

IWONA BARTKOWIAK-BRODA, TADEUSZ WŁKOWSKI,  
MARIA OGRODOWCZYK

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Oddział w Poznaniu

PRZYRODNICZE I AGROTECHNICZNE MOŻLIWOŚCI  
KSZTAŁTOWANIA JAKOŚCI NASION RZEPAKU

Biological and agrotechnical possibilities of creating rapeseed seed quality

**ABSTRAKT:** Rzepak stał się najważniejszą rośliną oleistą strefy klimatu umiarkowanego dzięki znacznemu postępowi w hodowli jako ściowej tej rośliny, a także dzięki uzyskaniu wysokoplennych odmian populacyjnych i mieszańcowych. Nasiona rzepaku są cennym surowcem dla przemysłu olejarskiego i paszowego. Ponadto olej uzyskiwany z obecnie uprawianych podwójnie ulepszonych odmian może być przerabiany także na cele niespożywcze, np. do produkcji estrów metylowych wykorzystywanych jako biokomponent do oleju napędowego silników wysokoprężnych, a także w innych technologiach do produkcji olejów i smarów.

Agrotechnika odmian podwójnie ulepszonych jest taka sama bez względu na kierunek użytkowania nasion i powinna pełnić rolę stabilizującą pożądaną jakość biologiczną nasion.

W artykule przedstawiono główne kierunki hodowli rzepaku mające na celu uzyskanie odmian o różnej jakości nasion dla poszerzenia możliwości ich wykorzystania oraz zwrócono uwagę na te elementy agrotechniki, które mają największy wpływ na wielkość i jakość uzyskiwanego plonu nasion.

**słowa kluczowe: key words:**

rzepak – *rapeseed*, hodowla – *breeding*, odmiany – *cultivars*, jakość nasion – *quality of seeds*, agrotechnika – *agronomical practices*, warunki środowiskowe – *environmental conditions*

WSTĘP

Rzepak jest jedną z czołowych roślin oleisto-białkowych na świecie. Na atrakcyjność uprawy rzepaku w ostatnich kilku dziesięcioleciach miała wpływ wzrastająca wartość użytkowa nasion, które stanowią ważny surowiec dla przemysłu tłuszczowego i paszowego. Sukces tej rośliny jest wynikiem prowadzonej w ciągu ostatnich 40 lat intensywnej hodowli jakościowej. Hodowla ta zaowocowała w Polsce i w świecie odmianami, których nasiona są źródłem wysokiej jakości oleju i białka pastewnego (35).

Światowa produkcja nasion rzepaku w ostatnim powiecu zwiększyła się dziesięciokrotnie (tab. 1). W 2004 roku produkcja rzepaku w 25 krajach Unii Europejskiej osiągnęła poziom 14,6 mln ton, co stanowi 34,4% całej światowej produkcji rzepaku.

W Polsce średnia powierzchnia uprawy rzepaku w okresie ostatnich sześciu lat wynosiła około 460 tys. ha, plony nasion ukształtowały się na poziomie 2,18 t·ha<sup>-1</sup>, a całkowita produkcja na poziomie 1 mln ton, co w przybliżeniu pokrywało w tym okresie zapotrzebowanie krajowego przemysłu tłuszczowego na rzepak (tab. 2).

Przerób przemysłowy nasion rzepaku w Polsce w ostatnim 10-leciu stanowił 87% ich rocznej średniej krajowej produkcji. Aktualnie roczna zdolność przerobowa prze-

Tabela 1

Światowa produkcja nasion rzepaku i rzepiku w okresie powojennym  
World production of rapeseed and turnip rape in post war period

Lata zbioru Years of harvest	Produkcja nasion Seed production (mln ton)	Lata zbioru Years of harvest	Produkcja nasion Seed production (mln ton)
przed; before 1939	4,0	1985	19,0
1948–1952*	2,8	1990	24,5
1955	3,5	1995	34,3
1960	3,5	2000	42,6
1965	5,0	2001	37,6
1970	6,7	2002	38,7
1975	8,1	2003	37,3
1980	10,6	2004	39,0

\* średnia z lat – źródło: Roczniki GUS; mean from years – source: GUS Annuals

\*\* prognoza; forecast \*\*40,9\*\*

Tabela 2

Produkcja rzepaku ozimego i jarego w Polsce w latach 1998–2003  
Production of winter and summer rapeseed in Poland in years 1998–2003

Rok Year	Powierzchnia zbioru; Harvested acreage			całkowita total (1000 ha)	Plon Yield (t·ha <sup>-1</sup> )	Zbiór całkowity Total harvest (1000 t)
	rzepak ozimy winter rapeseed (1000 ha)	rzepak jary summer rapeseed				
		(1000 ha)	(%)			
1998	376,0	90,0	19,3	466,0	2,36	1099,1
1999	442,2	103,1	18,9	545,3	2,08	1131,9
2000	371,7	65,1	14,9	436,8	2,19	958,7
2001	412,6	30,6	6,9	443,2	2,40	1063,6
2002	401,3	37,7	8,6	439,0	2,17	952,7
2003	345,3	81,0	19,0	426,3	1,86	793,0
Średnia Mean	391,5	67,9	14,8	459,4	2,18	999,8

Źródło: dane GUS, obliczenia własne; Source: GUS Annuals, own estimations

myślu olejarskiego w Polsce wynosi około 1,3 mln ton nasion. Należałoby wobec tego zapewnić stabilną produkcję rzepaku w kraju na takim poziomie.

Ponadto powinien rozwijać się, podobnie jak w innych krajach Unii Europejskiej, przerób rzepaku na cele niespożywcze, głównie produkcja estrów metylowych wyższych kwasów tłuszczowych jako biokomponentów paliwa dla silników wysokoprężnych, a także w innych technologiach do produkcji: olejów przemysłowych, smarów, farb drukarskich, farb, pokostów, oleochemikaliów, linoleum itp. (36).

Największe zapotrzebowanie na olej rzepakowy z przeznaczeniem na cele niespożywcze związane jest z produkcją biopaliwa. Zainteresowanie możliwością wykorzystania olejów roślinnych jako paliw zastępczych do silników spalinowych podyktowane jest głównie koniecznością ochrony środowiska, przede wszystkim poprzez zmniejszenie emisji do atmosfery dwutlenku węgla, siarki i metali ciężkich. Zgodnie z Dyrektywą Unii Europejskiej w krajach członkowskich Unii biopaliwa powinny stanowić do 2005 r. minimum 2% , a do 2010 r. 5,75% ogólnej produkcji paliwa.

W Polsce obecnie wykorzystuje się rocznie około 6 mln ton oleju napędowego. Dodatek do oleju napędowego 5% biokomponentów jest możliwy przy produkcji niespełna 300 tysięcy ton estru metylowego, na co potrzeba dodatkowo około 700 tysięcy ton nasion rzepaku. Należałoby wówczas zwiększyć powierzchnię uprawy rzepaku w kraju o około 300 tysięcy hektarów, co jest możliwe, a nawet wskazane, bo wypłynęłoby korzystnie na stosowany w naszym kraju pług łodozmian. Obecnie rośliny oleiste zajmują zaledwie 3,2% gruntów ornych, podczas gdy w innych krajach UE wskaźnik ten jest znacznie wyższy; najwyższy jest w Czechach i Niemczech, wynosi ponad 9%.

Zwiększanie produkcji nasion powinno następować nie tylko w wyniku powiększenia powierzchni uprawy rzepaku, ale także poprzez wprowadzanie coraz plenniejszych odmian oraz wzrost poziomu plonowania w wyniku stosowania poprawnej agrotechniki.

