

Małgorzata Tańska, Daniela Rotkiewicz

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych

Wpływ różnych czynników na jakość nasion rzepaku

Different factors influencing rapeseed quality

Słowa kluczowe: nasiona rzepaku, wartość technologiczna, czynniki agrotechniczne, obróbka poźniwna

Keywords: rapeseed, technological value, agrotechnical factors, post harvest processing

Praca napisana jest w oparciu o przegląd piśmiennictwa. W części wstępnej pracy omówiono wartość użytkową nasion podwójnie ulepszonych odmian rzepaku oraz wskazano na ich wykorzystanie. W zasadniczej części pracy omówiono czynniki kształtujące wartość technologiczną nasion w sferze produkcji oraz w sferze obróbki po zbiorze. Omawiając czynniki sfery produkcji, takie jak: genetyczne, klimatyczno-glebowe, agrotechniczne oraz warunki zbioru nasion wykazano, że spośród nich szczególnie duży wpływ na wartość technologiczną ma zbiór nasion. Najistotniejszym czynnikiem zbioru jest, według piśmiennictwa, stopień dojrzałości nasion, warunkujący zawartość i skład lipidowy oleju, wilgotność oraz cechy wytrzymałościowe. Wszystkie czynniki obróbki po zbiorze, takie jak czyszczenie, suszenie, przechowywanie oraz transport mają duży wpływ na wartość technologiczną nasion rzepaku. Wykazano, że czyszczenie nasion wykonywane jest w różnych miejscach łańcucha obróbki po zbiorze oraz że jest nieefektywne w odniesieniu do niektórych grup zanieczyszczeń. Podkreślono, że następująca podczas suszenia zmienność wartości technologicznej nasion zależy głównie od temperatury, która jeśli jest zbyt wysoka, prowadzi do niekorzystnych zmian składników nasion, głównie barwników chlorofilowych i lipidów oraz do zwiększania stopnia uszkodzenia nasion. Szczególnie udokumentowany jest wpływ przechowywania na wartość technologiczną nasion rzepa-

The paper is a review of literature. In the initial part of the review practical value of seeds of double improved rape varieties is presented and their usage is described. The factors which influence the technological value of rapeseed during field production as well as in the post harvest processing are described separately. It is stated that from production factors such as genetic factor, soil and climate conditions, yield making, protecting factors and harvesting conditions the last influences the technological value of seeds in an especially large degree. The stage of seeds maturity is the most essential factor during harvest, it influences the content and composition of rapeseed lipids, moisture content and mechanical strength of seeds. All factors of post harvest processing such as: cleaning, drying, storing and transporting have large influence on technological value of rapeseeds. It is shown that post harvest cleaning of seeds is done in different stages of processing chain as well as that it can be ineffective in relating to some groups of impurities. It is emphasised that the variation of technological value of seeds during drying depends first of all on temperature, which, if it is too high, causes unfavorable changes in seeds components, mainly the chlorophyll dyes and lipids and increases the degree of seed damages. The influence of storage conditions on rapeseeds technological value is highly documented. It depends in large degree on the initial quality of

ku. Wskazano, że w dużej mierze zależy on od cech materiału wyjściowego, m.in. takich jak: wilgotność, stopień dojrzałości i zawartość zanieczyszczeń oraz od techniki i technologii przechowywania. Wpływ transportu na zmienność wartości technologicznej nasion rzepaku, sprowadza się w zasadzie tylko do możliwości uszkodzenia mechanicznego nasion w operacjach związanych z transportem. Pracę kończy podsumowanie wskazujące na najistotniejsze czynniki kształtowania wartości technologicznej nasion rzepaku.

seeds, such as moisture content, stage of maturity and content of mechanical impurities as well as storage techniques and technology. The influence of transport on rapeseeds technological value concerns mainly the possibility of mechanical damage of seeds. In conclusion, the most essential factors creating rapeseeds technological value are indicated.

Wstęp

Rzepak (*Brassica napus* L.) jest rośliną oleistą, która jako jedyna spośród wielu innych gatunków nadaje się do uprawy w Polsce. Rzepak jest dobrze przystosowany do warunków agroklimatycznych jakie panują w naszym kraju (Wielebski i in. 2002). Pomimo, że rozwój uprawy rzepaku w Europie rozpoczął się w XIII wieku (Krygier i Wroniak 2002), to jednak lata sześćdziesiąte XX wieku zapisały się w dziejach jako początek jego nowej epoki, zarówno na świecie jak i w Polsce (Bartkowiak-Broda 2002). W tych latach, w wyniku prac hodowlanych, dokonano pierwszych zmian jakościowych w składzie nasion rzepaku, otrzymując najpierw odmiany o obniżonej, a następnie o śladowej zawartości kwasu erukowego i równocześnie obniżonej zawartości glukozyzolanów, zwane w Polsce odmianami podwójnie uszlachetnionymi, w Kanadzie canola (Shahidi 1990, Krzymański 1993). Olej z nasion tych odmian został przyjęty entuzjastycznie przez żywieniowców, gdyż „... spełnia wymagania zdrowotne formułowane przez większość instytucji naukowych ...” (Krygier i Wroniak 2002). Kanadyjczycy uznali kwasy tłuszczowe oleju canola za „... idealną dla zdrowia, odżywiania i zastosowań w żywności mieszaninę” (Ackman 1990). Nasiona odmian podwójnie uszlachetnionych znalazły wiele zastosowań przemysłowych. Przede wszystkim są surowcem do produkcji oleju jadalnego oraz jadalnych tłuszczów modyfikowanych, m.in. margaryn (Ptasznik i Jerzewska 2000, Krygier i Hirvonen 2002), namiastek masła kakaowego (Ptasznik 1997), mieszanin z tłuszczem mlecznym (Ptasznik i Jerzewska 1999), lipidów strukturyzowanych (Ledóchowska i in. 2001) itp. Całe nasiona, wytloki bądź śruta poekstrakcyjna stanowią istotne źródło białka paszowego, odznaczającego się wysoką wartością biologiczną (Buraczewski 1993, Pastuszevska i Ochtabińska 1996). Śruta poekstrakcyjna bądź mączka rzepakowa rozważane są jako potencjalne surowce do produkcji jadalnych preparatów białkowych (Rubin i in. 1990, Dłużewska i in. 1999). Olej rzepakowy stosowany jest także jako wysokoenergetyczny dodatek do pasz (Buraczewski 1993). Niespożywcym kierunkiem wykorzystania oleju z nasion rzepaku jest produkcja

farmaceutyków, olejów hydraulicznych, smarów oraz biopaliwa, które obecnie jest w centrum szczególnej uwagi (Wiślicki i in. 1995, Pałowski 2001, Kolczyński 2002, Kulczycki 2002). Olej rzepakowy stosuje się także w chemicznej ochronie roślin jako nośnik pestycydu, czynnik rozcieńczający lub dodatek wspomagający (adiuwant) (Praczyk 1994). Kolejnym kierunkiem zastosowania oleju rzepakowego może być użycie go do ograniczania emisji pyłów w przemyśle zbożowym (Rotkiewicz i Konopka 1995).

Znaczenie rzepaku w kraju jest, jak widać, niekwestionowane. Zwiększające się wymagania w stosunku do wszystkich produktów rzepakowych, zwłaszcza żywnościowych, są powodem poszukiwania surowca o jak najwyższych walorach jakościowych. Wartość technologiczna nasion rzepaku oceniana jest głównie na podstawie zawartości i jakości składników podstawowych oraz substancji antyżywnościowych. Rzepak, podobnie jak każdy inny gatunek, podlega wpływom czynników agroklimatycznych, natomiast nasiona, z uwagi na skład chemiczny i budowę anatomiczną, są szczególnie wrażliwe na czynniki obróbki po zbiorze. Prezentowana praca przeglądowa poświęcona jest udokumentowanemu w piśmiennictwie oddziaływaniu różnych czynników na kształtowanie wartości technologicznej nasion rzepaku. Adresowana jest głównie do technologów przetwórstwa nasion rzepaku, a jej zasadniczym celem jest wskazanie na ważność zagadnień związanych z produkcją surowca olejarskiego.

Czynniki warunkujące wartość technologiczną nasion rzepaku

Czynniki działające w sferze produkcji

Czynniki genetyczne

W 2003 roku w Rejestrze Odmian Oryginalnych COBORU znajduje się 29 odmian populacyjnych i 10 odmian mieszańcowych rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego oraz 6 odmian populacyjnych i 2 mieszańcowe rzepaku jarego podwójnie ulepszanego (Wałkowski i in. 2003, Wałkowski 2002). Uprawiane w Polsce odmiany różnią się plonowaniem i masą 1000 nasion oraz zawartością poszczególnych składników, zwłaszcza tłuszczu i białka (Muśnicki i in. 1995a, Heimann 1999, Mińkowski 2000). Odmiana różnicuje nasiona rzepaku nie tylko pod względem składu chemicznego, ale też pod względem wielkości nasion (Barszczak i in. 1994). Badania Mińkowskiego i Krygiera (1998) oraz Mińkowskiego (2000) wykonane na nasionach trzech krajowych odmian rzepaku ozimego wskazały na istotne zróżnicowanie w nich zawartości białka, tłuszczu, włókna surowego, związków antyżywnościowych oraz składników mineralnych (miedzi, żelaza i cynku). Cytowane badania wykazały także różnice w wielkości nasion

badanych odmian, rzutujące na udział poszczególnych frakcji morfologicznych, a tym samym i na wartość technologiczną. Nasiona drobne, o średnicy poniżej 1,6 mm, charakteryzują się wyższym udziałem okrywy nasiennej, a niższym zarodka. Okrywę nasienną cechuje niska zawartość tłuszczu, nie przekraczająca 15%, podczas gdy w zarodku tłuszcz stanowi powyżej 50% suchej masy (Mińkowski i Krygier 1998, Zadernowski i in. 1993). Tłuszcz okrywy nasiennej jest zdecydowanie gorszej jakości niż tłuszcz liścieni, zawiera bowiem więcej gliceroli niepełnych, di- i monoacylogliceroli, wolnych kwasów tłuszczowych, nadtlenków, barwników oraz związków fosforu (Mińkowski i Krygier 1998, Rotkiewicz i in. 2002, Zadernowski i in. 1993). Wydajność tłoczenia i ekstrakcji frakcji drobnonasiennej jest niższa niż grubonasiennej (>2,0 mm), a wydobyty z niej olej zawiera więcej zanieczyszczeń rozpuszczalnych (Rotkiewicz i in. 2002, Zadernowski i in. 1993).

