

*Jan Krzymański*

*Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*

*Zakład Roślin Oleistych w Poznaniu*

## **Osiągnięcia i nowe perspektywy prac badawczych nad roślinami oleistymi w Polsce\***

Systematyczne prace badawcze nad roślinami oleistymi w Polsce zostały podjęte na początku lat pięćdziesiątych. Prace te w pierwszej fazie objęły szeroki wachlarz około 30 gatunków takich jak: rzepak ozimy, rzepak jary, rzepik ozimy, rzepik jary, gorczyca czarna, gorczyca sarepska, gorczyca biała, rzodkiew oleista, rukiew, katan abisyński, rzeżucha, lnianka jara, lnianka ozima, słonecznik, krokosz, maziczka, guizotia, mak oleisty, dynia oleista (*Cucurbita pepo* i *maxima*), soja, orzech ziemny, sezam, czarnuszka, migdał ziemny (cibora jadalna), rącznik, len oleisty i przejściowy, konopie, pachnotka, fałdzistka itp. Po wstępnych obserwacjach nad możliwością aklimatyzacji i rozeznaniu opłacalności uprawy ograniczono się do bardziej szczegółowych badań nad:

- rzepakiem ozimym i jarym, rzepikiem ozimym oraz słonecznikiem jako roślinami dostarczającymi oleju jadalnego,
- lnem oleistym i lniankami – dostarczającymi oleju do produkcji farb i lakierów,
- makiem oleistym, dostarczającym nasion na cele spożywcze i surowca dla przemysłu farmaceutycznego,
- gorczycą białą dostarczającą surowiec do produkcji musztardy i przypraw, jak również leków.

Po ulepszeniu zimotrwałości rzepaku ozimego w wyniku prac hodowlanych i dopracowaniu technologii uprawy, plonujący o 30% niżej rzepik ozimy został praktycznie wyeliminowany z uprawy. Podobny los spotkał rzepak jary, którego plony ze względu na niedostateczne opady kształtują się poniżej połowy plonu rzepaku ozimego.

---

\* referat wygłoszony również na konferencji naukowej "Rzepak – stan obecny i perspektywy" zorganizowanej przez KBN w Radzikowie 3–4.6.1993.

Przemysł farb i lakierów, poproszony w latach sześćdziesiątych o prognozę rozwoju zapotrzebowania na oleje schnące, przewidywał stopniowy spadek ich zapotrzebowania w wyniku wprowadzania na ich miejsce syntetycznych polimerów. Spowodowało to przerwanie prac nad lnem oleistym i lniankami. Prognoza ta nie spełniła się, tak że na początku lat osiemdziesiątych zaistniała potrzeba reaktywowania badań i prac hodowlanych nad lnem oleistym.

W końcu lat sześćdziesiątych krajowe odmiany gorczycy pokrywały zapotrzebowanie krajowe, dlatego prace ograniczono do hodowli zachowawczej. Obecnie prowadzi się prace nad zmianami składu chemicznego tych gatunków, co powinno poszerzyć możliwość ich zastosowań.

Fala narkomanii, która wystąpiła w początkach lat osiemdziesiątych, spowodowała konieczność podjęcia nowego kierunku w pracach hodowlanych nad makiem. Jego celem było uzyskanie odmian praktycznie bezmorfinowych, które wyeliminowałyby źródło narkotyków, łatwo dostępne dla osób uzależnionych.

W latach sześćdziesiątych jedynymi perspektywicznymi gatunkami do produkcji oleju jadalnego okazały się rzepak ozimy i słonecznik. Były równorzędne co do wysokości plonowania, przy czym olej słonecznikowy posiadał bardzo pożądaną w tym czasie skład kwasów tłuszczowych, natomiast jakość żywieniowa oleju rzepakowego budziła zastrzeżenia. Z drugiej strony uprawa rzepaku i jej mechanizacja zostały w pełni opanowane, gdy tymczasem aż do dzisiaj w rozszerzeniu uprawy słonecznika przeszkadza brak efektywnych metod nawożenia i zbioru. Natomiast prace biochemiczne i genetyczne oraz hodowla jakościowa doprowadziły do podwójnego ulepszenia rzepaku ozimego.