#### BIOLOGICZNE MOŻLIWOŚCI KSZTAŁTOWANIA JAKOŚCI NASION RZEPAKU

Składnikami nasion rzepaku mającymi główne znaczenie gospodarcze są olej i białko. Zawartość oleju w nasionach rzepaku ozimego w zależności od odmiany wynosi 43–49%, natomiast w nasionach rzepaku jarego jest nieco niższa, 40–47%. Także zawartość białka surowego jest podobna i wynosi 20–24%. Możliwość wykorzystywania białka, które pozostaje po ekstrakcji lub wyłoczeniu oleju w śrucie bądź wyłokach są limitowane przez związki antyżywniowe występujące w nasionach rzepaku. Głównymi związkami antyżywniowymi są produkty hydrolizy enzymatycznej glukozynolanów (izotiocjaniany, winyloooksazoliny, nityle) oraz kumaryny i fitiny.

O dużych możliwościach biologicznego kształtowania jakości surowców pozyskiwanych z nasion rzepaku świadczy postęp w hodowli prowadzonej w ciągu ostatnich 40 lat, polegający na polepszeniu jakości oleju i śrucy na drodze genetycznej poprzez

eliminację szkodliwego kwasu erukowego i dziesięciokrotne zmniejszenie zawartości glukozyzolanów wśrucie (33, 34). Odmiany podwójnie ulepszone, to jest bezerukowe i niskoglukozyzolanowe, wprowadzono do powszechnej uprawy w Polsce i świecie do końca lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia.

Z nasion tych odmian uzyskuje się olej uniwersalny, który może być wykorzystywany zarówno na cele spożywcze, jak i do produkcji biopaliw oraz w innych zastosowaniach technicznych. Obecny skład i proporcje kwasów tłuszczowych w oleju rzepakowym są bardzo korzystne dla diety człowieka ze względu na wysoką zawartość kwasu oleinowego oraz niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) linolowego i linolenowego. Ponadto kwasy linolowy i linolenowy w oleju rzepakowym występują w najkorzystniejszej proporcji 2:1 (tab. 3). Olej rzepakowy pochodzący z odmian podwójnie ulepszonych uznawany jest za najzdrowszy olej roślinny (1, 20, 56).

Tabela 3

Skład kwasów tłuszczowych w oleju z nasion rzepaku ozimego tradycyjnego i podwójnie ulepszanego  
Fatty acid composition in oil of traditional and double low winter rapeseed seeds

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Zawartość kwasów tłuszczowych w oleju z nasion rzepaku Fatty acid content in oil of rapeseed seeds	
	tradycyjnego* traditional	podwójnie ulepszanego* double low
Kwas palmitynowy i stearynowy Palmitic and stearic acid	3–4	4–5
Kwas oleinowy; Oleic acid	14–16	56–68
Kwas linolowy; Linolic acid	13–15	18–22
Kwas linolenowy; Linolenic acid	9–11	10–12
Kwas eikozenowy; Eicosenic acid	7–9	1–2
Kwas erukowy; Erucic acid	48–54	0–2

\* wg analiz wykonanych na próbkach z doświadczeń w COBORU; according to analyses of samples from COBORU trials

W celu podniesienia konkurencyjności nasion rzepaku na rynkach światowych oraz zwiększenia możliwości ich wykorzystania do produkcji tzw. żywności funkcjonalnej i na cele techniczne, prowadzone są prace badawcze i hodowlane mające na celu uzyskanie odmian, których nasiona będą surowcem dla specyficznych produktów. Dokonanie zmian jakościowych jest możliwe na drodze hodowli konwencjonalnej poprzez wykorzystanie naturalnej zmienności występującej w rodzaju *Brassica* lub zmienności indukowanej poprzez mutagenezę, a także przez wprowadzanie cech z obcych gatunków za pomocą metod biotechnologicznych (34, 37). Przy tym mogą być zmiany dokonane różnymi metodami w składzie i zawartości kwasów tłuszczowych w oleju (tab. 4); (19).

Tabela 1

Pochodzenie i skład kwasów tłuszczowych różnych genotypów rzepki według Friedla i Lühsa (18)  
Origin and fatty acid composition of different rapeseed genotypes according to Friedl and Lühs (18)

Typ Type	Pochodzenie Origin	Kwasy tłuszczowe: Fatty acids (%)									
		C <sub>12:0</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1n-7</sub>	C <sub>18:2n-7</sub>	C <sub>18:3n-7</sub>	C <sub>20:0</sub>	C <sub>22:0</sub>	C <sub>24:0</sub>
Wysokoerukowy; High erucic	tradycyjny; tradycyjna transgeneza; transgenesis	3	1	1	12	9	52				
Zachwone olepszony (Canola) Double low (Canola type)	spontaniczny mutant; spontaneous mutant	1	2	62	18	12	0				
Wysokooleistowy; High oleic	rekombinacji; rekombinacji mutagenetyzacji; mutagenesis	4	1	84	5	3					
Niskoli-linolenowy; Low linolenic	transgeneza; transgenesis	4	2	61	28	3					
Laurynowy; Lauric	mutagenetyzacji; mutagenesis	37	4	53	12	7					
Mirystynowo-palmitynowy Myristat-palmitate	transgeneza; transgenesis	18	23	2	15	4					

C<sub>12:0</sub> – kwas laurynowy; lauric acid; C<sub>14:0</sub> – kwas mirystynowy; myristic acid; C<sub>16:0</sub> – kwas palmitynowy; palmitic acid; C<sub>18:0</sub> – kwas stearynowy; stearic acid;  
C<sub>18:1n-7</sub> – kwas oleinowy; oleic acid; C<sub>18:2n-7</sub> – kwas linolenowy; linolenic acid; C<sub>18:3n-7</sub> – kwas erukowy; erucic acid

Dla celów smażalniczych i do produkcji biopaliw **po**żądanym jest olej o podwyższonej zawartości kwasu oleinowego ( $C_{18:1}$ ) do ponad 75% oraz obniżonej zawartości wielonienasyconego kwasu linolenowego ( $C_{18:3}$ ) – poniżej 4% (50, 51, 58).

Olej o podwyższonej zawartości kwasu linolowego ( $C_{18:2}$ ) do 26% i obniżonej zawartości kwasu linolenowego – poniżej 4%, jest olejem typu sałatkowego, może być także wykorzystany jako płynna część osnowy do produkcji margaryn.

Olej zawierający duże ilości nasyconych kwasów tłuszczowych, np. laurynowego ( $C_{12:0}$ ) i palmitynowego ( $C_{16:0}$ ) może zastąpić olej palmowy potrzebny do produkcji margaryn. Krótkołańcuchowe nasycone kwasy tłuszczowe mogą także być wykorzystane w przemyśle kosmetycznym, piekarniczym cukierniczym, spożywczym.

Istnieje także zapotrzebowanie, choć rynek ten jest niewielki, na odmiany o bardzo wysokiej, powyżej 90%, zawartości kwasu erukowego ( $C_{22:1}$ ), do wykorzystania w produkcji środków antypieniących, zagęszczaczy do stałych smarów, faktysów (36).

Pożądanym jest zwiększenie zawartości tokoferoli alfa i gamma występujących w oleju rzepakowym. Tokoferol alfa to witamina E niezbędna w diecie człowieka, a tokoferol gamma jest naturalnym przeciwutleniaczem występującym w nasionach (37, 39).

Poekstrakcyjna śruta rzepakowa lub wyłoki pochodzące z obecnie uprawianych odmian podwójnie ulepszonych charakteryzują się znacznie obniżoną zawartością glukozyolanów do  $18 \mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$  nasion wobec około  $160 \mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$  nasion u odmian tradycyjnych. Białko rzepakowe charakteryzuje się większą niż śruta sojowa zawartością aminokwasów takich jak cystyna i metionina, ale niższą zawartością pożądanego lizyny (tab. 5). Lizynę w poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej należy szczególnie chronić stosując optymalną technologię przerobu nasion.

