

Jerzy Tys, Krzysztof Jankowski*

Instytut Agrofizyki PAN w Lublinie, * Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wpływ technologii uprawy i zbioru na jakość nasion rzepaku ozimego

Effect of method of growing and harvesting on seed quality of winter oilseeds rape

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, jakość nasion, technologia uprawy, sposób zbioru

Key words: winter oilseed rape, quality seeds, method of growing, method of harvesting

W pracy przedstawiono wpływ technologii uprawy, zróżnicowanej poziomem nakładów i sposobem zbioru, na właściwości fizykochemiczne i mechaniczne nasion rzepaku ozimego. W ocenie wartości technologicznej nasion uwzględniono: MTN, zawartość tłuszczu surowego, białka ogólnego i chlorofilu, liczbę kwasową, liczbę nadtlenkową oraz test punktu olejowego. Technologia uprawy rzepaku ozimego nie różnicowała w sposób istotny zawartości tłuszczu surowego w nasionach (zaolejenie nasion sięgało poziomu 40,0–40,9% s.m.). Rodzaj technologii uprawy wpływał w sposób istotny na poziom syntezy białka ogólnego oraz chlorofilu. Wraz ze wzrostem intensywności technologii uprawy (nisko-, średnio- i wysokonakładowa) zwiększała się zawartość białka ogólnego o 1,6–1,8% s.m. i chlorofilu średnio 3-krotnie. Większe znaczenie w kształtowaniu jakości technologicznej nasion rzepaku ozimego miał ostatni element technologii uprawy – zbiór. Nasiona uzyskane ze zbioru jednoetapowego, niezależnie od technologii uprawy, zawierały o 0,2–0,8% s.m. więcej białka i 5-krotnie więcej chlorofilu. Wpływ technologii uprawy na cechy mechaniczne nasion, predysponujące je do długotrwałego składowania, był mniejszy niż samego sposobu zbioru. Nasiona zebrane metodą dwuetapową charakteryzowały się obniżoną odpornością mechaniczną (niższa maksymalna siła powodowała mechaniczne wyolejenie nasion), niż zbierane jednoetapowo.

In the paper the effects of methods of winter oilseed rape growing (of different level of inputs and methods of harvesting) on some features of seeds are presented. In the estimation of seeds the following properties were taken into consideration: weight of 1000 seeds, content of crude oil and crude protein, acid number, peroxide number and test of oil point. It was found that method of growing did not differentiate content of crude oil in winter oilseed rape seeds (this value ranged between 40.0 and 40.9 per cent of dry matter). Used method of seed production significantly affected the level of crude protein accumulation and chlorophyll content. Increase of intensity of inputs was accompanied with increase of total protein (by 1.6–1.8 per cent of dry matter) and of chlorophyll (3 fold more) contents. It was concluded that technological properties of winter oilseed rape was affected by harvesting method. When harvesting was performed with one-stage method seeds contained more protein by 0.2–0.8 per cent and 5 fold more chlorophyll. Method of winter rape growing affected physical properties of seed (which indicate ability of long lasting storage) at lower extend compared to effect caused by method of harvesting. Method of harvesting significantly affected mechanical resistance of seeds. Seeds harvested in two stages method showed reduced resistance (lower power caused oil extraction) compared to one stage harvesting.

Ackman (1990) opisując skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego, stwierdza, że jest on „idealną mieszaniną dla zdrowia, odżywiania i żywności”. To ważne, ponieważ struktura spożycia tłuszczów zmienia się bardzo szybko na rzecz tłuszczów roślinnych — w 2001 r. ich udział w ogólnym spożyciu tłuszczów w Polsce sięgał 66% (Rosiak i in. 2001). Wartość konsumpcyjna oleju rzepakowego jest zależna od jakości nasion, uwarunkowanej między innymi technologią ich produkcji.

Nasiona rzepaku ze względu na swój skład chemiczny i budowę anatomiczną są szczególnie wrażliwe na błędy popełniane w całym kompleksie zabiegów agrotechnicznych (Barszczak i in. 1994, Muśnicki i in. 1995, Jankowski i Budzyński 2000). Oprócz technologii uprawy istotne znaczenie dla jakości plonu ma również odpowiednia dojrzałość nasion oraz stopień ich uszkodzenia podczas zbioru (Fornal i in. 1994, Krygier i in. 2000).