Wpływ czynnika genetycznego na wartość użytkową nasion rzepaku jest niekwestionowany, przy czym w ostatnich latach, wraz z osiągnięciami inżynierii genetycznej, nabral on szczególnego znaczenia. Techniki stosowane w tej metodzie umożliwiają przeniesienie do istniejących odmian dokładnie określonego genu lub kilku genów o znanym działaniu, w wyniku czego powstaje odmiana o nowych właściwościach, która otrzymuje miano rośliny transgenicznej lub genetycznie zmodyfikowanej (GMO) (Olejniczak i Wojciechowski 2000). Przenosi się głównie geny związane z odpornością roślin na różne czynniki oraz zmianą składu kwasów tłuszczowych w nasionach, z męską sterylnością, zawartością metabolitów oraz efektywnością wykorzystania azotu (Olejniczak i Wojciechowski 2000, Krygier 2001). Obecnie jest kilka odmian rzepaku GMO o zdecydowanie odmiennym składzie lipidów w porównaniu do odmian tradycyjnych, np. rzepak wysokolaurynowy, wyskostearynowy, zawierający kwas gamma-linolenowy itp. (Krygier 2001, Krygier i Wroniak 2002). Otrzymywane z nich oleje mogą być szeroko stosowane w konsumpcji bezpośredniej i w przemyśle spożywczym. W Polsce do zagadnienia modyfikacji genetycznej podchodzi się z dużą ostrożnością. Ma to m.in. związek z obawami, które są przedstawiane przez potencjalnych konsumentów oraz ekologów. Rozważana jest możliwość zagrożeń ekologicznych wynikających z ewentualnego zachwiania równowagi biocenotycznej przez transgeny, przy czym wagi problemowi dodaje nieznaną efektywność ich oddziaływania w długim okresie czasu. Analiza tych zagrożeń jest nadal na etapie wstępnym i wymaga dalszych badań w różnych warunkach środowiskowych (Olejniczak i Wojciechowski 2000).

Czynniki klimatyczno-glebowe

Do niedawna w Polsce uprawiano prawie wyłącznie odmiany ozime, jako bardziej plenne i posiadające wyższą zawartość tłuszczu w nasionach (Wałkowski i in. 2002). Te właśnie odmiany były w pierwszej kolejności ulepszone drogą hodowlaną. Jednakże ze względu na duże straty zimowe w latach 1996–1997 kiedy zaorano ponad 50% areалу rzepaku ozimego, zaczęto również uprawę podwójnie

ulepszonych rzepaku jarego (Rosiak 2000). Udział rzepaku jarego w ogólnej powierzchni uprawy rzepaku w kraju wyniósł w omawianych latach odpowiednio 23 i 43%, a od 1998 roku kształtował się na poziomie 6,9–19,3% (Wałkowski 2002). Uprawa rzepaku jarego szczególne znaczenie ma w Polsce północno-wschodniej (Mrówczyński i in. 1996, Murawa i in. 1997, Jasińska i in. 1997, Jędrzycka i in. 1999).

Rzepak, szczególnie jary, jest wrażliwy na suszę. Nawet krótkie okresy suszy znacząco obniżają plony oraz zmniejszają zawartość tłuszczu w nasionach (Mrówczyński i in. 1996, Ojczyk 1996). Jednocześnie zaobserwowano dodatni wpływ niedoboru wody na ilość białka nagromadzonego w nasionach (Barszczak i in. 1994, Muśnicki i in. 1999). Stwierdzono, że niedobór wody w czasie kwitnienia rzepaku zwiększa masę 1000 nasion (Barszczak i Barszczak 1995, Wójtowicz i Wielebski 1995), natomiast występujący w czasie dojrzewania nasion, obniża tę cechę (Wójtowicz i Wielebski 1995). Pogoda warunkuje również zmienność udziału kwasów tłuszczowych, w największym stopniu kwasu oleinowego (Kotecki i in. 2001). Czynniki klimatyczne wywierają także modyfikujący wpływ na syntezę biologicznie aktywnych nieodżywczych składników rzepaku. Rotkiewicz i in. (2000a) stwierdzili, że w suchym i ciepłym roku uprawy rzepaku jary syntetyzuje więcej glukozyolanów i związków fenolowych, a mniej fosforu fitynowego. Badania Rotkiewicz i in. (1999) wskazały też, że zawartość fosfolipidów w oleju oraz udział ich form niehydratowalnych jest istotnie różny w poszczególnych latach uprawy.

Czynniki agrotechniczne

Siew nasion rzepaku jest ważnym czynnikiem warunkującym wielkość i jakość plonu. Siew w terminie optymalnym daje najwyższy plon, gdyż zapewnia prawidłowy rozwój roślin (Jankowski i Budzyński 1996). Zbyt wczesny lub zbyt późny siew wpływa negatywnie nie tylko na plon, ale również i na masę 1000 nasion (Wójtowicz i Wielebski 2001). Wcześniejszy siew może przyczyniać się do większego porażenia rzepaku przez grzyby, natomiast późniejszy daje lepszą zdrowotność roślin, ale także znacznie niższy plon nasion (Sadowski i in. 2001, Wałkowski 2001) i obniżenie w nich zawartości tłuszczu (Muśnicki i in. 1999). Także gęstość siewu warunkuje wielkość i jakość plonu (Kotecki i in. 1999). Na przykład odpowiedni rozstaw roślin istotnie zmniejsza niebezpieczeństwo porażenia ich przez choroby i ogranicza ryzyko wylegania. Natomiast zbyt rzadki siew uniemożliwia pełne wykorzystanie przestrzeni produkcyjnej i sprzyja zachwaszczeniu (Wałkowski 2001).

Przedplon, poprzez oddziaływanie na strukturę i zasobność gleby, może rzutować na cechy ilościowe i jakościowe plonu. Dobrymi przedplonami rzepaku, szczególnie jarego, są: ziemniak uprawiany na oborniku oraz rośliny strączkowe i motylkowe. Najczęstszym przedplonem są jednak zboża. Niewłaściwy przedplon w większym stopniu może narażać rzepak na szkodniki i choroby (Mrówczyński

i in. 1996). Badania przeprowadzone przez Jasińską i in. (1995, 1997) wskazują na zróżnicowane oddziaływanie roślin strączkowych i zbóż na wielkość plonu i jakość nasion rzepaku. Stwierdzono, że groch i bobik korzystniej wpływają na plon i zawartość tłuszczu w nasionach rzepaku niż jęczmień, przy czym stanowisko po bobiku okazało się lepsze niż po grochu.

Nawożenie jest ważnym czynnikiem plonotwórczym. Uzyskanie wysokich plonów nasion wiąże się z koniecznością stosowania nawożenia azotowego, które oddziałuje również na skład chemiczny nasion. Okazało się, że stosowanie wysokich dawek azotu korzystnie wpływa na zwiększenie zawartości białka, powodując jednocześnie spadek zawartości tłuszczu. Wynika to z ujemnej korelacji pomiędzy gromadzeniem białka i tłuszczu w nasionach rzepaku (Wielebski i Wójtowicz 1998, Muśnicki i in. 1999, Kotecki i in. 1999, 2001, Wójtowicz i Wielebski 2001). Badania potwierdzają także istnienie zależności między zawartością białka i tłuszczu w nasionach a masą 1000 nasion. Według Koteckiego i in. (1999) masa 1000 nasion rzepaku jarego odmiany Lisonne obniżała się z 3,61 do 3,56 g, przy zwiększaniu dawki nawozów azotowych z 90 do 150 kg N/ha, przy równoczesnym wzroście zawartości białka o 0,5% i obniżeniu zawartości tłuszczu o 0,9%. Według innych autorów zwiększanie dawki azotu istotnie wpływa na zwiększenie masy 1000 nasion rzepaku, co stwierdzono w badaniach różnych odmian rzepaku ozimego (Barszczak i in. 1994, Barszczak i Barszczak 1995, Wójtowicz i in. 1993), jarego (Jasińska i in. 1997) oraz mieszańców złożonych (Wójtowicz i Wielebski 2001). O korzystnym oddziaływaniu nawożenia azotowego na wartość technologiczną nasion rzepaku jarego świadczą badania wykazujące, że azot zastosowany w dawkach 40, 80 i 100 kg/ha istotnie obniżał zawartość fosforu fosfolipidowego w oleju (Rotkiewicz i in. 1999). Skuteczność nawożenia azotowego nie jest wielkością stałą lecz zależy od wielu czynników. Wśród nich największy wpływ ma poziom i rozkład opadów. W warunkach zwiększonej wilgotności powoduje ono ponad dwukrotne zwiększenie plonów nasion w porównaniu do suszy glebowej. Jego skuteczność zmniejsza się wraz ze zwiększeniem stopnia zakwaszenia gleby (Barszczak i Barszczak 1995). W rzepaku dużemu zapotrzebowaniu na azot towarzyszy wysokie zapotrzebowanie na siarkę. Niedobór siarki silnie wpływa na zdolność przyswajania azotu z gleby oraz na biosyntezę białkowych związków azotowych (Murkowski 1999, Wielebski i Wójtowicz 2000). Ponadto nawożenie siarką zwiększa w tłuszczu udział niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), poprawiając tym samym wartość odżywczą oleju (Krauze i Bowszys 2001). Niekorzystne oddziaływanie nawożenia siarką przejawia się wzrostem zawartości glukozyolanów alkenowych w nasionach, proporcjonalnym do wielkości dawki (Muśnicki i in. 1999, Wielebski i in. 2002). Stosowanie nawozów siarkowych w odpowiednio dobranych dla poszczególnych odmian terminach, albo nie zwiększa zawartości glukozyolanów alkenowych w nasionach rzepaku, albo zwiększa ją nieznacznie (Rotkiewicz i in. 1996).