W wyniku istotnego zmniejszenia zawartości glukozyolanów – głównego czynnika obniżającego wartość śruty, możliwe jest wykorzystywanie jej w różnych proporcjach w żywieniu wszystkich gatunków zwierząt hodowlanych. Jest to ważne osiągnięcie wobec bardzo dużego deficytu pasz wysokobiałkowych, jaki występuje w Polsce i innych krajach Unii Europejskiej. Mimo to pasza ta jest nadal niedoceniana w żywieniu zwierząt ze względu na niższą wartość energetyczną w porównaniu ze śrutą sojową, chociaż jak wykazały badania przeprowadzone we Francji, z punktu widzenia ekonomiki produkcji zwierzęcej bardziej opłacalne jest żywienie własną śrutą rzepakową niż importowaną śrutą sojową. Śruta rzepakowa nie pogarsza jakości produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego, z wyjątkiem jaj niektórych ras kur.

Białko zawarte w śrucie i wyłokach może być wykorzystane lepiej i w szerszym zakresie w przypadku zmniejszenia zawartości włókna w nasionach. Włókno bowiem obniża wartość energetyczną śruty i wyłoków. Rozwiązaniem tego problemu jest hodowla odmian żółtonasiennych, które charakteryzują się cieńszą okrywą nasienną i mniejszą zawartością związków polifenolowych (37, 48-50) oraz wyższą zawartością białka i tłuszczu.

Białko z odmian podwójnie ulepszonych może być także wykorzystane dla celów niepaszowych. Zawiera ono więcej cruciferyny niż napiny (38), dzięki czemu nadaje

Tabela 5

Porównanie zawartości lizyny, metioniny i cystyny wśrucie rzepakowej i sojowej według Bella (7)  
Comparison of lysine, methionine and cystine content in soybean and rapeseed meal according to Bell (7)

Śruta Oilseed meal	Aminokwas w białku (N×6,25) Amino acid in protein (%)			Zawartość aminokwasów w stosunku do soi Relative amino acid content	
	lizyna lysine	metionina methionine	cystyna cystine	lizyna lysine	metionina + cystyna methionine + cystine
Soja Soybean	6,2	1,4	0,6	100	100
Rzepak Rapeseed	6,0	1,8	1,2	96	148

się do produkcji pian, emulsyfikatorów, a więc może mieć bardzo szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, kosmetycznym, chemicznym.

Ze względów ekologicznych i ekonomicznych prowadzi się badania nad możliwością uzyskania odmian efektywniej wykorzystujących nawozy do tworzenia plonu (18). Jest to bardzo ważny cel selekcyjny, ponieważ rzepak w porównaniu z roślinami zbożowymi charakteryzuje się stosunkowo wysokimi wymaganiami pod względem zapotrzebowania w azot.

Jakość i uniwersalność obecnie uprawianych odmian wpływa na rozszerzenie powierzchni uprawy rzepaku, ale o opłacalności uprawy decyduje wielkość plonu. Dlatego badania i hodowla skupiają się nie tylko na cechach jakościowych, ale także na polepszaniu plonowania rzepaku poprzez: hodowlę wysokoplennych odmian populacyjnych oraz selekcję pod względem tych cech, które chronią rośliny przed utratą plonu, jak: odporność na choroby i szkodniki, wyleganie, osypywanie nasion, mrozoodporność i zimotrwałość. Efektem badań i hodowli ostatniego ćwierćwiecza są odmiany mieszańcowe, w których wykorzystuje się efekt heterozji, bardziej plenne niż odmiany populacyjne (4, 5). W Polsce odmianami mieszańcowymi polskimi i zagranicznymi obsiewa się obecnie około 20% powierzchni uprawy rzepaku, w krajach dawnej Unii Europejskiej około 40%.

#### CZYNNIKI SIEDLISKOWE I AGROTECHNICZNE MODYFIKACJE JAKOŚCI NASION RZEPAKU I MAŁCE WŁYW NA POZIOM UZYSKIWANYCH PLONÓW

Celem uprawy rzepaku jest uzyskiwanie stabilnego i możliwie jak największego plonu nasion o obowiązujących parametrach technologicznych dla przemysłu tłuszczowego. W przyszłości sprecyzowane zostaną wymagania jakościowe dla poszczególnych typów odmian. Zmiany dokonywane w genomie powodują bowiem zmianę wymagań agrotechnicznych rzepaku (6), choć zazwyczaj w niewielkim stopniu.

Cenną właściwością surowca dla przemysłu tłuszczowego jest jednorodność dużych partii nasion, dlatego istotne w produkcji rzepaku jest pozyskiwanie nasion z możliwie dużych plantacji.

Nasiona rzepaku przeznaczone do produkcji oleju powinny spełniać wymagania jakościowe dotyczące wilgotności, zawartości zanieczyszczeń, ale zasadniczym kryterium w ocenie jakości nasion rzepaku są obecnie: zawartość tłuszczu i skład kwasów tłuszczowych oleju oraz zawartość białka i składników antyżywniowych, szczególnie kwasu erukowego i glukozyolanów.

Najlepszym surowcem w przemyśle olejarskim, z punktu widzenia technologii przetworu, są nasiona zdrowe, dojrzałe, dobrze wykształcone, tj. o większej niż przeciętna masie 1000 nasion, ponieważ z takich uzyskuje się największą wydajność tłuszczu (54).

Wielkość plonu nasion rzepaku zależy od czynników siedliskowych (jakości gleby i warunków klimatycznych), doboru odmian, których wysoki potencjał produkcyjny może w pełni ujawnić się jedynie wówczas, gdy zapewni roślinom optimum warunków agrotechnicznych (odpowiednie stanowisko w płodozmianie, staranną uprawę roli, racjonalne nawożenie, odpowiednią pielęgnację i ochronę oraz przeprowadzenie zbioru we właściwym czasie). Dążenie do osiągnięcia coraz większej produkcji nasion rzepaku, między innymi poprzez maksymalizację plonu z jednostki powierzchni, oznacza również konieczność zmniejszania strat przy zbiorze i ubytków przy przechowywaniu. W osiągnięciu tego celu także pomaga uprawa odmian o różnej wczesności dojrzewania.

### Wpływ czynników siedliskowych

Najważniejszymi czynnikami siedliskowymi mającymi wpływ na wielkość i jakość plonu nasion rzepaku są: jakość gleby, wielkość i rozkład opadów atmosferycznych, wilgotność i temperatura powietrza.

Wielkość plonu rzepaku zależy od warunków glebowych i od dostępności składników pokarmowych znajdujących się w glebie. W naszych glebach najczęściej ilości składników pokarmowych w formach przyswajalnych dla roślin są niewystarczające.

Ważnym czynnikiem wpływającym na poziom i jakość plonu jest zawartość wody w glebie. Zwiększonemu nagromadzeniu tłuszczu w nasionach sprzyja wilgotny i łagodny klimat. Niedobory wody powodują ogólne zmniejszenie produktywności roślin i zawartości tłuszczu w nasionach rzepaku (14, 41, 46), ale nasiona zawierają wówczas więcej białka.

Temperatura wyższa od optymalnej dla danego rejonu uprawy zmniejsza zawartość tłuszczu w nasionach. Według Vařáka i in. (65) większe zaolejenie nasion średnio o 1,3% występuje w chłodnych latach o większej ilości opadów, mniejsze natomiast w latach ciepłych. W warunkach Polski większego zaolejenia nasion rzepaku należy spodziewać się na północy kraju, tj. w rejonach występowania niższych temperatur, natomiast więcej białka będą zawierały nasiona pochodzące z południa, tj. z rejonów, w których temperatury są na ogół wyższe.



