących wybrane izoformy badanych enzymów. W trakcie kiełkowania nasion rzepaku w warunkach stresu solnego stwierdzono podwyższony poziom aktywności APX, natomiast aktywność CAT utrzymywała się na poziomie zbliżonym do obserwowanego w nasionach kiełkujących na wodzie. Aktywność katalazy wyraźnie wzrastała w wyniku poddania nasion rzepaku zabiegowi osmokondycjonowania. W suchych niekondycjonowanych nasionach aktywność CAT utrzymywała się poniżej progu wykrywalności, natomiast w nasionach kondycjonowanych była znacząco wyższa. W trakcie kiełkowania nasion obserwowano wzrost aktywności CAT, przy czym wzrost ten był wyższy w nasionach kondycjonowanych. Aktywność CAT w nasionach niekondycjonowanych poddanych pęcznieniu w warunkach stresu solnego była niższa niż w kontroli.

Uzyskane wyniki sugerują związek pomiędzy aktywacją układu antyoksydacyjnego, w postaci wzrostu aktywności enzymów pro- i antyoksydacyjnych oraz podwyższonej ekspresji genów je kodujących, a polepszonymi parametrami kiełkowania nasion rzepaku w warunkach stresu solnego. Aktywacja mechanizmów obrony antyoksydacyjnej w nasionach rzepaku w wyniku ich osmokondycjonowania zwiększa tolerancję na zasolenia na etapie kiełkowania.

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych MG na podstawie decyzji numer DEC-2011/03/B/NZ9/00068. SK uzyskał stypendium w ramach projektu: „Wsparcie stypendialne dla doktorantów na kierunkach uznanych za strategiczne z punktu widzenia rozwoju Wielkopolski” Poddziałanie 8.2.2. Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, finansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, edycja 2011/2012 oraz 2012/2013. SK uzyskał środki finansowe na przygotowanie rozprawy doktorskiej z Narodowego Centrum Nauki w ramach finansowania stypendium doktorskiego na podstawie decyzji nr DEC-2013/08/T/NZ9/01019. SK jest stypendystą Fundacji Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza.

Salt stress leads to decreased germination efficiency in plants, which has negative effect especially in crop plants limiting their production. Seed priming is one of the noninvasive presowing techniques adopted to improve stress tolerance of germinating seeds and seedlings at stage of their establishment.

In this study we focused on assessment of salinity tolerance of germinating *Brassica napus* seeds in terms of seeds osmopriming. Thus genes expression profiles and activities of antioxidant enzymes and accumulation of molecules regarding as oxidative stress indicators were evaluated in primed and unprimed seeds germinating on water and in 100 mM NaCl. As a result of PEG osmopriming. The percent of germinated seeds in the presence of 100 mM sodium chloride increased from 68% for unprimed seeds up to 96% for primed ones. We observed higher level of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> accumulation in primed seeds germinating in both water and 100 mM NaCl. However, higher level of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> was not accompanied by increased lipid peroxidation. Moreover, we stated enhanced activities of ascorbate peroxidase (APX), catalase (CAT) and superoxide dismutase (SOD) in primed seeds, which were correlated with increased expression rate of APX, CAT and SOD genes. In salt stress condition APX activity increased, whereas CAT activity remained at the same level in primed seeds germinated at both water and 100 mM NaCl. In dry unprimed seeds no CAT activity was noticed and its activity was lower in seeds germinated in the presence of salt compared to seeds germinated on water.

We conclude that there is a correlation between the activation of antioxidant metabolism in primed seeds and increased tolerance to salt stress during germination of rape seeds. The antioxidative capability acquired by priming seeds promotes better tolerance of salt stress during germination.

This work was supported by grant no. 2011/03/B/NZ9/00068 from the National Science Centre given to MG. SK is grateful to the Greater Poland Province Employment Office and European Social Fund for their financial support for the best PhD students in PO KL 8.2.2. program editions: 2011/2012 and 2012/2013. SK obtained financial support for preparing PhD's dissertation from the National Science Center allocated on the basis of the decision DEC-2013/08/T/NZ9/01019. SK is a scholarship holder of The Adam Mickiewicz University Foundation in Poznan in 2013/2014.

11. Antoni Banaś<sup>1</sup>, Kamil Demski<sup>1</sup>, Tomasz Furmanek<sup>2</sup>, Katarzyna Jasieniecka<sup>1</sup>, W. Banaś<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed w Gdańsku

<sup>2</sup> Instytut Biologii i Ochrony Środowiska, Akademia Pomorska w Słupsku

<sup>3</sup> Instytut Biologii, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

**Akumulacja lipidów w rozwijających się nasionach *Crambe abyssinica* i potencjalna rola acylotransferazy acylo-CoA:diacyloglicerol (DGAT) i acylotransferazy fosfolipid:diacyloglicerol (PDAT) w tym procesie**

*Lipid accumulation in Crambe abyssinica developing seeds and potential role of acyl-CoA:diacylglycerol acyltransferase (DGAT) and phospholipid:diacylglycerol acyltransferase (PDAT) play in this process*

Badania dotyczyły akumulacji lipidów i aktywność enzymów typu DGAT i typu PDAT w rozwijających się nasionach *C. abyssinica*. Wykazano, że biosynteza lipidów zapasowych (triacylogliceroli) była najintensywniejsza w późniejszych stadiach rozwojowych nasion. W okresie najintensywniejszej biosyntezy triacylogliceroli obserwowano najwyższe stężenia acylo-CoA w tkankach badanych nasion oraz najwyższą aktywność enzymów typu PDAT i typu DGAT. Aktywność PDAT mierzono wykorzystując di-[<sup>14</sup>C]18:1-DAG jako akceptor kwasów tłuszczowych i endogenne fosfolipidy frakcji mikrosomalnych jako

donory grup acylowych. Pomiar aktywności DGAT wykonywano przy wykorzystaniu di-6:0-DAG jako akceptora kwasów tłuszczowych i różnych [ $^{14}\text{C}$ ]acylo-CoA jako dawców grup acylowych. Stosunek aktywności PDAT do aktywności DGAT zależał w znacznym stopniu od stosowanego acylo-CoA w testach mierzących aktywność DGAT. Stosunek ten był bardzo niski gdy donorem kwasów tłuszczowych był 12:0-CoA; oscylował około 0,2 gdy donorem kwasów tłuszczowych był 16:0-CoA czy 22:1-CoA i osiągał najwyższy poziom (nawet 1,1) gdy donorem był 18:1-CoA. Specyficzna aktywność enzymów typu DGAT w stosunku do 12:0-CoA i 22:1-CoA zmieniała się znacznie w czasie rozwoju nasion *C. abyssinica*. Sugeruje to istnienie dwóch izoform tego enzymu, jednej o wysokim powinowactwie do krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych i drugiej o wysokim powinowactwie do 22:1-CoA. Ta druga izoforma DGAT zwiększała swoją aktywność w późniejszych etapach rozwojowych nasion (aktywność pierwszej izoformy malała w tym czasie).

Dominującym acylo-CoA występującym w tkankach badanych nasion był 22:1-CoA. Jej względna zawartość osiągała najwyższe wartości (ponad 80%) w późniejszych stadiach rozwojowych nasion. Kwas erukowy był również dominującym kwasem tłuszczowym lipidów zapasowych badanych nasion, ale stanowił tylko niewielki procent kwasów tłuszczowych występujących w lipidach polarnych. Względna zawartość kwasu erukowego w lipidach badanych nasion była zawsze niższa od względnej zawartości 22:1-CoA w puli acylo-CoA.

The study investigates lipid accumulation and the activity of DGAT and PDAT in the developing seeds of *C. abyssinica*. It was observed that the majority of triacylglycerols were synthesized during the later stages of seed development. The most intensive process of TAG biosynthesis corresponded with the highest concentration of acyl-CoAs in seed tissues as well as with the highest activity of DGAT and PDAT enzymes. The PDAT activity was measured with di-[ $^{14}\text{C}$ ]18:1-DAG as acyl acceptor and endogenous microsomal lipids as acyl donors. Successful measurement of DGAT activity was achieved with the use of di-6:0-DAG as fatty acid acceptor and different [ $^{14}\text{C}$ ]acyl-CoAs as acyl donors. The ratio between PDAT and DGAT activity depended heavily on the acyl-CoA used in DGAT assays. It was very low when 12:0-CoA was applied; oscillated around 0.2 when 16:0-CoA and 22:1-CoA were used and reached the highest levels of up to 1.1 with 18:1-CoA. DGAT preferences towards 12:0-CoA and 22:1-CoA were changing dramatically during the seed development suggesting the existence of two isoforms of this enzyme; one with high affinity towards 22:1-CoA with intensive activity during the later stages of seed development.

The dominant acyl-CoA was 22:1-CoA. Its relative amount was the highest (more than 80%) at the late stage of seed development. Except polar lipids, erucic acid was the dominant fatty acid in seed lipids; however its relative amount was always lower than relative amount of 22:1-CoA in acyl-CoA pool.

12. Katarzyna Jasieniecka, Kamil Demski, Antoni Banaś  
Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed w Gdańsku  
**Mutacjom insercyjnym genów kodujących acylotransferazy lizofosfatydyloetanolamina:acylo-CoA (LPEATy) u *A. thaliana* towarzyszą zmiany w biosyntezie lipidów oraz w morfologii roślin**  
*Mutations in genes encoding lysophosphatidylethanolamine:acyl-CoA acyltransferases (LPEATs) in *A. thaliana* are associated with alterations in lipid biosynthesis and plant morphology*

Lizofosfolipid:acyl-CoA acylotransferazy (LPLATy) katalizują przeniesienie reszty acylowej z acylo-CoA na lizofosfolipidy syntetyzując odpowiednie fosfolipidy. Dodatkowo w reakcji odwrotnej mogą one przenosić reszty kwasów tłuszczowych z fosfolipidów na koenzym A (CoA) przyczyniając się tym samym do wymiany kwasów tłuszczowych pomiędzy fosfolipidami (szczególnie fosfatydylocholiną) a pulą kwasów tłuszczowych połączonych z CoA. W genomie *A. thaliana* zidentyfikowano dwa geny kodujące białka o aktywności acylotransferaz lizofosfolipid:acyl-CoA specyficznych w stosunku do lizofosfatydyloetanolaminy: *At1g80950* (LPEAT1) oraz *At2g45670* (LPEAT2). Oba geny posiadają różny profil ekspresyjny a kodowane przez nie białka odmienne właściwości biochemiczne. Jednakże ich funkcja fizjologiczna w roślinach nie została jak dotąd dokładnie poznana.

Celem niniejszej pracy była charakterystyka efektów fenotypowych wyłączenia genów kodujących LPEAT1 i/lub LPEAT2 u roślin *Arabidopsis*. Do badań wykorzystano mutanty insercyjne *A. thaliana* (Col-0). Czystość linii homozygotycznych potwierdzano metodą PCR. Mutanty wykorzystywano do obserwacji fenotypowych oraz do analiz składu i zawartości lipidów w różnych częściach roślin (liście, korzenie, nasiona).

Obserwacje fenotypowe ujawniły szereg zmian w morfologii roślin *A. thaliana* wywołanych wprowadzonymi mutacjami. Badane mutanty posiadały np. krótsze łuszczyzny, zmienioną morfologię liści, obniżone tempo wzrostu korzenia głównego siewek oraz wytwarzały mniej nasion w porównaniu do roślin kontrolnych. Mutanty te charakteryzowały się również zmniejszoną zawartością olejów w nasionach.

Lysophospholipid:acyl-CoA acyltransferases (LPLATs) are a family of enzymes that participate in the transfer of acyl group from acyl-CoA to lysophospholipids, synthesizing the appropriate phospholipids. Additionally, in the reverse reaction, LPLATs may transfer polyunsaturated fatty acids and uncommon fatty acids from phospholipids to CoA and thus contribute to fatty acid (FA) exchange between phospholipids acyl-CoA pool. Two genes, in the *A. thaliana* genome, have been identified as responsible for coding acyltransferases with specificity to lysophosphatidylethanolamine: *At1g80950* (LPEAT1) and *At2g45670* (LPEAT2). Recently it was shown that both of the aforementioned acyltransferases have different biochemical and expression properties. However, their possible physiological role is poorly characterized.

The aim of this study was to characterize the phenotypes of *A. thaliana* (Col 0) plants with disrupted LPEAT1 or/and LPEAT2. For the investigation T-DNA insertion mutants were used. Genes homozygous with mutation in LPEAT1 or/and LPEAT2 were identified

by PCR. Aside from morphological observation, analyses of lipid classes in leaf, roots and seeds of the tested mutants and control plants were performed.

Phenotypic observations revealed a series of changes in the morphology of *A. thaliana* plants caused by introduced mutations. For instance, tested mutants had shorter siliques, modified morphology of leaves, reduced growth rate of the primary root, and produced less seeds compared to control plants. These mutants were also characterized by a reduced oil content in the seeds.

12a Katarzyna Gacek<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

<sup>2</sup> School of Life Sciences, University of Warwick, UK

**Kinaza receptorowa *IKU2* wraz z homologiem *IKU2LIKE* reguluje wczesny rozwój nasion *Arabidopsis thaliana***

*IKU2 and IKL receptor-like kinases are redundantly required for Arabidopsis seed formation*

Tworzenie nasion ma kluczowe znaczenie w cyklu życiowym roślin, a ich poprawny rozwój zapewniony jest dzięki ściśle skoordynowanej komunikacji między trzema elementami nasiona: zarodkiem, otaczającą go endospermą oraz łupiną nasienną. Najnowsze badania donoszą, iż ten kompleksowy proces regulowany jest poprzez komunikację międzykomórkową (cell-cell communication), w którym udział biorą transbłonowe kinazy receptorowe (receptor like kinases – RLKs) oraz małe białka sekrecyjne (small secreted peptides) pełniące rolę ligandów. Regulacja tych procesów jest jednak wciąż mało poznana. U *Arabidopsis thaliana*, *IKU2* koduje kinazę receptorową bogatą w reszty leucynowe (LRR RLK), która jest specyficzna dla wczesnego etapu rozwoju endospermy, co w efekcie ma wpływ na regulację wielkością nasion. Scharakteryzowano najbliższy homolog *IKU2* i nazwano *IKU2LIKE* (*IKL*), a analiza genetyczna podwójnego mutantu *iku2/ikl* wykazała, iż oba geny pozytywnie regulują wczesnym rozwojem nasion poprzez równoległe ścieżki sygnałowe. Wykazano również, iż efekt działania kinaz receptorowych *IKU2* oraz *IKL* ma wpływ na rozwój łupiny nasiennej już we wczesnym etapie rozwoju, a w szczególności jej wewnętrzną warstwę komórek. Odkrycie to ma znaczenie nie tylko w badaniach nad rozwojem nasion roślin modelowych, ale także pozwala zrozumieć podstawowe procesy rozwojowe regulujące tę ważną cechę gospodarczą (wielkość nasion, a tym samym plon) u roślin użytkowych.

Formation of seeds is a key event in a life cycle of flowering plants. The proper development of the seed is achieved through coordinated growth of its three components: embryo, endosperm and maternal integuments (seed coat). Recent genetic studies have revealed that the coordination between the three key players is mediated by intercellular cell-cell communication. This mechanism involves transmembrane receptors and small secreted peptides acting as ligands, however, regulation of these processes remain largely unknown. In *Arabidopsis thaliana* *IKU2* is a seed specific leucine-rich-repeat receptor-like kinase (LRR RLK) and positively regulates seed growth and development. This work revealed that *IKU2* homologue, named *IKU2-LIKE* (*IKL*) interacts with *IKU2* in seed development. Genetic analysis of double *iku2/ikl* mutants suggests that the two genes are

redundantly required for proper endosperm and seed development and act in parallel pathways. In addition it was found that *IKU2* together with *IKL* positively regulate inner integument growth in early developing seeds. Together this work will have particular relevance to understanding seed biology not only in model *Arabidopsis thaliana* but also in more important crop plant species with potential benefits to society.

13. Agnieszka Mierek-Adamska, Grażyna Dąbrowska, Anna Goc

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

**Ekspresja metalotionein *Brassica napus* w odpowiedzi na toksyczne jony metali ciężkich**  
*Brassica napus metallothionein genes expression in response to toxic heavy metal ions*

Metalotioneiny (MT) to niskocząsteczkowe białka bogate w reszty cysteinowe i dzięki nim zdolne do koordynacyjnego wiązania jonów metali ciężkich. MT występują powszechnie w królestwie zwierząt i roślin, a także u niektórych Prokaryota. Roślinne metalotioneiny zostały podzielone na cztery typy ze względu na ilość i układ reszt cysteinowych. MT typu 1–3 charakteryzują się zgrupowaniem reszt cysteinowych w dwóch domenach terminalnych. Jedynie MT typu 4 mają Cys zgrupowane w trzech domenach.

Ekspresja roślinnych metalotionein wzrasta w odpowiedzi na różnorodne czynniki środowiskowe jak jony metali ciężkich, reaktywne formy tlenu, susza czy atak patogenów. Ponadto obserwowano różne wzorce ekspresji MT w zależności od gatunku rośliny oraz typu metalotioneiny. Fizjologiczna rola roślinnych metalotionein pozostaje nie w pełni wyjaśniona. Białka te, oprócz zaangażowania w utrzymanie homeostazy mikroelementów czy detoksyfikację toksycznych jonów metali ciężkich, prawdopodobnie biorą udział w odpowiedzi na stres oksydacyjny, utrzymaniu odpowiedniego potencjału redoks komórki czy regulacji procesów rozwojowych.

Przeprowadzone wcześniej badania umożliwiły sklonowanie genów kodujących MT rzepaku odmiany ozimej Kronos należących do wszystkich czterech typów roślinnych metalotionein (*BnMT1-4*). Badanie wzorca ekspresji sklonowanych genów w odpowiedzi na kadm i ołów w czasie kiełkowania nasion metodą sqRT-PCR i liścieniach 6-dniowych siewek metodą hybrydyzacji northern wykazała zróżnicowaną odpowiedź na jony w zależności od typu MT, rodzaju zastosowanego jonu oraz stadium rozwoju rośliny. W czasie kiełkowania nasion obserwowano wzrost ekspresji tylko w przypadku *BnMT1* i *BnMT4*. W liścieniach obserwowano wzrost ekspresji wszystkich analizowanych genów, jednak na różnym poziomie i w różnym czasie od aplikacji jonów. Występujące różnice mogą sugerować odmienną rolę analizowanych MT w procesach detoksyfikacji toksycznego kadmu i ołowiu w zależności od typu i etapu rozwoju rośliny.

Metallothioneins (MTs) are low molecular weight, cysteine-rich proteins which are able to bind the heavy metal ions via cysteine residues. The MT genes have been found through-out the animal and plant kingdoms as well as in some prokaryote species. Based on the number and arrangement of the cysteine residues plant MTs have been classified into four types. The MTs type 1-3 are characterized by the cysteine residues grouped into two terminal domains. Only the MTs type 4 have Cys grouped into three domains.

The expression of the plant metallothionein genes increases in response to various environmental factors including heavy metal ions, reactive oxygen species, drought or

pathogens attack. The physiological function of plant MTs remains still elusive. These proteins besides involvement in maintenance of the micronutrients homeostasis or the detoxification of toxic metal ions probably take part in the response to oxidative stress, maintenance of cell redox potential and regulation of developmental processes.

