

Iwona Bartkowiak-Broda

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Roślin Oleistych w Poznaniu

Wzajemny związek postępu w agrotechnice i hodowli rzepaku ozimego

Reciprocal relationship between progress in agronomical practices and breeding of winter rapeseed

Słowa kluczowe: rzepak, *Brassica napus*, agrotechnika, genetyka, hodowla, odmiany

Key words: rapeseed, *Brassica napus*, agronomical practices, genetics, breeding, varieties

Wielkość i jakość plonu uzyskiwanego w określonych warunkach agroklimatycznych z poszczególnych odmian rzepaku zależą nie tylko od ich genotypu, ale także od poprawnej agrotechniki. Hodowla nowych typów odmian (bezerukowych, podwójnie ulepszonych, mieszańcowych) oparta jest na genotypach rzepaku, w których wprowadzono duże modyfikacje genetyczne. Zmiany te spowodowały konieczność modyfikacji agrotechniki rzepaku. Także wzrost powierzchni uprawy, postęp w badaniach nad agrotechniką rzepaku i konieczność ochrony środowiska postawiły nowe zadania przed hodowlą. W artykule przedstawiono historię badań genetycznych i hodowlanych nad rzepakiem w Polsce i na świecie, ich wpływ na zmianę wymagań agrotechnicznych tej rośliny oraz nowe cele hodowlane konieczne dla zastosowania nowoczesnej agrotechniki.

The magnitude and quality of the yield obtained from rapeseed varieties in specific agroclimatic conditions do not depend only on their genotype but also on proper agronomical practices. The breeding of new types of varieties (zeroerucic, double low, hybrids) is based on rapeseed genotypes with large genetic modifications. These transitions induced changes in the techniques of field crop production. Also the increase of cultivation area, progress in investigations on rapeseed agronomical practices and necessity of environment protection give rise to new tasks for breeding. The paper presents the history of genetic and breeding investigations on rapeseed in Poland and in the world, their influence on the change of agrotechnics requirements of this plant and new breeding tasks indispensable for the application of modern agronomical practices.

Rzepak należy do rodzaju *Brassica*, który obejmuje rośliny oleiste oraz rośliny warzywne. Do roślin oleistych, których nasiona są źródłem oleju należą formy jare i ozime rzepaku (*Brassica napus*) i rzepiku (*Brassica campestris*) oraz występujące tylko w formie jarej gorczyce: sarepska (*Brassica juncea*), czarna (*Brassica nigra*) i abisyńska (*Brassica carinata*). Niektóre z tych gatunków zostały udomowione bardzo wcześnie. Pierwsze wzmianki o uprawie rzepiku w Indiach pochodzą z 4000 roku p.n.e., a w Chinach i Japonii sprzed 2000 lat. Rozwój uprawy rzepaku w Europie na północ od Alp rozpoczął się w XIII wieku.

W późniejszych wiekach średnich olej rzepakowy stał się w tym regionie najważniejszym źródłem oleju do lamp oliwnych, a następnie do produkcji mydła (Murphy 1994). W XVI wieku rzepak najszerszej był uprawiany w Holandii (Krzymański 1997). W Polsce już w osadach pochodzących z X wieku znajdowano nasiona roślin oleistych z rodzaju *Brassica* (Krzymański 1997), ale dokumentowana historia uprawy i badań nad rzepakiem zaczyna się w XIX wieku (Rutkowi 1987). Pierwszy podręcznik, który traktował o uprawie rzepaku pochodzi z 1837 roku: M. Oczapowski — „Uprawa Roślin Fabrycznych”, a pierwsze wzmianki o doświadczeniach z rzepakiem znajdują się w „Rocznikach Gospodarstwa Krajowego” opracowanych przez Miłosza w 1861 roku. W 1885 roku rozpoczęto przerób nasion rzepaku na olej spożywczy, a pierwsza produkcja margaryny z oleju rzepakowego miała miejsce w 1932 roku (Rutkowski 1987).