Usunięcie na drodze genetycznej kwasu erukowego sprawiło, że olej rzepakowy stał się pełnowartościowym olejem spożywczym. Wysoka zawartość kwasu erukowego w oleju z odmian tradycyjnych (około 50%) budziła poważne zastrzeżenia co do stosowania go do celów jadalnych. Liczne doświadczenia przeprowadzone na różnych gatunkach zwierząt wskazywały, że wysoki poziom kwasu erukowego w pożywieniu jest nie tylko przyczyną zahamowania przyrostów wagowych i gorszego przyswajania pokarmu, lecz powoduje również początkowo otyłość, a następnie zwłóknienie i uszkodzenie mięśnia sercowego. Zmiany obserwowano także w wątrobie, nadnerczu i śledzionie.

Dla oceny znaczenia, jakie może mieć śruta rzepakowa w krajowej produkcji białka trzeba uwzględnić następujące dane:

- nasiona rzepaku ozimego, oprócz 43–49% oleju zawierają 3,4–3,9% azotu, co odpowiada 21–24 % białka ogólnego; poekstrakcyjna śruta rzepakowa zawiera w suchej masie 37–43% białka ogólnego,
- w osiągniętym w latach 1986–90 średnim krajowym plonie nasion rzepaku 2,52 t/ha uzyskiwano 1030 kg oleju i 1300 kg śruty, w tym 460 kg białka, a w realnie

osiągalnym plonie 3 t/ha będzie 1230 kg oleju i 1540 kg śruty wraz z 560 kg białka,

- skład aminokwasowy białka śruty rzepakowej jest bardzo zbliżony do składu aminokwasowego białka zwierzęcego i lepiej zbilansowany niż skład aminokwasowy białka soi lub kazeiny,
- białko nasion rzepaku jest bogate w aminokwasy siarkowe w przeciwieństwie do białka naszych roślin strączkowych oraz zbożowych i dlatego bardzo korzystne wyniki żywieniowe będzie można uzyskać komponując te składniki w mieszankach paszowych,
- roczne zbiory nasion rzepaku w latach 1986–90 wahały się na poziomie od 1,17 do 1,59 mln ton, średnio 1,29 mln ton, co pozwala na wyprodukowanie ponad 660 tys. ton śruty i 530 tys. ton oleju.

Niestety, śruta starych odmian rzepaku była bardzo złym źródłem białka dla zwierząt ponieważ zawierała szkodliwe związki siarkowe. Związki te należą do grupy tioglikozydów i są nazywane glukozynolanami. Pod działaniem myrozynazy, enzymu zawartego również w nasionach, glukozynolany ulegają hydrolizie wytwarzając takie toksyczne związki jak: izotiocyjaniany, oksazolidyntiony, rodanki i nityle. Głównymi glukozynolanami nasion rzepaku były glukonapina, glukobrassicapina, progoitryna i napoleiferyna. Ich sumaryczna zawartość w śrucie poekstrakcyjnej wynosiła 4,5–6,0%, co odpowiada 120–180 mM/g. Zawartość tych związków powodowała złe wyjadanie karmy, zahamowanie wzrostu zwierząt, obniżanie przyrostów wagowych, zahamowanie reprodukcji oraz zaburzenia metabolizmu jodu (przerost tarczycy).

Podejmowano szereg prób usunięcia glukozynolanów ze śruty rzepakowej na drodze technologicznej, jednak we wszystkich opracowanych metodach ubytkom substancji szkodliwych towarzyszyły straty białka, tak co do ilości jak i strawności. Dopiero usunięcie glukozynolanów na drodze genetycznej (hodowlanej) pozwoliło przekształcić śrutę rzepakową w białkowy składnik paszowy wysokiej jakości.