Our previous experiments allowed us to clone the genes encoding metallothioneins of all four types of plant MTs in rape winter variety Kronos (*BnMT1-4*). The expression pattern analysis of the cloned genes in response to cadmium and lead ions treatment during seed germination using sqRT-PCR and in cotyledons of six-day-old seedlings using northern blot hybridization showed differentiated response depending on type of MT, type of applied ion and stage of plant development. During seed germination the increase in expression level was observed only for *BnMT1* and *BnMT4*. During the seed germination the increased expression level only for *BnMT1* and *BnMT4* was observed. In the cotyledons the increased expression level was observed for all analysed genes but at different time from ions application. These differences may suggest that analysed MTs play different role in detoxification of cadmium and lead depending on the MT type and stage of development.

14. Marcin Matuszczak, Irena Tokarczuk

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

**Testowanie funkcjonalności oraz metod otrzymywania markera typu CAPS opracowanego dla wykrywania dwóch mutacji genu *BnaA.FAD2* rzepaku ozimego**

*Testing of functionality and methods to obtain CAPS marker designed to detect two mutated forms of *BnaA.FAD2* gene in winter rapeseed*

W Oddziale Poznańskim IHAR – PIB wytworzono dwa mutanty rzepaku ozimego (*Brassica napus* L. var *oleifera*) o wysokiej zawartości kwasu oleinowego w nasionach (M10453 – HOR3 i M10464 – HOR4). Zespół badawczy z INRA w Le Rheu we Francji określił sekwencje genu *BnaA.FAD2* mutantów i form dzikich. Wyniki tych prac objęte są patentem (WO 2007/138444). W oparciu o poznane sekwencje zmutowanego genu opracowano kodominujący marker typu CAPS (ang. *Cleaved Amplified Polymorphic Sequences*), który zgodnie z założeniami ma służyć odróżnianiu mutantów od form dzikich oraz homozygot od heterozygot.

Opracowany kodominujący marker typu CAPS jest już wykorzystywany w bieżących pracach hodowlanych. Ogółem w 2013 roku za pomocą tego markera analizowano 50 różnych genotypów rzepaku ozimego. Wśród badanych roślin zidentyfikowano 11 linii homozygotycznych typu dzikiego, 14 linii homozygotycznych typu HOR3, 17 linii homozygotycznych typu HOR4 oraz 8 linii heterozygotycznych z allelem zmutowanym typu HOR4. Pomimo tych praktycznych zastosowań marker ten wymaga dalszego testowania i ulepszania. W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki takich testów.

Sprawdzano powtarzalność analizy przy zastosowaniu różnych metod izolacji DNA. Dla prób z sezonu 2011/2012 porównywano dwie metody, które zakładają wykorzystanie automatycznej homogenizacji tkanki przy użyciu aparatu FastPrep oraz złoża Lysing Matrix A z zestawu Fast DNA Spin Kit firmy MP-Bio. W pierwszej z metod do dalszych etapów stosowano standardową procedurę z CTAB. W drugiej natomiast zastosowano procedurę i odczynniki z zestawu Fast DNA Spin Kit firmy MP-Bio. Dla prób z sezonu 2012/2013 porównywano dwie inne metody izolacji DNA. Pierwsza z nich to standardowa



metoda z ciekłym azotem i buforem CTAB, natomiast druga to metoda szybka z buforem zawierającym SDS. Nie zaobserwowano żadnych różnic w wynikach uzyskanych przy użyciu czterech badanych metod izolacji DNA. Stwierdzono, że w rutynowych analizach przy użyciu markera CAPS można zastosować dowolną z technik, przy czym wskazane jest używanie najtańszej, najmniej pracochłonnej i najszybszej z nich.

Kolejny test miał na celu sprawdzenie w praktyce, czy przy pomocy opracowanego markera można odróżnić homozygoty od heterozygot. Wyniki analiz dla mutacji M10453 – HOR3 nie przyniosły pozytywnych rezultatów ze względu na degradację lub zanieczyszczenie próbki kontrolnej. Jednocześnie wśród badanych roślin nie udało się zidentyfikować żadnej heterozygoty zawierającej pojedynczy allel zmutowany M10453 – HOR3. Analizy wykonane dla mutacji M10464 – HOR4 pozwoliły natomiast na uzyskanie podwójnego potwierdzenia przydatności stosowanego markera do odróżniania heterozygot od homozygot. Udało się to zarówno poprzez analizę prób mieszanych (symulowana heterozygota), jak i poprzez identyfikację licznych prawdziwych heterozygot w badanym materiale. Formy heterozygotyczne charakteryzowały się wzorem złożonym z trzech prążków: większy, nietrawiony fragment pochodzi z allela dzikiego, zaś dwa mniejsze fragmenty powstałe z przecięcia amplifikowanego DNA pochodzą z allela zmutowanego.

Wśród badanych roślin z sezonu 2011/2012 znalazły się takie, które pochodzą z linii uzyskanych z całkiem nowej serii doświadczeń z mutagenizacją. Charakteryzowały się one wysoką zawartością kwasu oleinowego w nasionach, co mogło wynikać z nowej mutacji badanego genu *BnaA.FAD2* lub ewentualnie z mutacji innego genu. Potwierdzono, że opracowany marker CAPS nie nadaje się do wykrywania tych nowych mutacji, ponieważ dla badanych prób uzyskano wzór prążków charakterystyczny dla homozygoty typu dzikiego.

Dla wykonywania rutynowych analiz rzepaku przy pomocy markera CAPS niezbędne jest opracowanie prostej i szybkiej metody, aby było możliwe analizowanie jak największej liczby prób. W tym celu testowano zmodyfikowaną procedurę, w której zrezygnowano z etapu oczyszczania DNA po amplifikacji. Stwierdzono, że wyniki uzyskane przy pomocy metody uproszczonej pokrywają się z wynikami uzyskanymi metodą standardową. Stosowanie metody uproszczonej obniży w przyszłości koszty analizy, a także znacznie ją przyspieszy.

Należy zaznaczyć, że ze względu na istnienie patentu (WO 2007/138444), komercyjne wykorzystanie opracowanego markera dla tworzenia nowych odmian wiąże się z koniecznością uregulowania opłat licencyjnych za jego stosowanie.

Two mutants of winter rapeseed (*Brassica napus* L. var *oleifera*), having increased amount of oleic acid in seeds, were developed in Plant Breeding and Acclimatization Institute – National Research Institute, Poznań Branch (M10453 – HOR3 and M10464 – HOR4). They were then studied in INRA, Le Rheu, France to determine the sequences of *BnaAFAD2* gene. The obtained sequences from both mutated and wild-type forms are patented (WO 2007/138444). These results served as the basis for the design of allele-specific codominant CAPS (*Cleaved Amplified Polymorphic Sequences*) marker. The marker is able to distinguish between two types of mutated and wild-type alleles. The additional value of this marker is the ability to distinguish between heterozygotes and homozygotes of both kinds.

At present the CAPS marker is already in use as a tool for breeding of the new winter rapeseed varieties. In 2013 there were 50 genotypes of that crop analyzed using this marker. Among the studied plants 11 homozygotic wild-type lines, 14 homozygotic HOR3 type lines, 17 homozygotic HOR4 type lines and 8 heterozygotic lines having the mutated allele of HOR4 type, were found. Despite its successful use, this marker needed further testing and development. Here are some results of such tests.

The repeatability of the analysis was checked, with the different methods of DNA extraction used. For the samples coming from 2011/2012 season two methods with automatic homogenization of the plant tissue using FastPrep apparatus with Lysing Matrix A (Fast DNA Spin Kit, MP-Bio) were compared. In the first method after the initial automatic homogenization, the standard CTAB extraction procedure was performed. In the second method the whole extraction process followed the procedures and utilized the chemicals included in the Fast DNA Spin Kit (MP-Bio). For the samples coming from 2012/2013 season two additional methods of DNA extraction were tested. The first method was the standard liquid nitrogen / CTAB buffer method, so far routinely utilized in our lab. The second one was the simplified and quick method with the buffer containing SDS. The resulting gel images showed no differences between the described four methods of DNA extraction. In conclusion it was stated that all of them could be used, but the cheapest, the least laborious and the quickest one is preferred.

The ability to distinguish between heterozygotes and homozygotes using the CAPS marker was checked with another test. For the M10453 – HOR3 mutation it was unsuccessful due to the degradation or contamination of DNA in the control sample. The studied winter rapeseed lines were also useless because none of them was a heterozygous plant containing single mutated allele of HOR3 type. Fortunately comparable analyses performed to check the M10464 – HOR4 mutation have brought some good results. The test was successful for mixed samples containing DNA from two different homozygous plants (mutated and wild-type forms) prepared to simulate the heterozygous one. Luckily, among the studied winter rapeseed lines some real heterozygotes were also found. The resulting band pattern was the same for simulated and real heterozygotes and consisted of three bands. The larger undigested fragment comes from the wild-type allele and two smaller fragments result from the digestion of DNA coming from the mutated allele.

Among the samples obtained in the 2011/2012 season, there are a few samples coming from the new series of mutagenesis experiments. These plants have showed very high levels of oleic acid content in seeds, which could be the result of some new mutations in the *BnaAFAD2* gene, or elsewhere in the genome. The presented analyses proved that the studied CAPS marker cannot detect these new mutations. The band patterns obtained for these lines were the same as for homozygous wild-type forms.

The objective for development of the useful CAPS marker for detection of mutant forms of winter rapeseed is to find the simple and quick method that would facilitate the breeding by analyzing the great number of samples. To achieve that goal the initial procedure for this marker was modified. The simplified procedure lacked the cleaning step after the amplification of *BnaAFAD2* gene fragment and before its digestion with restriction enzyme. During our tests it was stated that the results obtained using the simplified method are consistent with the results obtained using the standard method containing the cleaning step. The use of this simplified method in the future will make this analysis much cheaper and will also save much time.

The sequences of the *BnaAFAD2* gene of mutated and wild-type forms as well as the sequences of related primers and recognized points of mutations are patented (WO 2007/138444). It must be noticed then that presented marker may only be used commercially for creating the new varieties after the payment of all required license fees.

15. Tomasz Furmanek<sup>1</sup>, Antoni Banaś<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Biologii i Ochrony Środowiska, Akademia Pomorska w Słupsku

<sup>2</sup> Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed w Gdańsku

**Wpływ azydku sodu na ryzogenezę *Crambe abyssinica* w kulturach *in vitro***

*Effect of sodium azide on rooting ability of *Crambe abyssinica* in in vitro cultures*

Katran abisyński (*Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E.Fries.) należy do roślin, dla których w ostatnich latach opracowano protokoły rozmnażania w warunkach *in vitro*. Dało to możliwość przeprowadzenia transformacji mających na celu polepszenie jego cech w kierunku wyższej przydatności w wykorzystaniu przemysłowym. Opracowane metody transformacji zostały jednak opatentowane i nie mogą być wykorzystywane bez uzyskania odpowiednich pozwoleń. Dalsze prace nad ulepszeniem katrań metodami inżynierii genetycznej są więc znacznie utrudnione.

Katran abisyński to roślina oleista doskonale nadająca się do manipulacji genetycznych. Nie krzyżuje się bowiem z innymi gatunkami, a jej olej nie jest wykorzystywany w przemyśle spożywczym ze względu na wysoką zawartość kwasu erukowego.

Oprócz inżynierii genetycznej do wywoływania zmian w DNA danego gatunku stosuje się również mutagenezę. Jednym z częściej stosowanych mutagenów jest azydek sodu. Został on również zastosowany w niniejszych badaniach w stosunku do katrań abisyńskiego.

Nasiona katrań abisyńskiego (odmiana Meyer) sterylizowano, a następnie moczone w roztworach azydku sodu o różnych stężeniach. Tak przygotowane nasiona wykładano na pożywkę ½ MS zestaloną agarem i podkiełkowały w ciemności w temp. 23°C. Po 14 dniach z otrzymanych siewek pobierano eksplantaty (liściowe i liścieniowe) i wykładano na stałą pożywkę MS. Po około tygodniu na powierzchni eksplantatów liścieniowych otrzymanych z siewek wyrosłych z nasion moczonych w roztworze azydku sodu – 2,0 mM×dm<sup>-3</sup> – zaczęły wykształcać się korzenie (brak ich było na eksplantatach kontrolnych). Po kolejnych dwóch tygodniach korzenie odcinano i przenoszono na płynną pożywkę MS (bez dodatku hormonów wzrostu). Kultury korzeniowe prowadzone są w ciemności w temp. 23°C. Pasażowanie prowadzone jest co osiem tygodni. Kultury te udało się utrzymać już ponad rok czasu i nie wykazują one żadnych objawów starzenia się. Korzenie z uzyskanych kultur zachowują cały czas zdolności regeneracyjne. Wydaje się więc, że będą one stanowiły doskonały materiał do przeprowadzania transformacji.

During last few years, proper protocols of *in vitro* propagation has been developed, in between, for *Crambe abyssinica*. This allowed to improve its characteristics, in a direction of higher suitability for industrial exploitation, using genetic engineering. However, the developed method of transformation has been patented and cannot be used without proper permits. Thus, further improvement of *Crambe abyssinica* by use of genetic engineering is hampered if someone is not a patent holder. On the other hand, crambe is an

oilseed plant perfectly suited for genetic manipulation. It does not cross with other species, and its oil is not used for consumption, due to the high content of erucic acid.

Apart from genetic engineering, the changes in the DNA of a given species can be also cause *via* mutagenesis. Sodium azide is one of the most frequently used mutagens. We used it also in the presented study. Crambe seeds (cv Meyer) was sterilized and then soaked in a solution of sodium azide (different concentrations). After that, seeds were placed on ½ MS medium solidified with agar and germinated in the dark at 23°C. After 14 days, from the obtained seedlings, leaves and cotyledon explants were prepared and placed on MS medium solidified with agar. After about a week on the surface of cotyledonous explants (from seedlings regenerated from seeds soaked in sodium azide solution – 2.0 mM×dm<sup>-3</sup>) began to emerge roots (on the explants from control plants roots do not appears). After another two weeks, the roots were cut off from the explants and transferred to MS liquid medium (without addition of growth hormones). Root cultures are carried out in the dark at 23°C and passaging every 8 weeks. So far, these cultures have managed to maintain for more than a year and they do not show any signs of aging. Additionally, they still retain regenerative abilities. Thus, it seems that obtained root cultures constitute an excellent material for transformation.

16 Jan Bocianowski<sup>1</sup>, Katarzyna Seidler-Łożykowska<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

<sup>2</sup> Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu

**Związek interakcji między markerami molekularnymi RAPD i zawartością olejku w owocach kminku zwyczajnego (*Carum carvi* L.)**

*Analysis of interaction among molecular markers for essential oil content of caraway fruit (*Carum carvi* L.)*

Zmienność genetyczna cech ilościowych roślin uprawnych jest zazwyczaj kontrolowana przez dużą liczbę genów. Dość często geny te charakteryzują się interakcją epistatyczną. Wraz z rozwojem biologii molekularnej możliwa stała się analiza mechanizmów genetycznych cech ilościowych oraz identyfikacja genów i ich oddziaływania na siebie. Zastosowanie markerów molekularnych czyni proces selekcji bardziej efektywnym. Selekcja z wykorzystaniem markerów może być ważnym narzędziem w hodowli roślin, zwiększającym wydajność tego procesu, szczególnie w przypadku cech dziedziczonych wielogenowo, istotnie determinowanych przez środowisko. Jednym z najważniejszych celów w hodowli roślin zielarskich jest podniesienie zawartości substancji czynnych. Owoce kminku zawierają olejek eteryczny, którego głównymi składnikami są karwon i limonen. W prezentowanej pracy przedstawiono wpływ interakcji markerów typu RAPD na zawartość olejku eterycznego w owocach kminku zwyczajnego (*Carum carvi* L.). Ocenie podlegała kolekcja kminku składająca się z 22 obiektów w tym 12 populacji, trzy odmiany ('Trojica', 'Rekord' i 'Kończewicki') oraz siedem rodów hodowlanych.

Na podstawie wyników analizy regresji zaobserwowano istotny statystycznie związek 13 par markerów na zawartość olejku w owocach kminku zwyczajnego w pierwszym roku badań oraz 22 par markerów w drugim roku. Procent całkowitej zmienności fenotypowej zawartości olejku w owocach kminku zwyczajnego wyjaśnianej przez poszczególne pary

genów wynosił od 13,9 do 44,3% w 2004 roku oraz od 15,5 do 65,0% w 2005 roku. Trzy pary markerów determinowały obserwowaną cechę w obu latach badań.

The genetic variation of quantitative traits are usually controlled by a number of genes (quantitative trait loci, QTLs) with epistatic and gene-by-environmental interactions. With the development of modern molecular biology, it has become possible to dissect the genetic mechanism of quantitative trait and identification of the associated genes and their interacting network. Application of molecular markers makes selection process much more effective. Marker assisted selection is an important tool for plant breeders to increase the efficiency of the breeding process, especially for multigenic traits, highly influenced by environment. The enhance of active substance content is one of the most important aim of medicinal plant breeding. Caraway fruit contain essential oil with its two main compounds: carvone and limonene. In this paper influence of RAPD markers interaction on essential oil content of caraway fruit (*Carum carvi* L.) was analyzed. The evaluated collection consisted of 22 objects: 12 populations, three cultivars ('Trojica', 'Rekord' and 'Kończewicki') and seven breeding strains.

Significant associations of 13 marker-by-marker interactions with essential oil content of caraway fruit in 2004 as well as 22 in 2005 were found on the basis of regression analysis. The proportion of total phenotypic variances of essential oil content of caraway fruit explained by the marker-by-marker interaction ranged from 13.9% to 44.3% in 2004 and from 15.5% to 65.0% in 2005. Three marker-by-marker interactions influenced on yield of caraway fruits in both years of study.

## AGROTECHNIKA

17. Władysław Malarz, Marcin Kozak, Andrzej Kotecki, Aneta Wójtowicz,  
Monika Białkowska, Marta Gas

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

### **Wpływ nawożenia siarką na cechy morfologiczne i plonowanie rzepaku ozimego odmiany DK Example. Część I. Cechy morfologiczne rzepaku ozimego**

*Effect of S fertilization on morphological features and yield of winter rapeseed cultivar DK Example. Part I. Winter rapeseed morphological features*

W latach 2010/2011–2012/2013 w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu przeprowadzono dwuczynnikowe doświadczenie poletkowe założone metodą „split-plot”, w czterech powtórzeniach. Czynniki badawczymi były w kolejności:

- 1) jesiennie dawki siarki w  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (0 i 30)
- 2) wiosenne dawki siarki w  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (0, 30, 60, 90, 120)

Przed siewem zastosowano nawożenie mineralne w dawce ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): 25,6 N, 60  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 120  $\text{K}_2\text{O}$ . Nawozy siarkowe zastosowano zarówno przed siewem, jak i wiosną w czasie ruszenia vegetacji w postaci siarczanu amonu wg kombinacji doświadczenia. Wiosenne nawożenie azotem wykonano w dwóch dawkach – w czasie ruszenia vegetacji w postaci saletry amonowej lub siarczanu amonu uzupełniając je do dawki  $102,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  i w okresie pakowania w postaci mocznika ( $70 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N).

Bezpośrednio przed zbiorem na 10 roślinach z każdego poletka oznaczono następujące cechy morfologiczne: wysokość roślin, wysokość do I. plonującego rozgałęzienia, liczbę rozgałęzień I. rzędu i liczbę łuszczyń na roślinie. Na 20 łuszczyń pochodzących z pędu głównego określono liczbę nasion oraz masę nasion w 1 łuszczyńce, a po zbiorze masę 1000 powietrznie suchych nasion.