Inne nawozy, takie jak: bor, magnez, wapń, fosfor i potas, aczkolwiek istotnie oddziałują na kondycję roślin i plonowanie, to mają mniejsze znaczenie w kształtowaniu wartości technologicznej nasion rzepaku (Bowszys i Krauze 2000). Niedobór fosforu na przykład ogranicza zawiązywanie łuszczyń i nasion oraz zawartość w nich białka i fityn (Ojczyk 1996).

Ze względów ekonomicznych i ekologicznych należy unikać zbyt obfitego nawożenia. Murkowski (1999) wskazuje, że nawożenie powinno być zrównoważone, aby roślina mogła je wykorzystać w stopniu maksymalnym i sugeruje, że będzie ono miało korzystny wpływ na jakość nasion.

Ochrona roślin

Rzepak narażony jest na zachwaszczenie, żerowanie szkodników oraz porażenie patogenami grzybowymi (Murawa i in. 1996b, Mrówczyński i in. 1996, Ciepiewska i in. 1997, Mączyńska i in. 2001, Sadowski i in. 2001, Wałkowski i in. 2002). Występowanie tych zagrożeń niekorzystnie oddziałuje zarówno na plon, jak i na jego cechy. Intensywna ochrona rzepaku pozwala na uzyskanie wyższych plonów nasion. Ujemny wpływ natomiast wywiera na liczbę i masę nasion w łuszczyńce, a tym samym na masę 1000 nasion (Kotecki i in. 1999). Obecnie stosuje się głównie ochronę chemiczną, która polega na zastosowaniu w określonych terminach odpowiednich dawek insektycydów, herbicydów i fungicydów (Mrówczyński i in. 1996). Mogą one wywierać na rośliny wpływ oczekiwany przez człowieka, ale mogą też oddziaływać w sposób uboczny. **Herbicydy** np. poza niszczeniem chwastów mogą wywierać niepożądany wpływ na rośliny uprawne, zmieniając ich właściwości fizjologiczne i biochemiczne (Grzesiuk 1973, Gertig 1996). Uboczne działanie herbicydów zależy od natury chemicznej i dawki substancji aktywnej (Stachecki i in. 1996), odmiany i etapu rozwoju rzepaku oraz czynników siedliskowych (Franek 1997). Korzystny wpływ herbicydów na plon nasion rzepaku przejawia się m.in. zwiększaniem masy 1000 nasion (Murawa i Adomas 1995). Ujemnym skutkiem działania herbicydów może być tendencja do zwiększania ogólnej zawartości fosforu w nasionach tradycyjnych odmian rzepaku (Murawa i Przeździecki 1998) oznaczająca wzrost zawartości fityn. Badania Rotkiewicz i in. (2000a) wykazały, że herbicydy modyfikują zawartość biologicznie aktywnych nieodżywczych składników w nasionach rzepaku jarego, takich jak glukozynolany, związki fenolowe oraz fityny. Niektóre herbicydy, np. Lontrel 300 SL, zwiększały zawartość wszystkich tych składników, inne natomiast, np. Triflurotox 250 EC, zwiększały zawartość glukozynolanów i fosforu fitynowego (Rotkiewicz i in. 2000b). Oddziaływanie herbicydów na inne wyróżniki wartości technologicznej nasion, zgodnie z badaniami Murawy i in. (1995, 1996a, 1997, 2000) oraz Muśnickiego i in. (1999), jest nieistotne. **Insektycydy** wzmagają w roślinie natężenie procesów hydrolitycznych oraz oddechowych (Grzesiuk 1973). Podwyższone dawki insektycydów, zwłaszcza stosowane w późniejszym okresie wzrostu rośliny (kwitnienie), prowadzą do ujemnych zmian w przemianie materii,

rezultatem których jest hamowanie wzrostu, rozwoju i plonowania oraz obniżanie jakości nasion rzepaku (Gertig 1996, Muśnicki i in. 1999). **Fungicydy** stosowane są w formie zapraw nasiennych lub w czasie wegetacji rośliny. Mrówczyński i in. (1996) podają, że uboczny wpływ fungicydów na rzepak jest zwykle maskowany ich pozytywnym działaniem na wysokość plonu nasion. Badania Rotkiewicz i in. (2001) wskazują na niekorzystny wpływ fungicydu Ronilan 500 SC, który, zastosowany w kombinacji z innymi środkami ochrony roślin, zwiększył zawartość nasion niedojrzałych. Powyższe wyniki, wykonane na rzepaku jarym ze zbiorów 1999 roku, zostały potwierdzone badaniami na nasionach z kolejnych lat zbiorów (Murawa 2003).

Stosowanie mieszanin środków ochrony roślin oraz ich ewentualne łączenie z nawozami dolistnymi, zaliczane do grupy oszczędnych technologii, wymaga jednak dobrej znajomości składu i działania poszczególnych preparatów ze względu na możliwość występowania fitotoksyczności (Mrówczyński i in. 1997, Kubsik 2003).

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie technologiami z założonym niskim poziomem nakładów, tzw. „low input” (Vašák i in. 1999). Do takich należy m.in. **ekologiczna technologia uprawy**, wykluczająca stosowanie chemicznych środków ochrony oraz nawozów mineralnych, a oparta na mechanicznym zwalczaniu chwastów oraz nawożeniu organicznym. Skutkiem takiej technologii jest, według badań Vašáka i in. (1999), znaczne obniżenie plonu nasion oraz zwiększenie w nich zawartości glukozyolanów. Sugerowana przez cytowanych autorów ekonomiczna nieopłacalność tej technologii, wydaje się być, w świetle pojedynczych badań, przedwczesna. Powszechnie wiadomo, że na każdej plantacji roślin uprawnych szkodniki, choroby lub chwasty nie występują równocześnie i w jednakowym nasileniu, lecz w pewnych okresach, a czasami podczas całego sezonu, pojawiają się punktowo lub placowo. Zatem należałoby różnicować intensywność ochrony i prowadzić ją przy użyciu różnych metod i środków (Lipa 1998). Takie postępowanie nazywa się **zintegrowaną ochroną roślin** i polega na umiejętnym łączeniu chemicznych preparatów plonochronnych wraz z zabiegami mechanicznymi, stosując je w odpowiednich terminach, właściwej ilości i w odpowiedni sposób (Dobrzański i Adamczewski 2002). Zintegrowana ochrona roślin ogranicza chemizację środowiska i pozwala na otrzymanie plonów o wysokiej jakości. W krajach Unii Europejskiej, USA i Kanadzie obserwuje się natomiast zainteresowanie wdrożeniem zasad rolnictwa precyzyjnego, umożliwiającego obniżenie kosztów produkcji. Jest to możliwe m.in. przy wykorzystaniu globalnego systemu lokalizacji (GPS = global position system), który pozwala na precyzyjną lokalizację obszarów wymagających nawożenia lub zabiegów ochronnych. Racjonalne nawożenie oraz zabiegi ochronne, wykonywane w oparciu o mapy sporządzone na podstawie satelitarnego wykrywania, pozwalają na znaczne, 29–34% obniżenie kosztów produkcji, wynikających ze zmniejszonego zużycia azotu,

herbicydów, fungicydów i regulatorów wzrostu, odpowiednio o 40, 28, 80 i 61% (Jordan, cyt. Lipa 1998). Metoda jest przy tym bardzo korzystna z punktu widzenia ochrony środowiska oraz wód gruntowych.

Ostatnio rozważa się wykorzystanie genetycznie uwarunkowanej odporności roślin jako metody walki biologicznej, możliwej do stosowania w konwencjonalnych, integrowanych oraz ekologicznych systemach produkcji i ochrony roślin. Metoda może być realizowana m.in. przez ukierunkowany dobór odmian odpornych na choroby, przestrzenne różnicowanie upraw o niejednakowej odporności, czy zasiewy mieszane (Gacek 1998).

Zbiór nasion

Zbiór nasion, jako ostatni element technologii uprawy (Tys i Jankowski 2002), w dużym stopniu oddziałuje na wartość technologiczną nasion.