Przed podjęciem hodowli rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego zostały przeprowadzone prace badawcze, które objęły następujące etapy:

- opracowanie metod analizy chemicznej dla potrzeb selekcji, takich jak oznaczanie składu kwasów tłuszczowych za pomocą chromatografii bibułowej i gazowej, oznaczanie zawartości i składu glukozynolanów za pomocą chromatografii gazowej i wysokosprawnej chromatografii cieczowej, oznaczanie sumy glukozynolanów metodą glukozową, nieniszczące oznaczanie zawartości tłuszczu za pomocą NMR i NIRS,
- odkrycie źródeł genetycznych cech praktycznie zerowej zawartości kwasu erukowego (linia wsobna rzepaku jarego Liho) i bardzo niskiej zawartości glukozynolanów (rzepak jary Bronowski),

- zbadanie sposobu dziedziczenia się tych cech – okazało się, że zawartość kwasu erukowego jest kontrolowana przez genotyp zarodka nasienia przy pomocy dwu par genów działających addytywnie bez dominacji, natomiast zawartość i skład glukozynolanów są kontrolowane przez genotyp rośliny matecznej w sposób poligeniczny z dominacją,
- przeniesienie tych cech do wartościowych genetycznie materiałów rzepaku ozimego poprzez hodowlę rekombinacyjną.

Usunięcie kwasu erukowego i glukozynolanów na drodze genetycznej łączyło się z dużymi zmianami w metabolizmie rzepaku i stratą żywotności. Odbudowanie plenności, zimotrwałości, odporności na choroby oraz niekorzystne warunki środowiska wymagało wieloletniej pracy hodowlanej. Praca ta była prowadzona w Zakładzie Roślin Oleistych w Poznaniu oraz we współpracujących z nim Zakładach Doświadczalnych Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Borowie, Małyszynie i Bąkowie.

Krzyżowania z wysokoplonującymi ozimymi formami rzepaku i selekcja cykliczna przyczyniły się do odbudowania plenności form podwójnie ulepszonych, co pozwoliło na wpisanie w 1985 roku do Rejestru Odmian Oryginalnych odmiany Jantar, a w 1989 r. odmiany Bolko. Następne odmiany to Mar (1991), Leo (1993), Polo (1993). Nowe kreacje odmian podwójnie ulepszonych znajdują się w doświadczeniach państwowych (BOH-1491, BOH-1592, BOH-1693, MAH-1291, MAH-1391, MAH-1492, MAH-1592).

Wyhodowanie odmiany Jantar pozwoliło na rozpoczęcie stopniowego procesu wprowadzania do uprawy tego nowego typu rzepaku. Przebieg przechodzenia na uprawę rzepaku podwójnie ulepszanego w Polsce obrazują dane przedstawione w tabeli 1.

Obecnie rzepak podwójnie ulepszony jest uprawiany w całej Polsce, z wyjątkiem województwa suwalskiego, gdzie uprawia się rzepak wysokoerukowy dla potrzeb rodzimego przemysłu chemicznego i na eksport.

**Tabela 1.** Przebieg wprowadzania do uprawy w Polsce rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego

Rok zbioru	Całkowita powierzchnia [tys. ha]	Powierzchnia plonująca rzepaku podwójnie ulepszanego	Procent rzepaku podwójnie ulepszanego
1985	467,0	3,39	0,7
1986	515,0	18,05	3,5
1987	499,0	41,65	8,3
1988	470,0	97,51	10,7
1989	570,0	236,72	41,5
1990	500,0	490,0	98,0
1991	467,0	457,0	97,8

Wyhodowanie i wprowadzenie do produkcji nowych odmian rzepaku podwójnie ulepszonych jest rezultatem pracy zespołu badawczego, działającego od 1968 roku. Tworzenie się zespołu zapoczątkowały badania genetyczne i biochemiczne, następnie do prac włączyli się hodowcy, uprawowcy, a w końcowej fazie specjaliści od żywienia zwierząt i technologii przemysłu tłuszczowego. Prace zespołu zostały formalnie zaakceptowane przez umieszczenie ich kolejno w programie resortowym, programie rządowym i centralnym programie badawczo-rozwojowym.

Dzięki pracom zespołowym nowe odmiany rzepaku były wprowadzane do produkcji wraz ze szczegółową instrukcją uprawy, uwzględniającą ich specjalne wymagania agrotechniczne oraz ze wskazaniem jak należy komponować mieszanki paszowe dla różnych gatunków zwierząt z udziałem śruty rzepakowej podwójnie ulepszonej.

Przedstawione osiągnięcia w pracy nad rzepakiem nie wyczerpały możliwości jakie tkwią w roślinach oleistych. Wręcz przeciwnie, dotychczasowe wyniki wskazują na konieczność kontynuowania prac. Krystalizują się nowe kierunki badań i zastosowań, jak również otwierają się możliwości wprowadzania nowych metod i pogłębiania dotychczasowych.