Na podstawie trzyletnich badań sformułowano następujące wnioski:

1. Warunki pogodowe w latach badań wpłynęły w istotny sposób na wszystkie cechy morfologiczne przed zbiorem oraz elementy struktury plonu.
2. Jesienne nawożenie siarką spowodowało jedynie wzrost liczby łuszczyń na roślinie.
3. W porównaniu do kontroli wiosenne nawożenie siarką spowodowało zwiększenie liczby łuszczyń na roślinie, liczby nasion i masy nasion z łuszczyńcy.

The Department of Crop Production of the Wrocław University of Environmental and Life Sciences carried out two-factor split-plot field trials with four replications, in years 2010/11–2012/13. The two factors studied were:

- 1) autumn sulphur fertilization;  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ : 0, 30,
- 2) spring sulphur fertilization;  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ : 0, 30, 60, 90, 120.

Mineral fertilization was applied before sowing at the following rates ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): 25.6 N, 60  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 120  $\text{K}_2\text{O}$ .

Ammonium sulfate, according to the trial design, was used before sowing and in spring at the beginning of the growing season. Spring N fertilization took place twice: ammonium nitrate or ammonium sulfate at the rate of  $102.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  at the beginning of the growing season and urea ( $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ ) during budding.

Immediately before the harvest, the following morphological features were examined in 10 plants from each plot: plant height, height of the lowest productive branch, number of lower (I) branches and number of siliques per plant. Twenty siliques from the main stem were examined and the following was recorded: number of seeds, seed mass per silique and after harvest the mass of 1000 air-dried seeds.

A three-year trial has provided the basis for the conclusions:

1. Weather conditions during the trial significantly affected all morphological traits before harvest and yield components.
2. Autumn sulphur fertilization increased the number of siliques per plant.
3. Spring sulphur fertilization increased the number of siliques per plant, number of seeds and seed mass per silique.

18. Władysław Malarz, Marcin Kozak, Andrzej Kotecki, Aneta Wójtowicz,  
Monika Białkowska, Marta Gas

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

**Wpływ nawożenia siarką na cechy morfologiczne i plonowanie rzepaku ozimego odmiany DK Example. Część II. Plon nasion i jego jakość**

*Effect of S fertilization on morphological features and yield of winter rape cultivar DK Example. Part II. Seed yield and its quality*

W latach 2010/2011–2012/2013 w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu przeprowadzono dwuczynnikowe doświadczenie poletkowe założone metodą „split-plot”, w czterech powtórzeniach. Czynniki badawczymi były w kolejności:

- 1) jesienne dawki siarki w  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (0 i 30)
- 2) wiosenne dawki siarki w  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (0, 30, 60, 90, 120)

Przed siewem zastosowano nawożenie mineralne w dawce ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ): 25,6 N, 60  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 120  $\text{K}_2\text{O}$ . Nawozy siarkowe zastosowano zarówno przed siewem, jak i wiosną w czasie ruszenia wegetacji w postaci siarczanu amonu wg kombinacji doświadczenia. Wiosenne nawożenie azotem wykonano w dwóch dawkach – w czasie ruszenia wegetacji w postaci saletry amonowej lub siarczanu amonu uzupełniając je do dawki  $102,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  i w okresie pąkowania w postaci mocznika ( $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ ).

Po oczyszczeniu nasion określono plon nasion, przy 9% wilgotności. W nasionach oznaczono zawartość tłuszczu surowego (ekstrakt eterowy) – metodą odtuszczonej reszty w aparacie Soxhleta oraz azotu ogólnego – zmodyfikowaną metodą Kjeldahla – który następnie przeliczono na białko ogółem stosując współczynnik 6,25. Na podstawie analiz chemicznych obliczono wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem. Zawartość glukozyolanów alkenowych i indolowych podano w przeliczeniu na powietrznie suchą masę nasion. Oznaczenia glukozyolanów wykonano w Zakładzie Roślin Oleistych IHAR w Poznaniu.

Na podstawie trzyletnich badań sformułowano następujące wnioski:

1. Warunki pogodowe w latach badań wpłynęły w istotny sposób na plon nasion rzepaku ozimego oraz zawartość i wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem.
2. Nawożenie rzepaku ozimego wiosenną dawką 30 kg·ha<sup>-1</sup> S okazało się wystarczające dla uzyskania najwyższych plonów nasion i wydajności tłuszczu surowego oraz białka ogółem.
3. Wzrastające dawki siarki stosowane jesienią lub wiosną nie spowodowały istotnego zwiększenia zawartości glukozynolanów w nasionach.

The Department of Crop Production of the Wrocław University of Environmental and Life Sciences carried out a two-factor split-plot field trials with four replications, in years 2010/11–2012/13. The two factors studied were:

- 1) autumn sulphur fertilization; kg·ha<sup>-1</sup>: 0 and 30,
- 2) spring sulphur fertilization; kg·ha<sup>-1</sup>: 0, 30, 60, 90, 120.

Mineral fertilization was applied before sowing at the following rates (kg·ha<sup>-1</sup>): 25.6 N, 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 120 K<sub>2</sub>O.

Ammonium sulfate, according to the trial design, was used pre-sowing and in spring at the beginning of the growing season. Spring N fertilization took place twice: ammonium nitrate or ammonium sulphate at the rate of 102.5 kg·ha<sup>-1</sup> at the beginning of the growing season and urea (70 kg·ha<sup>-1</sup> N) during budding.

After seed cleaning, the seed yield was calculated at 9% seed moisture. Crude fat in the seeds was determined on the Soxhlet extractor (ether extract), and total nitrogen by modified Kjeldahl method, which was followed by a nitrogen-to-protein conversion with a conversion factor of 6.25. The chemical analyses provided for calculation of crude fat and total protein yield. The amounts of alkenyl and indole glucosinolates were measured per dry seed mass. Glucosinolates were determined by the Department of Oilseeds, Poznań Branch of the Plant Breeding and Acclimatization Institute.

The results of three-year trials show that:

1. The weather conditions during the trials had a significant impact on the yield of winter rapeseed and amounts of crude fat and total protein therein.
2. Spring S fertilization at the rate of 30 kg·ha<sup>-1</sup> proved to be sufficient to obtain the highest yield of seeds, crude fat and total protein.
3. The increasing S rates applied in autumn or spring did not result in a significant increase in glucosinolates in the seeds.

#### 19. Tadeusz Wałkowski

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

#### **Wpływ opóźnienia terminu wysiewu nasion na poziom plonowania dwóch typów odmian rzepaku ozimego w warunkach glebowo-klimatycznych województwa podlaskiego**

*The effect of delaying the sowing date on the yield of two types varieties of winter oilseed rape in the soil and climatic conditions of the region Podlasie*

W sezonie wegetacyjnym 2011/2012 (w trzech doświadczeniach poletkowych, cztero-powtórzeniowych, założonych w układzie lustrzanym) kontynuowano badania dotyczące wpływu opóźniania terminów wysiewu nasion na plonowanie dwóch typów odmian



rzepaku ozimego (Monolit i Poznaniak F<sub>1</sub>) w warunkach glebowo-klimatycznych woj. podlaskiego. W przeprowadzonych doświadczeniach stwierdzono bardzo dobre wschody (średnie na poziomie >90%) i przezimowanie roślin w skali 9° (na poziomie 7–9° dla siewów w optymalnym terminie siewu; 2–8° dla siewów opóźnionych 10 dni oraz 1–4° dla siewów opóźnionych o 20 dni). Z dwóch badanych genotypów, średnio istotnie lepiej plonowała odmiana Poznaniak F<sub>1</sub> w Białymstoku i Sokółce, natomiast odmiana Monolit plonowała lepiej w Szepietowie. Obie odmiany zareagowały ujemnie na opóźnienie wysiewu nasion w każdej z trzech miejscowości; w Białymstoku najsilniej, bo wymarzeniem roślin w warunkach opóźnienia o 20 dni. Uzyskane wyniki wykazały potrzebę przestrzegania reżimu technologicznego w produkcji nasion rzepaku w warunkach glebowo-klimatycznych woj. podlaskiego.

In the growing season 2011/2012 (in three strict experiments, four-repetitive, founded in the mirror system) continued research on the effect of delaying sowing terms on the yield of the two types of varieties of winter oilseed rape (Monolit and Poznaniak F<sub>1</sub>) in the soil and climatic region of Podlasie. In the performed experiments it was found very good emergence (average of > 90%) and wintering plants 9° scale (at 7–9° for sowing seed in optimum time, 2–8° seedling delayed for 10 days, and 1–4° of the delayed sowing 20 days). With two genotypes, on average yielded significantly better variety Poznaniak F<sub>1</sub> in Białystok and Sokółka, while the variety monolith yielded better in Szepietowo. Both varieties have reacted negatively to delay the sowing of seeds in each of the three localities, in Białystok most, because frost plants under conditions of a delay of 20 days. The results showed the need to respect the technological regime in the production of rape seed in the soil and climatic region of Podlasie.

19a Franciszek Wielebski

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

**Wpływ gęstości siewu na plon nasion oraz skład kwasów tłuszczowych w oleju jasno- i ciemnonasiennych odmian lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.)**

*Effect of sowing density on seed yield and fatty acid composition in oil of brightly and brown linseed varieties*

Badano reakcję dwóch odmian lnu oleistego (ciemnonasiennej – Bukoz – oraz jasnonasiennej – Jantarol) na pięć gęstości siewu (400, 550, 700, 850 i 1000 nasion/m<sup>2</sup>). Doświadczenia polowe w układzie losowanych podbloków i w czterech powtórzeniach prowadzono w Łagiewnikach (N 51°46' E 17°14') w latach 2011–2012.

Przeprowadzone badania wykazały, że w warunkach przesuszenia gleby oraz niedoborów opadów, jakie wystąpiły po siewie w obu latach badań, gorsze wschody i mniejszy odsetek roślin wschodzących obserwowano u jasnonasiennej odmiany Jantarol (26,1%), przez co również obsada roślin przed zbiorem (178,8 roślin/m<sup>2</sup>) znacznie odbiegała od ilości wysianych nasion. Znacznie lepsze wschody (78%) i zbliżoną do planowanej obsadę obserwowano u ciemnonasiennej odmiany Bukoz (541,9 roślin/m<sup>2</sup>). Po wschodach na wzrost i rozwój roślin, a zwłaszcza fazę kwitnienia, w większym stopniu wpływały warunki hydrotermiczne (lata) i odmiana niż badane gęstości siewu. Kwitnienie wcześniej rozpoczęła i kończyła odmiana Bukoz.

Zróznicowana obsada roślin w istotny sposób modyfikowała pokrój roślin przed zbiorem oraz elementy struktury plonu. Rośliny rosnące w większym zagęszczeniu były przed zbiorem istotnie niższe oraz tworzyły istotnie mniej rozgałęzień i torebek, nieistotnie natomiast różniły się liczbą torebek na jednostce powierzchni, liczbą nasion w torebce oraz masą 1000 nasion i masą nasion w torebce.

Badane odmiany istotnie różniły się pokrojem roślin i komponentami plonu. Niezależnie od ilości wysiewu, rośliny odmiany Jantarol były przed zbiorem istotnie wyższe, tworzyły istotnie więcej rozgałęzień i torebek oraz nasion w torebce, które charakteryzowała istotnie większa masa 1000 nasion i większa masa nasion w torebce. Wyższe wartości tych cech u tej odmiany były głównie efektem znacznie mniejszej, w porównaniu do odmiany Bukoz, liczby roślin przed zbiorem (odpowiednio 179 i 542 szt./m<sup>2</sup>).

Badane gęstości siewu tylko nieistotnie różnicowały średnie plony nasion i słomy lnu oleistego. Nie wykazano również istotnego współdziałania badanych odmian z gęstością siewu zarówno w plonie nasion, jak i plonie słomy. Odmianie Bukoz, której liczba roślin przed zbiorem była zbliżona do ilości wysianych nasion, najwyższe plony nasion i słomy gwarantowała liczba około 550 roślin/m<sup>2</sup>, którą otrzymano wysiewając 700 nasion/m<sup>2</sup>. Zwiększenie ilości wysiewu do 850 lub 1000 nasion/m<sup>2</sup> powodowało u tej odmiany nieistotne obniżenie plonu nasion oraz plonu słomy. Natomiast u odmiany Jantarol, która charakteryzowała się zdecydowanie mniejszą od zakładanej obsadą roślin przed zbiorem, najwyższy plon nasion uzyskano przy najwyższej ilości wysiewu (1000 nasion/m<sup>2</sup>) i obsadzie około 245 roślin/m<sup>2</sup>. Niezależnie od gęstości siewu odmiana Jantarol, w porównaniu do odmiany Bukoz, charakteryzowała się prawie o połowę (40%) niższym plonem nasion, natomiast nieistotnie różniła się plonem słomy.

Badane gęstości siewu tylko nieistotnie różnicowały zawartość tłuszczu w nasionach oraz udział kwasów tłuszczowych w oleju badanych odmian lnu oleistego. Istotne różnice wystąpiły tylko między odmianami. W porównaniu do odmiany Bukoz (39,8%) istotnie więcej tłuszczu w nasionach gromadziła jasnosienna odmiana Jantarol (41,6%). W oleju tej ostatniej stwierdzono istotnie więcej kwasu oleinowego, natomiast mniej kwasu palmitynowego i linolenowego. Istotny wpływ na skład kwasów tłuszczowych miały warunki wilgotnościowo-termiczne.

The reactions of two linseed varieties (brown – Bukoz – and brightly – Jantarol) on five sowing density (400, 550, 700, 850, and 1000 seeds/m<sup>2</sup>) were investigated. The field trials in design of split-plot and four replications carried out in Łagiewniki (N 51° 46' E 17° 14') in years 2011–2012.

The study showed that in conditions of overdrying of the soil and precipitation deficiency that have occurred after sowing in both years of the investigations, inferior emergence and a smaller percentage of plants emerging observed in brightly variety Jantarol (26.1%) by what also of plant population density before harvest (178.8 plants/m<sup>2</sup>) significantly differed from the number of sown seeds. Much better emergence (78%) and similar to that planned density observed in brown variety Bukoz (541.9 plants/m<sup>2</sup>). After emergence on the growth and development of plants and especially the flowering phase, to a greater degree influenced by hydro-thermal conditions (years) and variety than sowing density investigated. Flowering began and ended earlier variety Bukoz.

Plant population density significantly modified the plant habit before harvest and yield components. Plants growing in greater density were significantly lower before harvest, and

created significantly less branches and capsules, while not significantly differed in number of capsules per unit area, number of seeds in the capsules and the weight of 1000 seeds and weight seeds in capsules.

Studied varieties differed significantly habit of plants and yield components. Irrespective of the sowing density, plant varieties Jantarol before harvest were significantly higher, significantly more produced branches and capsules and seeds in capsules, which was characterized by significantly higher weight of 1000 seeds and greater weight of seeds per capsules. Higher values of these characteristics of this variety were mainly due to the much smaller relative to the variety Bukoz number of plants before harvest (respectively 179 and 542 pcs./m<sup>2</sup>)

Sowing density tested only insignificantly differentiated average yields of seed and straw of linseed. There were no significant interaction tested cultivars of sowing density in both seed yield and straw yield. The cultivar Bukoz, where the number of plants before harvest was similar to the amount of seed sown, the highest seed yield and straw guaranteed number about 550 plants/m<sup>2</sup>, which was obtained by seeding 700 seeds/m<sup>2</sup>. Increasing of sowing density to 850 or 1000 seeds/m<sup>2</sup> of this cultivar caused a insignificant reduction of seed yield and straw yield. In contrast, in a variety Jantarol, which was characterized by a decidedly smaller than assumed plant density before harvest, the highest seed yield was obtained at the highest of sowing rate (1000 seed/m<sup>2</sup>) and plant density of about 245 plants/m<sup>2</sup>. Irrespective of sowing density Jantarol variety characterized have almost been halved (40%) lower seed yield in comparison with variety Bukoz, while not significantly differed yield of straw.

Sowing density only not significantly affected on the fat content in seeds and fatty acids composition in oil of investigated linseed cultivars. Significant difference between cultivars was noticed only. The brightly cultivar Jantarol (41.6%) accumulated significantly more fat content in seeds than of cultivar Bukoz (39.8%). Oil of cultivar Jantarol was characterized by higher content of oleic acid, whereas less content of palmitic acid, and linolenic acid. Significant impact on the fatty acid composition had hydro-thermal conditions.

## 20. E.P. Reshetnik

Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming, Zhodino, Belarus

### **Overwintering and oil seed yield of *Brassica campestris* var. *oleifera* of "000" type depending on sowing terms and rates in Belarus**

*Przezimowanie i plonowanie Brassica campestris* var. *oleifera* type "000" w zależności od terminu i gęstości siewu na Białorusi

*Brassica campestris* var. *oleifera* is a valuable oil-forage crop for light soils of Belarus. The research was conducted in 2006–2012 on sod-podzolic sandy loam soils in the central part of the Republic of Belarus. Agrochemical characteristics of the soil are as follows: pH – 6.0–6.2, humus content – 1.8–2.0%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 210–240, K<sub>2</sub>O – 182–230 mg/kg of soil. Sowing was carried out on 17 August, 25 August, and 2 September with the following sowing rates: 1.5, 2.0 and 2.5 million viable seeds per 1 ha. The object of the research is *Brassica campestris* var. *oleifera* Belarusian variety of Veronika for food use. It has been established that the highest field germination of *Brassica campestris* var.

*oleifera* seeds was at sowing on 17 August with the sowing rate of 2.5 million viable seeds per 1 ha (79.6%). The highest survival of *Brassica campestris* var. *oleifera* plants after winter was at the first sowing term with the sowing rate of 1.5 million viable seeds per 1 ha (79.1%). At later sowing terms (25 August and 2 September), survival decreased by 7.2–12.1% for all sowing rates. In this case, the optimal parameters before going into winter are as follows: the number of leaves – 8.7, weight of the aboveground part – 14.4, and root collar diameter – 8.5 mm. Between overwintering and number of leaves per plant ( $r=0.59$ ), as well as between overwintering and the weight of the aboveground parts of plants ( $r=0.47$ ), positive correlation was established. The highest preservation ability (63.3%) and survival (48.0%) of *Brassica campestris* var. *oleifera* plants before harvesting was observed at the first sowing time with the sowing rate of 2.0 million viable seeds per 1 ha.

The maximum yield of *Brassica campestris* var. *oleifera* seeds was obtained at the first sowing term for all studied sowing rates. On average for the years of the research, at the first sowing time with the sowing rate of 1.5 million germinable seeds per 1 ha, the yield made up 25.6 q/ha. With the sowing rate of 2.0 million seeds/ha, this parameter was 28.0, and at 2.5 million seeds/ha, it was 24.4 q/ha. At the second and third terms of sowing, oilseed yield decreased by 2.5–4.4 and 5.3–6.3 q/ha or 8.9–18.0 and 18.9–25.8%, respectively. The highest yield of *Brassica campestris* var. *oleifera* was obtained at the sowing rate of 2.0 million viable seeds per 1 ha for all studied sowing terms. Thus, at the first term of sowing with the sowing rate of 2.0 million viable seeds per 1 ha, the seed yield was 28.0 q/ha, at the rate of 1.5 million seeds/ha, the yield was by 2.4 q/ha or 8.6% lower, and at 2.5 million seeds/ha, it was lower by 3.6 q/ha or 12.9%. Seed yield of *Brassica campestris* var. *oleifera* was closely correlated with plant overwintering ( $r=0.73$ ) and had the average degree of correlation with the number of pods, the number of seeds in a pod and the number of plants before harvesting ( $r=0.46$ – $0.53$ ).