Procesy biochemiczne w nasionach rzepaku, m.in. biosynteza białka i tłuszczu, szczególnie intensywnie przebiegają w okresie ich dojrzewania. Dlatego też istotne dla jakości nasion są właściwy termin i metoda zbioru. Technologicznym wskaźnikiem dojrzałości nasion rzepaku jest zawartość w nich chlorofilu poniżej 25 mg/g nasion, natomiast praktycznym wskaźnikiem optymalnego terminu zbioru jest stopień ich zbrunatnienia i wilgotność (Wałkowski 2002, Daun 2002), bądź badanie metodą zginania łuszczyń (Tys i Rybacki 2001). Ward i in. (1994a) podają, że niedojrzałe nasiona rzepaku zawierają 962–1166 ppm chlorofilu i feofityny, w pełni dojrzałe natomiast tylko chlorofile w ilości 1–2 ppm. Wraz z osiągnięciem dojrzałości nasion rośnie w nich udział barwników chlorofilowych typu *a*, z 44 do 87%, a stosunek chlorofilu *a* do *b*, wynoszący w nasionach niedojrzałych około 1:1, w dojrzałych ustala się na poziomie od 2:1 do 4:1 (Ward i in. 1994a, Endo i in. 1992).

W klimacie Polski pogoda podczas zbiorów rzepaku jest bardzo zmienna i dlatego uzyskanie nasion o dobrej dojrzałości i optymalnej wilgotności jest trudne (Tys i Jankowski 2002). Ponadto opady w okresie poprzedzającym zbiory przyczyniają się do porażenia łuszczyń przez czern krzyżowych, która obniża masę 1000 nasion (Wielebski i in. 2002). W czasie zbioru może dochodzić do makro- i mikro-uszkodzeń nasion, będących najczęściej wynikiem niewłaściwej regulacji poszczególnych podzespołów kombajnu oraz nieodpowiedniej dojrzałości i wilgotności zbieranych nasion. Ilość uszkodzeń wzrasta wraz z obniżeniem wilgotności nasion, zwłaszcza do poziomu 4% oraz wraz ze zwiększeniem prędkości obracających się podzespołów kombajnu lub przenośnika (Szot i Kutzbach 1992). Zauważyli oni również tendencję do tworzenia się większej liczby mikrouszkodzeń nasion o większych wymiarach (>2,1 mm), powstających na skutek ich zderzeń z elementami urządzeń. Cytowani autorzy uważają, że może to być wynikiem większej siły uderzeniowej nasion o większej masie. Mikrouszkodzenia są szczególnie niebezpieczne dla jakości nasion, ponieważ są trudne do wykrycia i niemożliwe do usunięcia, a przy tym stanowią „wrota” dla mikroflory i jej enzymów lipolitycznych (Fornal i in. 1992, Bielecka i in. 1992, Jędrychowski i Grabska 1992).

Zbiór rzepaku może być prowadzony dwiema metodami: dwuetapową, do której przystępuje się wcześniej, w fazie dojrzałości technicznej nasion i jednoetapową, rozpoczynaną później, w fazie dojrzałości pełnej (Wałkowski i Ladek 1999). Badania ankietowe wykazały, że w Polsce bardziej rozpowszechnioną technologią zbioru rzepaku jest zbiór jednoetapowy, stosowany na ponad 70% areалу (Wałkowski i Ladek 1999). Ta technologia zbioru, stosowana w latach 1984–1986 z udziałem standardowych kombajnów zbożowych, prowadziła do dużych strat nasion. Wprowadzana w latach 1992–1995 nowa technologia jednoetapowego zbioru, z adaptacjami kombajnu zbożowego przystosowującymi go do zbioru rzepaku, znacząco ograniczyła straty nasion (Wałkowski i Ladek 1999). Wpływ technologii zbioru na wartość technologiczną nasion jest niejednoznaczny. Według badań Tysa i Jankowskiego (2002) nasiona rzepaku zbierane metodą jednoetapową mają porównywalną ze zbiorem dwuetapowym zawartość tłuszczu, natomiast większą zawartość białka i chlorofilu, a mniejszą wolnych kwasów tłuszczowych i nadtlenków. W cytowanych badaniach stwierdzono także, że zbiór jednoetapowy polepsza parametry mechaniczne nasion do składowania, ale utrudnia ich tłoczenie. Badania Tysa i in. (2000) nie potwierdziły wyższej zawartości chlorofilu w nasionach ze zbioru jednoetapowego. W omawianych badaniach średnia zawartość chlorofilu w 16 próbach nasion rzepaku zbieranych jednoetapowo wynosiła 7,9 ppm, zbieranych dwuetapowo natomiast 16,1 ppm. Być może u podstaw przeciwnego kształtowania się zawartości chlorofilu w nasionach zbieranych jednoetapowo jest ewentualne stosowanie desykantów, które, np. Reglone, mogą zwiększać zawartość tego barwnika (Tys i Rybacki 2001). Nasiona o wyższej zawartości chlorofilu, jako mniej dojrzałe i podatne na zlegiwanie, zbrylanie i samozagrzewanie, są częściej porażane grzybami podczas składowania (Tys i in. 2000) i wykazują znacznie gorszą przydatność do długoterminowego składowania w silosach pod dużym obciążeniem (Tys i Jankowski 2002). Można uznać, że przyczyną pogarszania jakości zbieranych nasion jest raczej ich niedostateczna dojrzałość, a nie technologia zbioru. Zarówno zbyt wczesne skoszenie i omłot rzepaku przy zbiorze dwuetapowym, jak i zbyt wczesny zbiór bezpośredni kombajnem, przyczyniają się do pozyskiwania nasion o niepełnej dojrzałości, większej wilgotności, mniejszej masie 1000 nasion oraz mniejszej zawartości tłuszczu (Muśnicki i in. 1999, Tys i in. 2000). Z kolei zbyt późny zbiór, aczkolwiek pozwala na uzyskanie nasion o wysokiej jakości, powoduje większe straty, szacowane średnio na 10 do 15% biologicznego plonu (Wałkowski i Ladek 1999). Wynikają one z osypywania się nasion z nadmiernie pękających łuszczyzn na wcześniej dojrzałym pędzie głównym i górnych częściach pędów bocznych (Wałkowski i Ladek 1999, Jager 2001). By uniknąć strat nasion osypujących się podczas zbioru, poszukuje się sposobów ograniczających pękanie łuszczyzn. Jednym z nich jest opryskiwanie roślin wodnymi roztworami preparatów skrobiowych (Rudko 2002).

Czynniki działające w sferze obróbki po zbiorze nasion

Obrót nasionami rzepaku w Polsce zazwyczaj odbywa się według schematu: punkt skupu → czyszczenie → suszenie → przechowywanie, przy czym poszczególne ogniwa tego obrotu łączy transport (Stępniewski 1995). Wymieniony schemat w niektórych sytuacjach ulega zmianie, przy czym najbardziej labilnymi ogniwami obrotu są czyszczenie i suszenie nasion. Mogą one odbywać się u rolnika, w punktach skupu, a także w punktach suszenia i przechowywania (Karczmarczyk 2001, Rybacki i in. 2001).

Temat ewentualnych zmian wartości technologicznej nasion rzepaku w punktach skupu, nie jest rozważany w piśmiennictwie. W punktach skupu, poza rozładunkiem, nasiona są oceniane pod względem cech wyszczególnionych w PN-90/R-66151 i ewentualnie czyszczone. Z uwagi na fakt, iż większość rolników w Polsce nie ma warunków do czyszczenia i suszenia nasion, do punktu skupu trafia rzepak prosto z pola (Karczmarczyk 2001). Szacuje się, iż 80–90% krajowego zbioru nasion rzepaku wymaga oczyszczenia i dosuszenia (Rybacki i in. 2001).

Czyszczenie

Zanieczyszczenia to wszystkie dodatki nie będące całymi nasionami rzepaku (Karczmarczyk 2001). Dzieli się je na użyteczne i nieużyteczne, wyszczególniając ich składowe pod względem jakościowym i ilościowym (PN-90/R-66151). Każdy rodzaj zanieczyszczeń obniża wartość technologiczną nasion, aczkolwiek w różnym stopniu.

Do czyszczenia nasion rzepaku wykorzystuje się głównie wialnie i czyszczalnie złożone. Efektywność czyszczenia zależy od właściwego doboru parametrów pracy urządzeń czyszczących. Z uwagi na fakt, że w zasadzie jedynymi kryteriami czyszczenia są różnice w wymiarach nasion i prędkości krytycznej ich unoszenia, które np. dla nasion rzepaku i przytulii czepnej są bardzo zbliżone, czyszczenie nie zawsze jest efektywne (Choszcz i Wierzbicki 1994, Choszcz i in. 1998).