Na terenach Polski już przed I wojną światową prowadzono hodowlę odmian rzepaku. Z okresu 1850–1914 pochodzą odmiany: Karlikowaty, Olbrzymi Późny, Powiślański; z okresu 1919–1939: Bydgoski, Łęcki, Nadwiślański, Poświęcki, Putra; a z okresu 1945–1969: Górczański, Skrzyszowicki, Koszaliński, Oleski, Sobótkowski, Warszawski, Bronowski, Młochowski, Mazowiecki. Jednak w tym czasie powierzchnia uprawy rzepaku w Polsce była niewielka. W XIX wieku na terenach Polski powierzchnia ta nie przekraczała 20 tys. ha. W 1937 roku w obecnych granicach Polski powierzchnia uprawy rzepaku i rzepiku wynosiła 56,5 tys. ha, w dalszych latach wzrost jej był bardzo powolny. Średnie plony do 1955 roku nie przekraczały 10 q/ha (tab. 1). Stan ten był spowodowany brakiem znajomości wymagań agrotechnicznych rzepaku oraz występowaniem w nasionach roślin oleistych z rodzaju *Brassica*, w ich formach tradycyjnych, kwasu erukowego i glukozyzolanów, związków uznanych za antyżywnościowe zarówno dla człowieka, jak i dla zwierząt. Ograniczało to możliwości wykorzystania nasion tych roślin.

Nowa epoka dla rzepaku na świecie i w Polsce rozpoczęła się w latach sześćdziesiątych XX wieku. O tym, że rzepak stał się znaczącą rośliną uprawną w Polsce zdecydowały nowoczesna agrotechnika opracowana kompleksowo na podstawie badań naukowych przez profesora Felicjana Dembińskiego oraz wyniki badań genetycznych i hodowlanych, które w Polsce rozwinął profesor Jan Krzymiański.

Profesor Dembiński na podstawie licznych doświadczeń udowodnił, że w warunkach agrometeorologicznych Polski, przy zastosowaniu odpowiedniej agrotechniki uprawa rzepaku jest możliwa i ekonomicznie uzasadniona. Liczne publikacje Profesora na ten temat pojawiły się już w latach pięćdziesiątych XX wieku, ale kompleksowe opracowanie zamieszczone zostało w pierwszym wydaniu podręcznika „Rośliny Oleiste” z 1967 roku. Dzieło to było ciągle poszerzane o nowe wyniki (Dembiński 1975). Zastosowanie w praktyce opracowanej nowoczesnej agrotechniki rzepaku spowodowało podniesienie plenności tej rośliny, a w związku z tym zwiększenie powierzchni uprawy (tab. 1).

Tabela 1

Powierzchnia uprawy, plony i zbiory rzepaku w Polsce w latach 1946–2001
Area of cultivation, yield and crops of rapeseed in Poland in years 1946–2001

Lata <i>Years</i>	Powierzchnia uprawy [tys. ha] <i>Area of cultivation [thousands of ha]</i>	Plon [dt/ha] <i>Yield</i>	Zbiory [tys. ton] <i>Crops [thous. of tons]</i>
1946–1950	84,7	8,0	67,8
1951–1955	146,4	10,4	152,0
1956–1960	107,5	13,6	147,0
1961–1965	273,6	18,4	504,0
1966–1970	278,7	14,5	403,2
1971–1975	303,9	18,3	557,2
1976–1980	326,7	18,7	637,0
1981–1985	329,2	21,1	693,4
1986–1990	511,0	25,3	1295,2
1991–1995	442,3	19,9	881,2
1996–2000	409,6	20,7	847,4
2001	443,2	24,2	1072,9

(wg Wałkowskiego i in. 2002 — *according to Wałkowski et al. 2002*)

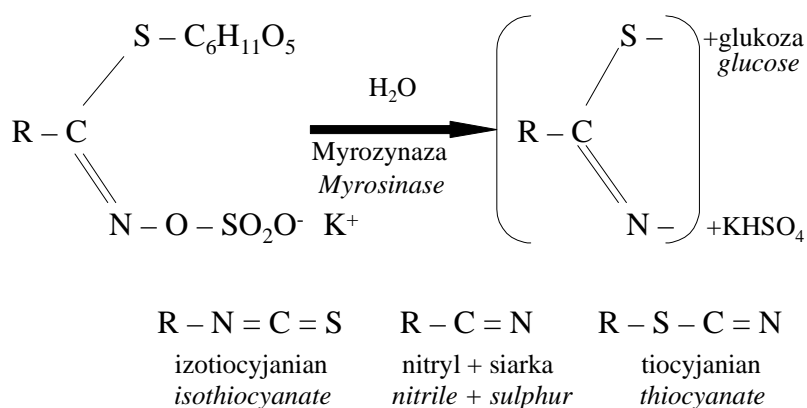
O dalszej karierze rzepaku zdecydowały uzupełniające się wzajemnie badania genetyczne, hodowlane i agrotechniczne. Intensywne badania nad możliwością polepszenia cech jakościowych rzepaku prowadzono w Polsce, podobnie jak w innych ośrodkach na świecie, z tego względu, że jego nasiona są bogatym źródłem oleju i białka, zawierają 43–49% oleju i 21–24% białka o wysokiej wartości pastewnej.