Thus, on the basis of the research, under the conditions of sod-podzolic sandy loam soils of the Republic of Belarus, it has been established that for *Brassica campestris* var. *oleifera* for food use, the 2nd ten-day period of August is the most optimal sowing term using the sowing rate of 1.5 million viable seeds depending on year weather conditions.

*Brassica campestris* var. *oleifera* jest wartościową rośliną paszową uprawianą na lekkich glebach na Białorusi. Badania w latach 2006–2012 prowadzone były na glebach piaszczystych w centralnej części Białorusi. Charakterystyka agrotechniczna gleby jest następująca: pH = 6,0–6,2, zawartość próchnicy glebowej 1,8–2,0%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 210–240, K<sub>2</sub>O – 182–230 mg/kg gleby. Siewy prowadzone były 17 i 25 sierpnia oraz 2 września przy użyciu 1,5, 2,0 i 2,5 miliona nasion zdolnych do kiełkowania na hektar. W badaniach wykorzystano *Brassica campestris* var. *oleifera* (białoruska odmiana pastewna Veronika). Dane wskazują, iż najlepsze kiełkowanie występowało u roślin wysianych 17 sierpnia, w liczbie 2,5 miliona nasion na hektar (79,6%). Najlepsze przeżimowanie wykazały rośliny wysiane w tym samym terminie, w liczbie 1,5 miliona na hektar (79,1%). Wysiew w późniejszym terminie obniżył przeżimowanie o 7,2–12,1% we wszystkich doświadczeniach. Optymalne parametry przed zimą stanowi liczba liści 8,7, roślinna masa nadziemna 14,4, średnica korzenia 8,5 mm. Określono pozytywną korelację pomiędzy przeżimowaniem a liczbą liści na roślinie ( $r = 0,47$ ). Najwyższą zdolność przeżimowania

(63,3%), i przeżycia roślin *Brassica campestris* var. *oleifera* do zbioru zaobserwowano na plantacjach, które zastosowały wysiew 2 mln nasion na hektar.

Maksymalny plon nasion wystąpił u roślin wysianych w pierwszym terminie. Średni plon roczny w doświadczeniu przy wysiewie 1,5 miliona nasion na hektar wyniósł 25,6 q/ha. Dla wysiewu 2 mln nasion na hektar plon wyniósł 28 q/ha, a przy 2,5 miliona nasion na hektar plon wyniósł 24,4 q/ha. W drugim i trzecim terminie siewu plon spadł odpowiednio o 2,5–4,4 i 5,3–6,3 q/ha lub 8,9–18,0 i 18,9–25,8%. Największy plon uzyskano przy wysiewie 2 milionów nasion na hektar we wszystkich trzech terminach. W pierwszym terminie wysiewu 2 milionów nasion na hektar plon wyniósł 28,0 q/ha, przy wysiewie 1,5 mln nasion na hektar plon był o 2,4 q/ha niższy (8,6%), a przy wysiewie 2,5 mln nasion na hektar plon był niższy o 3,6 q/ha (12,9%). Plon roślin był istotnie skorelowany z przezi-mowaniem ( $r = 0,73$ ), a stopień korelacji z liczbą łuszczyn, liczbą nasion w łuszczynie i liczbą roślin przed zbiorem wyniósł  $r = 0,46$ – $0,53$ .

Na podstawie przeprowadzonych badań na piaszczystych glebach Białorusi wykazano, że druga dekada sierpnia jest optymalnym okresem wysiewu nasion *Brassica campestris* var. *oleifera* w liczbie 1,5 miliona nasion zdolnych do kiełkowania na hektar, a wysokość plonu uzależniona jest od warunków pogodowych.

## 21. Jolanta Kowalska, Dorota Remlein-Starosta, Dariusz Drożdżyński

Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu

### **Występowanie patogenów i pozostałości pestycydów w próbkach nasion rzepaku ozimego w zależności od systemu uprawy**

*The occurrence of pathogens and pesticide residues in samples of winter rape seeds depending on the cultivation system*

Zróżnicowanie systemów uprawy rolniczej w głównej mierze polega na doborze i metodzie stosowania środków produkcji. Produkcja integrowana pozwala, po wyczerpaniu możliwości alternatywnych w stosunku do ochrony chemicznej, na zastosowanie syntetycznych środków ochrony roślin. Jedynie rolnictwo ekologiczne wymaga produkcji bez użycia większości środków chemicznych.

Celem badań było porównanie występowania patogenów i pozostałości pestycydów w próbkach nasion rzepaku w zależności od integrowanego i ekologicznego systemu uprawy. Zasiedlenie nasion przez patogeny może znacząco obniżyć ich jakość jako materiału siewnego. Ponadto system ekologicznej produkcji nie zezwala na stosowanie chemicznych zapraw nasiennych, a zasiedlające nasiona grzyby w sposób istotny mogą obniżyć wschody nasion i zdrowotność siewek.

W powszechnej opinii uważa się, że łuszczyna stanowi naturalną barierę przed zanieczyszczeniem nasion środkami ochrony roślin, aplikowanymi w trakcie sezonu wegetacyjnego. Jednakże analizy części próbek nasion rzepaku uprawianego w systemie konwencjonalnym, pobranych z różnych regionów naszego kraju, wykazały obecność pozostałości pestycydów.

Do analiz chromatograficznych zastosowano szybką ekstrakcję pozostałości środków ochrony roślin acetonitrylem, a następnie po oczyszczeniu eluatów metodą dyspersyjnej ekstrakcji do fazy stałej (dSPE) oznaczono próbki przy pomocy chromatografu cieczowego wyposażonego w tandemowy detektor masowy (LC-MS/MS). Do analiz zasiedlenia nasion

przez patogeny wykorzystano techniki klasycznej fitopatologii z elementami chemotaksonomii.

W przypadku nasion pochodzących z systemu produkcji ekologicznej nie stwierdzono żadnych pozostałości środków ochrony roślin. Dla próbek z IPM wykazano obecność pozostałości środków ochrony roślin, głównie dozwolonych w ochronie rzepaku, nie przekraczających najwyższych dopuszczalnych poziomów (NDP). Sporadycznie wykrywano także związki niedozwolone lub próbki z przekroczeniami. Nasiona z obu systemów uprawy były najczęściej zasiedlane przez grzyb *Alternaria brassicicola* i *A. alternata*. Najwięcej izolatów *Phoma lingam* uzyskano z nasion ekologicznych.

The diversity of agricultural cultivation systems mainly involves the selection and the use of different means of production. Integrated production permits, after the exhaustion of alternative possibilities in relation to chemical protection, the use of synthetic plant protection products (PPPs). Only organic farming rules very strictly are limiting of range of permitted PPPs.

The colonization of the seeds by pathogens can significantly decrease their quality as seed material. Additionally, organic production system does not allow for the use of chemical seed dressing and pathogenic fungi significantly may reduce the plant emergence and the health of the seedlings. The aim of the study was to compare the occurrence of pathogens and pesticide residues in samples of rapeseed depending on integrated and organic farming system.

In the general opinion it is believed that the rape pod is a natural barrier against contamination of seeds by plant protection products applied in the course of the growing season. However, some analysis of rapeseed samples obtained from conventional crop protection systems, taken from different regions of our country, indicated the presence of pesticide residues in the seeds.

For the chromatographic analysis of PPP residues, the rape seeds were rapid extracted with acetonitrile, cleaned up by dispersive-solid phase extraction (d-SPE) then analyzed for occurrence of pesticides by liquid chromatography/tandem quadrupole mass spectrometry – LC-QqQ MS/MS. For analysis of seed colonization by pathogens were used techniques with elements of classical plant pathology and chemotaxonomy.

In the case of seed samples originating from organic production system there were no residues of plant protection products. Samples from IPM showed the presence of residues, mainly pesticides allowed to protection of oilseed rape, but not exceeding maximum residue levels (MRLs). However, occasionally were determined active ingredients not allowed to this crop. The seeds from both growing systems were mostly contaminated by the fungus *Alternaria brassicicola* and *A. alternata*. The most frequently were isolated of *Phoma lingam* from the organically obtained seeds.

21a Grażyna Silska<sup>1</sup>, Jan Bocianowski<sup>2</sup>, Marcin Praczyk<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu

<sup>2</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych

**Ocena cech ilościowych genotypów lnu zwyczajnego (*Linum usitatissimum* L.) utrzymywanych w polskiej kolekcji**

*Evaluation of quantitative features of flax genotypes (*Linum usitatissimum* L.) maintained in Polish collection*

Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu od 2008 roku realizuje program wieloletni: „Ulepszanie Roślin dla Zrównoważonych AgroEkoSystemów, Wysokiej Jakości Żywności i Produkcji Roślinnej na Cele Nieżywnościowe”, w części pod tytułem: „Gromadzenie, ochrona, ocena i utrzymywanie w stanie żywym oraz udostępnianie dla potrzeb gospodarki narodowej zasobów genowych roślin użytkowych i ich patogenów, w zakresie odmian i ekotypów lnu i konopi oraz chronionych i rzadkich gatunków roślin leczniczych”. Od 1982 roku Instytut Włókien Naturalnych był odpowiedzialny za organizację, powiększanie i utrzymywanie w stanie żywym kolekcji Linum. Prace związane z ochroną zasobów genowych lnu wynikają z konieczności ochrony bioróżnorodności biologicznej, ponieważ Polska podpisała oraz ratyfikowała międzynarodową Konwencję o Ochronie Różnorodności Biologicznej. Materiałem badawczym były polskie odmiany i ekotypy lnu, które wybrano z czterech grup genotypów badanych przez kilka lat.

Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) w celu weryfikacji hipotez zerowych o braku wpływu grup na zmienność następujących cech lnu zwyczajnego: długości ogólnej, długości technicznej, długości wiechy, liczby rozgałęzień, grubości w środku długości technicznej (grubość), wysmukłości i masy 1000 nasion. Dla każdej cechy oszacowano wartości: średnią, minimalną, maksymalną, współczynnik skośności, współczynnik spłaszczenia, odchylenie standardowe oraz współczynnik zmienności. Dla każdej cechy wyestymowano wartości najmniejszej istotnej różnicy, na poziomie istotności  $\alpha=0,05$ , i na ich podstawie wyznaczono grupy jednorodne. Współzależność pomiędzy obserwowanymi cechami oszacowano na podstawie odpowiednich współczynników korelacji.

Wyniki przeprowadzonej analizy wariancji (ANOVA) wskazują na istotny statystycznie wpływ grup na wartości długości ogólnej, długości technicznej, długości wiechy oraz wysmukłości. Pomędzy obserwowanymi cechami morfologicznymi zaobserwowano 11 istotnych statystycznie współczynników korelacji. Współzależność pomiędzy obserwowanymi cechami przedstawiono także graficznie.

Since 2008 Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants has been running a multi-year programme: „Plant improvement for sustainable agroecosystems, high quality food and crop production for non-food purposes”, in part entitled: Collection, protection, evaluation, keeping alive and making available for needs of national management of plant genetic resources and their pathogens, of cultivars and ecotypes of flax and cannabis and protected and rare genera of medicinal plants. Since 1982 the institute has been responsible for organizing, enlarging and maintaining in living state the collection of Linum. Works involving protection of genetic resources are in accordance with the Biodiversity Protection

Convention signed by Poland. The research materials were Polish varieties and ecotypes, which were chosen from four genotype groups studied for some years.

Hypothesized about lack of groups influence on the variability of the following flax traits: total length, technical length, panicle length, branching number, stem diameter, slenderness and thousand seeds weight were formed. Variance analysis (ANOVA) was performed to verify the hypothesis. The following values were evaluated for the each tested traits: mean, minimum maximum, skewness, kurtosis, standard deviation and variability coefficient. Least significant difference (LSD) was calculated for the each trait and homogenous groups were determined on this basis. Correlation between the examined traits was determined by correlation coefficient.

The results of variance analysis indicate for a statistically significant effect of groups on the total length, technical length, panicle length and slenderness. Eleven significant correlation coefficients were observed between tested traits. The correlation between the examined traits was also presented graphically.

22. Marcin Praczyk, Krzysztof Heller, Grażyna Silska, Karolina Wielgus,  
Joanna Makowiecka

Institut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu

**Analiza biometryczna i molekularna wybranych odmian lnu oleistego o zróżnicowanej aktywności wiązania kadmu z gleby**

*Biometric and molecular analysis of selected linseed varieties in terms of different activity of cadmium absorption from soil*

Len uprawny (*Linum usitatissimum* L.) jest gatunkiem charakteryzującym się wysoką aktywnością wiązania kadmu z gleby i kumulowania tego pierwiastka w nasionach. Zbyt duża zawartość kadmu często uniemożliwia przemysłowe wykorzystanie siemienia lnianego, co naraża plantatorów na istotne straty finansowe. Wśród wielu czynników decydujących o wiązaniu kadmu w nasionach lnu wyróżnia się uwarunkowania genetyczne, o czym świadczy zindywidualizowana reakcja poszczególnych odmian na obecność tego pierwiastka w glebie.

Celem prezentowanych badań było porównanie 30 odmian lnu oleistego z kolekcji krajowej pod względem aktywności wiązania kadmu z gleby oraz ocena wpływu podwyższonego stężenia kadmu w glebie na wzrost i rozwój roślin lnu.

Obserwowano istotne różnice w zawartości kadmu w nasionach analizowanych odmian dla dwóch badanych stężeń tego pierwiastka w glebie (2 mg/kg i 4 mg/kg). Analiza molekularna (RAPD-PCR) odmian o największej i najmniejszej zawartości kadmu w nasionach wykazała przewagę produktów monomorficznych, jednakowoż w kilku przypadkach na żelach poliakrylamidowych zaobserwowano pojawienie się prążków polimorficznych, nie tylko pomiędzy odmianami, ale również w obrębie tego samego genotypu rosnącego na podłożu różniącym się zawartością kadmu.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów biometrycznych nie stwierdzono istotnego wpływu zwiększenia zawartości kadmu w glebie z 2 do 4 mg/kg na cechy użytkowe roślin oleistej formy lnu uprawnego.



Flax is a species with a high activity of cadmium absorption from soil. High cadmium content prevents the industrial use of flax seeds very often. This exposes farmers to large financial losses. Genetic factors are among those that cause cadmium accumulation from soil and proof of this is the individualized reaction of linseed varieties for the presence of cadmium in soil.

The aim of presented study was the comparison of 30 linseed varieties in terms of activity of cadmium accumulation in seeds, as well as, the evaluation of cadmium content increment for flax plants ontogenesis.

Significant differences in cadmium content in seeds in the tested varieties, for two cadmium concentration in soil (2 mg/kg and 4 mg/kg) were observed. Molecular analysis (RAPD-PCR) of varieties with largest and smallest content of cadmium in seeds showed the advantage of monomorphic products, but polymorphic products were also seen on polyacrylamide gel.

Biometric measurements showed the lack of significant influence of increase the cadmium content in the soil on functional traits of the tested flax plants.

## CHOROBY, SZKODNIKI I CHWASTY

22a Felicyta Walczak, Anna Tratwal, Beata Wielkoplan

Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu

**Występowanie najważniejszych chorób i szkodników w uprawach rzepaku w latach 2009–2013**

*Monitoring of major pest and diseases of oilseed rape in 2009-2013*

Na podstawie ogólnokrajowego monitoringu gospodarczo ważnych agrofagów, który obecnie oparty jest na współpracy IOR – PIB z PIORiN, uzyskiwany jest obraz zmian dotyczących rejonizacji i rozprzestrzeniania się chorób i szkodników roślin uprawnych. Polega on na prowadzeniu w sezonie wegetacyjnym obserwacji polowych wykonywanych jednolicie, według metodyk opracowanych w IOR – PIB. Dzięki wieloletniemu monitorin- gowi uzyskiwany jest, między innymi, obraz zdrowotności roślin rzepaku ozimego i jarego w poszczególnych rejonach Polski.

W ostatnich 5 latach głównymi agrofagami rzepaku, podlegającymi na terenie Polski monitoringowi, były: sucha zgnilizna kapustnych (*Leptosphaeria* spp.), ślodystek rze- pakowy (*Meligethes aeneus*), chowacz czterozębny (*Ceutorhynchus quadridens*), chowacz brukwiaczek (*Ceutorhynchus napi*), chowacz podobnik (*Ceutorhynchus assimilis*), prysz- czarek kapustnik (*Dasyneura brassicae*).

Pest/diseases monitoring is provided by Plant Protection and Seed Health Inspection Service in collaboration with the Department of Forecasting and Registration Pest and Diseases at the Plant Protection Institute, Poznań, Poland.

In Poland every year Plant Protection and Seed Health Inspection Service provide detailed field observations in order to get the information about phytosanitary state of agricultural plants. Obtained results from pests/diseases monitoring in connection with observations provide at the Plant Protection Institute at the Department of Forecasting and Registration Pest and Diseases, are the base of “Phytosanitary state of agricultural plants in Poland with prognosis to the next year”.

The main winter rape agrophages which have been observed in last five years were: dry-rot of cabbage (*Leptosphaeria* spp.), rape blossom beetle (*Meligethes aeneus*), cabbage stem-weevil (*Ceutorhynchus quadridens*), stem-mining weevil (*Ceutorhynchus napi*), rape-seed weevil (*Ceutorhynchus assimilis*) and brassica pod midge (*Dasyneura brassicae*).

23. Joanna Kaczmarek<sup>1</sup>, Andrzej Brachaczek<sup>2</sup>, Małgorzata Jędrzycka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu

<sup>2</sup> DuPont Poland, Warszawa

**Wpływ terminu siewu na stopień porażenia roślin rzepaku przez *Plasmodiophora brassicae* na rzepaku**

*The effect of sowing date on the incidence and severity of clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) on oilseed rape*

Kiła kapusty powodowana przez pierwotniaki gatunku *Plasmodiophora brassicae* to obecnie jedno z największych zagrożeń zdrowotności rzepaku. Niektóre źródła podają, iż chorobę odnotowuje się na obszarze obejmującym 250 tys. ha rzepaku w Polsce. W związku z tym zalecana 8–10 letnia przerwa w uprawie tej rośliny nie jest rozwiązaniem możliwym do zaakceptowania. Co więcej, do tej pory nie zarejestrowano żadnych pestycydów służących ograniczaniu rozwoju kiły kapusty. Istnieje zatem potrzeba poszukiwania alternatywnych metod pozwalających na efektywne ograniczanie porażenia roślin. Celem badań była ocena wpływu terminu siewu na porażenie roślin rzepaku przez *P. brassicae*. Badania prowadzono w sezonie 2012/2013 w powiecie głogowskim. Doświadczenie polowe założono na glebie naturalnie zainfekowanej przez *P. brassicae*. Do badań wytypowano odmianę populacyjną Casoar, odmianę mieszańcową PR46W20 F<sub>1</sub> oraz odmianę półkarłowatą PR45D06 F<sub>1</sub>. Siew wykonano w czterech terminach: 11 sierpnia, 17 sierpnia, 24 sierpnia (optymalnym dla województwa dolnośląskiego) oraz 3 września. W celu ustalenia z jakim nasileniem występuje kiła kapusty na testowanych poletkach z każdego z nich pobrano trzy próby gleby, a następnie wykonano biotest na roślinach podatnego genotypu *Brassica rapa*. W każdej z analizowanych 90 prób stwierdzono występowanie *P. brassicae*.