Dużą grupę zanieczyszczeń stanowią nasiona uszkodzone. Powstają one w czasie zbioru, czyszczenia, suszenia oraz transportu, jako wynik małej wytrzymałości mechanicznej nasion (Tys i in. 1999, 2000). Szkodliwość tej grupy zanieczyszczeń jest bardzo duża. Nasiona uszkodzone, popękane, pozbawione okrywy nasiennej oraz pokruszone, stają się dobrą pożywką dla mikroorganizmów (Niewiadomski 1983). Lipidy w takich nasionach, na skutek częściowej destrukcji komórek i sferozomów, są dostępne dla tlenu atmosferycznego oraz enzymów lipolitycznych, rodzimych i mikrobiologicznych (Fornal i in. 1992, Bielecka i in. 1992, Jędrychowski i Grabska 1992, Szeliga i Gogolewski 1998). Skutkiem ich działania jest wzrost wartości liczby kwasowej, nadtlenkowej i anizydynowej, zawartości barwników chlorofilowych, związków fosforu i siarki w oleju oraz ubytek tokoferoli (Gogolewski i in. 1996, Rotkiewicz i Konopka 1998a, Tys i in. 1999). Olej z nasion uszkodzonych cechuje się niską trwałością (Rotkiewicz i Konopka

1998b, Krygier i in. 2000). Obecność nasion uszkodzonych utrudnia ponadto procesy wydobywania oleju i zwiększa w nim ilość zanieczyszczeń, powiększając tym samym koszty rafinacji (Szeliga i Gogolewski 1998). Poza nasionami uszkodzonymi, niekorzystnie na wartość technologiczną oddziałują nasiona niedojrzałe, spleśniałe, nasiona chwastów oraz szkodniki. Chwastami najliczniej występującymi w masie nasion rzepaku są gatunki dwuliścienne, takie m.in. jak: rdestowate, gwiazdnica pospolita oraz przytulia czepna (Rotkiewicz i in. 2002). Szczególnie uciążliwym chwastem jest przytulia czepna, trudna do wydzielenia z nasion rzepaku w standardowych warunkach czyszczenia (Choszcz i Wierzbicki 1994, Choszcz i in. 1998), a równocześnie szkodliwa dla zdrowia zwierząt, gdyż uszkodza nabłonek przewodu pokarmowego (Drzewiecki i in. 1999). Niebezpiecznym szkodnikiem nasion rzepaku jest rozkruszek, który żerując na nasionach uszkodzonych zwiększa zakres uszkodzeń oraz zanieczyszcza je odchodami (Niewiadomski 1983).

Fakt, iż wymienione grupy zanieczyszczeń znacząco obniżają wartość technologiczną nasion rzepaku zdecydował o limitowaniu ich zawartości w surowcu do produkcji olejów jadalnych (PN-90/R-66151).

Suszenie

W krajowych warunkach klimatycznych, większość zbieranych z pola nasion rzepaku wymaga dosuszenia. Rybacki i in. podają (2001), że 68,9% rzepaku skupowanego w 2000 roku w rejonie surowcowym Zakładów Tłuszczowych „Kruszwica” S.A., posiadało wilgotność 7,6–10,0%, a 26,4% — wilgotność 10,1–12,0%. W roku 1987 zbierane w tym samym rejonie nasiona miały średnią wilgotność na poziomie 20% (Smolska 1987). Krytyczna wilgotność nasion rzepaku wynosi 8,5%, co oznacza, że przed przechowywaniem powinny być suszone do wilgotności poniżej 7% (Cenkowski 2003). Suszenie może w dużym stopniu zmieniać wartość technologiczną nasion (Tys i Jankowski 1999). Niewłaściwe suszenie, np. w zbyt wysokiej temperaturze, prowadzi do niekorzystnych zmian cech fizycznych i chemicznych nasion. Pathak i in. (1991) stwierdzili, że przy wzroście temperatury czynnika suszącego nasiona rzepaku powyżej 93°C, nastąpił znaczny wzrost zawartości wolnych kwasów tłuszczowych w oleju. Tys i in. (2002) wykazali, że suszenie nasion w temperaturze powyżej 120°C wpływa niekorzystnie na barwę oleju oraz na powstawanie wolnych rodników. Wysokie temperatury suszenia nasion rzepaku prowadzą także do zmian w składzie i zawartości barwników. Chlorofile pod wpływem wysokiej temperatury ulegają przemianom do brunatno zabarwionych feofityn, które pogarszają barwę oleju i, jako związki o wysokiej aktywności prooksydacyjnej, obniżają jego stabilność (Ward i in. 1994b). Karotenoidy w podwyższonej temperaturze ulegają rozpadowi do związków o mniejszych cząsteczkach (Henry i in. 1998), tracąc przy tym aktywność przeciwutleniającą i prowitaminową (Robak i Zachwieja 1998).

Rybacki i in. (2001) podkreślają, że im wyższa jest wilgotność nasion rzepaku, tym niższą temperaturę suszenia należy stosować, a jej wysokość, przy wilgotności nasion do 12,5%, nie powinna przekraczać 82°C. Ci sami autorzy sugerują suszenie dwuetapowe nasion o wysokiej wilgotności.

Proces suszenia może zmieniać wytrzymałość mechaniczną nasion rzepaku. Suszenie w drastycznych warunkach, np. przy wysokiej temperaturze i wysokiej początkowej zawartości wilgoci w nasionach, obniża wytrzymałość mechaniczną nasion, zwiększając tym samym ich podatność na uszkodzenia: pęknięcia okrywy nasiennej, deformacje i łamanie (Stępniewski i in. 1994). Wysokie temperatury suszenia pogłębiają stopień uszkodzenia nasion rzepaku, generując makrouszkodzenia z istniejących już mikrouszkodzeń (Stępniewski 1999). Niskie temperatury suszenia zwiększają wytrzymałość mechaniczną nasion. Stępniewski i in. (1994) stwierdzili, że największą wytrzymałością charakteryzowały się nasiona o wilgotności początkowej 20%, suszone powietrzem o temperaturze 20°C. Corrêa i in. (1999) wykazali, że suszenie nasion rzepaku powietrzem o temperaturze 30°C i wilgotności względnej 60% pozwala na zachowanie maksymalnej witalności i siły kiełkowania.

Rybacki i in. (2001) analizując stan suszarnictwa w rejonie Z.T. „Kruszwica” S.A. stwierdzili, że w 2000 r., optymalną temperaturę suszenia, wynoszącą około 60°C, stosowało tylko 60,9% suszarni, natomiast 21% suszarni stosowało zbyt wysokie temperatury, w zakresie 91–100°C. Autorzy cytowanej pracy uważają, że podstawową przyczyną takich warunków suszenia są przestarzałe suszarnie bez możliwości kontroli temperatury suszenia, przy czym sytuację pogarsza fakt niskiego stopnia kwalifikacji obsługujących je pracowników. W tej samej pracy wskazuje się też na możliwość przedostawania się spalin do nasion i skażenia ich wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (Rybacki i in. 2001).

Przechowywanie

Nasiona rzepaku ze względu na swoją budowę morfologiczno-anatomiczną oraz na wysoką zawartość tłuszczu są bardziej wrażliwe na warunki przechowywania niż zboża. Za istotnie rzutujące na wartość technologiczną przechowywanych nasion rzepaku uznaje się cechy materiału wyjściowego oraz warunki przechowywania, zwłaszcza temperaturę i wilgotność względną powietrza.

Spośród ważnych w przechowywalnictwie cech materiału wyjściowego wymienia się stopień dojrzałości nasion, zawartość wilgoci oraz udział zanieczyszczeń (Tys i in. 1999). Stopień dojrzałości nasion wpływa na ich zachowanie się podczas przechowywania. Nasiona niedojrzałe, ze względu na małą wytrzymałość mechaniczną, ulegają znacznym odkształceniom, co ma następczy wpływ na procesy przewietrzania, oddychania oraz porażenia przez drobnoustroje, prowadzące w konsekwencji do zbrylania nasion (Bulisiewicz i in., cyt. Tys i in. 1999).

Przechowywanie nasion o podwyższonej wilgotności, podobnie jak nasion uszkodzonych mechanicznie, prowadzi do wzrostu aktywności lipaz, najpierw

rodzimych, a następnie mikrobiologicznych. Konsekwencją ich działania jest nagromadzenie wolnych kwasów tłuszczowych (Mills i Sinha 1980, Daun i in. 1986) oraz ich oksydacja i degradacja, powodujące jełkość oleju oraz obniżenie jego przydatności do spożycia (Jędrychowski i in. 1993, Grabska i in. 1994). Uważa się, że wilgotność przechowywanych nasion rzepaku nie powinna przekraczać 7%, przy czym pożądanym jest, aby kształtowała się ona w zakresie 5–6% (Niewiadomski 1993). Nasiona o tej wilgotności charakteryzują się wysoką wytrzymałością mechaniczną, dzięki czemu są bardziej odporne na uszkodzenia, a obniżona aktywność wody skutecznie hamuje rozwój niepożądanej mikroflory (Mills i Sinha 1980, Stępniewski 1999). Według Grabskiej i in. (1994) takie nasiona, niezależnie od stopnia ich uszkodzenia, mogą być przechowywane do 4 miesięcy bez wyraźnego pogorszenia jakości oleju. Wydłużenie czasu ich przechowywania do 6 miesięcy powoduje już znaczne zmiany oksydacyjne, tym większe, im większy był stopień uszkodzenia nasion. W cytowanych badaniach stwierdzono ponadto, że nasiona nieuszkodzone o wilgotności 14% można bezpiecznie składować przez trzy tygodnie, natomiast nasiona o bardzo wysokiej wilgotności, wynoszącej 18%, nie powinny być składowane dłużej niż 3 dni. Zaznacza się, że w omawianych badaniach nie podano warunków przechowywania nasion rzepaku, stąd szersza ich interpretacja jest niemożliwa. Jędrychowski i Grabska (1992) stwierdzili, że nasiona o wilgotności poniżej 13% i zróżnicowanym stopniu uszkodzeń, przechowywane przez okres 3 tygodni, nie wykazywały zmian aktywności lipolitycznej. W tych warunkach mikroflora nie namnażała się, co wykazały badania Bieleckiej i in. (1992), którzy stwierdzili równocześnie, że dobre warunki do rozwoju drobnoustrojów lipolitycznych, pojawiają się przy wilgotności 16–19%.