O wartości technologicznej i żywieniowej nasion rzepaku decyduje ich skład chemiczny, zwłaszcza zawartość składników podstawowych i substancji antyżywniowych. Procesy biochemiczne w nasionach rzepaku ozimego (biosynteza białka, tłuszczu, glukozyolanów, etc.) szczególnie intensywnie przebiegają w okresie dojrzewania roślin. Dlatego też istotne dla jakości nasion są właściwy termin i metoda zbioru, decydujące o stopniu dojrzałości nasion (Centkowski i in. 1989, Kozłowska i in. 1988). Dojrzałość nasion determinuje m.in. zawartość chlorofilu, wartość liczby kwasowej i nadtlenkowej, a także decyduje o granicznym czasie bezpiecznego ich przechowywania (Szwed 2000, Tys 1997).

Niewłaściwy okres zbioru sprawia, że oprócz nierównomiernej dojrzałości nasiona mają również wysoką wilgotność, stąd potrzeba szczególnej staranności przy ich dosuszaniu i składowaniu. W przeciwnym razie dochodzi do porażenia nasion przez mikroorganizmy, co w konsekwencji prowadzi do niekontrolowanego wzrostu wilgotności nasion, samozagrzewania i zbrylania (Tys i in. 1998). Te niekorzystne procesy zachodzą szczególnie intensywnie w nasionach niedojrzałych. Z tych powodów istnieje potrzeba stałego monitorowania tych właściwości nasion, które decydują o ich wartości technologicznej i możliwości długotrwałego składowania (Tys i in. 1998).

Celem podjętych badań było określenie zmian zachodzących w podstawowym składzie chemicznym nasion oraz ich właściwościach mechanicznych w zależności od stosowanej technologii uprawy i zbioru.

Material i metody

Nasiona rzepaku odmiany Lisek pochodzą ze ścisłego doświadczenia polowego realizowanego w sezonie wegetacyjnym 2000/2001 na polach doświadczalnych Zakładu Produkcyjno-Doświadczalnego w Bałcynach, należącego do UWM w Olsztynie. Doświadczenie założono wg następującego schematu:

Czynnik I — technologia uprawy

Ogniwo agrotechniki <i>Agronomical practise</i>	Technologia uprawy — <i>Method of growing</i>		
	wysokonakładowa <i>high inputs (A)</i>	średnionakładowa <i>medium inputs (B)</i>	niskonakładowa <i>low inputs (C)</i>
Uprawa roli <i>Soil tillage</i>	klasyczna rozwinięta <i>standard enhanced</i>	klasyczna <i>standard</i>	uproszczona <i>simplified</i>
Siew (liczba nasion na 1 m ²) <i>Sowing (seeds per 1 m²)</i>	100	120	150
Regulacja zachwaszczenia <i>Weeding</i>	jesień <i>autumn</i> wiosna <i>spring</i>	jesień <i>autumn</i> wiosna <i>spring</i>	jesień <i>autumn</i> wiosna <i>spring</i>
Nawożenie doglebowe <i>Soil fertilization (kg-ha⁻¹)</i>	jesień <i>autumn</i> wiosna <i>spring</i>	jesień <i>autumn</i> wiosna <i>spring</i>	jesień <i>autumn</i> wiosna <i>spring</i>
Nawożenie dolistne <i>Foliar nutrition (kg-ha⁻¹)</i>	14 N; 0,5 B; 2 Mg; 4 S	7 N; 0,5 kg B	nie <i>none</i>
Ochrona przed szkodnikami <i>Pest control</i>	3 zabiegi <i>3 times</i>	2 zabiegi <i>2 times</i>	1 zabieg <i>1 time</i>
Ochrona przed chorobami <i>Disease control</i>	2 × Horizon 250 EW (tebukonazol) jesień i wiosna <i>2 times Horizon 250 EW (tebukonazol) autumn and spring</i>	1 × Horizon 250 EW (tebukonazol) wiosna <i>1 times Horizon 250 EW (tebukonazol) spring</i>	nie <i>none</i>

Czynnik II — sposób zbioru: (1) jednoetapowy, (2) dwuetapowy

Doświadczenie założono na glebie płowej, średniopylastej, wytworzonej na glinie lekkiej, klasy bonitacyjnej IIIa – kompleksu pszennego dobrego, o odczynie lekko kwaśnym. Zasobność gleby w fosfor była średnia, zaś w potas i magnez — wysoka. Przedplonem była pszenica ozima.