Ocenę zdrowotności roślin na polu przeprowadzono przed spoczynkiem zimowym według skali 0–4, gdzie 0 oznaczało roślinę o zdrowym systemie korzeniowym, natomiast 4 oznaczało korzeń całkowicie przekształcony w narośl. Termin siewu miał istotny wpływ na porażenie korzeni rzepaku przez *P. brassicae*. Wszystkie odmiany, które wysiano najwcześniej, tj. 11 sierpnia miały system korzeniowy całkowicie porażony przez pierwotniaka powodującego kiłę kapusty. Rośliny te miały żółknięte liście i ze względu na zahamowanie transportu wody i soli mineralnych zamarły przed końcem jesiennego sezonu wegetacyjnego. Odmiany wysiane w terminie optymalnym i opóźnionym były istotnie mniej porażone przez *P. brassicae* niż wysiane 17 sierpnia, gdzie średni odsetek porażonych roślin wahał się od 17 do 78% w zależności od odmiany. Ze względu na intensywne występowanie kiły kapusty w tej kombinacji wiosną rośliny wymarły. Wielkość plonów uzyskanych z wariantu wysianego 3 września była wysoka i wahała się od 5,3 do 5,7 dt/ha. Największy plon i najmniejszy odsetek roślin porażonych zaobserwowano u odmiany PR46W20 F<sub>1</sub>. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w procentowej zawartości białka oraz tłuszczu w testowanych kombinacjach. Uzyskane wyniki wskazują, że w rejonach o zwiększonym ryzyku występowania kiły kapusty nie należy przyspieszać terminu siewu.

Clubroot caused by protozoa species *Plasmodiophora brassicae* is now one of the biggest threats to the health of oilseed rape worldwide. In Poland the presence of clubroot was reported on 250 thousand hectares of oilseed rape. Therefore, the recommended

8–10 year gap in oilseed rape cultivation is not an acceptable solution. Moreover, so far there have been no registered pesticides to reduce its development. Therefore, there is a need to seek alternative methods for effective control of plant infection. The aim of the study was to evaluate the effect of sowing date of oilseed rape plants on infection by *P. brassicae*. The study was conducted in 2012/2013 season in Głogowski county (Lower Silesia province). The field experiment was carried out in the soil naturally infected by *P. brassicae*. The studies were done using the population variety Casoar, hybrid variety PR46W20 F<sub>1</sub> and the semi-draft hybrid variety PR45D06 F<sub>1</sub>. There were 4 following sowing dates: 11 August, 17 August, 24 August (optimal time for the Lower Silesia province) and 3 September. In order to determine the severity of clubroot on tested plots, 3 soil samples from each plot were collected and then bioassay was performed on susceptible genotype of *Brassica rapa*. The pathogen was detected in each of 90 samples analysed.

The assessment of the health of plants in the field was done before winter dormancy according to a scale of 0–4, where 0 was a plant with healthy root system, and 4 was a root completely converted to a big club. Sowing date had a significant impact on the infestation of oilseed rape roots by *P. brassicae*. All varieties sown at the earliest time, on 11 August, had the root system completely damaged by the protozoa causing clubroot. Leaves of these plants turned yellow and due to the inhibition of the transport of water and mineral salts infected plants died before the end of the fall season. Varieties sown at the optimum time and delayed time were significantly less infected by *P. brassicae* than plants obtained from seeds sown on 17 August, where the average percentage of infected oilseed rape ranged from 17 to 78%, depending on the variety. Due to intensive presence of clubroot in this variant oilseed rape plants died at spring. Yield obtained from plants of the variant sown on 3 September was high and ranged from 5.3 to 5.7 dt/ha. The highest yield and the lowest percentage of infected plants was observed in a variety PR46W20 F<sub>1</sub>. There were no statistically significant differences in the percentage of protein and oil content in tested variants of the experiment. The results indicate that in areas with increased risk of incidence of clubroot the sowing date should not be done early in the growing season.

24. Ewa Jajor, Elżbieta Gabała, Agnieszka Perek, Magdalena Gawlak, Marek Korbas  
Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu

**Zmiany morfologiczne w korzeniach odmian rzepaku po zakażeniu przez *Plasmodiophora brassicae***

*Morphological changes in roots of rape cultivars after infestation with Plasmodiophora brassicae*

Kiła kapusty należy do ważniejszych gospodarczo chorób rzepaku. Jej sprawcą jest, należący do królestwa *Protozoa*, gatunek *Plasmodiophora brassicae*. Objawy porażenia występują na korzeniach w postaci różnego kształtu narośli. Celem pracy było porównanie zmian morfologicznych i histopatogenicznych w strukturze korzeniach rzepaku po porażeniu przez sprawcę kiły kapusty.

Materiał do badań stanowiły dwie odmiany rzepaku ozimego: Monolit oraz Alister. Odmiana Alister charakteryzuje się podwyższoną odpornością na porażenie przez omanego patogena. W celu uzyskania narośli nasiona wysiano w wazoni wypełnione glebą

zainfekowaną przez *P. brassicae*. Dla porównania prowadzono również hodowlę w podłożu wolnym od sprawcy choroby (kontrola). Po 8 tygodniach do badań pobierano i oczyszczano odcinki strefy wyrośniętej korzenia głównego z naroślami oraz ich odpowiedniki, gdy narośla nie powstawały. Dla porównania zmian morfologicznych w korzeniach badanych odmian wykorzystano mikroskop świetlny (LM) oraz transmisyjny mikroskop elektronowy (TEM) i mikroskop skaningowy (SEM).

Wykonane obserwacje pozwoliły na stwierdzenie różnic w nasileniu zmian histopatogenicznych pomiędzy badanymi odmianami rzepaku po porażeniu przez *P. brassicae*. Obserwacje w LM wykazały zmiany przerostowe tkanki miękiszowej kory pierwotnej i rdzenia a także łyka, a przy tym znaczną redukcję drewna, co powodowało wyraźne zaburzenie budowy anatomicznej w korzeniach rzepaku odmiany Monolit porażonych przez *P. brassicae*. W komórkach miękiszowych porażonych roślin stwierdzono wielokrotnie większą niż w kontroli ilość ziaren skrobi. W korzeniach porażonych roślin rzepaku odmiany Alister poza obecnością ziaren skrobi nie odnotowano istotnych zmian morfologicznych w porównaniu z roślinami kontrolnymi. Analiza materiału w TEM potwierdziła obecność plazmodiów *P. brassicae* w wakuolach komórek miękiszowych rzepaku odmiany Monolit, gdzie tworzą one olbrzymie skupiska. Zainfekowane komórki odznaczają się hipertrofią, również pas cytoplazmy wokół wakuoli z plazmodiami jest szerszy niż w komórkach kontrolnych. Plazmodium wykazuje zdolność do fagocytozy ziaren skrobi, która zapewne stanowi źródło energii dla patogenu. Może to wyjaśniać znaczący wzrost liczby ziaren skrobi w tkance miękiszowej zwłaszcza towarzyszącej łyku. W badanych próbach rzepaku odmiany Alister nie znaleziono natomiast plazmodiów oraz zarodników pierwotniaka.

Clubroot is one of the most economically important rape diseases. It is caused by *Plasmodiophora brassicae* species of the kingdom of *Protozoa*. Symptoms of infestation can be observed on roots in the form of galls of different shapes. The aim of the study was to compare morphological histopathogenic changes in the structure of rape roots after infestation with the clubroot pathogen.

Material for the study included two cultivars of winter rape: Monolit and Alister. Cultivar Alister exhibits increased resistance to infestation with the discussed pathogen. In order to obtain galls, seeds were sown into pots filled with soil infested with *P. brassicae*. For comparisons, also soil without the pathogen was used as control. After 8 weeks, segments of the lateral root zone of the main root with galls and their equivalents (when galls were not developed) were collected for the research and then cleaned. A light microscope (LM), a transmission electron microscope (TEM) and a scanning microscope (SEM) were used for comparisons of morphological changes in roots of the examined cultivars.

The observations enabled to demonstrate differences in the intensity of histopathogenic changes between the examined rape cultivars after infestation with *P. brassicae*. LM observations showed hypertrophic changes of the parenchyma of the cortex, pith and phloem as well as significant xylem reduction, which resulted in considerable disruption of the anatomical structure of Monolit rape roots, infested by *P. brassicae*. The number of starch grains was many times higher in parenchymal cells of the infested plants than in the control. Apart from the presence of starch grains, no significant morphological changes were found in the roots of infested Alister rape plants when compared to control

plants. TEM analysis of the material confirmed the presence of *P. brassicae* plasmodia in vacuoles of parenchymal cells of Monolit rape, where they formed enormous clusters. The infested cells were hypertrophied, and also the cytoplasmic strip around vacuoles with plasmodia was wider than that in control cells. Plasmodium exhibits the ability of fagocytosis of starch grains, which presumably is a source of energy for the pathogen. It can explain the significant increase in the number of starch grains in the parenchyma, especially the phloem parenchyma. However, no plasmodia or spores of the protozoan were found in the examined samples of Alister rape.

## 25. Elżbieta Starzycka, Michał Starzycki

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

### **Wykorzystanie testu hydroponicznego do sprawdzenia odporności rzepaku na kiłę kapusty *Plasmodiophora brassicae***

*Utilisation of the hydroponic test in checking rapeseed resistance to cabbage clubroot (*Plasmodiophora brassicae*)*

Kiła kapusty powodowana przez gatunek pierwotniaka *Plasmodiophora brassicae* Woronin w Polsce od około 15 lat przyczynia się do utraty plonu. Do terenów najbardziej zagrożonych przez patogena należą następujące województwa: zachodniopomorskie, lubuskie, dolnośląskie, opolskie, podkarpackie oraz kujawsko-pomorskie i warmińsko-mazurskie. Lokalne porażenia powodowane przez *P. brassicae* mogą dochodzić do 60% i więcej przyczyniając się równocześnie do znacznych strat plonu nasion rzepaku. Gatunek pierwotniaka wykazuje dużą zmienność genetyczną. Reprezentuje on przynajmniej 14 typów, stwierdzonych na podstawie badań molekularnych (Robak i in. 2013).

W związku z bardzo dużą szkodliwością powodowaną przez *P. brassicae*, zapoczątkowano w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin PIB, Oddziale w Poznaniu, prace zmierzające do opracowania testu odpornościowego. Atestacja na tego patogena różnymi metodami jest obecnie niezbędna w hodowli nowych wysokoplennych odmian rzepaku.

Na potrzeby oszacowania odporności wybranych genotypów *B. napus*, użyto dwudziestu odmian rzepaku ozimego. Atestację odporności siewek (dwudziestodniowych) na *P. brassicae* przeprowadzono w kulturach hydroponicznych dla obiektów opisanych w tabeli 1. W badaniach wykorzystano mieszaninę czterech ras patogena, zróżnicowaną pod względem genetycznym, wykorzystywaną do inokulacji roślin w Instytucie Ogrodnictwa, Oddziale Warzywnictwa Zakładu Genetyki.

Tabela 1. Ocena porażenia przez *Plasmodiophora brassicae* Woronin, wybranych odmian rzepaku ozimego *B. napus* (2013)

Lp.	Odmiana rzepaku ozimego	IP I	IP II	IP śr.
1	PAMELA	0,5	0,5	<b>0,50</b>
2	PRIMUS	0	0,5	<b>0,25</b>
3	NK PETROL	0	0,5	<b>0,25</b>
4	POZNANIAK	1	1	<b>1,00</b>
5	EXOCET	1	1	<b>1,00</b>
6	ADRIANA	0,5	1	<b>0,75</b>
7	SY CASSIDY	0	0	<b>0,00</b>
8	SY ALISTER	0	0	<b>0,00</b>

Lp.	Odmiana rzepaku ozimego	IP I	IP II	IP śr.
9	MENDEL	0	0	<b>0,00</b>
10	ES ALEGRIA	1	1	<b>1,00</b>
11	MONOLIT	0	0,5	<b>0,25</b>
12	NK OKTANS	1	0	<b>1,00</b>
13	PR46W20	1	1	<b>1,00</b>
14	RUMBA	0,75	0,75	<b>0,75</b>
15	ROHAN	0,5	0,5	<b>0,50</b>
16	CASOAR	1	1	<b>1,00</b>
17	NK PEGAZ	1	1	<b>1,00</b>
18	SHERLOCK	0,5	0,5	<b>0,50</b>
19	XENON	0	0,25	<b>0,13</b>
20	TOSCA	0,25	0	<b>0,25</b>

Skala oceny porażenia: 0–1, 0 – brak porażenia, 1 – silnie porażone.

Najodporniejsze po testach hydroponicznych okazały się 4 odmiany *B. napus*: SY Cassidy, SY Alister, Mendel, Xenon, które nie wykazywały oznak porażenia.

Użyta metoda hydroponiczna wykorzystana w badaniach odporności rzepaku oraz mieszańców międzygatunkowych z kapustami jest metodą, która po testach nie zagraża środowisku ze względu na możliwość całkowitej utylizacji roztworu z inokulum pierwotniaka *Plasmodiophora brassicae*.

#### Literatura

- Starzycki M., Jędrzycka M., Starzycka E., Kaczmarek J. 2012. Testing of Resistance to Clubroot of Interspecific Hybrids Within the Genus *Brassica* Using Hydroponic Cultures. 6th International Symposium on *Brassica* and 18th Crucifer Genetic Workshop – Catania (Italy) 12–16 November 2012: 260.
- Robak J., Czubatka A., Czajka A. 2013. Kiła kapusty, monitorowanie i diagnostyka molekularna *Plasmodiophora brassicae* w uprawach roślin kapustowatych. Wydawnictwo Instytutu Ogródnictwa, Skierniewice: 1-13.
- Robak J., Gidelska A. 2009. Epidemiologia i nowe możliwości zwalczania *Plasmodiophora brassicae* Wor. sprawcy kiły kapusty na roślinach kapustowatych w Polsce (Epidemiology and new possibility of control of *Plasmodiophora brassicae* causal agent of clubroot of cruciferous crop in Poland). Prog. Plant Protection/Pos. Ochr. Roślin 49 (1): 268-274.

Cabbage clubroot induced in Poland for the past 15 years by a protozoan *Plasmodiophora brassicae* Woronin has led to yield losses. Areas in the following voivodeships are among the most threatened by the pathogen: West-Pomerania, Lubuskie, Lower-Silesia, Opole, Carpathian as well as Kujawy-Pomerania and Warmia Mazury. Local infestations caused by *P. brassicae* may reach even 60% or more consequently contributing to considerable losses of rapeseed yields. This protozoan species exhibits high genetic variability. It is represented by at least 14 pathotypes determined on the basis of molecular experiments (Robak et al. 2013). Bearing in mind significant harmfulness of *P. brassicae*, investigations were initiated at the Poznań Branch of the Institute of Plant Breeding and Acclimatisation PIB aiming at the development of a resistance test. At present, conformity certification of this pathogen using different methods is necessary for breeding new, high-yielding rapeseed cultivars. Twenty winter rapeseed cultivars were used to assess the resistance of selected *B. napus* genotypes. Conformity certification

of seedling (20-day old) resistance to *P. brassicae* was carried out on hydroponic cultures for objects presented in Table 1. In the above-mentioned investigations, a mixture of four genetically differing strains of the pathogen was used which, at the Horticulture Institute, Division of Vegetables, Section of Genetics, is applied for plant inoculation.

Table 1. Infestation evaluation with *Plasmodiophora brassicae* Woronin of selected winter rapeseed *B. napus* cultivars (2013)

Lp.	Varietes <i>B. napus</i>	IP I	IP II	IP mean
1	PAMELA	0,5	0,5	<b>0,50</b>
2	PRIMUS	0	0,5	<b>0,25</b>
3	NK PETROL	0	0,5	<b>0,25</b>
4	POZNANIAK	1	1	<b>1,00</b>
5	EXOCET	1	1	<b>1,00</b>
6	ADRIANA	0,5	1	<b>0,75</b>
7	SY CASSIDY	0	0	<b>0,00</b>
8	SY ALISTER	0	0	<b>0,00</b>
9	MENDEL	0	0	<b>0,00</b>
10	ES ALEGRIA	1	1	<b>1,00</b>
11	MONOLIT	0	0,5	<b>0,25</b>
12	NK OKTANS	1	0	<b>1,00</b>
13	PR46W20	1	1	<b>1,00</b>
14	RUMBA	0,75	0,75	<b>0,75</b>
15	ROHAN	0,5	0,5	<b>0,50</b>
16	CASOAR	1	1	<b>1,00</b>
17	NK PEGAZ	1	1	<b>1,00</b>
18	SHERLOCK	0,5	0,5	<b>0,50</b>
19	XENON	0	0,25	<b>0,13</b>
20	TOSCA	0,25	0	<b>0,25</b>

Scale of infestation evaluation: 0–1; 0 – absence of infection, 1 – severe infection.

The following four *B. napus* cultivars turned out to be most resistant after the performed hydroponic tests: SY Cassidy, SY Alister, Mendel, and Xenon as they did not exhibit any signs of infection. The applied hydroponic method used in the studies of resistance of rapeseed and interspecific hybrids with cabbages is one that does not threaten the environment after the tests because the solution with the inoculum of the *Plasmodiophora brassicae* protozoon can be utilised completely.



26. Katarzyna Sosnowska<sup>1</sup>, Agnieszka Perek<sup>2</sup>, Laurencja Szała<sup>1</sup>, Ewa Jajor<sup>2</sup>, Henryk Woś<sup>3</sup>, Marek Korbas<sup>2</sup>, Teresa Cegielska-Taras<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

<sup>2</sup> Instytut Ochrony Roślin-PIB w Poznaniu

<sup>3</sup> Hodowla Roślin Strzelce, Spółka z o.o. Grupa IHAR-PIB, Oddział Borowo

**Wstępna ocena odporności na kiłę kapusty komponentów do resyntezy *Brassica napus*, resyntetyzowanych linii i wybranych odmian rzepaku ozimego**

*Preliminary estimation of clubroot resistance in components for resynthesis of *Brassica napus*, resynthesized lines and selected cultivars of winter oilseed rape*

Obecnie kiła kapusty jest najgroźniejszą chorobą roślin kapustnych powodowaną przez pierwotniaka *Plasmodiophora brassicae*. Dotyka ona około 10% całkowitej powierzchni hodowanych na całym świecie roślin z rodzaju *Brassica*, powodując znaczne straty plonu. Rozprzestrzenianie się jej spowodowane jest wzrastającą monokulturą uprawy gatunków kapustnych oraz wysoką żywotnością patogenu. Corocznie pojawianie się porażen rzepaku wywoływane przez patogeny i związane z tym znaczne obniżenie plonu nasion wpływają na prowadzenie intensywnych prac dążących do podwyższenia odporności nowo otrzymanych odmian. Niektóre podgatunki dwóch gatunków rodzicielskich rzepaku: *B. rapa* i *B. oleracea* posiadają odporność na tę chorobę. Jedną z możliwości introgresji odporności z gatunków diploidalnych do genotypu rzepaku jest jego resynteza. Celem pracy było określenie przydatności odporności odmian: Mendel i Alister oraz diploidalnych gatunków *B. rapa* i *B. oleracea* jako źródła odporności dla uzyskania nowych genotypów rzepaku odpornych na kiłę. Badano także kilka linii resyntetyzowanych rzepaku oraz odm. Brendy. Wybrane obiekty wysiano w doniczkach z ziemią w 5 powtórzeniach. Po skiełkowaniu nasion siewki podlewano przygotowanym inokulum *Plasmodiophora brassicae*. Obserwacje roślin i systemu korzeniowego wykonywano po upływie 6 tygodni od wysiewu. Oceniano zdrowotność systemu korzeniowego i ogólną kondycję roślin według skali 0–3. Obliczano także procent roślin porażonych przez kiłę kapusty oraz średni stopień ich porażenia.