Zanieczyszczenia, zwłaszcza nasiona uszkodzone, pogarszają jakość przechowywanego rzepaku w stopniu wprost proporcjonalnym do ich zawartości. Wykazały to cytowane uprzednio badania Grabskiej i in. (1994) oraz badania innych autorów. Gogolewski i in. (1996) podali, że przechowywanie rzepaku o wysokiej, 16,5% zawartości nasion uszkodzonych spowodowało wzrost liczby kwasowej o 5,4 mg KOH/g tłuszczu po 6 miesiącach przechowywania. Badania Rotkiewicz i Konopki (1998b) wykazały, że olej wytłoczony na zimno z nasion zawierających 6,4% zanieczyszczeń użytecznych był zdecydowanie mniej stabilny. Po 6 miesiącach przechowywania wartość jego liczby nadtlenczkowej wzrosła z 1,79 do 19,11 milirównoważników O/kg oleju, podczas gdy oleju z nasion zawierających 0,3% zanieczyszczeń, z 0,53 do 5,01 milirównoważników O/kg oleju.

Ważnym czynnikiem przechowalniczym jest temperatura. Krasucki i in. (2001) podają, że jej zwiększenie, ze standardowych 14,5°C do 30°C, w symulowanych warunkach silosów przemysłowych, przyczyniało się do zwiększenia zawartości produktów hydrolizy i utlenienia lipidów w nasionach rzepaku składowanych przez okres 180 dni. Rozkład lipidów następował zarówno w nasionach,

które zawierały 7% wilgoci, jak i tych, które zawierały jej 11%, chociaż w ostatnim przypadku był wyraźnie większy (Krasucki i in. 2001). Temperatura ma również istotny wpływ na profil kwasów tłuszczowych. W cytowanych badaniach wyższa temperatura powodowała zmniejszenie udziału NNKT ($C_{18:2}$ i $C_{18:3}$) oraz zwiększenie udziału hipocholesterolemicznego $C_{18:1}$ (Vessby 1994) i hipercholesterolemicznych kwasów $C_{14:0}$ i $C_{16:0}$ (Krasucki i in. 2001).

W ostatnich latach następuje wzrost zainteresowania niskotemperaturowymi technologiami składowania i/lub przechowywania nasion rzepaku (Tys i in. 1999, Krasucki i in. 2001). Tys i in. (1999) wykazali, że temperatura 7°C wydłuża okres bezpiecznego przechowywania nasion. Nasiona o wilgotności 4 i 6%, przechowywane w tej temperaturze przez okres 100 dni, nawet w przypadku wysokiej, 12% zawartości zanieczyszczeń, cechowały się niskim stopniem hydrolizy i utlenienia lipidów. Natomiast nasiona o wilgotności 11%, przechowywane w temperaturze 7°C, zawierające nawet 12% zanieczyszczeń, pozostawały przez 40 dni w dobrym stanie jakościowym ($LK < 2$, $LN < 3$) (Tys i in. 1999).

Wilgotność względna powietrza w przechowalniach rzepaku nie powinna przekraczać 70%, by nie zwiększać wilgotności równowagowej nasion i aktywności wody (Cenkowski 2003).

Transport

Transport łączy poszczególne technologie obróbki pozbiorczej nasion. Jego wpływ na kształtowanie wartości technologicznej nasion rzepaku nie jest omawiany w odrębnych pracach, a tylko czasami wyszczególniany w pracach traktujących o obróbce pozbiorczej nasion. Operacje związane z załadunkiem i przeładunkiem, przy zastosowaniu różnego typu transporterów i podnośników mogą być przyczyną mechanicznego uszkodzenia nasion w stopniu zależnym od ich odporności na oddziaływania dynamiczne oraz od energii uderzenia. Szwed i Tys (1995a) podkreślają, że bardziej podatne na uszkodzenia są nasiona suche, o wilgotności poniżej 6% oraz nasiona długo przechowywane. W cytowanej pracy stwierdzono, że nasiona bezpośrednio po zbiorze cechują się kilkakrotnie wyższą odpornością na uszkodzenia niż przechowywane przez okres 8 miesięcy. W innej pracy tych samych autorów (Szwed i Tys 1995b) udowodniono, że podatniejsze na uszkodzenia, zwłaszcza przy wyższych zakresach energii uderzenia, są nasiona drobne, poniżej 1,8 mm. Stępniewski i Szot (1995) zwrócili uwagę na fakt, że transport pneumatyczny był przyczyną wyższego stopnia uszkodzenia nasion rzepaku suszonych w suszarniach cukrowiczych, w porównaniu do suszonych w innych suszarniach.

Podsumowanie

Dokonany w pracy przegląd piśmiennictwa wykazał, że wartość technologiczna nasion rzepaku warunkowana jest wieloma czynnikami, działającymi zarówno na rośliny w sferze produkcji, jak i na nasiona po zbiorze. Wydaje się, że największy wpływ spośród wszystkich mają czynniki działające w sferze obróbki po zbiorze, zwłaszcza czyszczenie, suszenie i przechowywanie. Mogą one w tak znacznym stopniu obniżać wartość technologiczną nasion, że można by je uznać za punkty krytyczne produkcji rzepaku jako surowca olejarskiego.

Summary

The review of literature showed that many factors influence the technological value of rapeseed during the field production as well as at the post harvest processing. It seems that the factors that act in the post harvest processing, especially cleaning, drying and storage, have the largest influence. They can significantly reduce the rapeseeds technological value and they may be considered as critical points in rapeseed production.

Literatura

- Ackman R.G. 1990. Canola fatty acids – an ideal mixture for health, nutrition, and food use. Chapter 6 in “Canola and Rapeseed”, Ed. F. Shahidi, published by Van Nostrand Reinhold, New York.
- Barszczak T., Barszczak Z. 1995. Wpływ nawożenia azotowego, wilgotności i zakwaszenia gleby na plony oraz zawartość tłuszczu i białka w nasionach odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI (1): 165-172.
- Barszczak T., Barszczak Z., Kasjanowicz W. 1994. Wpływ okresowej suszy i dawek azotu na plony i skład chemiczny nasion odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XV (2): 9-16.
- Bartkowiak-Broda I. 2002. Wzajemny związek postępu w agrotechnice i hodowli rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII (1): 61-71.
- Bielecka M., Biedrzycka E., Biedrzycka El., Śmieszek M. 1992. Wpływ uszkodzeń nasion rzepaku na jakość białka i tłuszczu. Część II. Wpływ uszkodzeń i wilgotności nasion rzepaku na ich jakość mikrobiologiczną. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIV: 134-140.
- Bowszys T., Krauze A. 2000. Wpływ nawozów borowych na plony, zawartość i pobieranie boru przez rzepak jary odmiany Star. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (3): 813-818.
- Buraczewski S. 1993. Pasze rzepakowe w żywieniu zwierząt nieprzeżuwających. Materiały z konferencji naukowej „Rzepak – stan obecny i perspektywy”, Radzików, 3-4 czerwca: 126-136.
- Cenkowski S. 2003. Wykłady głoszone w UWM w Olsztynie, w okresie od 10 lutego do 7 marca.
- Choszcz D., Konopka S., Wierzbicki K. 1998. Badanie procesów czyszczenia nasion w aspekcie poprawy ich jakości. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 330: 311-317.

- Choszcz D., Wierzbicki K. 1994. Badania nad wydzielaniem nasion przytulii czepnej z nasion rzepaku i gorczycy z wykorzystaniem cech geometrycznych i aerodynamicznych. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.*, 25: 71-80.
- Ciepielewska D., Murawa D., Majchrzak B., Sądej W., Adomas B., Nietupski M. 1997. Występowanie agrofagów na dwóch odmianach rzepaku jarego w 1996 roku w warunkach glebowo-klimatycznych w ZP-D Bałczyny. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII (2): 357-364.
- Corrêa P.C., Martins J.H., Christ D. 1999. Thin layer drying rate and loss of viability modelling for rapeseed (canola). *J. Agric. Eng. Res.*, 74: 33-39.
- Daun J.K., Cooke L.A., Clear R.M. 1986. Quality, morphology and storability of canola and rapeseed harvested after overwintering in Northern Alberta. *JAOCS*, 63 (10): 1333-1340.
- Dłużewska E., Żyłka I., Maszewska M., Krygier K. 1999. Porównanie przydatności śruty z tradycyjnej i żółtej odmiany rzepaku do otrzymywania preparatów białkowych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (2): 551-561.
- Dobrzański A., Adamczewski K. 2002. Możliwości ograniczenia chemizacji środowiska w integrowanej ochronie roślin przed chwastami. *Ochrona Roślin*, 3: 4-8.
- Drzewiecki J., Małuszyńska E., Rothkaehl J. 1999. Nasiona toksyczne i szkodliwe oraz inne zanieczyszczenia ziarna zbóż. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa.
- Endo Y., Thorsteinson C.T., Daun J.K. 1992. Characterization of chlorophyll pigments present in canola seed, meal and oil. *JAOCS*, 69 (6): 564-567.
- Fornal J., Sadowska J., Jaroch R., Szot B. 1992. Wpływ uszkodzeń nasion rzepaku na jakość białka i tłuszczu. Część I. Wpływ uszkodzeń oraz przechowywania nasion rzepaku na jakość tłuszczu. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIV: 123-133.
- Franek M. 1997. Wrażliwość odmian rzepaku jarego na herbicydy w zależności od warunków uprawy. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII (2): 399-407.
- Gacek E.S. 1998. Strategie wykorzystania odporności genetycznej w zwalczaniu chorób roślin uprawnych. *Postępy w Ochronie Roślin*, 38 (1): 44-49.
- Gertig H. 1996. Substancje obce. W: *Żywność a zdrowie*, Rozdział 8. PZWL, Warszawa: 276-345.
- Gogolewski M., Szeliga M., Bartkowiak E. 1996. Wpływ zanieczyszczeń na zmiany lipidów nasion rzepaku w czasie ich przechowywania. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVII (2): 577-584.
- Grabska J., Piskula M., Kubicka E., Waszczuk K. 1994. Warunki zbioru i przechowywania a jakość nasion rzepaku. Część I. Aktywność enzymów lipolitycznych i liczby charakterystyczne oleju. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XV (2): 125-144.
- Grzesiuk S. 1973. Uboczny wpływ pestycydów na wartość biologiczną nasion. *Post. Nauk Rol.*, 3: 45-60.
- Heimann S. 1999. Ocena jakościowa odmian rzepaku ozimego za lata 1996-1998. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (2): 637-641.
- Henry L.K., Catignani G.L., Schwartz S.J. 1998. Oxidative degradation kinetics of lycopene, lutein, and 9-*cis* and all-*trans* β -carotene. *JAOCS*, 75(7):823-829.
- Jager M. 2001. Zbiór rzepaku. *Rolniczy Rynek*, 7: 8-9.
- Jankowski K., Budzyński W. 1996. Siew. W: „Rzepak – produkcja surowca olejarzkiego”, Rozdział 8.3. Red. W. Budzyński i T. Ojczyk. ART Olsztyn, 72-77.
- Jasińska Z., Kotecki A., Kozak M. 1995. Rola przedplonu w uprawie rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI (1): 141-150.
- Jasińska Z., Kotecki A., Kozak M. 1997. Wpływ następczy roślin strączkowych i nawożenia azotem na rozwój i plon rzepaku jarego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII (1): 199-208.