Czynnikami ograniczającymi wykorzystanie oleju i białka dla celów spożywczych i na paszę, jak już wspomniano, były kwas erukowy i glukozynolany. Wyniki doświadczeń na zwierzętach wykazały, że wysoki poziom kwasu erukowego w pożywieniu może być przyczyną zahamowania przyrostów wagowych, gorszego przyswajania pokarmów, zaburzeń w procesie krążenia, otłuszczenia, zwłóknienia i uszkodzenia mięśnia sercowego, zmian patologicznych w wątrobie, nadnerczach i śledzionie. W nasionach odmian tradycyjnych kwas erukowy stanowił około 50% wszystkich kwasów tłuszczowych i z tego względu olej rzepakowy został uznany za niewskazany w żywieniu człowieka.

Olej wysokoerukowy nie jest także dobrym surowcem dla celów przemysłowych. Kwas erukowy posiada tylko jedno wiązanie podwójne, a więc nie nadaje się do produkcji szybko schnących farb i lakierów. Mydła o wysokiej zawartości kwasu erukowego są trudno rozpuszczalne, nie mają właściwości pieniających i łatwo ulegają wysalaniu. Olej wysokoerukowy nadaje się natomiast do produkcji smarów, które posiadają korzystne właściwości adhezyjne oraz

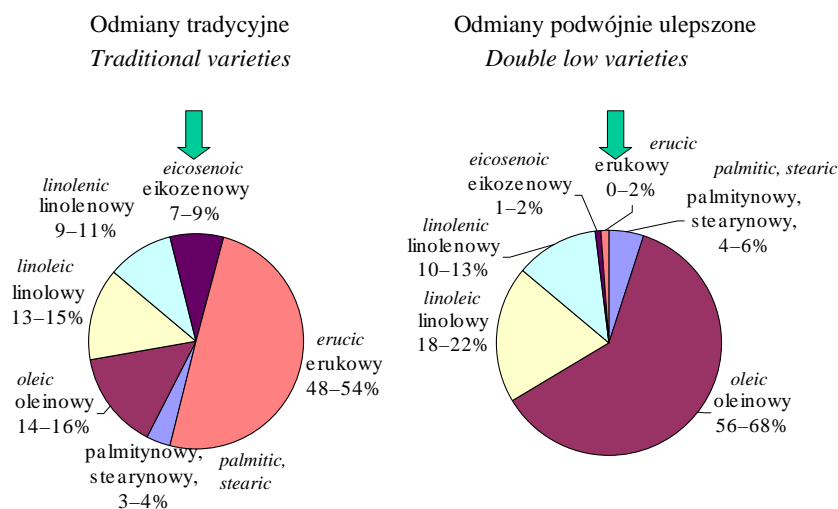
w przemyśle chemicznym do produkcji atramentów, klisz, plastików. Jednak jest to mały rynek zbytu.

Wartość paszowa poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w odmianach tradycyjnych była ograniczona przez związki siarkowe zwane glukozynolanami, które jako takie nie są szkodliwe, natomiast szkodliwe są produkty ich hydrolizy enzymatycznej. Ich sumaryczna zawartość w śrucie poekstrakcyjnej wynosiła w zależności od odmiany 120–160 $\mu\text{M/g}$ nasion. W trakcie przerobu nasion w obecności wody i enzymu myrozynazy, także występującego w nasionach rzepaku, związki te ulegają hydrolizie wytwarzając toksyczne izotiocyaniany, oxazolidyntiony, tiocjaniany i nityle (rys. 1) (Krzymański 1970; Downey, Rakow 1987). Ich obecność w paszy powodowała złe wyjadanie karmy przez zwierzęta, obniżenie przyrostów wagowych, zaburzenia metabolizmu jodu — działanie wolotwórcze, zahamowanie reprodukcji, padnięcia młodych zwierząt.