Currently clubroot is the most dangerous disease of *Brassica* plants caused by the protozoa *Plasmodiophora brassicae*. The disease affects about 10% of the total area worldwide cultivated plants of the genus *Brassica*, causing considerable yield loss. The spread is due to its growing monoculture crops of *Brassica* species and high viability of the pathogen. Annually appearance of damage by pathogens and the associated significant reduction in seed yield, affect the running of intensive work seeking to increase the resistance of the new *Brassica napus* varieties. Some genotypes of two parental species of oilseed rape: *B. rapa* and *B. oleracea* carry resistance to the this disease. One possibility of introgression the resistance diploids species to create new genotype is resynthesis of oilseed rape. The objective of the study was to investigate the usefulness of resistance of cultivars: Mendel and Alister as resistance source and diploid species of *B. rapa* and *B. oleracea* for the development of clubroot-resistance new oilseed rape genotypes. In addition, several resynthesized lines and cv. Brendy of oilseed rape were tested.

The study was conducted in the greenhouse. The tested objectives were seeded to individual pots with soil in 5 replications. Immediately after emergence the plants were

watered prepared inoculum of *Plasmodiophora brassicae*. Seedlings were evaluated for resistance after six weeks of inoculation. The root were washed and visually examined for galls rated on a 0 to 3 scale. The percent of plants infected by clubroot and an average degree of infection were calculated.

27. Łukasz Bojkowski

Syngenta Crop Protection Sp. z o.o.

**Symetra – nowy fungicyd z grupy SDHI w ochronie rzepaku**

*Symetra – new SDHI fungicide in oilseed rape*

Symetra 325 SC jest nowym fungicydem z grupy SDHI (inhibitory enzymu dehydrogenazy kwasu bursztynowego) do ochrony rzepaku przed zgnilizną twardzikową (*Sclerotinia sclerotiorum*) oraz innymi chorobami okresu kwitnienia. Zawiera dwie substancje czynne: izopirazam (125 g/l) oraz azoksystrobinę (200 g/l). Działa głównie zapobiegawczo, w roślinie przemieszcza się systemicznie i translaminarnie. Wiosną 2014 roku produkt został wprowadzony do ochrony rzepaku w Czechach i w Niemczech. W Polsce rejestracja preparatu spodziewana jest w lecie 2014 roku, co oznacza iż wiosną 2015 roku będzie on dostępny dla polskich producentów rzepaku.

Symetra 325 SC is a new SDHI group fungicide (inhibitors of the enzyme succinate dehydrogenase) for the protection of oilseed rape against sclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*) and other diseases of the flowering period. It contains two active ingredients: izopirazam (125 g/l) and azoxystrobin (200 g/l). Acts predominantly protectant, moves through the plant systemic and translaminar. In spring 2014 the product was launched into oilseed protection in the Czech Republic and Germany. In Poland, the registration of Symetra is expected in the summer 2014, which means that in the spring 2015 it will be available for Polish oilseed producers.

28. Marek Wójtowicz<sup>1</sup>, Andrzej Wójtowicz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

<sup>2</sup> Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu

**Skuteczność chwastobójcza herbicydów w ochronie maku siewnego (*Papaver somniferum* L.)**

*Efficacy of herbicides in poppy protection against weeds*

Wolny wzrost maku siewnego (*Papaver somniferum* L.) w początkowym okresie rozwoju sprzyja zachwaszczeniu plantacji tej rośliny uprawnej, zwłaszcza przez bardzo ekspansywne gatunki chwastów, jakimi są chwastnica jednostronna – *Echinochloa crus-galli* L., komosa biała – *Chenopodium album* L. i rdest powojowaty – *Polygonum convolvulus* (L.) Á. Löve. Chwasty te skutecznie ograniczają rozwój maku i przyczyniają się do znaczącego obniżenia plonu nasion. Dotychczas przeprowadzone w Polsce badania wykazały pozytywne rezultaty zwalczania chwastów w wyniku stosowania przed wschodami herbicydu Lentipur Flo<sup>TM</sup> 500 SC i po wschodach herbicydu Callisto<sup>TM</sup> 100 SC. Wrażliwość maku na herbicydy inspirowane do prowadzenia prac nad możliwością ograniczenia fitotoksyczności herbicydów poprzez precyzyjne dostosowanie ich dawek do

wrażliwości tej rośliny uprawnej, a także skłania do poszukiwania herbicydu o mniejszej fitotoksyczności. Kierując się tymi przesłankami podjęto badania nad oceną oddziaływania ochrony chemicznej na rozwój i plon maku, przeprowadzonej przy pomocy herbicydów: Lentipur Flo<sup>TM</sup> 500 SC, Callisto<sup>TM</sup> 100 SC, Laudis<sup>TM</sup> 44 OD, Fusilade Forte<sup>TM</sup> i Starane<sup>TM</sup> 250 EC, Trophy<sup>TM</sup>.

Wyniki doświadczenia potwierdziły skuteczność ochrony maku za pomocą zaproponowanych herbicydów. Trzy najgroźniejsze chwasty w uprawie maku – chwastnica jednostronna, komosa biała i rdest powojowaty były efektywnie zwalczane herbicydem Laudis<sup>TM</sup> 44 OD lub Callisto<sup>TM</sup> 100 SC w mieszaninie z herbicydami Starane<sup>TM</sup> 250 EC i Fusilade Forte<sup>TM</sup> zastosowanymi w fazie 4 liści maku. Komosa i rdest powojowaty były także skutecznie zwalczane przez mieszaniny herbicydu Callisto<sup>TM</sup> 100 SC ze Starane<sup>TM</sup> 250 EC i Trophy<sup>TM</sup> oraz ze Starane<sup>TM</sup> 250 EC, Trophy<sup>TM</sup> i Fusilade Forte<sup>TM</sup>. Mieszaniny te równie efektywnie zwalczały mniej groźne w uprawie maku chwasty takie jak tasznik i tobołki. Oceniane odmiany maku dobrze zniosły zabieg chemicznej pielęgnacji roślin. Nie obserwowano przeredzenia roślin pod wpływem działania zastosowanych w doświadczeniu herbicydów. Fitotoksyczne oddziaływanie herbicydu Callisto<sup>TM</sup> 100 SC w mieszaninie ze Starane<sup>TM</sup> 250 EC i Fusilade Forte<sup>TM</sup> uwidoczniło się w postaci chlorozy liści i niewielkim przytłumieniu wzrostu. Herbicyd Laudis<sup>TM</sup> 44 OD stosowany pojedynczo lub w mieszaninie z herbicydami Starane<sup>TM</sup> 250 EC i Fusilade Forte<sup>TM</sup> w fazie 4 liści maku nie oddziałował fitotoksycznie na roślinę uprawną. Z powodu wolnego tempa początkowego wzrostu maku oraz długiego okresu kiełkowania chwastów wiosną najbardziej efektywna ochrona maku polegała na stosowaniu herbicydów bezpośrednio po siewie oraz w fazie 4 liści rośliny uprawnej. Ten sposób ochrony zapewniał najwyższe plony na obiektach chronionych chemicznie. Plony zależały także od odmiany maku. Wyżej plonowały odmiany wysokomorfinowe: Opal, Lazurowy i Morfeusz.

Slow growth of poppy (*Papaver somniferum* L.) in initial development stages is favourable for weed expansion, especially of expansive weeds like barnyard grass – *Echinochloa crus-galli* L, lambsquarter – *Chenopodium album* L. and black bindweed – *Polygonum convolvulus* (L.) Á. Löve. These weeds effectively restrict poppy development and cause significant yield decrease. The experiments carried out in Poland show positive results in weed control by herbicide Lentipur Flo<sup>TM</sup> 500 SC applied preemergence and herbicide Callisto<sup>TM</sup> 100 SC applied postemergence. Sensitivity of poppy to herbicides stimulate investigations on the possibility of reduction of herbicide phytotoxic effect by precise adaptation of herbicide doses to this plant sensitivity and inspire searching for herbicide with lower phytotoxicity. Taking into consideration these circumstances investigation on chemical protection against weeds by herbicide Lentipur Flo<sup>TM</sup> 500 SC, Callisto<sup>TM</sup> 100 SC, Laudis<sup>TM</sup> 44 OD, Fusilade Forte<sup>TM</sup> i Starane<sup>TM</sup> 250 EC, Trophy<sup>TM</sup> on the development and yield of poppy was performed.

The results of investigation confirmed the efficacy of poppy protection by proposed herbicides. Three the most harmful weeds for poppy – barnyard grass, lambsquarter and black bindweed – were effectively controlled by Laudis<sup>TM</sup> 44 OD or Callisto<sup>TM</sup> 100 SC herbicides in mixture with Starane<sup>TM</sup> 250 EC and Fusilade Forte<sup>TM</sup> applied in the stage of 4–6 performed leaves of poppy. Lambsquarter and black bindweed were effectively controlled by herbicide Callisto<sup>TM</sup> 100 SC in mixture with Starane<sup>TM</sup> 250 EC and Trophy<sup>TM</sup> or Starane<sup>TM</sup> 250 EC, Trophy<sup>TM</sup>, Fusilade Forte<sup>TM</sup>. These herbicide mixture effectively

controlled also less harmful weeds such as shepherd's-purse [*Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.], field penny-cress (*Thlaspi arvense* L.). Poppy cultivars endured chemical treatments well. Limitation of the number of plants per area unit by applying the herbicide was not observed. Phytotoxic effect of herbicide Callisto<sup>TM</sup> 100 SC applied with mixture of Starane<sup>TM</sup> 250 EC and Fusilade Forte<sup>TM</sup> appeared as chlorosis of leaves and caused small plant height inhibition. Phytotoxic effect of herbicide Laudis<sup>TM</sup> 44 OD applied alone or with the mixture of Starane<sup>TM</sup> 250 EC and Fusilade Forte<sup>TM</sup> in the stage of 4 leaves was not stated. For slow poppy development in the initial stage and long time of weeds emergence the most effective poppy protection consists of preemergence and postemergence – in the stage of 4 leaves, herbicide application. This method of weed control ensure the highest yield on chemically controlled objects. The cultivar was also significant with regard to the yield. The highest yield was reached by the cultivars with a high content of morphine: Opal, Lazur i Morfeusz.

## METODY ANALITYCZNE I TECHNOLOGIA

29. Małgorzata Nogala-Kałużka, Aleksander Siger, Krzysztof Dwiecki, Hanna Wieczorek, Natasza Kubacka

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Biochemii i Analizy Żywności

**Aromatyzowane oleju rzepakowego naturalnymi przyprawami – badania chemiczne i sensoryczne**

*Rapeseed oil with natural flavoring spices – chemical and sensory studies*

Olej rzepakowy, nazywany oliwą Północnej Europy, jest ważnym źródłem substancji biologicznie czynnych dla organizmów ludzi i zwierząt. W związku ze współczesnymi trendami w poszukiwaniu atrakcyjnej żywności funkcjonalnej, spełniającej zróżnicowane zadania, podjęto prace nad olejem rzepakowym wzbogaconym w rodzime przyprawy. Podobne produkty spotykamy w krajach basenu Morza Śródziemnego, ale ich bazą jest charakterystyczny dla tego regionu olej z oliwek.

Materiałem doświadczalnym w badaniach był olej rzepakowy tłoczony na zimno i po standardowej rafinacji. Został on wzbogacony w typowo polskie przyprawy, takie jak kminek, jałowiec, chrzan i czosnek. Próby przechowywano w butelkach w temperaturze  $\pm 18^{\circ}\text{C}$ , a zachodzące zmiany monitorowano oznaczając liczbę nadtlenkową i kwasową. Badano zawartość związków bioaktywnych – tokochromanoli (HPLC) oraz efektywność przeciwutleniającą w próbach bez dodatków i z przyprawami.

Przeprowadzone badania wykazały, że w próbach oleju rzepakowego tłoczonego na zimno i rafinowanego bez dodatków proces utleniania zachodził najszybciej. Dodane przyprawy powodowały wolniejszą autooksydację oleju rzepakowego rafinowanego niż analogiczne dodatki w oleju tłoczonym na zimno. Analizując zawartość tokoferoli w badanych próbach stwierdzono, że homolog alfa-T ulegał szybciej rozkładowi niż gamma-tokoferol. Wraz ze spadkiem ilości tokoferoli obserwowano również mniejszą aktywność przeciwutleniającą wyrażoną w  $\mu\text{M}$  Troloksu/g. Przeprowadzona ocena sensoryczna wykazała dużą akceptację konsumentów dla większości zastosowanych przypraw do oleju rzepakowego.

Rapeseed oil called “the Northern Europe olive oil” is an important source of biologically active compounds for human and animal organisms. Due to modern trends in consumer-attractive functional food design research on the rapeseed oil with the addition of local Polish spices was undertaken. Similar products are produced in the Mediterranean countries but their basic component is characteristic for this region olive oil.

The experimental material was cold pressed and refined rapeseed oil. Typical Polish spices like caraway, juniper, horseradish and garlic were added to the products. Samples were stored in the bottles at the temperature of  $\pm 18^{\circ}\text{C}$ . The changes of oil quality were

monitored by determining peroxide and acid value. The content of tocopherols using HPLC was assayed and antioxidant activity of the samples with and without spices added was established.

The study performed showed that in the samples of cold-pressed and refined rapeseed oil without additives oxidation process was the fastest. The spices added resulted in a slower autooxidation of refined oil in comparison to the cold pressed oil with similar additives. It was found that alpha-tocopherol undergo faster degradation than gamma-tocopherol. Decrease of antioxidant activity expressed in  $\mu\text{M}$  Trolox/g was positively correlated with decrease of the tocopherols content. Performed sensory analysis showed high consumer acceptance for most spices used.

### 30. Agnieszka Tułodziecka, Aleksandra Szydłowska-Czerniak

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii

#### **Optymalizacja biosyntezy nanocząstek srebra za pomocą naturalnych antyoksydantów wyekstrahowanych ze śruty rzepakowej**

*Optimization of silver nanoparticles biosynthesis using natural antioxidants from rapeseed meal*

Wśród najpopularniejszych metod syntezy nanocząstek metali należy wymienić redukcję chemiczną, metody fizyko-chemiczne i biologiczne. W ostatnich latach wiele uwagi poświęca się metodom biologicznym, czyli stosowaniu ekstraktów z różnych części rośliny w biosyntezie nanocząstek metali, określanym jako „zielona synteza”, w której reduktorem są naturalne antyoksydanty, zamiast często toksycznych związków chemicznych wykorzystywanych w metodzie chemicznej. Nanocząstki srebra (AgNPs) ze względu na swoje cenne właściwości fizyko-chemiczne znajdują szerokie zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu, a ponadto są przedmiotem wielu badań. Właściwości elektryczne, optyczne i biologiczne nanocząstek srebra wykorzystano w elektronice, optyce, katalizie, aplikowaniu leków oraz medycynie. Dodatkowo, AgNPs wykazują w zależności od rozmiaru oddziaływanie z wirusem HIV-1 i hamują wiązanie się komórki gospodarza w warunkach *in vitro*. Ich aktywność przeciwbakteryjna jest również wykorzystywana do produkcji odzieży, filtrów przeciwsłonecznych i kosmetyków, a także w przemyśle spożywczym.

Celem badań była synteza biologiczna nanocząstek srebra za pomocą ekstraktów metanolowo-wodnych śruty rzepakowej. Wielkość i kształt otrzymanych nanocząstek srebra optymalizowano stosując plan Box-Behnken. Zbadano wpływ temperatury, czasu reakcji, stężenia prekursora (roztworu azotanu srebra) i pH na wielkość, kształt i rozkład nanocząstek srebra. Uzyskane nanocząstki scharakteryzowano za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM), transmisyjnej mikroskopii elektronowej (TEM) i mikroskopii sił atomowych (AFM).

„Zieloną syntezę” nanocząstek srebra z zastosowaniem antyoksydantów obecnych w ekstraktach ze śruty rzepakowej należy zaliczyć do szybkich, prostych, ekonomicznych i ekologicznych metod syntezy nanocząstek metali.

*Autorzy dziękują Ministerstwu Nauki i Szkolnictwa Wyższego za finansowanie badań – grant nr N N312 465740, ID: 99464 oraz Narodowemu Centrum Nauki w Krakowie – grant DEC-2013/09/N/NZ9/01451*

Chemical reduction, physico-chemical and biological methods are the most popular procedures of metal nanoparticles synthesis.

Recently, much attention has been focused on biological method namely "green synthesis", in which antioxidants extracted from different parts of plants are reductants instead of harmful chemicals used in the chemical synthesis.

Silver nanoparticles (AgNPs) have been studied extensively, because they possess unique electrical, optical as well as biological properties. Therefore silver nanoparticles can be applied in electronics, optics, catalysis, drug delivery and in medicine. Moreover, AgNPs reveal size-dependent interactions with the HIV-1 virus and inhibit its binding to the host cell *in vitro*. Antimicrobial activity of AgNPs is also used in clothing, sunscreens, cosmetics and food industry.

The aim of this study was the biological synthesis of silver nanoparticles using methanol-water extracts of rapeseed meal. Effects of physico-chemical parameters such as temperature, time, concentration of silver nitrate solution and pH on particles size, shape and distribution were investigated using Box-Behnken design. The obtained particles were characterized by scanning electron microscope – energy dispersive X-ray spectrometer (SEM-EDX), transmission electron microscopy (TEM) and atomic force microscopy (AFM) methods.

Green synthesis of silver nanoparticles by antioxidants extracted from rapeseed meal is an economic, eco-friendly and simple method.

*The authors wish to thank Polish Ministry of Science and Higher Education for the financial support: Grant No. N N312 465740 and National Science Center in Krakow – Grant DEC-2013/09/N/NZ9/01451.*

31. Agnieszka Tułodziecka, Andrzelika Płaczek, Aleksandra Szydłowska-Czerniak  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii

**Biosynteza nanocząstek miedzi z zastosowaniem ekstraktów z oleju rzepakowego**  
*Biosynthesis of copper nanoparticles using rapeseed extracts*

Nanocząstki miedzi (CuNPs) wykazują właściwości bakteriobójcze względem ludzkich patogenów, takich jak *Escherichia coli* i *Staphylococcus*, a nawet niszczące komórki nowotworowe. Nanocząstki miedzi, podobnie jak nanocząstki srebra, są wykorzystywane jako środki dezynfekujące, katalizatory, czujniki elektrochemiczne i foniczne, jednak koszty ich syntezy są znacznie niższe. Ponadto, CuNPs są przedmiotem intensywnych badań w związku z ich potencjalnym zastosowaniem w filmach przewodzących, mediach smarowniczych i nanofluidach.

Szerokie wykorzystanie nanocząstek miedzi w wielu dziedzinach współczesnej nauki i gałęziach przemysłu, skłoniło nas do opracowania szybkiej i ekonomicznej procedury biosyntezy CuNPs. Nanocząstki miedzi były syntetyzowane w wysokiej temperaturze przez traktowanie jonów miedzi roztworem kwasu synapinowego oraz ekstraktami ze śrutu i oleju rzepakowego. Powstające CuNPs identyfikowano na podstawie charakterystycznego pasma absorpcyjnego, wynikającego ze zjawiska powierzchniowego rezonansu plazmowego (SRP), którego maksimum w przypadku miedzi wynosi ok. 505 nm. Zbadano wpływ różnych parametrów fizyko-chemicznych, takich jak stężenie roztworu chlorku miedzi, czasu reakcji, temperatury i pH na syntezę nanocząstek miedzi. Otrzymane nano-

cząstki miedzi poddano obrazowaniu metodą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM), transmisyjnej mikroskopii elektronowej (TEM) i mikroskopii sił atomowych (AFM).