- Jędrzychowski L., Grabska J. 1992. Wpływ uszkodzeń nasion rzepaku na jakość białka i tłuszczu. Część III. Wpływ uszkodzeń i wilgotności nasion na aktywność enzymów lipolitycznych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIV: 141-151.
- Jędrzychowski L., Grabska J., Sadowska J. 1993. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na aktywność enzymów lipolitycznych nasion rzepaku. *Post. Nauk Roln.*, 6: 135-142.
- Jędrzycka M., Lewartowska E., Dakowska S. 1999. Ocena podatności odmian rzepaku jarego na zgniliznę twardzikową. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (2): 659-668.
- Karczmareczuk E. 2001. Kryteria przyjęcia jakościowego nasion rzepaku do przetwórstwa. *Przemysł Spożywczy*, 6: 35.
- Kolczyński J. 2002. Niektóre aspekty techniczne, organizacyjne i inne, wprowadzenia ustawy o organizacji eko-paliw płynnych. *Materiały II Konferencji „Nowoczesne Technologie w Rolnictwie”*: 81-95.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 1999. Wpływ zabiegów ochrony roślin, nawożenia azotem i gęstości siewu na rozwój i plonowanie rzepaku jarego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (2): 643-652.
- Kotecki A., Malarz W., Kozak M., Aniołowski K. 2001. Wpływ nawożenia azotem na skład chemiczny nasion pięciu odmian rzepaku jarego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXII (1): 81-89.
- Krasucki W., Tys J., Grela E.R., Szafran K. 2001. Skład chemiczny nasion rzepaku przechowywanego w warunkach symulujących silosy przemysłowe. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXII (1): 247-257.
- Krauze A., Bowszys T. 2001. Wpływ terminu nawożenia siarką rzepaku jarego Star na plon nasion oraz zawartość siarki i tłuszczu. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXII (1): 285-290.
- Krygier K. 2001. Nowe, genetycznie modyfikowane odmiany rzepaku. *Przemysł Spożywczy*, 6: 34-34.
- Krygier K., Hirvonen K. 2002. Margaryny ze stanolami skutecznym czynnikiem obniżającym poziom cholesterolu we krwi. *Tłuszcze Jadalne*, 37 (3/4): 148-153.
- Krygier K., Wroniak M. 2002. Współczesne poglądy na wartość technologiczną i żywieniową oleju rzepakowego. *Materiały X Jubileuszowej Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Postępy w Technologii Tłuszczów Roślinnych”*, Dębowa Góra – Warszawa, 3-6 czerwca 2002: 18-24.
- Krygier K., Wroniak M., Grześkiewicz S. 2000. Badania wpływu zawartości nasion uszkodzonych na jakość oleju rzepakowego tłoczonego na zimno. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (2): 587-596.
- Krzymański J. 1993. Osiągnięcia i nowe perspektywy prac badawczych nad roślinami oleistymi w Polsce. *Post. Nauk Roln.*, 5: 7-14.
- Kubsik K. 2003. Łączne stosowanie środków ochrony roślin. http://www.grene.pl/news/news_ochrona_roslin_lato2003.htm
- Kulczycki A. 2002. Biopaliwo rzepakowe a rynek paliw. *Materiały II Konferencji „Nowoczesne Technologie w Rolnictwie”*: 43-51.
- Ledóchowska E., Szymczak A., Jewusiak M. 2001. Modyfikacja oleju rzepakowego na drodze enzymatycznej acydolizy w celu otrzymania strukturyzowanych lipidów. *Materiały IX Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Postępy w Technologii Tłuszczów Roślinnych”*, Kowno, Litwa, 21-24 maja 2001: 79-83.
- Lipa J.J. 1998. Precyzyjna ochrona roślin – nowe technologie metod i zabiegów. *Postępy w Ochronie Roślin*, 38 (1): 23-29.
- Mączyńska A., Głazek M., Krzyżńska B., Banachowska J. 2001. Porażenie przez grzyby chorobotwórcze roślin rzepaku ozimego w latach 1999 i 2000. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXII (1): 127-138.

- Mills J.T., Sinha R.N. 1980. Safe storage periods for farm-stored rapeseed on mycological and biochemical assessment. *The American Phytopathological Society*, 70 (6): 541-547.
- Mińkowski K. 2000. Wpływ odmiany i wielkości nasion rzepaku ozimego na zawartość i skład chemiczny łupiny oraz zarodka. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (1): 157-165.
- Mińkowski K., Krygier K. 1998. Wpływ odmiany i wielkości nasion na ich charakterystykę fizykochemiczną. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIX (1): 219-230.
- Mrówczyński M., Heiman S., Jajor E., Parandowski A. 1996. Rzepak jary – uprawa i ochrona. *Ochrona Roślin*, 11: 3-6.
- Mrówczyński M., Widerski K., Wachowiak H., Stobiecki S., Seta G., Pietryga J., Zachmann A., Chudziński B. 1997. Ocena łącznego stosowania środków ochrony roślin z nawozami dolistnymi typu Basfoliar i Solubor DF w rzepaku ozimym. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII (2): 389-394.
- Murawa D. 2003. Niepublikowane wyniki badań.
- Murawa D., Adomas B. 1995. Wpływ herbicydów na plonowanie i niektóre cechy jakościowe nasion rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI (1): 196-200.
- Murawa D., Adomas B., Bowszys T. 1996a. Jakość nasion podwójnie ulepszonych odmian rzepaku jarego w zależności od stosowanych herbicydów. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVII (2): 367-375.
- Murawa D., Adomas B., Rotkiewicz D. 1997. Olej i białko nasion rzepaku jarego ze zbiorów 1996 roku w zależności od stosowanych herbicydów. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII (2): 407-413.
- Murawa D., Ciepiewska D., Sądej W., Majchrzak B. 1996b. Agrofagi rzepaku jarego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVII (2): 361-366.
- Murawa D., Przeździecki Z.R. 1998. Wpływ herbicydów Kerbu 50Ww, Mesoranilu 50WP i Treflanu EC 2 na skład chemiczny nasion rzepaku ozimego i jarego. *Zesz. Nauk. ART. w Olsztynie*, 30: 273-281.
- Murawa D., Warmiński K., Pykało I. 2000. Skład kwasów tłuszczowych oleju z nasion rzepaku jarego w zależności od stosowanych herbicydów. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (3): 813-818.
- Murkowski A. 1999. Wpływ różnych form nawożenia azotowego i azotowo-siarkowego na pierwotne reakcje fotosyntezy i wskaźniki biometryczne młodych roślin rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (1): 131-142.
- Muśnicki Cz., Mroczyk W., Potkański A. 1995a. Skład chemiczny nasion krajowych i zagranicznych odmian rzepaku ozimego (białko, węglowodany, glukozytolany). *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI (1): 105-112.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1995b. Jakość nasion rzepaku w zależności od intensywności ochrony roślin przed szkodnikami. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI (1): 209-216.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1999. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (2): 459-469.
- Niewiadomski H. 1983. Wstępne operacje technologiczne. W: *Technologia nasion rzepaku*, Rozdział 5. PWN, Warszawa, 151-197.
- Niewiadomski H. 1993. Wydobywanie tłuszczów. W: *Technologia tłuszczów jadalnych*, Rozdział 2. WNT, Warszawa, 18-152.
- Ojczyk T. 1996. Nawożenie mineralne. W: *Rzepak – produkcja surowca olejarskiego*, Rozdział 10. Red. Budzyński W. i Ojczyk T., ART Olsztyn, 163-164.