Rys 1. Enzymatyczna hydroliza glukozynolanów (wg Downey'a i Rakowa 1987) — *Enzymatic hydrolysis of glucosinolates (according to Downey and Rakow 1987)*

Eliminacja związków antyżywnościowych z nasion rzepaku okazała się możliwa na drodze zmian genetycznych w genomie rzepaku. W Kanadzie z jarej odmiany rzepaku Liho wyselekcjonowano linię pozbawioną kwasu erukowego (Stefansson, Hougen, Downey 1961). Także w Polsce w 1961 roku z jarej odmiany rzepaku Bronowski wyselekcjonowano linię o zawartości około 8% kwasu erukowego (Krzymański 1970). Poprzez krzyżowanie z zeroerukową linią odmiany Liho i selekcję uzyskano odmiany o zmienionym składzie i proporcjach kwasów tłuszczowych (rys. 2). Zawartość kwasu erukowego jest determinowana przez genotyp zarodka, dwie pary genów działających addytywnie bez dominacji (Downey, Craig 1964; Harvey, Downey 1964) (tab. 2).



Rys. 2. Skład kwasów tłuszczowych w oleju tradycyjnych i podwójnie ulepszonych odmian rzepaku ozimego — *Fatty acid composition in oil of traditional and double low varieties of winter rapeseed*

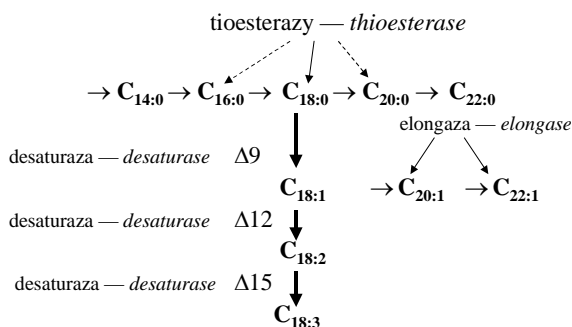
Tabela 2

Modelowa segregacja genotypów determinujących zawartość kwasu erukowego w nasionach pokoleniach F_2 mieszańca między rzepakiem ozimym bezerukowym i wysoko-erukowym — *Model segregation of genotypes determining erucic acid content in seeds of F_2 progeny of hybrid between zeroerucic and high erucic winter rapeseed*

Genotyp <i>Genotype</i>	Zawartość kwasu erukowego* <i>Erucic acid content</i>	Przewidywany stosunek segregacji w F_2 <i>Expected segregation ratio in F_2 generation</i>
ee ee	0	1
$E^a e$ ee	12,5	2
ee $E^a e$		2
$E^a E^a$ ee	25	1
$E^a e$ $E^a e$		4
ee $E^a E^a$		1
$E^a e$ $E^a E^a$	37,5	2
$E^a E^a$ $E^a e$		2
$E^a E^a$ $E^a E^a$	50	1

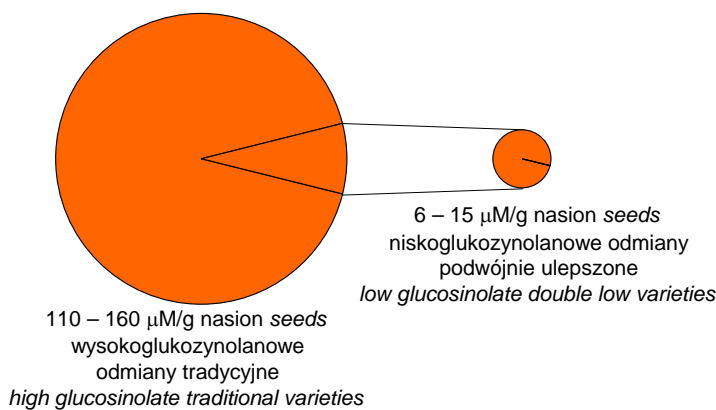
* przy założeniu — *provided that: e = 0%, E^a = 12,5%*

Rzepak jest rośliną amfidiploidalną zawierającą genomy rzepiku i kapusty. Tak więc w celu wyeliminowania kwasu erukowego zmianie uległy dwie pary alleli odpowiedzialnych za tę cechę, zatem dokonano zmian w dwóch grupach sprzężeń — jednej pochodzącej od *Brassica campestris*, drugiej pochodzącej od *Brassica oleracea*. Pozwoliło to na zablokowanie działania enzymu elongazy niezbędnego w procesie biosyntezy kwasów eikozenowego (C_{20:1}) i erukowego (C_{22:1}) (rys. 3).