Rozwinięta, klasyczna uprawa roli obejmowała: podorywkę, głęboką orkę siewną (30 cm), dwukrotne bronowanie, przedśiewną uprawę agregatem i bronowanie posiewne. Uprawa klasyczna polegała na stalerzowaniu ścierniska, średnio-głębokiej orce (20 cm), jednokrotnym bronowaniu, przedśiewnej uprawie agregatem i bronowaniu posiewnym. Uprawa uproszczona polegała na stalerzowaniu i zabronowaniu ścierniska oraz wysiewie nasion siewnikiem przystosowanym do siewu bezpośredniego.

Nasiona odmiany Lisek wysiano w 2 dekadzie sierpnia, w 20 cm rozstawie rzędów, w ilości 100 (obiekt – „A”), 120 (obiekt – „B”) i 150 kielkujących nasion na 1 m² (obiekt – „C”).

Składniki nawozowe wprowadzono do gleby w formie stałej: mocznik (azot); superfosfat potrójny (fosfor), sól potasowa (potas) i siarczan amonu (siarka) w terminach i ilości zgodnej ze schematem doświadczenia. Tylko w obiekcie „C” jesienią (we wrześniu) azot aplikowano w formie wodnego (6%) roztworu mocznika. Nawożenie dolistne stosowano w formie wodnych roztworów Soluboru DF i mocznika (obiekty „A” i „B”) oraz siarczanu magnezu (obiekt „A”), łącznie z zabiegami przeciwko szkodnikom. Zabiegi plonochronne (ochrona przed szkodnikami, chwastami i chorobami) wykonano zgodnie ze schematem doświadczenia w terminach i dawkach zalecanych przez IOR w Poznaniu.

Rzepak ozimy przy zbiorze dwuetapowym koszono na pokosy (niezależnie od technologii produkcji) 19 lipca, zaś jednoetapowo zbierano 31 lipca (również niezależnie od technologii produkcji).

Zawartość podstawowych składników w nasionach rzepaku oznaczono zgodnie z przyjętymi metodami. Stabilność oleju oceniano zgodnie z Polskimi Normami oznaczając liczbę kwasową (PN-60/A-86921), nadtlenkową (PN-84/A-86918) oraz zawartość chlorofilu (BN 868050-30). Oceny właściwości mechanicznych dokonywano opierając się na metodzie opracowanej przez Fornalą (1994) oraz Sukumaran`a i Singh`a (1989). Pomiarów dokonano w pięciu niezależnych próbach dla każdego badanego parametru.

Wyniki badań

Wysokie koszty uprawy nasion rzepaku zmuszają producentów do stosowania uproszczeń redukujących poniesione nakłady. Z drugiej strony zakłady tłuszczowe są zainteresowane surowcem o najwyższych walorach użytkowych. Podjęte badania są próbą odpowiedzi na pytanie, w jakim stopniu stosowane uproszczenia

modyfikują te cechy jakościowe nasion, które są odpowiedzialne zarówno za podstawowy skład chemiczny nasion, jak i ich przydatność do długotrwałego składowania.

Zastosowana technologia uprawy (wysoko-, średnio- i niskonakładowa), jak i sposoby zbioru (jedno-, dwuetapowy) nie wpłynęły istotnie na zawartość tłuszczu surowego. Ten parametr wykazywał dużą stabilność (zawartość oleju surowego wynosiła 40,0–40,9% s.m.) (tab. 1).

Tabela 1
Wpływ technologii uprawy i zbioru na zawartość tłuszczu [% s.m.] w nasionach rzepaku
The effect of method of growing and harvesting on oil content in oilseed rape [per cent of dry matter]

Sposób zbioru <i>Harvesting method</i>	Technologia uprawy — <i>Method of growing</i>		
	wysokonakładowa <i>high inputs</i>	średnionakładowa <i>medium inputs</i>	niskonakładowa <i>low inputs</i>
Jednoetapowy <i>One stage</i>	40,0 ^a	40,7 ^a	40,8 ^a
Dwuetapowy <i>Two stage</i>	40,2 ^a	40,7 ^a	40,9 ^a

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie
Values marked with different letters differ significantly

Tabela 2
Wpływ technologii uprawy i zbioru na zawartość białka [% s.m.] w nasionach rzepaku
The effects of method of growing production and harvesting on crude protein content in oilseed rape (per cent of dry matter)