- Olejniczak J., Wojciechowski A. 2000. Rośliny transgeniczne rzepaku a możliwość zagrożeń ekologicznych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (2): 653-660.
- Pastuszewska B., Ochtabińska A. 1996. Wartość odżywcza wyłoków rzepakowych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVII (1): 469-476.
- Pathak P.K., Agrawal Y.C., Singh B.P.N. 1991. Effect of elevated drying temperature on rapeseed oil quality. *JAOCs*, 68 (8): 580-582.
- Pagowski Z. 2001. Biopaliwa dla lotnictwa. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXII (2): 551-565.
- Polska Norma PN-90/R-66151. Ziarno rzepaku i rzepiku podwójnie ulepszanego. *Rośliny przemysłowe oleiste*.
- Praczyk T. 1994. Metylestry kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego nowym dodatkiem zwiększającym działanie herbicydów. *Ochrona Roślin*, 38 (3): 5-7.
- Ptasznik S. 1997. Zastosowanie niskoerukowego oleju rzepakowego do otrzymywania namiastek masła kokosowego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII (2): 477-481.
- Ptasznik S., Jerzewska M. 1999. Olej rzepakowy jako źródło kwasów tłuszczowych nienasyconych w modyfikacji tłuszczu mlecznego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (2): 563-568.
- Ptasznik S., Jerzewska M. 2000. Porównanie wybranych margaryn typu „Soft”. *Tłuszcze Jadalne*, 35 (3/4): 103-111.
- Robak J., Zachwieja Z. 1998. Znaczenie β -karotenu w diecie człowieka oraz leczeniu niektórych schorzeń. *Bromat. Chem. Toksyk.*, 31 (4): 295-301.
- Rotkiewicz D., Konopka I. 1995. Zastosowanie rafinowanego oleju rzepakowego do ograniczania emisji pyłów zbożowych. *Przeg. Zboż.-Młyn.*, 6 Biuletyn Katedry Technologii Produktów Roślinnych, Nr 2, rok I: 19-22.
- Rotkiewicz D., Konopka I. 1998a. Związki fosforu w nasionach i w oleju rzepakowym. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIX (1): 61-70.
- Rotkiewicz D., Konopka I. 1998b. Trwałość olejów rzepakowych tłoczonych na zimno z nasion o zróżnicowanej jakości. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIX (2): 583-591.
- Rotkiewicz D., Konopka I., Murawa D. 2000a. Biologicznie aktywne nieodżywcze składniki nasion rzepaku jarego traktowanego herbicydami. *Progres in plant protection*, 40 (1): 237-242.
- Rotkiewicz D., Konopka I., Murawa D. 2000b. Wpływ wybranych herbicydów na zawartość związków fosforu w nasionach i w oleju rzepakowym. *Progres in plant protection*, 40 (2): 935-938.
- Rotkiewicz D., Konopka I., Ojczyk T., Mamiński T. 1999. Wpływ nawożenia azotowego na zawartość związków fosforu w nasionach rzepaku jarego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (1): 143-150.
- Rotkiewicz D., Murawa D., Konopka I., Warmiński K. 2001. Wartość technologiczna nasion rzepaku jarego traktowanego różnymi kombinacjami środków ochrony roślin. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXII (1): 291-302.
- Rotkiewicz D., Ojczyk T., Konopka I. 1996. Nawożenie siarką a wartość użytkowa i technologiczna nasion rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVII (1): 257-264.
- Rotkiewicz D., Tańska M., Konopka I. 2002. Wymiary nasion rzepaku jako czynnik kształtujący ich wartość technologiczną oraz jakość oleju. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII (1): 103-112.
- Rubin L.J., Diosady L.L., Tzeng Y-M. 1990. Ultrafiltration in rapeseed processing. Chapter 18 in “Canola and Rapeseed”. Ed. F. Shahidi, published by Van Nostrand Reinhold, New York.
- Rudko T. 2002. Próba zastosowania skrobi do ograniczenia podatności luszczyn rzepaku na pęknięcie. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII (1): 113-118.

- Rybacki R., Skawiński P., Lampkowski M. 2001. Stan suszarnictwa nasion rzepaku w rejonie surowcowym Zakładów Tuszczowych „Kruszwica” S.A. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXII (2): 539-549.
- Rosiak E. 2000. Produkcja rzepaku. Rozdział II w raporcie rynkowym nr 17, pt. „Rynek rzepaku – stan i perspektywy”. Dział Wydawnictw IERiGŻ.
- Sadowski Cz., Jankowski K., Łukanowski A., Trzciniński J. 2001. Wpływ terminu siewu na zdrowotność rzepaku jarego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXII (1): 113-120.
- Shahidi F. 1990. Rapeseed and canola: global production and distribution. Chapter 1 in “Canola and Rapeseed”. Ed. F. Shahidi, published by Van Nostrand Reinhold, New York.
- Smolska A. 1987. Ocena jakości nasion rzepaku ze zbiorów 1987 roku. Referat wygłoszony na VII Ogólnouczelnianym Seminarium Kół Naukowych w Olsztynie.
- Stachecki S., Paradowski A., Adamczewski K. 1996. Chemiczne zwalczanie chwastów w rzepaku jarym. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVII (2): 377-382.
- Stępniewski A. 1995. Changes in the material quality in post-harvest processing of rape seeds. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 427: 71-75.
- Stępniewski A.W. 1999. Formation of postharvest quality and its resistance to external loads. *Proceedings of 10th International Rapeseed Congress*, Canberra, Australia.
- Stępniewski A., Szot B., Fornal J., Sadowska J. 1994. Drying conditions and mechanical properties of rapeseed. *Journal of Food Physics*: 86-88.
- Szeliga M., Gogolewski M. 1998. Wpływ podwyższonej zawartości zanieczyszczeń użytecznych w nasionach rzepaku na procesy technologiczne rafinerii, jakość oleju i wartość współczynnika Harris’a. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*, CCCVI: 49-55.
- Szot B., Kutzbach H.D. 1992. Rapeseed damage as influenced by the dynamic load. *Int. Agrophysics* 6: 103-115.
- Szwed G., Tys J. 1995a. Susceptibility of rape seeds to dynamic damages depending on moisture and storage time. *Zeszyt Probl. Post. Nauk Rol.*, 427: 87-90.
- Szwed G., Tys J. 1995b. Resistance of rape seeds to the impact of dynamic forces. *Zeszyt Probl. Post. Nauk Rol.*, 427: 83-86.
- Tys J., Jankowski K. 2002. Wpływ technologii uprawy i zbioru na jakość nasion rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII (1): 85-94.
- Tys J., Szwed G., Strobel W. 1999. Wpływ zanieczyszczeń na cechy jakościowe przechowywanych nasion rzepaku. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (2): 487-493.
- Tys J., Szwed G., Strobel W. 2000. Wartość technologiczna nasion rzepaku uzależniona od technologii zbioru i warunków przechowywania. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (1): 135-144.
- Tys J., Rybacki R. 2001. Rzepak – jakość nasion. Procesy zbioru, suszenia, przechowywania. *Acta Agrophysica*, Monografia 44.
- Vašák J., Zukalová H., Sova A. V. 1999. Nowe technologie produkcji rzepaku ozimego (*Brassica napus* L. var. *napus*). *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (2): 453-458.
- Vessby B. 1994. Implications of long-chain fatty acid studies. *INFORM*, 5 (2): 182-185.
- Wałkowski T. 2001. Wpływ terminu i gęstości wysiewu na plony rzepaku jarego odmiany populacyjnej Star i mieszańca złożonego Margo. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXII (2): 409-422.
- Wałkowski T. 2002. Rzepak jary. Wydanie I. IHAR Poznań.
- Wałkowski T., Bartkowiak-Broda I., Korbas M., Mrówczyński M., Paradowski A. 2003. Rzepak ozimy. IHAR Poznań.

- Wałkowski T., Ladek A. 1999. Wpływ dwóch sposobów zbioru rzepaku ozimego na plony nasion i ich jakość na podstawie analizy danych produkcyjnych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (2): 471-485.
- Ward K., Scarth R., Daun J.K., Thorsteinson C.T. 1994a. Characterization of chlorophyll pigments in ripening canola seed (*Brassica napus*). *JAOCS*, 71 (12): 1327-1331.
- Ward K., Scarth R., Daun J.K., Thorsteinson C.T. 1994b. Effects of processing and storage on chlorophyll derivatives in commercially extracted canola oil. *JAOCS*, 71 (8): 811-815.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 1998. Reakcja odmian rzepaku ozimego na wzrastające dawki azotu na glebach żyznych w Zielęcinie. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIX (2): 507-514.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 2000. Problemy nawożenia rzepaku siarką w Polsce i na świecie. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (2): 449-463.
- Wielebski F., Wójtowicz M., Horodyski A. 2002. Agrotechnika rzepaku ozimego w badaniach Zakładu Roślin Oleistych IHAR w Poznaniu. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII (1): 31-52.
- Wiślicki B., Krzyżanowski R., Pagowski Z. 1995. Oleje roślinne surowcem dla pro-ekologicznych paliw silnikowych i olejów smarowych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI (2): 323-331.
- Wójtowicz M., Krótka K., Wielebski F. 1993. Wpływ wiosennego nawożenia azotowego na plon, elementy plonotwórcze oraz jakość nasion rzepaku podwójnie ulepszanego. *Post. Nauk Roln.*, 6: 51-58.
- Wójtowicz M., Wielebski F. 1995. Wpływ wiosennego nawożenia azotem przy różnym uwilgotnieniu gleby na plon, elementy plonotwórcze i zawartość glukozydów w nasionach trzech odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI (1): 157-163.
- Wójtowicz M., Wielebski F. 2001. Wpływ podstawowych czynników agrotechnicznych na plonowanie i strukturę plonu mieszańców złożonych rzepaku ozimego. II. Reakcja odmian mieszańców złożonych rzepaku ozimego POH 495 POH 595 na termin siewu i wiosenne nawożenie azotowe. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXII (2): 381-396.
- Zadernowski R., Nowak-Polakowska H., Lossow B. 1993. Tłuszcz frakcji morfologicznych nasion rzepaku. *Postępy Nauk Rolniczych*, 6: 151-155.