Rys. 3. Schemat biosyntezy kwasów tłuszczowych — *Scheme of fatty acid biosynthesis*

Duże zmiany w genotypie rzepaku powstały także w wyniku krzyżowania form tradycyjnych z jarą odmianą Bronowski, będącą źródłem genetycznym cechy bardzo niskiej zawartości glukozynolanów (Krzymański 1968), a następnie selekcji genotypów o wielokrotnie obniżonej zawartości glukozynolanów (rys. 4). Zawartość tych związków w nasionach jest bowiem kontrolowana przez genotyp rośliny matecznej i determinowana przez co najmniej trzy pary genów działających w sposób addytywny (Kondra, Stefansson 1970; Krzymański 1970).

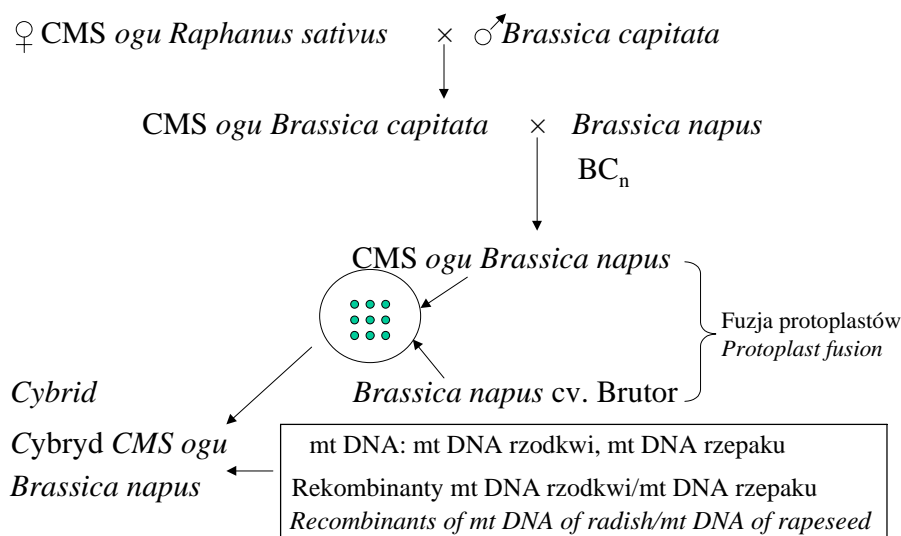


Rys. 4. Zawartość glukozynolanów w nasionach rzepaku ozimego odmian tradycyjnych i podwójnie ulepszonych — *Glucosinolate content in seeds of traditional and double low winter rapeseed varieties*

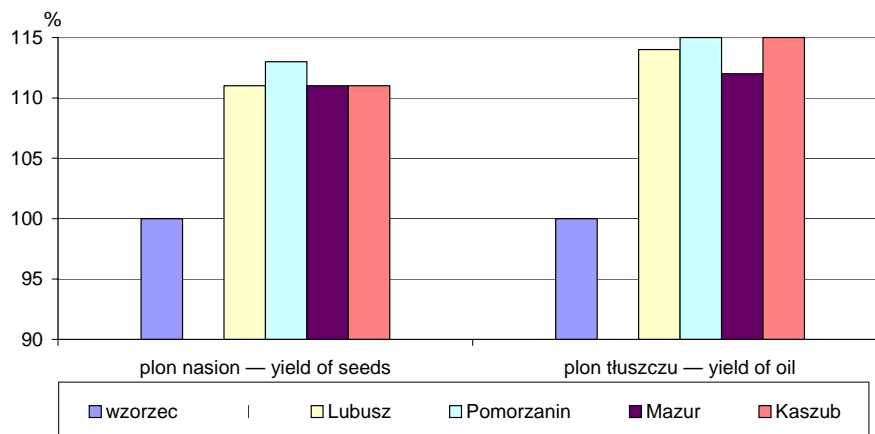
Odkrycie genetycznych źródeł pozwalających na eliminację związków antyżywnościowych z nasion rzepaku spowodowało intensywny rozwój prac hodowlanych.

Wykorzystanie w hodowli genotypu bezerukowego oraz genotypu o bardzo niskiej zawartości glukozyzolanów, poniżej 10 $\mu\text{M/g}$ nasion, zaowocowało wdrożeniem do uprawy w końcu lat siedemdziesiątych XX wieku odmian bezerukowych, a w końcu lat osiemdziesiątych bezerukowych i niskoglukozyzolanowych, tzw. podwójnie ulepszonych (także nazywanych typu „Canola”). Od 1995 r. w Polsce jak i w innych krajach europejskich uprawia się tylko odmiany podwójnie ulepszone. Wdrożenie do uprawy odmian ulepszonych genetycznie w połączeniu z coraz doskonalszą agrotechniką spowodowało znaczący wzrost powierzchni uprawy i produkcji nasion rzepaku w Polsce (tab. 1). Światowy wzrost produkcji rzepaku był jeszcze większy. W ciągu ostatnich 20 lat produkcja nasion rzepaku na świecie uległa potrojeniu i w 2001 r. wyniosła 37 608 tys. ton.