Sposób zbioru <i>Harvesting method</i>	Technologia uprawy — <i>Method of growing</i>		
	wysokonakładowa <i>high inputs</i>	średnionakładowa <i>medium inputs</i>	niskonakładowa <i>low inputs</i>
Jednoetapowy <i>One stage</i>	24,0 ^a	22,7 ^c	22,2 ^c
Dwuetapowy <i>Two stage</i>	23,2 ^b	22,5 ^c	21,6 ^d

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie
Values marked with different letters differ significantly

W większym stopniu badane elementy technologii produkcji nasion rzepaku ozimego wpłynęły na zawartość białka ogólnego (tab. 2). Zawartość białka malała w miarę upraszczania technologii uprawy. Najwyższą zawartość białka stwierdzono w technologii wysokonakładowej obejmującej: uprawę klasyczną, nawożenie NPKS na poziomie 240, 80, 150, 90 i pełną ochronę przed agrofagami

(24,0% białka — zbiór jednoetapowy i 23,2% — zbiór dwuetapowy). Najniższą zawartość białka w nasionach stwierdzono przy technologii niskonakładowej (odpowiednio 22,4 i 21,9%). Niezależnie od rodzaju zastosowanej technologii uprawy rzepaku, zbiór dwuetapowy wpływał ujemnie na zawartość białka surowego w nasionach. Dotyczyło to szczególnie technologii wysoko- i niskonakładowej, nie ujawniło się natomiast w technologii średnionakładowej.

Zawartość chlorofilu w nasionach podobnie jak i w przypadku zawartości białka, była istotnie różnicowana technologią uprawy i sposobem zbioru (tab. 3). Wzrost nakładów na technologię uprawy (nawożenie, ochrona, uprawa roli) powodował średnio 3-krotny wzrost zawartości chlorofilu w nasionach rzepaku ozimego. Zakres zawartości chlorofilu w nasionach wynosił od 0,1 do 2,4 (zbiór dwuetapowy) i od 5,0 do 12,4 mg/kg (zbiór jednoetapowy — tab. 3). Stwierdzona wyższa ilość chlorofilu w nasionach zbieranych metodą jednoetapową jest w pewnej sprzeczności do wyników cytowanych w innych pracach, gdzie porównywano oba sposoby zbioru (Tys 1997). Jednak taka sytuacja może wystąpić, bowiem zawartość chlorofilu w nasionach jest uzależniona przede wszystkim od terminu zbioru. Zbyt wczesny zbiór jednoetapowy może więc powodować wyższą zawartość chlorofilu w nasionach, podobnie jak i zbyt wczesne koszenie roślin na pokosy w przypadku zbioru dwuetapowego. Wyższa ilość chlorofilu w nasionach pochodzących z poletek, na których zastosowano wyższe nawożenie jest również uzasadniona, bowiem w tych przypadkach następowało opóźnione dojrzewanie łanu. O przedłużeniu wegetacji na poletkach, gdzie stosowana była technologia wysokonakładowa, świadczy również wysoka zawartość białka w nasionach. Wyższa zawartość chlorofilu i białka w nasionach to atrybuty nasion o niepełnej dojrzałości.

Tabela 3

Wpływ technologii uprawy i zbioru na zawartość chlorofilu [mg/kg] w nasionach rzepaku
The effects of method of growing and harvesting on chlorophyll content in oilseed rape [mg per kg]

Sposób zbioru <i>Harvesting method</i>	Technologia uprawy — <i>Method of growing</i>		
	wysokonakładowa <i>high inputs</i>	średnionakładowa <i>medium inputs</i>	niskonakładowa <i>low inputs</i>
Jednoetapowy <i>One stage</i>	12,4 ^a	10,9 ^b	5,0 ^c
Dwuetapowy <i>Two stage</i>	2,4 ^d	3,0 ^d	0,1 ^e

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie
Values marked with different letters differ significantly

Technologie produkcji rzepaku (poziom nakładów i sposób zbioru) nie wpływały istotnie na masę 1000 nasion (tab. 4).