Rotkiewicz i in. (53) stwierdziły, że w suchym i ciepłym roku uprawy rzepak syntetyzuje więcej glukozyolanów i związków fenolowych, a mniej fosforu fitynowego.

Bardzo niekorzystny wpływ na wartość technologiczną nasion rzepaku w okresie ich dojrzenia mają wysoka temperatura i duża wilgotność powietrza oraz występujące jednocześnie nadmierne opady powodujące: wyleganie łanu, zamakanie nasion w luszczynach roślin niewłaściwie położonych na pokosach, a nawet ich porastanie. Warunki takie sprzyjają rozwojowi chorób grzybowych, z których najgroźniejszą w tym czasie jest czern krzyżowych (*Alternaria spp.*), powodująca niedorozwój nasion oraz przedwczesne pęknięcie luszczyn i osypywanie nasion (70).

### Czynniki agrotechniczne

#### Stosowane technologie uprawy rzepaku

Na poziom i jakość uzyskiwanych plonów nasion rzepaku istotny wpływ mają stosowane technologie uprawy. Różnią się one przede wszystkim poziomem nakładów na środki produkcji (nawozy, środki ochrony roślin) i mechanizacją oraz sprawnością zarządzania i organizacji procesów produkcyjnych (71, 72).

Do istotnych elementów technologii uprawy należą: przygotowanie stanowiska, rodzaj zmianowania, sposób uprawy roli, nawożenie, dobór odmian i stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego, gęstość i termin siewu, pielęgnacja plantacji, zwalczanie agrofagów, termin zbioru odpowiedni do wybranej metody zbioru oraz porównanie z plonem po zbiorze (3, 25, 47, 71).

Badania Tysa i Jankowskiego (64) wykazały, że stosowane technologie nisko-, średnio- i wysokonakładowe nie różnicują w sposób istotny zawartości tłuszczu surowego w nasionach, ale w efekcie zwiększania nakładów, m.in. na nawożenie, uzyskuje się nasiona o zawartości białka ogólnego większej o 1,6–1,8% i trzykrotnie zwiększonej zawartości chlorofilu.

#### Stanowisko, przedplon, wpływ zmianowania

Rzepak jest najwcześniej wysiewaną rośliną ozimą i wymaga starannego przygotowania roli do siewu. Rośliny przedplonowe poprzez oddziaływanie na strukturę i zasobność gleby wpływają na plon i jakość nasion (24, 27, 29, 61, 71). Rośliny zbożowe, które są najczęstszymi przedplonami nie pozostawiają dobrego stanowiska dla rzepaku: silnie degradują glebę i jednocześnie zachwaszczają rzepak samosiewami (71). Jasińska i in. (26) w stanowisku po stączkowych (groch, bobik) uzyskali plony rzepaku ozimego o 42% większe w porównaniu z plonami po jęczmieniu jarym (w siewie czystym i z wsiewką trawy). Ponadto po grochu średnia zawartość tłuszczu była największa, a białka ogólnego najmniejsza.

O wartości stanowiska decyduje nie tylko bezpośredni przedplon, lecz cały układ następstwa roślin w zmianowaniu. W badaniach Blacharczyk i Małeckiej (9) plon rzepaku jarego uprawianego w zmianowaniu (19,8–22,6 dt·ha<sup>-1</sup>) był średnio o 40% większy niż plon rzepaku uprawianego w monokulturze (12,5–15,2 dt·ha<sup>-1</sup>). Stwier-

dzili ponadto, że system następstwa nie różnicował w większym stopniu zawartości białka w nasionach rzepaku jarego, natomiast zawartość tłuszczu była nieznacznie większa w nasionach uzyskanych z uprawy w monokulturze.

### Uprawa roli i nawożenie

Uprawa roli i nawożenie mają na celu regulację fizycznych i chemicznych właściwości gleby, niszczenie resztek poźniwnych i chwastów oraz zapewnienie optymalnych warunków wschodów, wzrostu i rozwoju potomnego roślin rzepaku. Od współdziałania obu czynników zależy efektywne wykorzystywanie przez rzepak składników pokarmowych z gleby i nawozów.

Zalecenia dotyczące nawożenia rzepaku nie zależą od kierunku użytkowania nasion. Powinny natomiast uwzględniać wymagania rzepaku jako gatunku albo typu odmiany oraz rolę poszczególnych składników we wzroście i rozwoju roślin.

Podstawowym składnikiem, który najsilniej oddziałuje na produktywność roślin rzepaku jest azot stosowany wiosną (69). Spośród składników nawozowych azot także w największym stopniu wpływa na jakość nasion. Pozostałe składniki jak: bor, fosfor, magnez, potas i wapń, pomimo że istotnie oddziałują na kondycję roślin i plonowanie, to mają mniejszy wpływ na wartość technologiczną nasion rzepaku.

Przy wzrastającym poziomie nawożenia azotem i uzyskiwanych większych plonach nasion następuje spadek zawartości tłuszczu (9, 25, 26, 60), który jest jednak w pełni rekompensowany większą zawartością białka pozostającego w poekstrakcyjnej śrucie i zwiększającą jej wartość pastewną, przy czym suma tych składników utrzymuje się na ogół na niezmiennym poziomie. Wzrastające dawki azotu powodują zwykle zwiększenie masy 1000 nasion. Według Jasińskiej i in. (26) zmniejszenie zawartości tłuszczu jest tym większe, im większą część azotu stosuje się w drugiej dawce w fazie pakowania i kwitnienia. Zatem kilkuprocentowe obniżenie zawartości tłuszczu w nasionach rzepaku pod wpływem dużych dawek azotu jest rekompensowane większym plonem nasion – zwiększa się plon tłuszczu i plon białka z jednostki powierzchni, a w końcowym efekcie zwiększa się rentowność uprawy rzepaku. Stosowana forma azotu, przy jednakowym poziomie nawożenia, nie ma wpływu na zawartość tłuszczu w nasionach rzepaku.

Lepszemu wykorzystaniu dużych dawek azotu sprzyja odpowiedni poziom nawożenia siarką (17, 57). Przy znacznym niedoborze siarki w glebie nawożenie tym składnikiem jest celowe, wpływa bowiem na wzrost zawartości tłuszczu w nasionach rzepaku jarego zwiększając plon nasion i zawartość siarki w ich suchej masie (od 0,03 do 0,05%). Nawożenie siarką poprawia wartość odżywczą oleju, zwiększając w nim udział niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych linolowego i linolenowego, ale nie ma istotnego wpływu na zawartość tłuszczu w nasionach. Zbyt duże dawki siarki powodują spadek zawartości tłuszczu (30).

Rotkiewicz i in. (52) oraz Wielebski i Muśnicki (74, 75) wykazali dodatnią zależność zawartości glukozyolanów od poziomu nawożenia siarką. Nawożenie siarką na początku okresu wegetacji jest korzystniejsze, gdyż w mniejszym stopniu wpływa

na zawartość glukozyzolanów. Nawozy zawierające siarkę należy stosować w takiej ilości, aby zapewnić roślinom niezbędną ilość składnika, ale jednocześnie nie spowodować wzrostu zawartości glukozyzolanów (45, 73). Zawartość glukozyzolanów w nasionach rzepaku ozimego może także wzrastać pod wpływem dolistnego stosowania siarki (10).

Nawożenie fosforem i potasem wywiera nieznaczny wpływ na zawartość tłuszczu w nasionach. Niedobór fosforu ogranicza zawazywanie tłuszczyn i nasion oraz przyczynia się do zmniejszenia zawartości w nich białka i związków fitynowych (46). Dobre zaopatrzenie w fosfor skutkuje dobrze wykształconymi, dorodnymi nasionami o wysokiej jakości biologicznej. Potas zwiększa efektywność działania dużych dawek nawozów azotowych, powodując wzrost zawartości białka i tłuszczu.