## **Pożądane kierunki ulepszeń rzepaku**

---

### **Jakość oleju – skład kwasów tłuszczowych**

Zależnie od przeznaczenia oleju konieczne będzie dalsze zróżnicowanie składu kwasów tłuszczowych. W olejach przeznaczonych na cele jadalne stosunek kwasu linolenowego do linolowego zamiast obecnej wartości 1:2 powinien zamykać się w granicach od 1:6 do 1:3. Dla oleju sałatkowego używanego na zimno oraz płynnej części osnowy margarynowej zawartość kwasów wielonienasyconych byłaby pożądana wyższa od obecnej, natomiast w oleju do smażenia i do utwardzania konieczne jest zwiększenie zawartości kwasu oleinowego. Podobne wymagania są stawiane olejowi przeznaczonemu do produkcji estrów, jako paliwa dla silników wysokoprężnych.

Istnieją możliwości zastosowania oleju rzepakowego z obecnych odmian do produkcji farb i lakierów, po odpowiedniej obróbce chemicznej (izomeryzacji), jednak aby mógł on w pełni zastąpić olej lniany konieczne jest znaczne zwiększenie zawartości kwasu linolenowego.

Odmiany dostarczające oleju do przeróbki w przemyśle chemicznym powinny zawierać więcej kwasu erukowego i dostarczać śruty nadającej się na cele paszowe (obniżenie zawartości glukozyolanów).

### Jakość śruty

Dzięki istotnemu obniżeniu poziomu glukozyolanów alkenowych w nasionach rzepaku podwójnie ulepszanego przełamana została główna bariera uniemożliwiająca wykorzystanie śruty do celów paszowych. Konieczne i możliwe są prace nad dalszym obniżeniem zawartości tych szkodliwych związków. Otwarta pozostaje sprawa glukozyolanów indolowych. Nadal brak dowodów ich szkodliwego działania, prócz łatwego do skorygowania zaburzenia gospodarki jodem przez tworzące się rodanki. Natomiast stwierdzono, że mogą one posiadać działanie antyrakowe, a w dużej mierze przyczyniają się do wigoru i zdolności regeneracyjnej roślin rzepaku. Ich eliminacja z nasion jest dopuszczalna pod warunkiem utrzymania pełnej zawartości w częściach zielonych.

Niższa wartość energetyczna śruty rzepakowej jest związana ze stosunkowo wysoką zawartością włókna spożywczego oraz obecnością skondensowanych barwników polifenolowych. Większość tych związków jest zawarta w okrywie nasiennej. Rozwiązaniem tego problemu byłoby wprowadzenie odłuszczenia nasion albo wyhodowanie odmian żółtonasiennych o cieńszej okrywie. Zmniejszenie zawartości okrywy będzie się łączyć z podniesieniem zawartości oleju i białka.

Innym czynnikiem limitującym wartość śruty rzepakowej dla trzody może być niedostateczna zawartość lizyny. Stale na rozwiązanie oczekuje problem takich substancji antyżywniowych jak synapiny i fitynianów.

### Odporność na choroby i czynniki stresowe

Obserwacje upraw rzepakowych wskazują, że największe znaczenie wśród chorób grzybowych mają takie patogeny jak: *Phoma lingam*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium dahliae*, *Peronospora parasitica*, *Erisiphe cruciferarum*, *Alternaria* sp., *Pseudocercospora capsellae*, *Botrytis cinerea* i ostatnio sprowadzone z zachodu *Cylindrosporium concentricum*. Walka z tymi chorobami wymaga nasilenia prac nad hodowlą odpornościową.

W zakresie odporności na czynniki stresowe nadal bardzo aktualne jest zwiększanie zimotrwałości i odporności na suszę. Bardzo pożądane byłoby zwiększenie odporności na owady, jednak brak źródeł genetycznych takiej cechy.

### Wartość agronomiczna odmian

Stale aktualne są prace nad ulepszeniem takich cech jak:

- wierność plonowania,
- wysoki plon nasion,
- masa 1000 nasion,
- zawartość oleju i białka w nasionach,
- zdolność dobrego wykorzystywania nawożenia,
- odporność na wyleganie,
- odporność na osypywanie,
- tolerancja na uszkodzenia przez szkodniki,
- zdolność do regeneracji szkód zimowych.