Uzyskanie odmian będących źródłem wysokiej jakości oleju i białka pastewnego zachęciło także do badań nad możliwościami wykorzystania efektu heterozji występującego w plonie nasion rzepaku (Grabiec, Krzymański 1984; Lefort-Buson, Datteé 1982, 1983, 1985; Schuster, Michael 1976). Poszukiwano genetycznych systemów kontrolujących zapylenie krzyżowe u rzepaku, niezbędnych do produkcji odmian mieszańcowych (Bartkowiak-Broda 1991). Pierwszy system genowocytoplazmatycznej męskiej niepłodności (CMS *napus*) odkrył Thompson w 1972 r. Obecnie w Europie najczęściej używanymi systemami są CMS *ogura* (Ogura 1968) i genetyczna męska sterylność MSL NPZ Lembke (Frauen, Paulmann 1999). W Polsce hodowla odmian mieszańcowych rzepaku oparta jest o system CMS *ogura*, który został wprowadzony do genotypu rzepaku z genotypu rzodkwi. (Bannerot i in. 1974; Rousselle 1982). Ponadto dla uzyskania męskosterylnych roślin rzepaku pozbawionych deficyjencji chlorofilowych dokonano fuzji protoplastów z roślin męskosterylnych z deficyjencjami chlorofilowymi oraz z roślin męskopłodnych bez deficyjencji chlorofilowych. Spośród uzyskanych cybrydów wyselekcjonowano do hodowli tylko te, które wykazywały stabilną ekspresję męskiej sterylności i pozbawione były deficyjencji chlorofilowych (Pelletier i in. 1983). Badania polimorfizmu mtDNA cybrydów wykazały, że składa się on z fragmentów specyficznych dla form rodzicielskich oraz zupełnie nowych fragmentów restrykcyjnych mtDNA będących efektem rekombinacji pomiędzy mtDNA rzodkwi i rzepaku (Vedel i in. 1984, Pelletier i in. 1987) (rys. 5). Także gen restorer dla CMS *ogura* został wprowadzony do rzepaku z genotypu rzodkwi (Heyn 1976). Dzięki tym zabiegom uzyskano materiał wyjściowy do hodowli odmian mieszańcowych rzepaku, które charakteryzują się znacznie wyższą produktywnością niż odmiany populacyjne (Woś 2002) (rys. 6).



Rys. 5. Pochodzenie CMS ogura — Originating of CMS ogura



Rys. 6. Poziom plonu nasion i plonu tłuszczu odmian mieszańcowych w stosunku do wzorca — Yield of seeds and oil of hybrid varieties in comparison with standard

Hodowla zatem spowodowała zmiany w genomie rzepaku na poziomie genomu jądrowego i genomu mitochondrialnego. Zostały włączone nowe sekwencje DNA. Sekwencje DNA kodujące niepożądane cechy zostały wyłączone. Powstały nowe rekombinacje w genomie jądrowym i mitochondrialnym. Spowodowało to zmiany cech jakościowych, fenotypu roślin, długości faz fenologicznych, odporności na stresy biotyczne i abiotyczne, produktywności.

Sukces, jaki odniósł rzepak w ciągu dwóch ostatnich dekad na świecie i w Polsce można przypisać głównie zmianom jakościowym dwóch głównych produktów: oleju i śruty. W ostatnich latach do tego sukcesu przyczyniły się także odmiany mieszańcowe zapewniające większe plony nasion. Jednakże dobre wykorzystanie potencjału plonotwórczego odmiany, jak i jakość plonu zależą od właściwie zastosowanej agrotechniki. Fakt ten jest łatwo udowodnić porównując plony danej odmiany uprawianej w tych samych warunkach, ale przy różnym zakresie i jakości zabiegów agrotechnicznych.

Modyfikacje, które wprowadzono w genotypie rzepaku spowodowały także zmianę wymogów agrotechnicznych, co stymulowało rozwój badań agrotechnicznych. Z drugiej strony postęp w agrotechnice i technologii uprawy, zmiany w strukturze zasiewów w poszczególnych regionach oraz zmiany klimatu stawiają przed hodowlą nowe zadania.