Nawożenie magnezem zarówno w postaci stałej (24), jak również jako dokarmianie dolistne w dawce podzielonej, zastosowane w fazach rozetyliowej i pełni pakowania (2) wpływa istotnie na poziom plonowania rzepaku, zawartość magnezu w liściach i nasionach, jak również na zawartość tłuszczu w nasionach, powodując jej wzrost o 0,5–1,0%.

### Dobór odmian

Odmiana jest najtańszym czynnikiem intensyfikującym technologię uprawy rzepaku. W dużym stopniu wpływa na poziom plonowania oraz odpowiada za jakość nasion: zawartość tłuszczu, białka i substancji antyżywniowych.

Dobór odmian rzepaku dopuszczonych lub zalecanych do uprawy, o cechach i właściwościach ustalonych i stwierdzonych w doświadczeniach rejestrowych, jest ściśle uzależniony od istniejących warunków produkcji i od wymagań przemysłu tłuszczowego w stosunku do nasion konsumpcyjnych rzepaku określonych normą (PN 90 R 66151).

Nasiona dostarczane do punktów skupu jako surowiec dla przemysłu przetwórczego nie mogą zawierać więcej niż do 2% kwasu erukowego w oleju oraz  $18\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$  nasion glukozyzolanów alkenowych (albo  $25\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$  suchej masy bez tłuszczowej nasion) przy 9% wilgotności nasion.

Aktualnie zarejestrowane są 54 odmiany rzepaku podwójnie ulepszanego, tzn. dostarczające oleju praktycznie bez kwasu erukowego śrutu poekstrakcyjnej o dziesięciokrotnie zmniejszonej zawartości glukozyzolanów w porównaniu z dawnymi, tradycyjnymi odmianami: 42 odmiany to formy ozime, a 12 – jare. Zdecydowaną większość stanowią odmiany populacyjne, oprócz nich są również odmiany mieszańcowe: typu złożonego ( $F_1z$ ) i zrestorowane ( $F_1$ ), o zwiększonej produktywności wynikającej z efektu heterozji. Wszystkie zarejestrowane odmiany rzepaku spełniają polskie wymagania zarówno co do zawartości glukozyzolanów, jak i zawartości kwasu erukowego w nasionach (72).

Poszczególne odmiany różnią się między sobą plennością, masą 1000 nasion oraz zawartością tłuszczu, białka, włókna surowego, związków antyżywniowych i składników mineralnych (23, 40).

Zarejestrowane w Polsce i zalecane do uprawy odmiany rzepaku ozimego posiadają taką samą charakterystykę oleju jak te, które są aktualnie uprawiane w innych krajach europejskich. Uzyskuje się z nich olej uniwersalny, który jest planowartościowym olejem spożywczym i surowcem do przerobu na biokomponenty oleju napędowego – estry metylowe wyższych kwasów tłuszczowych.

Cechy jakościowe związane ze składem chemicznym są zróżnicowane między odmianami. Heimann (22) na podstawie doświadczeń COBORU z lat 1996–1998 wykazał, że różnice w zawartości tłuszczu między odmianami wynosiły średnio około 3,2%, a w zawartości białka w suchej masie beztłuszczowej przekraczały 6%. Różnice te mogą się pogłębiać pod wpływem warunków glebowych i klimatycznych. Spośród czynników agrotechnicznych największy wpływ ma dawka i termin nawożenia azotem, zabiegi ochrony roślin, warunki zbioru i przechowywania. Kotek i in. (28) wykazali, że zawartość białka ogólnego w nasionach rzepaku zależy przede wszystkim od czynnika odmianowego, a następnie od przebiegu pogody.

### **Wpływ wartości materiału siewnego na wielkość i jakość plonu nasion**

Odmiany są nośnikami postępu biologicznego. Wykorzystanie tego postępu w produkcji warunkuje stosowanie do siewu kwalifikowanego materiału siewnego, tj. nasion rzepaku o udokumentowanej tożsamości i czystości odmianowej, określonym stopniu kwalifikacji, wyprodukowanych zgodnie z obowiązującymi zaleceniami oraz odpowiadających normom i wymaganiom jakościowym.

Stosowanie kwalifikowanego materiału do siewu na plantacjach przemysłowych oraz przestrzeganie zasad poprawnej agrotechniki gwarantuje dotrzymanie wyznaczonych parametrów jakościowych, z dużym marginesem bezpieczeństwa dla jakości nasion. Materiał siewny kwalifikowany to jeden z najważniejszych i najtańszych środków produkcji współdecydujących o plonie i jakości nasion rzepaku ozimego jako surowca dla przemysłu tłuszczowego.

W przypadku odmian mieszańcowych złożonych do siewu należy stosować nasiona handlowe, przygotowane ściśle według proporcji podanych w strukturze mieszańca. Zwiększona produktywność roślin rzepaku odmian mieszańcowych występuje tylko w pokoleniu  $F_1$ . Oznacza to, że wzrost efektywności produkcji w stosunku do odmian tradycyjnych gwarantuje tylko wysianie oryginalnego materiału siewnego. Kwalifikowany materiał siewny zapewnia tak, że wymagany poziom kwasu erukowego i glukozyzolanów w zebranych surowcu olejarskim.

Dobrej jakości materiał siewny stanowi podstawę uzyskania szybkich i wyrównanych wschodów. Powinien charakteryzować się czystością i zdolnością kiełkowania wynoszącą prawie 100%, możliwie największą dla danej odmiany masą 1000 nasion, dobrym wyrównaniem i dobrą zdrowotnością.

### **Termin siewu a jakość tłuszczu – skład kwasów tłuszczowych**

Dla obu form rzepaku duże znaczenie ma optymalny termin wysiewu nasion, który u rzepaku ozimego decyduje o przezimowaniu roślin, wzroście i rozwoju w okresie

wiosny, a u rzepaku jarego – o możliwości dobrego wykorzystania wilgoci zgromadzonej w okresie zimy, właściwym przebiegu wzrostu, wcześniejszym kwitnieniu i dojrzewaniu. Opóźniony wysiew rzepaku ozimego i jarego skraca okres wegetacji i ujemnie wpływa na poziom plonowania (68). Od terminu siewu zależy także zawartość tłuszczu (12, 28, 44) i skład kwasów tłuszczowych, ponieważ decyduje o warunkach procesu zawiązywania łuszczyń oraz wykształcenia i dojrzewania nasion. Opóźnienie siewu rzepaku jarego obniża zawartość tłuszczu w nasionach, zwiększa natomiast zawartość białka (12, 43).

### **Zabiegi pielęgnacyjne i ochrona przed agrofagami**

Umożliwiają one uzyskanie wysokiej jakości nasion i ułatwiają zbiór. Zabiegi te mają istotny wpływ na plonowanie (43, 66, 67, 70). Zaniechanie ochrony nie tylko obniża poziom plonów, ale wpływa niekorzystnie na wykształcenie i skład chemiczny nasion: zmniejsza się zawartość tłuszczu przy jednoczesnym zwiększeniu zawartości białka (42).

Spośród owadów szczególnie groźne dla rzepaku są gatunki żerujące wiosną. Zaniechanie wiosną zwalczania szkodliwych owadów na plantacjach produkcyjnych rzepaku ozimego w latach 1984–1986, 1992–1995 i 1998–2001 doprowadziło średnio do utraty odpowiednio: 25,0; 21,5 i 32,6% plonu nasion w porównaniu z poziomem plonowania na plantacjach intensywnie chronionych (66).