*Autorzy dziękują Ministerstwu Nauki i Szkolnictwa Wyższego za finansowanie badań – grant nr N N312 465740, ID: 99464 oraz Narodowemu Centrum Nauki w Krakowie – grant DEC-2013/09/N/NZ9/01451.*

Copper nanoparticles (CuNPs) have antibacterial properties relative to human pathogens such as *Escherichia coli* and *Staphylococcus* and even they can kill cancer cells. Copper and silver nanoparticles are used as disinfectants, catalysts, electrochemical and photonic sensors, however the cost of CuNPs synthesis is significantly lower than AgNPs synthesis. Moreover, the copper nanoparticles have attracted great interest due to their potential applications in conductive films, lubrication and nanofluids.

Copper nanoparticles are widely used in many areas of modern science and industries, therefore fast and economical procedure of CuNPs biosynthesis was proposed. In the present study, copper ions were reduced by sinapic acid solution or natural antioxidants extracted from rapeseed oil and meal at high temperature. Copper nanoparticles was indicated by measuring the absorbance intensity at 505 nm in the UV-Vis spectra. This is due to surface plasmon resonance (SPR) of copper nanoparticles. The effects of time, temperature, concentration of copper chloride solution and pH on CuNPs synthesis were studied. The morphology of the synthesized copper nanoparticles was determined by scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM) and atomic force microscopy (AFM).

*The authors wish to thank Polish Ministry of Science and Higher Education for the financial support: Grant No. N N312 465740. And National Science Center in Krakow – Grant DEC-2013/09/N/NZ9/01451.*



## WARTOŚĆ BIOLOGICZNA OLEJU I ŚRUTY

32. W. Walisiewicz-Niedbalska<sup>1</sup>, B. Patkowska-Sokoła<sup>2</sup>, H. Gwardiak<sup>1</sup>, R. Bodkowski<sup>2</sup>,  
K. Czyż<sup>2</sup>, D. Kucharski<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Chemii Przemysłowej w Warszawie

<sup>2</sup> Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

### Oleje roślinne bogate w kwasy trienowe i ich wykorzystanie

*Plant oils with trienoic acids and their application*

Wśród naturalnych olejów roślinnych dużą grupę stanowią oleje zawierające w swoim składzie kwasy tłuszczowe z trzema wiązaniami podwójnymi. W olejach pochodzenia naturalnego stanowią one mieszaninę kwasów głównie o 18 węglach w łańcuchu, różnym stopniu nienasylenia i różnym położeniu wiązań podwójnych.

Ze znanych i ogólnie dostępnych olejów roślinnych wyróżnić należy m.in. oleje: rzepakowy zawierający ok. 9–11% kwasu linolenowego czy sojowy zawierający 7–10% kwasu linolenowego.

Bogatym źródłem kwasów trienowych jest olej lniany zawierający kwas  $\alpha$ -linolenowy (9c,12c,15cC18:3) oraz olej ogórecznikowy i z wiesiołka zawierające kwas  $\gamma$ -linolenowy (6c,9c,12cC18:3). Składy kwasów tłuszczowych tych olejów i olejów z czarnej porzeczki, lnianki i porównawczo oleju gorczycowego przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zawartość kwasów trienowych w olejach bogatych w kwasy:  $\alpha$ -linolenowy i  $\gamma$ -linolenowy

Lp.	Kwasy	Olej z nasion, zawierający kwasy tłuszczowe, % (m/m)					
		lnu	lnianki rydzowy	wiesiołka	ogórecznika	czarnej porzeczki	gorczyicy „Bamberka”
1	nasycone	9,6	10,9	7,0	12,7	10,9	6,0
2	mononenowe	18,7	25,4	14,6	22,7	18,4	69,0
3	dienowe	14,9	15,9	69,1	41,4	46,5	10,0
4	trienowe, w tym:	56,8	47,9	10,2	23,2	24,2	15,0
	9c,12c,15cC <sub>18:3</sub> $\alpha$ -linolenowy	53,3	45,7	1,6	1,0	11,3	13,9
	6c,9c,12cC <sub>18:3</sub> $\gamma$ -linolenowy	1,8	–	6,8	20,6	10,4	–

Ciekawą grupę olejów stanowią oleje zawierające kwasy trienowe ze skonjugowanymi wiązaniami podwójnymi. Rośliny bądź krzewy oleiste zawierające takie kwasy uprawiane są raczej w krajach o ciepłym klimacie. Wśród nich najbardziej znaczący w świecie jest olej tungowy zawierający głównie (ok. 75%) kwas  $\alpha$ -eleostearynowy. W tabeli 2 przedstawiono kilka olejów roślinnych zawierających kwasy ze skonjugowanymi wiązaniami podwójnymi również w formacji trans.

Tabela 2. Zawartość kwasów trienowych w olejach bogatych w kwasy:  $\alpha$ -linolenowy i  $\gamma$ -linolenowy

Kwasy o 18 węglach		Olej z nasion, zawierający kwasy tłuszczowe, % (m/m)					
oznaczenie	nazwa zwyczajowa	jakaranda	nagietka	surmii	granatu	tungowy	balsamki ogórkowatej
8c,10t,12c	jacaric	33					
8t,10t,12c	$\alpha$ -calendic	2	33	16-51			
8t,10t,12t	$\beta$ -calendic	ob.	5				
9t,11t,13c	$\alpha$ -catalpic			40			
9t,11t,13t	$\beta$ -catalpic			2			
9c,11t,13c	punicic				70-83		
9c,11t,13t	$\alpha$ -eleostearynowy					72	60
9t,11t,13t	$\beta$ -eleostearynowy					6	

Oleje zawierające kwasy z wiązaniami izolowanymi, np rzepakowy, stosowane są głównie w przemyśle spożywczym. W czasie ostatnich dwóch dekad zainteresowanie olejem rzepakowym znacznie wzrosło z uwagi na jego wykorzystywanie do produkcji biodiesla. Olej lniany zawierający znaczące ilości kwasu  $\alpha$ -linolenowego, należącego do grupy kwasów  $\omega$ 3, ma istotne znaczenie jako składnik pożywienia.

Oleje zawierające kwasy trienowe wykorzystywane są w technice, np. olej tungowy jako olej schnący, ale również jako bioaktywne składniki żywności funkcjonalnej.

*Praca wykonana w ramach projektu rozwojowego nr NR05-0002-10/2011 finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.*

There is a large group of vegetable oils containing fatty acids with three double bonds. Natural oils are a mixture of 18 carbons fatty acids differ in the number and the position of unsaturated bonds. Among known and available oils the rapeseed and soybean oils should be distinguished. They contain linolenic acid respectively 9–11% and 7–10%. The rich source of trienoic fatty acids is linseed oil containing  $\alpha$ -linolenic acid (9c,12c,15cC18:3) and evening primrose and borage oil containing  $\gamma$ -linolenic acid (6c,9c,12cC18:3). Fatty acid composition of these oils and additionally black currant, camelina sativa and mustard oils was comparatively shown in Table 1.

Table 1. Trienoic acid content in oils with  $\alpha$ -linolenic and  $\gamma$ -linolenic acids

Lp.	Acids	Oilseeds, composition of fatty acids, % (m/m)					
		Flaxseed oil	Camelina sativa	Evening Primrose oil	Borage seed oil	Blackcurrent	Mustard oil „Bamberka”
1	saturated	9,6	10,9	7,0	12,7	10,9	6,0
2	mononenoic	18,7	25,4	14,6	22,7	18,4	69,0
3	dienoic	14,9	15,9	69,1	41,4	46,5	10,0
4	trienoic, w tym:	56,8	47,9	10,2	23,2	24,2	15,0
	9c,12c,15cC <sub>18:3</sub> $\alpha$ -linolenic	53,3	45,7	1,6	1,0	11,3	13,9
	6c,9c,12cC <sub>18:3</sub> $\gamma$ -linolenic	1,8	–	6,8	20,6	10,4	–

An interesting group of vegetable oils are the oils containing trienoic acids with conjugated double bonds. Oil plants and shrubs which contain these acids are grown mainly in countries with warm climate. Among them, the most important in the world is tung oil

containing mainly (about 75%) of  $\alpha$ -eleosteric acid. Table 2 shows a number of vegetable oils containing fatty acids with double bonds conjugated in *trans* position.

Table 2. Trienoic acids with conjugated double bounds in oils

Trienoic acid		Oilseeds, composition of fatty acids, % (m/m)					
Structural formula	Common name	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	<i>Calendula officinalis</i>	<i>Catalpa ovata</i>	<i>Punica granatum</i>	<i>(Vernicia fordii)</i>	<i>Momordica charantia</i>
8c,10t,12c	Jacaric acid	33					
8t,10t,12c	$\alpha$ -calendic acid	2	33	16–51			
8t,10t,12t	$\beta$ -calendic acid	ob.	5				
9t,11t,13c	$\alpha$ -catalpic acid			40			
9t,11t,13t	$\beta$ -catalpic acid			2			
9c,11t,13c	Punicic acid				70–83		
9c,11t,13t	$\alpha$ -eleostearic acid					72	60
9t,11t,13t	$\beta$ -eleostearic acid					6	

Oils containing acids with isolated bonds (eg. rapeseed oil) are used mainly in the food industry. For two decades, the interest of rapeseed oil has increased due to its use for biodiesel production. Linseed oil contains appreciable level of  $\alpha$ -linolenic acids belonging to the  $\omega$ 3 group and is an important ingredient of food. The oils containing trienoic acids are used to wood protection (tung oil) and as bioactive ingredients of functional foods (linseed oil).

*This research has been financed by the National Centre for Research and Development in Poland, the project NR05-0002-10/2011.*

33. Wiesława Walisiewicz-Niedbalska<sup>1</sup>, Hanna Gwardiak<sup>1</sup>, Agnieszka Kalicka<sup>1</sup>, Teresa Piętka<sup>2</sup>, Dawid Kucharski<sup>1</sup>, Ewa Stelmach<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Chemii Przemysłowej w Warszawie

<sup>2</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

#### **Oleje gorczycowe z gorczycy wysoko- i niskoerukowej oraz dwuzerowej**

*Mustard oil resulting from high and low erucic and double zero mustard seeds*

W Polsce i na świecie powszechnie uprawiana jest gorczyca biała (*Sinapis alba* L. syn. *Brassica hirta*) jako roślina jednoroczna należąca do rodziny kapustowatych (*Brassicaceae*). Cechą charakterystyczną gorczycy jest obecność tzw. glukozynolanów – związków zawierających siarkę, które wobec enzymu mirozynazy ulegają hydrolizie, głównie do izotiocyjanianów, nadając charakterystyczny ostry smak, głównie wytlókom uzyskanym po wytłoczeniu oleju. Obecność produktów rozkładu glukozynolanów w śrucie nadaje jej niekorzystny gorzki smak i zapach. W związku z tym nie może ona być wykorzystywana jako składnik pasz.

Nasiona gorczycy białej zawierają średnio 21–34% oleju. Może on być pozyskiwany zarówno w procesie tłoczenia, jak i ekstrakcji. W składzie kwasów tłuszczowych oleju występuje w znaczącej ilości kwas erukowy (C22:1). Kwas ten jest niepożądany ze względów żywieniowych. Dlatego przeprowadzono prace badawcze nad wyhodowaniem nowej odmiany gorczycy o obniżonej zawartości zarówno kwasu erukowego, jak i glukozynolanów.

Efektom tych prac było wyhodowanie, przez zespół z Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Poznaniu, niskoerukowej odmiany zerowej pn. Bamberka oraz odmiany dwuzerowej Warta o obniżonej zawartości kwasu erukowego i glukozynolanów.

Celem badań było porównanie charakterystyki olejów gorzycowych pozyskanych z różnych odmian gorzycy: zerowej Bamberka (GB), dwuzerowej Warta (GW) oraz wysokoerukowej (GE).

Do badań stosowano nasiona gorzycy białej odm. Bamberka (GB) pozyskanej z Centrali Nasiennej i dwuzerowej odm. Warta (GW) pozyskanej z IHiAR oraz porównawczo olej wysokoerukowy uzyskany z gorzycy przyprawowej (GE). Olej pozyskiwano metodą ekstrakcji i dodatkowo dla oleju GB metodą tłoczenia.

Analizę składu kwasów tłuszczowych prowadzono metodą chromatografii gazowej. Stosowano chromatograf GC/FID firmy Agilent Technologies (GC 7890A), kolumna kapilarna HP-INNOWAX.

Zawartość oleju w nasionach wyniosła średnio 28,5% dla odmiany GB, 24,8% dla odmiany GW oraz 24,0% dla GE. Zawartość kwasu erukowego dla oleju GB wyniosła ok. 1%, podczas gdy dla oleju GE ok. 39%.

White mustard (*Synapsis alba* L. son. *Brassica hirta*) is an annual plant of the family *Brassicaceae* which is commonly grown in Poland and in the world. A characteristic of the mustard plants is a presence of glucosinolates, sulfur containing compounds which are hydrolyzed to isothiocyanates by the enzyme myrosinase. Isothiocyanates give characteristic pungent flavor of expellers from oil pressing of mustard seeds. The presence of degradation products of glucosinolates in the meal gives bitter taste and smell. Therefore it cannot be used as a feed ingredient.

White mustard seeds contain on average 21–34% of oil. It can be obtained in the process of pressing and extraction. There is a significant amount of erucic acid (C22:1) in the oil and this acid is undesirable as a food ingredient. Therefore, it was conducted research in order to obtain new varieties of mustard plants with reduced content of both erucic acid and glucosinolates.

As the result of these works two new varieties of mustard plants were bred in Plant Breeding and Acclimatization Institute in Poznań. One of them is low erucic and single zero variety called Bamberka and double zero variety called Warta with reduced content of erucic acid and glucosinolates.

The purpose of these studies was to compare characteristics of mustard oils from different varieties of mustard: single zero Bamberka (GB), double zero Warta (GW) and high erucic (GE).

To the studies it was used the seeds of Bamberka (GB) from Head of Seed and Warta (GW) from Plant Breeding and Acclimatization Institute and comparatively high erucic oil obtained from conventional mustard plants (GE). Oils were obtained by extraction of seeds and additionally for GB oil by cold pressed method. The analysis of fatty acid composition was performed by gas chromatography. It was used chromatograph GC/FID Agilent Technologies (7890A GC), capillary column HP-INNOWAX.

The content of oil in the seeds was an average of 28,5% for GB variety, 24,8% for the GW variety and 24,0% for GE. The erucic acid content in GB oil was about 1%, and in GE oil it was about 39%.

## 34. Stefania Smulikowska, Paweł Konieczka, Jan Czerwiński

Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Jabłonna

**Porównanie makuchów i śruty rzepakowej jako źródła białka i lizyny dla kurcząt brojlerów***Comparison of rapeseed cake and rapeseed oil meal as a source of protein and lysine for broiler chickens*

Głównymi związkami ograniczającymi stosowanie produktów rzepakowych w produkcji zwierzęcej są glukozyzyny, które zakłócają funkcjonowanie tarczycy i powodują jej przerost. W Polsce w rzepaku ozimym zawartość glukozyzynolanów została znacznie obniżona, w latach 2010–2012 w 90 odmianach wynosiła średnio 9,9  $\mu\text{mol/g}$  (COBORU 2013). Produkty rzepakowe, używane w żywieniu zwierząt, powstają przy odolejaniu nasion rzepaku. Jest to albo makuch (RE) otrzymywany po mechanicznym wyciskaniu oleju, albo poekstrakcyjna śruta rzepakowa (RSM) – makuch ekstrahowany rozpuszczalnikiem, który następnie jest usuwany w procesie tostowania (ogrzewania z parą wodną). RSM nie może być używana w gospodarstwach ekologicznych. Proces ekstrakcji/tostowania może mieć zarówno pozytywny, jak i negatywny wpływ na wartość odżywczą RSM. Pozytywny polega na obniżeniu zawartości/toksyczności glukozyzynolanów, negatywny na obniżeniu strawności białka i dostępności niektórych ważnych aminokwasów, zwłaszcza lizyny, która w tych warunkach może tworzyć kompleksowe związki z cukrami lub innymi aminokwasami, nie trawione przez zwierzęta. W doświadczeniu porównano wartość odżywczą komercyjnych RE i RSM zakupionych w 2013 r. Zawierały one, odpowiednio: białka ogólnego 35,6 i 36,9% SM, tłuszczu surowego 4,3 i 10,1% SM. Oznaczona *in vitro* rozpuszczalność białka (w 0,5% roztworze KOH, boranie i w wodzie) była odpowiednio o 43, 34 i 18 punktów procentowych niższa, a zawartość dostępnej lizyny o 30% niższa w RSM niż w RE. W doświadczeniu wzrostowym na kurczętach brojlerach porównano wartość odżywczą trzech izobiałkowych diet, dieta kontrolna zawierała śrutę sojową, w dietach doświadczalnych 42% białka pochodziło z RE lub RSM, które stanowiły 250 g/kg diety. Do diety z RSM dodano więcej oleju niż do diety z RE, aby wyrównać zawartość energii (odpowiednio 30 i 16,3 g/kg). Obie diety uzupełniono 0,7; 1,2; 1,6; 2,1 lub 2,6 g lizyny/kg. Kurki brojlery (154, podzielone na 11 grup po 14 indywidualnie utrzymywanych ptaków w grupie) żywiono dietami doświadczalnymi od 8 do 35 dnia życia, po czym ubito. Zastąpienie części śruty sojowej RE lub RSM nie wpłynęło na spożycie paszy. W grupie kontrolnej przyrost masy ciała (BWG) wyniósł 2,17 kg, a wykorzystanie paszy (FCR) 1,45 kg paszy/kg BWG. U kurcząt żywionych dietami z RSM i 0,7 lub 1,2 g lizyny/kg, BWG było niższe o 15%, a FCR gorsze o 16%, przy wyższym poziomie uzupełnienia lizyny oba wskaźniki ustabilizowały się na poziomie niższym odpowiednio o 5 i 7% niż w grupie kontrolnej. U ptaków żywionych dietami z RE, BWG było średnio o 7% niższe niż w grupie kontrolnej i nie zmieniało się wraz ze wzrostem dodatku lizyny do diety, podczas gdy FCR było gorsze o 10% w grupie z 0,7 g/kg lizyny, następnie ustabilizowało się na poziomie o 8% gorszym niż w grupie kontrolnej. U ptaków żywionych dietami z RE i RSM tarczyca była powiększona średnio o 59 i 20% w porównaniu do ptaków kontrolnych, co wskazuje, że zawartość glukozyzynolanów w RSM była niższa niż w RE. Wyniki badań sugerują, że zarówno RE, jak i RSM mogą być używane w dietach kurcząt brojlerów jako substytuty śruty sojowej.

Użycie makuchu może być bardziej uzasadnione ekonomicznie, ponieważ zawiera on więcej oleju i dostępnej lizyny niż śruta rzepakowa.