Przykładowo, jednym z elementów agrotechniki wpływającym w istotny sposób na plonowanie, jest termin siewu. Optymalny okres siewu rzepaku ozimego w Polsce jest bardzo krótki i wynosi 5–10 dni. Przestrzeganie prawidłowego terminu siewu zapewnia dobry rozwój roślin i ich przygotowanie biologiczne do przetrwania stresowych warunków w okresie zimy. Wahania plonów przy siewie późniejszym lub wcześniejszym są znacznie większe niż przy siewie w optymalnym czasie. Z kolei termin siewu przypada często na okres suszy. W związku z tym pożądana jest hodowla form tolerancyjnych na zmianę terminu siewu i na stres suszy w czasie wschodów.

Badania agrotechniczne wykazały, że rzadki siew wpływa korzystnie na kształtowanie się elementów plonu, ponieważ poprawia zdrowotność roślin, zapewnia lepszą zimotrwałość, daje optymalną architekturę łanu, zapewnia równomierne dojrzewanie łanu i lepszą jakość technologiczną nasion. Odmianami nadającymi się najbardziej do tego typu siewu są odmiany mieszańcowe, charakteryzujące się dużym wigorem oraz dużą dynamiką rozwoju jesienią i wiosną.

Intensywne nawożenie azotem, najważniejszym czynnikiem plonotwórczym, z jednej strony zapewnia wyższy plon, ale z drugiej strony zanieczyszcza wody gruntowe azotanami, a więc działa szkodliwie na środowisko. Zadaniem hodowli jest tworzenie odmian, które reagują dużym przyrostem plonu na jednostkę zastosowanego azotu. Hodowla już częściowo ten problem rozwiązała. Odmiany mieszańcowe, przy takim samym nawożeniu, dają większy plon niż odmiany populacyjne. Ponadto rozwijają się dynamiczniej jesienią i wiosną, wytwarzają większą masę korzeniową, więc pobierają szybciej azot zapobiegając, przynajmniej częściowo, jego wypłukiwaniu do wód gruntowych.

Ze względu na intensywne nawożenie azotem dla uzyskania dużego plonu konieczna jest hodowla odmian odpornych na wyleganie.

Ochrona środowiska skłania do ograniczenia stosowania agrochemikaliów. Możliwe jest to poprzez hodowlę odmian odpornych na choroby i szkodniki oraz

większe stosowanie uprawek mechanicznych zamiast herbicydów. Także hodowla odmian odpornych na określone herbicydy może dopomóc w walce z samosiewami.

Zbiór jest dokonywany najczęściej jednofazowo przy pomocy nowoczesnych maszyn i w związku z tym konieczne są odmiany odporne na osypywanie i na porastanie nasion w łuszczynach.

Obecnie uprawiane odmiany zarówno populacyjne jak mieszańcowe są odmianami wymagającymi intensywnej, optymalnej agrotechniki, która może w dużym stopniu wpływać modyfikująco na ekspresję ich genotypów.