Liczni autorzy wskazują na szkodliwe oddziaływanie środków ochrony roślin stosowanych niezgodnie z instrukcją (21, 41, 45, 53, 59), co prowadzi do przyhamowania wzrostu i rozwoju roślin rzepaku, a w konsekwencji zmniejszenia plonów i obniżenia jakości nasion. Również Tys (63) wykazał, że stosowanie dikwatu zmniejsza masę 1000 nasion.

### **Wpływ doboru metody i terminu zbioru na cechy jakościowe nasion**

Zbiór rzepaku należy rozpocząć w okresie korzystnym dla danej plantacji, tzn. wtedy kiedy nasiona w łuszczykach są w pełni ukształtowane. Optymalny czas koszenia rzepaku na pokosy przypada na okres dojrzałości technicznej nasion (wilgotność w łuszczykach 25–40%), natomiast do jednoetapowego zbioru kombajnem przystępuje się, gdy nasiona osiągną pełną dojrzałość (wilgotność w łuszczykach około 15%). Dobór metody i trafne określenie właściwej fazy dojrzałości nasion, z której wynika odpowiedni termin przeprowadzenia zbioru rzepaku, decydują w dużym stopniu o wielkości i jakości plonów (15, 62). Stwierdzono tendencję do większej zawartości tłuszczu w nasionach rzepaku zbieranego dwuetapowo niż jednoetapowo (11). Ujemnie na zawartość tłuszczu (spadek o ponad 2%) oraz pogorszenie liczby kwasowej i nadtlenkowej wpływa zarówno przyspieszony zbiór jednoetapowy, jak i dwuetapowy (63, 55). Obie metody zbioru stosowane w optymalnych terminach nie mają istotnego wpływu na zawartość tłuszczu surowego. Zbyt wczesny zbiór jednoetapowy i zbyt wczesne skoszenie roślin na pokosy w przypadku zbioru dwuetapowego wpływają ujemnie na dorodność uzyskanych nasion (różnice w MTN mogą w skrajnych przy-

padkach wynosić 0,5 g); (63). Ponadto w wyniku przedwczesnego zbioru istotnie zwiększa się zawartość chlorofilu w nasionach (64). Ilość chlorofilu w nasionach przeznaczonych do przerobu nie powinna przekraczać 25 mg·kg<sup>-1</sup> suchej masy (13), ponieważ nadmierne jego ilości wpływają ujemnie na jakość i stabilność oleju (16, 31, 32). W obecności chlorofilu olej szybciej podlega procesom oksydacyjnym i przyjmuje ciemniejszą barwę. Ciemnienie oleju następuje również w przypadku jego pozyskiwania z nasion uszkodzonych podczas zbioru, transportu z pola i obróbki pozbiorowej (32). Zbiór nasion o nieodpowiedniej dojrzałości i wilgotności oraz niewłaściwa regulacja poszczególnych podzespołów kombajnu może prowadzić w czasie zbiorów do makro- i mikrouszkodzeń nasion. Są one trudne do wykrycia, a ułatwiają szkodliwą działalność mikroflory i jej enzymów lipolitycznych (8, 16)

### Sposób postępowania z nasionami po zbiorze

Nasiona rzepaku są bardzo wrażliwym surowcem reagującym pogorszeniem cech jakościowych zarówno na błędy popełniane w czasie zbioru, jak również podczas transportu, czyszczenia, suszenia i przechowywania.

Zebrane niedojrzałe nasiona rzepaku ze względu na gorsze warunki przechowywania wykazują wyższą – nawet o 2%, wilgotność równoważną, szybszy wzrost liczby kwasowej i nadtlenkowej tłuszczu (55).

Wysoka temperatura suszenia oraz duża wilgotność początkowa wpływają niekorzystnie na właściwości mechaniczne nasion rzepaku, mogą spowodować ich pogorszenie nawet o 50% (62).

Przechowywanie nasion w niekorzystnych warunkach (podwyższona wilgotność i temperatura) prowadzi do silnego porażenia ich przez grzyby i bakterie lipolityczne.

Zalecenia dotyczące poszczególnych elementów agrotechniki i jej technologii są jednakowe dla wszystkich kierunków użytkowania nasion na olej spożywczy i do produkcji estrów metylowych oraz wykorzystania śrutu lub wycieków jako paszy, gdyż wpływają tylko dodatnio na poziom plonu nasion i ich jakoś. Powinny pełnić rolę stabilizującą pożądaną jakoś biologiczną nasion.

### WNIOSKI

1. Rzepak ozimy zarówno w Polsce, jak i w innych krajach ciepłej strefy klimatu umiarkowanego jest najważniejszą rośliną oleistą i białkową.

2. Dobór odmian o ustabilizowanych cechach i właściwościach jest ściśle uzależniony od istniejących warunków produkcji i od wymagań przemysłu przetwórczego, określonych normami w stosunku do nasion jako surowca.

3. Jakoś nasion rzepaku jest determinowana przez genotyp odmiany, a możliwości pełnego wykorzystania jego potencjału zależą od poprawności agrotechniki. Wysoką jakoś surowca zapewnia zatem tylko wysiew nasion kwalifikowanych.

4. Istnieje potrzeba optymalizacji zabiegów agrotechnicznych w celu uzyskania większej wydajności odmian bez wyraźnego obniżenia jakości nasion.

5. Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego obecnie uprawianych odmian pozwala wykorzystać go na cele spożywcze i techniczne, w tym także na cele paliwowe, a realizowane kierunki hodowli jakościowej umożliwią dalsze poszerzenie jego zastosowań.

#### LITERATURA

1. Ackman R.G.: Canola fatty acids – an ideal mixture for health, nutrition and food use. Chapter 6. W: Canola and Rapeseed. Production Chemistry, Nutrition and Processing Technology. Red.: F. Shahidi. Published by Van Nostrand Reinhold, New York, 1990, 81-98.
2. Barłóg P., Potarzycki J.: Plonotwórcza i ekonomiczna efektywność magnezu zastosowanego do listnie w uprawie rzepaku ozimego. Monografia: Zbilansowane nawożenie rzepaku – aktualne problemy. AR Poznań, 1997, 151-156.
3. Barszczak T., Barszczak Z., Kasjanowicz W.: Wpływ okresowej suszy i dawek azotu na plony i skład chemiczny nasion odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1994, **XV(2)**: 9-16.
4. Bartkowiak-Broda I.: Odmiany mieszane – osi ągnięcia i perspektywy. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1998, **XIX(2)**: 359-370.
5. Bartkowiak-Broda I., Krzymosiński J.: Kierunki badań nad rzepakiem w świecie. Zesz. Probl. IHAR, Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1992, **XIV(2)**: 417-428.
6. Bartkowiak-Broda I.: Wzajemne zależności postępu w agrotechnice i hodowli rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 2002, **XXIII(1)**: 61-71.
7. Bell J.M.: Nutritional Characteristics and Protein Uses of Oilseed Meals. W: Oil Crops of the World. Röbbelen G., Downey R.K., Ashri A., 1989, 192-207.
8. Bielecka M., Biedrzycka E., Biedrzycka El., Śmieszek M.: Wpływ uszkodzeń nasion rzepaku na jakość białka i tłuszczu. Cz. II. Wpływ uszkodzeń i wilgotności nasion rzepaku na ich jakość mikrobiologiczną. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1992, **XIV(2)**: 134-140.
9. Blacharczyk A., Małucha I.: Wpływ zmianowania, monokultury oraz nawożenia organicznego i mineralnego na plonowanie rzepaku jarego. Monografia: Zbilansowane nawożenie rzepaku – aktualne problemy. AR Poznań, 1997, 185-190.
10. Booth E., Batchelor S.E., Walker K.C.: The effect of foliar applied sulphur on individual glucosinolates in oilseed rape seed. Z. Pflanzenernaehr. Bodend., 1995, **158**: 87-88.
11. Budzyński W., Ojczyk T., Szempliński W., Jasińska Z., Horodyski A., Malarz W., Sikora B.: Dynamika przyrostu masy nasion i zmian niektórych cech jakościowych podczas dojrzwania nasion. Wyniki badań nad rzepakiem ozimym IHAR, 1987, 266-276.
12. Budzyński W.: Reakcja rzepaku jarego na termin siewu i sposób odchwaszczania. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1998, **XIX(1)**: 125-134.
13. Daun J.K.: Chlorophyll in Canadian Canola and Rapeseed and its Role in Grading. 7. International Rapeseed Congress, Poland, 1987, 1451-1456.
14. Dembiński F.: Rośliny Oleiste, PWRiL Warszawa, 1975.
15. Dippel J.A., Hume D.J.: Yield and quality effects of harvest method on winter rapeseed and of swath time in spring. Can. J. Plant Sci., 1989, 1109.
16. Fornal J., Sadowska J., Jaroch R., Szot B.: Wpływ uszkodzeń nasion rzepaku na jakość białka i tłuszczu. Cz. I. Wpływ uszkodzeń oraz przechowywania nasion rzepaku na jakość tłuszczu. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1992, **XIV(2)**: 123-133.