Tabela 4

Wpływ technologii uprawy i zbioru na MTN [g]
The effects of method of growing and harvesting on 1000 seeds weight of oilseed rape [g]

Sposób zbioru <i>Harvesting method</i>	Technologia uprawy — <i>Method of growing</i>		
	wysokonakładowa <i>high inputs</i>	średnionakładowa <i>medium inputs</i>	niskonakładowa <i>low inputs</i>
Jednoetapowy <i>One stage</i>	4,9 ^a	4,9 ^a	4,8 ^a
Dwuetapowy <i>Two stage</i>	4,8 ^a	5,0 ^a	4,9 ^a

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie
Values marked with different letters differ significantly

Badając stabilność oleju stwierdzono, że zarówno liczba kwasowa (LK), jak i liczba nadtlenkowa (LN) wykazywała najniższe wartości przy technologii średnionakładowej (tab. 5, 6). W niektórych kombinacjach zanotowano również różnice pomiędzy zbiorem jedno- a dwuetapowym. Najwyższe wartości zarówno LK, jak i LN wystąpiły w nasionach pochodzących z technologii niskonakładowej, zbiór dwuetapowy. Może to świadczyć o rozpoczętym procesie kiełkowania nasion — dwuetapowy zbiór prowokuje przedwczesne kiełkowanie (w roku 2001 problem kiełkujących nasion dotyczył wielu plantacji).

Tabela 5

Wpływ technologii uprawy i zbioru na wartość liczby kwasowej [mg KOH/g] w nasionach rzepaku — *The effects of method of growing and harvesting on the value of acid number [mg KOH per g] in oilseed rape*

Sposób zbioru <i>Harvesting method</i>	Technologia uprawy — <i>Method of growing</i>		
	wysokonakładowa <i>high inputs</i>	średnionakładowa <i>medium inputs</i>	niskonakładowa <i>low inputs</i>
Jednoetapowy <i>One stage</i>	0,2 ^a	0,2 ^a	0,3 ^a
Dwuetapowy <i>Two stage</i>	0,9 ^b	0,2 ^a	1,1 ^b

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie
Values marked with different letters differ significantly

Wpływ technologii uprawy na cechy mechaniczne nasion predysponujące je do długoterminowego składowania był mniejszy niż wpływ samego sposobu zbioru. Przeprowadzona ocena właściwości mechanicznych nasion (maksymalne naprężenie niezbędne do wyolejenia nasion) wykazała, iż wyolejenie nasion zbiera-

nych dwuetapowo następowało przy użyciu istotnie mniejszej siły (13,4–13,7 MPa) niż zbieranych jednoetapowo (15,3–15,6 Mpa) (tab. 7). Niższe wartości naprężenia niezbędnego do wyolejenia wskazują, że takie nasiona są bardziej narażone na zlegiwanie, zbrylanie i samozagrzewanie. Tak więc nasiona zbierane metodą dwuetapową wykazywały znacznie gorszą przydatność do długoterminowego składowania w silosach pod dużym obciążeniem.

Tabela 6

Wpływ technologii uprawy i zbioru na wartość liczby nadtlenkowej [mmole O/kg] w nasionach rzepaku — *The effects of method of growing and harvesting on value of peroxide number [mmol O per kg] in oilseed rape*

Sposób zbioru <i>Harvesting method</i>	Technologia uprawy — <i>Method of growing</i>		
	wysokonakładowa <i>high inputs</i>	średnionakładowa <i>medium inputs</i>	niskonakładowa <i>low inputs</i>
Jednoetapowy <i>One stage</i>	0,9 ^b	0,1 ^a	0,5 ^{ab}
Dwuetapowy <i>Two stage</i>	1,0 ^b	0,8 ^b	1,5 ^c

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie
Values marked with different letters differ significantly

Tabela 7

Wpływ technologii uprawy i zbioru na wartość maksymalnego naprężenia [MPa] niezbędnego do wyolejenia nasion rzepaku — *The effects of method of growing and harvesting on value of maximal pressure necessary to taking oil from oilseed rape [MPa]*

Sposób zbioru <i>Harvesting method</i>	Technologia uprawy — <i>Method of growing</i>		
	wysokonakładowa <i>high inputs</i>	średnionakładowa <i>medium inputs</i>	niskonakładowa <i>low inputs</i>
Jednoetapowy <i>One stage</i>	15,6 ^a	15,4 ^a	15,3 ^a
Dwuetapowy <i>Two stage</i>	13,7 ^b	13,5 ^b	13,4 ^b

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie
Values marked with different letters differ significantly