Literatura

- Bannerot H., Boulidard L., Cauderon Y., Tempé J. 1974. Transfer of cytoplasmic male sterility from *Raphanus sativus* to *Brassica oleracea*. Proc. Eucarpia Meeting – Cruciferae, 25-25 Sept.: 52-54.
- Bartkowiak-Broda I. 1991. Studia nad systemami męskiej niepłodności u rzepaku *Brassica napus* L. var. *oleifera*. Hodowla Roślin Aklimatyzacja i Nasiennictwo 35: 3-60.
- Demiński F. 1975. Rośliny Oleiste. Państwowe Wyd. Rolnicze i Leśne, Warszawa. Wyd. III.
- Downey R.K., Craig B.M. 1964. Genetic control of fatty acid biosynthesis in rapeseed (*Brassica napus* L.). J. Am. Oil Chem. Soc. 41: 475-478.
- Downey R.K., Rakow G.F.W. 1987. Rapeseed and Mustard. In: Principles of Cultivar Development. Edited by Walter R. Fehr. Vol. 2: 437-479.
- Frauen M., Paulmann W. 1999. Breeding of hybrid varieties of winter rapeseed on the MSL –system. Proc. of 10th Intern. Rapeseed Congress, 26-29. Sept., Australia (CD-ROM).
- Grabiec B., Krzymański J. 1984. Badania nad wykorzystaniem zjawiska heterozji w hodowli rzepaku ozimego w Polsce. Wyniki Badań nad Rzepakiem Ozimym: 65-73
- Harvey B.L., Downey R.K. 1964. The inheritance of erucic acid content in rapeseed (*Brassica napus*). Can. J. Plant Sci. 44: 104-111.
- Heyn F.W. 1976. Transfer of restorer genes from *Raphanus* to cytoplasmic male sterile *Brassica napus*. Cruciferae Newsletter Eucarpia 1: 15-16.
- Kondra Z.P., Stefansson B.R. 1970. Inheritance of the major glucosinolates of rapeseed (*Brassica napus*) meal. Can. J. Plant Sci. 50: 643-647.
- Krzymański J. 1968. Variation in thioglucosides in rapeseed meal (*Brassica napus*). Meeting of the Associate Committees of National Research Council on Plant Breeding. Winnipeg, Manitoba, Canada 20.02.1968.
- Krzymański J. 1970. Genetyczne możliwości ulepszania składu chemicznego nasion rzepaku ozimego. Hodowla Roślin Aklimatyzacja i Nasiennictwo 14: 95-133.
- Krzymański J. 1997. Agronomy of *Brassicac*s. Proceedings of the International Symposium on *Brassicac*s. 23-27 September, Rennes, France. Acta Horticulturae 459: 55-60.
- Lefort-Buson M., Datteé Y. 1982. Genetic study of some agronomic characters in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) I. Heterosis. Agronomie 2 (4): 315-322.
- Lefort-Buson M., Datteé Y. 1983. L'hétérosis chez le colza oleagineux (*Brassica napus* L.). Proc. 6th Int. Rapeseed Conference, 17-19 May, Paris, France, 1: 558-564.

- Lefort-Buson M., Datteé Y. 1985. Etude de l'hétérosis chez le colza oleagineux d'hiver (*Brassica napus* L.). II. Structure genetique d'une population de lignés. *Agronomie* 5 (3): 201-208.
- Murphy Denis J. 1994. *Designer Oil Crops*. VCH Verlagsgesellschaft – Weinheim, VCH Publisher Inc. New York: 27-36.
- Ogura H. 1968. Studies on the new male-sterility in Japanese radish with special reference to the utilization of this sterility towards the practical raising of hybrid seeds. *Mem. Fac. Agric. Ragostrima Univ.* 6 (2): 39-78.
- Pelletier G., Primard C., Vedel F., Chétrit P., Remy R., Rousselle P., Renard M. 1983. Intergeneric cytoplasmic hybridization in Cruciferae by protoplast fusion. *Proceedings of 6th International Rapeseed Congress, 17-19 May, Paris*, 1: 252-257.
- Pelletier G., Primard C., Vedel F., Chétrit P., Pelland-Delourme R., Renard M., Mesquida J. 1987. Molecular, phenotypic and genetic characterization of mitochondrial recombinants in rapeseed. *Proc. 7th Int. Rapeseed Conference, 11-14 May, Poznań*, 1: 113-118.
- Rousselle P. 1982. Premiers résultats d'un programme d'introduction de l'androstérilité "Ogura" du radis chez le colza. *Agronomie* 2: 859-864.
- Rutkowski A. 1987. Poland's share in the world rapeseed production. *Proceedings of 7th International Rapeseed Congress 11-14 May 1987, Poznań*, 1: 14-18.
- Schuster W., Michael J. 1976. Untersuchungen über Inzuchtdepressionen und Heterosiseffekte bei Raps (*Brassica napus oleifera*). *Z. Pflanzenzüchtung* 77: 56-66.
- Stefansson B.R., Hougén F.W., Downey R.K. 1961. Note on the isolation of rape plants with seed oil free from erucic acid. *Acad. Can. J. Plant Sci.* 41: 218-219.
- Thompson K.F. 1972. Cytoplasmic male-sterility in oil-seed rape. *Heredity* 29 (2): 253-257.
- Vedel F., Chétrit P., Mathieu Ch., Pelletier G., Primard C. 1986. Several different mitochondrial DNA regions are involved in intergenomic recombination in *Brassica napus* cybrid plants. *Curr. Genet.* 11: 17-24.
- Wąlkowski T., Bartkowiak-Broda I., Krzymański J., Wielebski F., Wójtowicz M., Mrówczyński M., Korbas M., Paradowski A., Ochocki P. 2002. Rzepak ozimy. IHAR.
- Woś H. 2002. Nowe odmiany rzepaku ozimego. *Hodowli Roślin Strzelce. Agro Serwis* 13 (244): 8-9.