17. Fotyma E., Boreczek B., Podleśna A.: Nawożenie rzepaku ozimego azotem i siarką w świetle wyników doświadczeń ścisłych. Monografia: Zbilansowane nawożenie rzepaku – aktualne problemy. AR Poznań, 1997, 157-167.
18. Friedt W., Lühs W., Müller, Ordon F.: Utility of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). Cultivars and New Breeding Lines for Low-input Cropping System. Pflanzenbauwissenschaften, 2003, **7(2)**: 49-55.
19. Friedt W., Lühs W.: Breeding of rapeseed (*Brassica napus*) for modified seed quality – synergy of conventional and modern approaches. Proc. 10<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Canberra, Australia, 26-29 September 1999, CD ROM.
20. Gogolewski M., Szeliga M., Filipiak G., Świątkiewicz E., Bartkowiak-Fludra E., Jasińska-Stępnik A.: Różnice w składowości podstawowych kwasów tłuszczowych w rynkowych olejach rzepakowych. Bromat. Chem. Toksykol., 2000, **XXXIII(1)**: 61-66.
21. Grzesiuk S.: Uboczny wpływ pestycydów na wartość biologiczną nasion. Post. Nauk Rol., 1973, **3**: 5-60.
22. Heimann S.: Ocena jakości odmian rzepaku ozimego za lata 1996-1998. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1999, **XX(2)**: 637-641.
23. Heimann S., Lewandowski A.: Syntezy wyników Doświadczeń Rejestrowych – Rośliny oleiste, Słupia Wielka, 2003.
24. Horodyski A., Bartkowiak-Broda I., Buraczewski S., Czarnik W., Krzymański J., Muśnicka B., Muśnicki Cz.: Rzepak podwójnie ulepszony. PWRiL Warszawa, 1990.
25. Jankowski K., Budzyński W.: Wpływ sposobu wiosennego nawożenia azotem na plonowanie i energochłonność produkcji rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 2000, **XXI(2)**: 429-448.
26. Jasińska Z., Malarz W., Budzyński W., Toboła P.: Wpływ sposobu wiosennego nawożenia azotem na plonowanie rzepaku ozimego. Post. Nauk Rol., 1993, **6**: 33-40.
27. Jasińska Z., Kotecki A., Kozak M.: Wpływ następczy roślin strączkowych i nawożenia azotem na rozwój i plon rzepaku jarego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1997, **XVIII(1)**: 199-208.
28. Kotecki A., Malarz W., Kozak M., Aniołowski K.: Wpływ nawożenia azotem na skład chemiczny nasion pięciu odmian rzepaku jarego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 2001, **XXII(1)**: 81-89.
29. Kozak M.: Wpływ przedplonów i nawożenia azotem na rozwój i plonowanie rzepaku. Cz. II. Następczy wpływ grochu i bobiku na rozwój i plonowanie rzepaku. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 1999, Rolnictwo, **LXXIV**: 27-43.
30. Krauze A., Bowszys T.: Wpływ terminu nawożenia siarką rzepaku jarego Star na plon nasion oraz zawartość siarki i tłuszczu. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 2001, **XXII(1)**: 285-290.
31. Krygier K.: Współczesne roślinne tłuszcze jadalne. Tłuszcze spożywcze, 1997, **4**: 11-13.
32. Krygier K., Wroniak M., Grzesiuk S.: Badania wpływu zawartości nasion uszkodzonych na jakość oleju rzepakowego tłoczzonego na zimno. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 2000, **XXI(2)**: 587-596.
33. Krzymański J.: Genetyczne możliwości ulepszania składu chemicznego nasion rzepaku ozimego. Hod. Rośl. Nasien., 1970, **14(2)**: 95-133.
34. Krzymański J.: Osiągnięcia i nowe perspektywy prac badawczych nad roślinami olejnymi w Polsce. Post. Nauk Rol., 1993, **5/245**: 7-14.
35. Krzymański J.: Możliwości pełniejszego wykorzystania rzepaku podwójnie ulepszanego. Post. Nauk Rol., 1993, **6/246**: 161-166.
36. Krzymański J.: Nieśpożywcze zastosowanie olejów roślinnych. XXIV Konferencja Rośliny Oleiste, 16-17.04.2002 w Poznaniu, Streszczenia, 15.
37. Leckband G., Frauen M., Friedt W.: NAPUS 2000. Rapeseed (*Brassica napus*) breeding for improved human nutrition. Food Res. Internation., 2002, **35**: 273-278.
38. Malabat. Ch., Atterby H., Chaudhry Q., Renard M., Gueguen J.: Genetic variability of rapeseed protein composition. Proc. of 11<sup>th</sup> International Rapeseed Congress 6-10 July 2003. Copenhagen, Denmark, 2003, **1**: 205-208.