Wnioski

1. Intensywne nakłady na uprawę (nawożenie, ochronę, przygotowanie roli) wyraźnie zwiększały (średnio o ok. 1,6–1,8%) zawartość białka w nasionach rzepaku, powodując jednak trzykrotny wzrost zawartości chlorofilu. Wpływ technologii uprawy na zawartość tłuszczu był mały.
2. Zbiór jednoetapowy zwiększał zawartość białka i chlorofilu w nasionach. Ten sposób zbioru wpływał korzystnie na takie wyróżniki jakości oleju jak liczba kwasowa i nadtlenkowa (zmniejszając ich wartości liczbowe).
3. Wpływ technologii uprawy na cechy mechaniczne nasion predysponujące je do długoterminowego składowania był mniejszy niż wpływ samego sposobu zbioru. Zbiór dwuetapowy pogarszał parametry mechaniczne nasion do ich składowania gdyż wyolejenie następowało pod wpływem mniejszej siły, ułatwia to jednak tłoczenie oleju z nasion.

Conclusions

1. High inputs for winter oilseed rape cultivation (fertilization, crop protection and soil tillage) significantly (average by 1.6–1.8 per cent) increased crude protein content in seeds as well increased three times chlorophyll content. The effect of growing method on oil content was low.
2. One stage harvesting increased contents of protein and chlorophyll in seeds. This method also favourably affected the following parameters of oil quality: acid number and peroxide number.
3. The effects of growing method on physical properties of the seed (which indicate ability of long lasting storage) were lower comparing to method of harvesting. Two stages harvesting adversely affected storing ability of seeds because oil expression was caused by lower power, but this feature made oil crushing was easier

Literatura

- Ackman R.G. 1990. Canola fatty acids – an ideal mixture for health, nutrition and food use. Chapter 6 in Canola and Rapeseed. Production, Chemistry, Nutrition and Processing Technology. Ed. F. Shahidi. Published by Van Nostrand Reinhold, New York: 81-98.

- Barszczak Z., Barszczak T., Kasjanowicz W. 1994. Wpływ okresowej suszy i dawek azotu na plony i skład chemiczny nasion odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, XV, 1: 9-16.
- Cenkowski S., Sokhansoni S., Sosulski F.W. 1989. The effect of drying temperature on green colour and chlorophyll content of canola seed. *Can. Inst. Food Sci. Technol.*, I, Vol. 22, No 4: 383-386.
- Fornal J., Sadowska J., Jaroch R., Kaczyńska B., Winnicki T. 1994. Effect of drying of rapeseeds on their mechanical properties and technological usability. *International Agrophysics*, 8 (2): 215-224.
- Jankowski K., Budzyński W. 2000. Wpływ sposobu wiosennego nawożenia azotem na plonowanie i energochłonność uprawy rzepaku ozimego. Cz. 1. Wysokość i jakość plonu nasion. *Rośliny Oleiste*, XXI (2): 429-438.
- Kozłowska H., Nowak H., Zadernowski R. 1988. Rapeseed hulls fat characteristics. *Fat Sci. Technol.* 6: 216-219.
- Krygier K., Wroniak M., Grzeskiewicz S. 2000. Badanie wpływu zawartości nasion uszkodzonych na jakość oleju rzepakowego tłoczonego na zimno. *Rośliny Oleiste*, XXI (2): 587-596.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1995. Jakość nasion rzepaku w zależności od intensywności ochrony roślin przed szkodnikami. *Rośliny Oleiste*, XVI (1): 209-216.
- Rosiak E., Bielecki J., Burakiewicz J., Dzwonkowski W., Wąsiewicz E., Zdziarska T. 2001. Rynek rzepaku – stan i perspektywy. *Raporty Rynkowe MriRW, ARR, IERiGŻ*, 19.
- Sukumaran R.C., Singh B.P.N. 1989. Compression of bed of rapeseeds: The oil – point. *J. Agric. Eng. Res.*, 42: 77-84.
- Szwed G. 2000. Kształtowanie fizycznych i technologicznych cech nasion rzepaku w modelowanych warunkach przechowywania. *Acta Agrophysica*, 27.
- Tys J. 1997. Czynniki kształtujące właściwości agrofizyczne rzepaku. *Acta Agrophysica*, 6.
- Tys J., Szwed G., Strobel W. 1998. Influence of storage conditions on behaviour of rapeseeds in bulk. *Operations on granular materials. Proceedings of the Seminar IA PAN, Lublin*: 55-58.