## **Rozwój metod badawczych i hodowlanych**

---

Rzepak jest rośliną która odgrywa istotną rolę w rozwoju nowych metod kultur in vitro i inżynierii genetycznej. O ile technikę kultur in vitro mamy opanowaną na poziomie światowym, to badania nad transformacją rzepaku i wyodrębnianiem jego genów są w stadium początkowym, ze względu na niedostateczne możliwości finansowe i kadrowe.

### **Metody kultur in vitro obejmują następujące prace:**

- kultury zarodków, szczególnie dla pokonania barier samoniezgodności w krzyżowaniu oddalonym,
- haploidyzacja na drodze kultur in vitro pylników lub mikrospor dla szybkiego wytwarzania linii homozygotycznych,
- indukowanie zmienności somaklonalnej,
- mutageneza w stanie haploidalnym ułatwiająca wykrycie mutantów recesywnych,
- fuzja protoplastów,
- regeneracja roślin z kultur komórkowych, tkankowych i kalusowych.

### **Prace z zakresu inżynierii genetycznej obejmują:**

- mapowanie genetyczne przy pomocy analizy restrykcyjnej,
- wyodrębnianie genów,
- transformacje roślin rzepaku genami pożądanymi cech.

### **Prace nad odmianami mieszańcowymi i syntetycznymi obejmują:**

- poszukiwanie form męskosterylnych i samoniezgodnych oraz badanie sposobu dziedziczenia tych cech,
- opracowanie systemu produkcji nasion mieszańcowych i wprowadzenie tego systemu do wartościowych gospodarczo genotypów rzepaku,
- ocena zdolności kombinacyjnej i efektu heterozji w poszukiwaniu najlepszych kombinacji mieszańcowych.

### **Doskonalenie metod analiz składników rzepaku a przede wszystkim związków antyżywniowych**

Dalsze ulepszanie jakości produktów rzepakowych wymaga opanowania nowych technik analitycznych i stałego doskonalenia dotychczasowych metod analiz oraz ujednoczenia metodyki we wszystkich zainteresowanych placówkach.

Z przedstawionych tu skrótowo przyszłych kierunków i metod badań nad rzepakiem wynika konieczność intensyfikacji tych prac tym bardziej, że mogą one posłużyć dla przetarcia szlaków dla przyszłych badań nad innymi roślinami.

Bulletin GCIRC. 1993, 9.

Canola and Rapeseed. 1990. Ed. Fereidon Shahidi. Van Nostrand Reinhold Book. New York.

Krzymański J., Kłoczowski Z., Horodyski A. 1976 Działalność i osiągnięcia naukowe IHAR w okresie 25-lecia 1951-1976. *Biuletyn IHAR* 130: 169-189.

Oil Crops of the World. 1989. Ed. G. Röbbelen, R. K. Downey, A. Ashri. McGraw-Hill. New York.

Proceedings of the 7 th International Rapeseed Congress. Poznań, Poland. 11-14.05.1987

Rapeseed in a Changing World. Proceedings of 8 th Rapeseed Congress. Saskatoon, Canada. 9-11.07.91.

---

## Researches on genetics and on breeding of oil crops – achievements and new perspectives

---

### Summary

The works done up to the present demonstrate that winter oilseed rape is the oilseed crop which performs best of all in agroclimatic conditions of Poland. Researches on its genetics and its biochemistry formed the base for breeding of new, so called double low varieties characterized by lack of erucic acid in oil and very low level of glucosinolates in meal. Changeover to these new varieties was done since 1985 to 1990.

Desired directions of future research and breeding works:

- adaptation of fatty acid composition to fit better the different oil uses ;
- improvement of meal by further decreasing the content of antinutritive components like alkenyl glucosinolates, dietary fiber, sinapine, polyphenols, phytin;
- search for sources of resistance to diseases and pests and to stress conditions (winterhardiness, drought resistance);
- improvement of agronomical value e.g. yieldning ability, resistance to lodging, resistance to shattering;
- development and use of new method like tissue culture, haploid use, somatic crosses, plant transformation by desirable genes, protoplast fusion, vegetative propagation, interspecific crosses, production of hybrids by CMS or SI system.