39. Marwede V., Moellers Ch., Olejniczak J., Becker H.C.: Genetic Variation, Genotype × Environment Interactions and Heritabilities of Tocopherol Content in Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). Proc. of 11<sup>th</sup> International Rapeseed Congress 6-10 July 2003. Copenhagen, Denmark, 2003, **1**: 212-214.
40. Mińkowski M., Krygier K.: Wpływ odmiany i wielkości nasion na ich charakterystykę fizykochemiczną. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1998, **XIX(1)**: 219-230.
41. Mrówczyński M., Heimann S., Jajor E., Paradowski A.: Rzepak jary – uprawa i ochrona. Ochr. Rośl., 1996, **11**: 3-6.
42. Muśnicki Cz., Mroczyk M., Podkański A.: Skład chemiczny nasion krajowych i zagranicznych odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1995, **XVI**: 105-108.
43. Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B.: Jakość nasion rzepaku w zależności od intensywności ochrony roślin przed szkodnikami. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1995, **XVI**: 209-216.
44. Muśnicki Cz., Toboła P.: Reakcja rzepaku jarego podwójnie ulepszanego na termin siewu. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1998, **XIX(1)**: 135-140.
45. Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B.: Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1999, **XX(2)**: 459-469.
46. Ojczyk T.: Nawożenie mineralne. Rozdz. 10. W: Rzepak – produkcja surowca olejarskiego, Red.: W. Budzyński, T. Ojczyk, ART Olsztyn, 1996, 163-164.
47. Ojczyk T., Jankowski K.: Głębokość orki a zimowanie i plonowanie rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1996, **XVII(1)**: 249-256.
48. Piotrowska A., Krzymański J., Bartkowiak-Broda I., Krótka K., 2003. Characteristic of yellow-seeded lines of winter oilseed rape. Proc. of 11<sup>th</sup> International Rapeseed Congress 6-10 July 2003. Copenhagen, Denmark, 2003, **1**: 247-249.
49. Rahman M.H.: Yellow-seeded *Brassica napus* from interspecific crosses. Proc. of 11<sup>th</sup> International Rapeseed Congress 6-10 July 2003. Copenhagen, Denmark, 2003, **1**: 199-201.
50. Rakow G., Raney J.P.: Present status and perspectives of breeding for seed quality in *Brassica* oilseed crops. Proc. of 11<sup>th</sup> International Rapeseed Congress 6-10 July 2003. Copenhagen, Denmark, 2003, **1**: 181-185.
51. Raney J.P., Olson T.V., Rakow G.: Creation of HOLL spring *Brassica napus* from a cross between low linoleic and low linolenic mutants. Proc. of 11<sup>th</sup> International Rapeseed Congress 6-10 July 2003. Copenhagen, Denmark, 2003, **1**: 218-220.
52. Rotkiewicz D., Ojczyk T., Konopka I.: Nawożenie siarką, a wartość użytkowa i technologiczna nasion rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1996, **XVII(1)**: 257-264.
53. Rotkiewicz D., Konopka I., Murawa D.: Biologicznie aktywne nieodżywcze składniki nasion rzepaku jarego traktowanego herbicydami. Progr. Plant Protect., 2000, **40(1)**: 237-242.
54. Rotkiewicz D., Tańska M., Konopka I.: Wymiary nasion rzepaku jako czynnik kształtujący ich wartość technologiczną oraz jakość oleju. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 2002, **XXIII(1)**: 103-112.
55. Rybacki R.: Czynniki kształtujące cechy jakościowe nasion rzepaku. Praca doktorska. IA PAN Lublin, 2003.
56. Scarth R., McVetty P.B.E.: Designer oil canola a review of new food-grade *Brassica* oils with focus on high oleic, low linolenic types. Proc. 10<sup>th</sup> Int. Rapeseed Congress, Canberra, Australia, 26-29 September 1999, CD ROM.
57. Schnug E.: Sulphur nutritional status of European crops and consequences for agriculture. Sulphur in Agriculture, 1991, **15**: 7-12.
58. Spasibonek S., Krzymański J., Bartkowiak-Broda I.: Mutants of *Brassica napus* with changed fatty acid composition. Proc. of 11<sup>th</sup> International Rapeseed Congress 6-10 July 2003. Copenhagen, Denmark, 2003, **1**: 221-223.
59. Stachecki S., Paradowski A., Adamczewski K.: Chemiczne zwalczanie chwastów w rzepaku jarym. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1996, **XVII(2)**: 377-382.

60. Szukalski M., Sikora M., Szukalska-Gołęb W.: Potrzeby uszlachetnionych odmian rzepaku w stosunku do składników mineralnych. Zesz. Probl. Wyniki badań nad rzepakiem ozimym rok 1984, IHAR Radzików, 1985, 182-199.
61. Tańska M., Rotkiewicz D.: Wpływ różnych czynników na jakość nasion rzepaku. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 2003, **XXIV(2)**: 595-616.
62. Tys J.: Influence of various terms of harvest on quality of rape seeds. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1995, **427**: 65-69.
63. Tys J.: Czynniki kształtujące właściwości agrofizyczne rzepaku. Rozprawa habilitacyjna Acta Agrophysica, IA PAN Lublin, 1997, **6**: 7-72.
64. Tys J., Jankowski K.: Wpływ technologii uprawy i zbioru na jakość nasion rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 2002, **XXIII(1)**: 85-94.
65. Vašák J., Fabry A., Zukalová H., Morbacher J., Baranyk P.: System wyroby rzepki – czeska i słowacka technologia uprawy rzepaku ozimego na lata 1997-1999, 3-114. SPPO Praha, 1997.
66. Wałkowski T.: Rozsądek a efektywność jarniej ochrony przed szkodnikami rzepki se specjalnym zamieszczeniem na szkodce szeszuli. Sborník – „Rzepka, mak, horczice”. Cz.Z.U. Praha, 2003, 103-110.
67. Wałkowski T., Horodyski A., Dembiński M., Wielebski F., Wójtowicz M.: Stan ochrony rzepaku w Polsce na przykładzie badań ankietowych przeprowadzonych w latach 1983-1986. Materiały XXIX Sesji Naukowej IOR w Poznaniu, 1989, **II**: 235-239.
68. Wałkowski T., Lewandowska A., Wójtowicz M.: Wpływ terminu siewu na przezimowanie i plonowanie rzepaku ozimego na podstawie badań ankietowych plantacji produkcyjnych z lat 1984-86 i 1992-1995. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1996, **XVIII(1)**: 263-268.
69. Wałkowski T., Ladek A., Szwak A.: Dobra praktyka w nawożeniu rzepaku ozimego – stan faktyczny na podstawie ogólnopolskich badań ankietowych i zalecenia. Dobre praktyki w produkcji rolniczej. Materiały z konferencji naukowej, Puławy, 1998, **2**: 561-575.
70. Wałkowski T., Korbas M.: Odmiany rzepaku ozimego i ochrona przed chorobami grzybowymi. IHAR Poznań, 2000.
71. Wałkowski T., Bartkowiak-Broda I., Krzymosiński J., Wielebski F., Wójtowicz M., Mrówczyński M., Paradowski A., Korbas M., Ochodźki P.: Rzepak ozimy. IHAR Poznań, 2002.
72. Wałkowski T., Bartkowiak-Broda I., Mrówczyński M., Korbas M., Paradowski A.: Rzepak ozimy. Proekologiczna technologia uprawy. IHAR Poznań, 2003.
73. Wielebski F.: Wpływ wzrastających dawek siarki na skład glukozydów zawartych w nasionach dwóch odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 1997, **XVIII(1)**: 179-186.
74. Wielebski F., Muśnicki Cz.: Zmiany ilościowe i jakościowe u dwóch odmian rzepaku ozimego pod wpływem wzrastających dawek siarki w warunkach kontrolowanego niedoboru siarki. Roczn. AR Poznań, 1998, CCCIII, Rolnictwo, **51**: 129-147.
75. Wielebski F., Muśnicki Cz.: Wpływ wzrastających dawek siarki i sposobu jej aplikacji na plon i zawartość glukozydów w nasionach dwóch odmian rzepaku w warunkach doświadczeń polowych. Roczn. AR Poznań, 1998, CCCIII, Rolnictwo, **51**: 149-167.

#### BIOLOGICAL AND AGROTECHNICAL POSSIBILITIES OF CREATING RAPESEED SEED QUALITY

##### Summary

Rapeseed has become the most important oilseed crop in the moderate climate regions of the world owing to the advances in breeding for quality of this plant as well as to the selection of high yielding open pollinated and hybrid varieties. The seeds of rapeseed are valuable raw material for oil and fodder industry. Moreover, oil originating from presently cultivated double low varieties can be processed for non-food purposes, for example for methyl esters used as biocomponent for diesel fuel and as well as in other technologies for production of different technical oils and lubricants.

The technique of rapeseed double low varieties cultivation is independent of seed uses. It should play an important role in stabilizing the desired biological seed value.

In the present article the main directions of rapeseed breeding have been presented. They aim at the selection of varieties with different new characters of seeds for widening the possibilities of their use. Also, attention was paid to these elements of rapeseed production technique which have the biggest influence on the amount and quality of seed yield.

*Praca wpłynęła do Redakcji 12 VIII 2004 r.*