The major antinutrients limiting the use of rapeseed products in animal production are glucosinolates, as they disturb thyroid functions and cause its overgrowth. In Poland, in winter rapeseed, glucosinolates content was lowered substantially, in years 2010–2012 the average for 90 cultivars was 9.9  $\mu\text{mol/g}$  (COBORU 2013). Rapeseed products, used in animal feeding are by-products of oil extraction, they are either rapeseed expeller (RE), obtained by mechanical extraction, or rapeseed meal (RSM), it is RE extracted with solvent, which is further removed by toasting (heating with steam). RSM cannot be used in organic farming. Desolventization/toasting process may have a positive as well as a negative impact on nutritive value of RSM. The positive is a decrease of glucosinolate content/toxicity, the negative is lowering protein digestibility, since some important amino acids (mostly lysine) may become unavailable due to formation of undigestible complexes with sugars or other amino acids. The nutritive value of commercial RE and RSM from 2013 y were compared. The RE and RSM contained: crude protein 35.6% and 36.9% DM, crude fat 4.3% and 10.1% DM, respectively. Determined *in vitro* protein solubility in KOH, borate, and dispersibility in water were by 43, 34 and 18 percentage points lower, lysine availability by 30% lower in RSM than in RE. In growth experiment with broiler chickens the nutritive value of 3 isoprotein basal diets were compared – control diet contain soybean meal, in experimental diets 42% of dietary protein were supplied by RE or RSM (250 g/kg diet). The diet with RSM needed more fat than the diet with RE to equalize a level of energy with control diet (30 or 16,3 g/kg, respectively). Both diets were supplemented with 0.7, 1.2, 1.6, 2.1 or 2.6 g lysine/kg. Total 154 broiler females allocated to 11 groups, 14 individually kept birds in a group, were fed experimental diets from day 8 to 35, then killed. Substituting soybean meal with RE or RSM, and lysine level did not affect feed intake, but both treatments affected body weight gain (BWG) and feed conversion ratio (FCR). In control group BWG was 2.17 kg, while FCR 1.45 kg feed/kg BWG. In birds fed RSM diets with 0.7 and 1.2 g lysine/kg, BWG was lower by 15% and FCR worse by 16%, with higher levels of lysine supplementation both values stabilized and were lower by 5% and 7% than in control group, respectively. In birds fed RE diets BWG was lower than in control group by 7%, and did not depend on the level of dietary lysine, while FCR was lower by 10% in group fed diet supplemented with 0.7 g lysine/kg, than stabilized, being worse by 8% than in control group. In birds fed diets with RE and RSM thyroid weights were, on average, 59 and 20% bigger than in control group, what indicates, that the content of glucosinolates in RSM was lower than in RE. It may be concluded, that both RE and RSM may be used in broiler diets as soybean meal substitutes, the use of RE can be more economically justified as it contains more fat and more available lysine.

## 35. Teresa Banaszekiewicz, Karol Kaszperuk

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Wydział Przyrodniczy

**Efektywność odchowu i jakość mięsa kurcząt brojlerów żywionych paszą z dużym udziałem wytłoku rzepakowego i dodatkiem preparatów enzymatycznych**

*The effectiveness of rearing and meat quality of broiler chickens fed diet with a high level of rapeseed press cakes and the addition of enzyme preparations*

Celem przeprowadzonych badań była ocena wyników produkcyjnych oraz jakości mięsa kurcząt brojlerów żywionych mieszankami, w których część śruty poekstrakcyjnej sojowej zastąpiono wytłokiem rzepakowym uzyskanym z odmiany Californium, uzupełnionym ksylanazą lub kombinacją ksylanazy i fitazy. Wytłok rzepakowy w postaci płatków o zawartości 15,37% tłuszczu uzyskano przy użyciu prasy ślimakowej i w takiej postaci był wprowadzany do mieszanek doświadczalnych.

Doświadczenie przeprowadzono na 60 kurcząt Ross 308 podzielonych na 3 grupy po 20 ptaków (4 powtórzenia po 5 kurcząt) i żywiono mieszankami starter od 1. do 21. oraz grower od 22. do 42. dnia według następującego układu:

- grupa I (kontrolna) – mieszanka starter i grower pszenno-sojowa,
- grupa II – mieszanka starter i grower zawierające 15% (starter) i 20% (grower) wytłoków rzepakowych z odmiany Californium z dodatkiem 0,4 g·kg<sup>-1</sup> preparatu enzymatycznego zawierającego ksylanazę,
- grupa III – mieszanki jak w grupie II + 0,35 g·kg<sup>-1</sup> preparatu enzymatycznego z fitazą.

Podczas doświadczenia określano masę ciała kurcząt oraz spożycie paszy. Po zakończeniu doświadczenia wzrostowego z każdej grupy ubito po 6 kurcząt (3 ♀ i 3 ♂), przeprowadzono analizę rzeźną i częściową dysekcję, podczas której pobrano próbki mięsa do oceny wybranych cech fizyko-chemicznych.

Największe masy ciała, zarówno w 21. (673 g) jak i 42. dniu życia (2228 g) uzyskały kurczęta z grupy kontrolnej spożywające mieszankę pszenno-sojową i były to wartości istotnie różniące się od grup żywionych mieszankami z udziałem wytłoków rzepakowych, w których średnie masy ciała kształtowały się na poziomie 554 i 586 g po zakończeniu skarmiania mieszanek starter oraz 1513 i 1617g na koniec odchowu. Dodatek fitazy do mieszanki zawierającej wytłoki rzepakowe uzupełnione ksylanazą poprawił trochę masę ciała kurcząt, jednak uzyskane różnice okazały się nieistotne statystycznie. Przyrosty kurcząt w poszczególnych okresach odchowu układały się podobnie do uzyskanej masy ciała. Kurczęta z grup otrzymujących mieszanki zawierające wytłoki rzepakowe z odmiany Californium zarówno w poszczególnych okresach wzrostu, jak i w całym okresie odchowu istotnie gorzej wykorzystywały paszę.

Wyniki analizy rzeźnej kurcząt brojlerów wskazują, że wprowadzenie do mieszanek wytłoków rzepakowych oraz uzupełnienie ich enzymami nie miało istotnego wpływu na wydajność rzeźną oraz umięśnienie kurcząt. Istotnemu zróżnicowaniu uległo natomiast odtuszczenie ptaków. Kurczęta z grupy kontrolnej charakteryzowały się istotnie wyższym udziałem tłuszczu sadelkowego w tuszce schłodzonej niż otrzymujące mieszanki z wytłokiem rzepakowym. Zastąpienie części śruty poekstrakcyjnej sojowej makuchami rzepakowymi, niezależnie czy mieszanki uzupełniono tylko ksylanazą, czy wprowadzono jeszcze fitazę, istotnie zwiększyło udział serca i wątroby w masie ciała kurcząt. Nie stwierdzono istotnych różnic między grupami w podstawowym składzie chemicznym mięsa oraz

wodochłonności mięśnia piersiowego, jednak u kurcząt żywionych mieszankami zawierającymi wytloki rzepakowe była ona wyższa niż w grupie kontrolnej. Wodę najlepiej utrzymywały mięśnie kurcząt z grupy otrzymującej mieszanki z wytløkami, do których wprowadzono jednocześnie ksylanazę i fitazę. Istotne różnice między grupami stwierdzono w procentowym udziale kwasu palmitynowego, oleinowego, eikozenowego oraz sumie kwasów jednonienasyconych (MUFA), a także stosunku kwasów wielonienasyconych do jednonienasyconych. Wyniki oceny sensorycznej mięśni były zbliżone w grupach, natomiast dała się zauważyć różnica w ilości uzyskanych punktów za oceniane cechy sensoryczne między mięśniem piersiowym i mięśniami udowymi.

Zastąpienie części śrutu poekstrakcyjnej sojowej nierozdrobnionymi wytløkami rzepakowymi z odmiany Californium, uzupełnionymi tylko ksylanazą lub ksylanazą i fitazą, istotnie pogorszyło wyniki odchowu kurcząt brojlerów w stosunku do grupy kontrolnej żywionej mieszanką pszenno-sojową. Wprowadzenie wytløków niekorzystnie wpłynęło na masę serca i wątroby, istotnie natomiast zredukowało otluszczenie kurcząt, poprawiając skład kwasów tłuszczowych frakcji lipidowej mięśni nóg.

The aim of the study was to evaluate the performance and meat quality of broiler chickens fed with mixtures in which a part of soybean meal was replaced by rapeseed press cake obtained from a Californium variety, with enzyme preparation of xylanase or combination of xylanase and phytase. Rapeseed press cake in flakes form with a fat content of 15.37% was obtained by screw press expeller, and in this form were introduced to experimental mixtures.

The experiment was performed on 60 chickens Ross 308 divided into 3 groups of 20 birds (4 replicates with 5 chickens per replicate) and fed with mixtures starter from 1 to 21 day and grower from 22 to 42 day according to the following system:

- group I (control) – wheat-soybean starter and grower mixture,
- group II – starter and grower mixture containing 15% (starter) and 20% (grower) rapeseed press cake cv. Californium with the addition of  $0.4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  of enzyme preparation containing xylanase,
- group III – mixture as in group II +  $0.35 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  of enzyme preparation containing phytase.

During the experiment the chickens were weighted and feed consumption was recorded. After the growth experiment 6 chickens (3 ♀ and 3 ♂) from each group were slaughtered and partial dissection was carried out. During dissection the samples of breast and thigh muscles for selected physico-chemical characteristics were collected.

The greatest body weight, both in the 21st (673 g) and 42-day-old (2228 g) obtained in the control group fed wheat-soybean diet, and this values were significantly different in comparison to the groups fed mixtures containing rapeseed press cake. The average body weight in this groups were 554 and 586 g at the end of the starter period and 1513 and 1617 g at the end of rearing. The addition of phytase to the diet containing rapeseed press cake supplemented of xylanase improved body weight of chickens, however obtained the differences proved to be statistically insignificant. The body gain of chickens in particular rearing periods were as just as body weight. Chickens fed mixtures containing rapeseed press cake cv. Californium characterized significantly worse the feed efficiency both the each periods and in all the rearing period.



Results of the slaughter analysis of broiler chickens show that the introduction of rapeseed press cake into diets supplemented of enzymes had no significant influence on the slaughter yield and musculature of chickens. The significant differences in the fatness of birds was ascertained. Chickens in the control group had a significantly higher proportion of abdominal fat in cold carcass, than fed the mixture with rapeseed press cake. Replacement the part of soybean meal through rapeseed press cake, irrespective the diets were supplemented only xylanase or both xylanase and phytase, the significantly increased of the proportion of heart and liver in body weight of chickens. There were no significant differences between groups in the basic chemical composition of muscles and absorbability of the breast muscle, but the water absorption of the breast muscle of chickens fed with mixtures containing rapeseed press cake was higher than in the control group. The muscles of chickens fed diets with rapeseed press cake supplemented of xylanase and phytase characterized the best of water absorption.

The significant differences of palmitic, oleic, eicosenoic acids and the sum of mono-unsaturated fatty acids (MUFA), and the ratio of monounsaturated to polyunsaturated fatty acids were ascertained. The results of sensory evaluation of muscle were similar in the groups, but difference in the points for sensory characteristics between the breast and thigh muscles were observed.

Replacement of the part of soybean meal by no crumble rapeseed press cake cv. Californium supplemented only xylanase, or xylanase and phytase caused significant decrease of performance of broiler chickens compared to the group fed wheat-soybean mixture. Introduction of rapeseed press cake adversely affected on the weight of the heart and liver, whereas significantly reduced fatness of chickens, improving the fatty acid composition of the lipid fraction of the leg muscles.

36. Damian Gołębiowski<sup>1</sup>, K. Myszka<sup>1</sup>, Danuta Boros<sup>1</sup>, T. Piętka<sup>2</sup>, I. Bartkowiak-Broda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Radzików

<sup>2</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu

### **Poekstrakcyjne śruty gorczyczne jako źródło białka w żywieniu zwierząt monogastrycznych**

*Mustard meal as a source of protein in feeding of monogastric animals*

#### **WSTĘP**

Od wielu lat badane są możliwości zwiększenia wykorzystania rodzimych surowców białkowych w celu zastąpienia lub uzupełnienia importowanej śruty sojowej w żywieniu zwierząt, głównie monogastrycznych. Realizacja znowelizowanej ustawy o paszach, według której od 1 stycznia 2017 r. będzie obowiązywał zakaz wprowadzania do obrotu na terenie RP pasz pochodzących z roślin genetycznie zmodyfikowanych, wymaga znalezienia surowców wysokobiałkowych porównywalnych pod względem jakościowym do soi. Krajowym wysokobiałkowym surowcem paszowym mogąym zastąpić soję GMO, obok poekstrakcyjnej śruty rzepakowej jest także poekstrakcyjna śruta gorczyczna. Wykorzystanie śruty gorczycznej w żywieniu zwierząt było do tej pory ograniczone ze względu na wysoką zawartość glukozyolanów, związków o silnym działaniu antyżywniowym. Prowadzone od ponad 20 lat w oddziale IHAR – PIB w Poznaniu prace hodowlane nad zmianą składu chemicznego nasion gorczycy doprowadziły do uzyskania między innymi

odmiany podwójnie ulepszonej o obniżonej zawartości kwasu erukowego oraz glukozynolanów, zarówno alkenowych jak i aromatycznych, pozbawionej całkowicie sinalbinu (Piętka i in. 2010). Celem niniejszej pracy było określenie przydatności paszowej śrut otrzymanych z nowych odmian gorczycy białej (*Sinapis alba* L.) przeznaczonych do uprawy w Polsce.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym były śruty otrzymane w warunkach laboratoryjnych z trzech odmian gorczycy białej: z tradycyjnej odmiany Nakielska, odmiany bezerukowej Bamberka oraz z odmiany niskoglukozynolanowej i niskoerukowej Warta, które otrzymano z Zakładu Genetyki i Hodowli Roślin Oleitych, z oddziału IHAR – PIB w Poznaniu. Do celów porównawczych włączono dwie śruty sojowe (SBM): jedną dostępną komercyjnie, drugą przygotowaną laboratoryjnie z odmiany Aldana. W śrutach wykonano analizy białka, popiołu, pozostałości związków lipidowych, sacharozy oraz włókna pokarmowego (TDF) – z sumy zawartości nieskrobiowych polisacharydów (NSP), oligocukrów, ligniny Klasona i kwasów uronowych. Wszystkie analizy chemiczne wykonano metodami standardowymi wg Approved Methods of AACC (2010). Wyniki przeliczono na suchą masę beztłuszczową. Doświadczenie bilansowe przeprowadzono na młodych szczurach jako zwierzętach modelowych dla świń, zgodnie z procedurą Egguma (1973) w celu określenia strawności suchej masy i białka oraz wartości biologicznej (BV) i wykorzystania białka netto (NPU). Procedura doświadczenia bilansowego była zatwierdzona przez Lokalną Komisję Etyczną ds. Doświadczeń na Zwierzętach (pozwolenie nr 64/2012).

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Badane śruty charakteryzowały się dużą zmiennością pod względem składu chemicznego. Zawartość białka w śrutach gorczycznych z odmian Nakielska, Bamberka oraz Warta kształtowała się odpowiednio na poziomie 51,1, 49,4 i 44,5%; popiołu 7,9, 7,3 i 8,3% oraz sacharozy 5,1, 4,3 i 4,9%. SBM zawierała 56,6% białka, 8,1% popiołu oraz 6,5% sacharozy. Przedstawione wyniki wskazują, iż śruta sojowa jest bogatszym źródłem składników odżywczych w porównaniu do śrut gorczycznych. Zawierała ona w sumie 71,2% tych składników, podczas gdy najlepsza pod tym względem śruta gorczyczna z odmiany Nakielska o 10% mniej. Zawartość TDF w śrutach z odmian Nakielska, Bamberka i Warta kształtowała się odpowiednio na poziomie: 29,9, 33,2 i 37,0%. W odniesieniu do składników TDF, ich ilości w śrutach gorczycznych były następujące: NSP i oligocukry 21,5, 21,6 i 25,3%; kwasy uronowe 6,0, 7,2 i 9,4%; lignina 2,4, 4,5 i 2,3%. Dla porównania śruta sojowa miała 28,6% TDF, w tym NSP i oligocukrów 21,8%, kwasów uronowych 4,6% oraz ligniny 2,2%.

Śruta z podwójnie ulepszonej odmiany Warta charakteryzowała się istotnie wyższą strawnością DMD, jak również TPD, na poziomie 91,0 oraz 85,1% w porównaniu do strawności obu tych składników w śrutach z pozostałych odmian gorczycy. Wartości współczynników strawności suchej masy i białka uzyskane dla SBM były istotnie wyższe od wartości uzyskanych dla śrut gorczycznych. Wszystkie śruty gorczyczne przewyższały natomiast istotnie śrutę sojową pod względem wartości biologicznej białka i jego wykorzystania.

## WNIOSKI

Wyniki badań wykazały, iż gorczyca biała może być wykorzystana do celów paszowych. Wskazują również na potrzebę prowadzenia dalszych prac hodowlanych nad ulepszeniem jej wartości paszowej.

## INTRODUCTION

For many years we have been studying the possibility of increasing the use of native protein materials to replace or supplement the imported soybean meal in animal feed, mainly monogastric. Implementation of the amended act of fodder, according to which from 1 January 2017 there will be a prohibition of marketing the feed from GM plants in Poland, requires finding a high-protein materials comparable in quality to soybean. High-protein stuff that could replace GM soybean is mustard meal as well as rapeseed meal. The use of mustard meal in animal feed has so far been limited due to the high content of glucosinolates, which has anti-nutritional effect. Breeding work on changing the chemical composition of mustard, conducted over 20 years in the IHAR - PIB in Poznań, have led to doubly improved varieties with reduced erucic acid and glucosinolates (olefin and aromatic), with very low content of sinalbine (Heel et al. 2010). The aim of this study was to determine the suitability of mustard meal derived from new varieties of white mustard (*Sinapis alba* L.) intended for cultivation in Poland.

## MATERIALS AND METHODS

Tested meals was prepared in laboratory from 3 varieties of white mustard: Nakielska, Bamberka (with low content of erucic acid), Warta ( with low content of erucic acid and glucosinolates), which were obtained from IHAR – PIB Poznań. For comparison purposes there were included two soybean meals, one commercially available, the other prepared in laboratory from Aldana variety. Meals were analysed for content of protein, ash, lipids, sucrose and dietary fiber (TDF) with detailed characteristics of its components, nonstarch polysaccharides (NSP), oligosaccharides, uronic acids and Klason lignin. Analyses were performed with approved standard procedures (AACC 2000) and the results were recalculated on fat-free dry matter basis. Two balance experiments were carried out on growing Wistar rats (Eggum 1973), as a model animal for pigs, to determine digestibility of dry matter (DMD), protein (TPD), biological value (BV) and net protein utilization (NPU). Experimental procedure was approved by Local Ethics Committee for Animal Experimentation.

## RESULTS AND DISCUSSION

Tested mustard meals were characterized by a high variability of parameters of chemical composition. The protein content of mustard meal: Nakielska, Bamberka and Warta was respectively at 51.1, 49.4 and 44.5%, ash 7.9, 7.3 and 8.3% sucrose 5.1, 4.3 and 4.9%. SBM contained 56.6% protein, 8.1% ash and 6.5% sucrose. The results indicate that the soybean meal is richer source of nutrients compared to the mustard meal. Soybean meal contained 71.2% of nutrients, while the best mustard meal, Nakielska, 10% less. Content of TDF in mustard meals prepared from varieties Nakielska, Bamberka and Warta was respectively 29.9, 33.2 and 37.0%. Mustard meal TDF quantities content were as follows: oligosaccharides and NSP 21.5, 21.6 and 25.3%, uronic acids 6.0, 7.2 and 9.4%, lignin 2.4, 4.5 and 2.3%. For comparison, soybean meal TDF was 28.6%, NSP and oligosaccharides 21.8%, uronic acids 4.6% and 2.2% lignin.

Mustard meal prepared from double improved Warta variety characterized by significantly higher DMD as well as TPD, respectively 91.0 and 85.1%, compared to the digestibility of both these components in other varieties of mustard. The digestibility coefficients values of dry matter and protein obtained for the SBM were significantly higher than the values obtained for mustard meal. Biological value and use of protein in all tested mustard meals was significantly higher than values obtained for soybean meal.

#### CONCLUSIONS

The results showed that white mustard can be used for feeding purposes. They also shown the need to continue work on improving the feeding value.