

Magdalena Kluza-Wieloch, Czesław Muśnicki*

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu,
Katedra Botaniki, * Katedra Uprawy Roli i Roślin

Dynamika zmian jakościowych niełupek słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus* L.) w trakcie ich dojrzewania

Dynamics of qualitative changes of achenes in common sunflower (*Helianthus annuus* L.) during their ripening

Słowa kluczowe: słonecznik, dojrzewanie, jakość niełupek

W Stacji Doświadczalnej w Przybrodzie należącej do Akademii Rolniczej w Poznaniu, w latach 1998–2001 prowadzono badania nad dwoma typami odmian oleistych form słonecznika zwyczajnego. Owoce do analiz laboratoryjnych pobierano co 7 dni. Pierwszy zbiór miał miejsce tydzień po zakwitnięciu, a ostatni w chwili osiągnięcia dojrzałości pełnej. Metodami standardowymi określano zawartość tłuszczu, białka, włókna i popiołu. Pozostałe związki określone zostały jako bezazotowe wyciągowe.

Największą dynamikę zmian w zawartości badanych związków zaobserwowano pomiędzy pierwszym a trzecim tygodniem od zakwitania. Owoce mieszańca liniowego Coril zawierały najwięcej tłuszczu i białka, a najmniej włókna bez względu na warunki środowiskowe. Niełupki odmiany Frankosol charakteryzowały się odwrotnymi wartościami tych związków. Zawartość popiołu i związków bezazotowych wyciągowych wykazywała minimalne różnice między odmianami.

Key words: sunflower, ripening, achenes quality

Studies on two cultivar types of oilseed forms of common sunflower were conducted in the years 1998–2001 at the Przybroda Experimental Station of the Agricultural University of Poznań. Sunflowers were sown annually at a constant density of 50 thousand/ha and fertilized with a constant dose of nitrogen fertilizer (60 kg/ha). Soil conditions and weather factors were the only variables. Fruits for laboratory analyses were collected every 7 days. They were collected for the first time a week after blooming and the last time at full ripeness. Standard methods were used to determine fat, protein, fiber and ash contents. The other compounds were defined as nitrogen-free extract.

Dynamics of changes in fat content was similar in all the 4 years of the study. In the analyzed cultivars its content increased from the 1st to the 3rd week after blooming. Between the 3rd and 5th date of harvest it increased less intensively. Between the first and the last date of achene collection the increase in the content of protein was slight. The highest amount of protein, markedly bigger than in the other years, was found for fruits in 2000.

Fiber content in the achenes was decreasing almost linearly up to the 5th week after blooming. The percentage of this component varied most in the years 1998 and 2001. In each season ash content varied only slightly and stabilized in the 4th week after blooming. Fruits in 2000 contained the highest amount of ash, irrespective of the sample collection date. Nitrogen-free extract content tended

to decrease in dry matter of achenes along with their ripening. The percentage of this compound changed the slightest in the first year of the study, while the fluctuation was the biggest in the last vegetation season.

Fruits of interline hybrid Coril contained the biggest amounts of fat and protein, while Frankasol contained the lowest amounts. Achenes of the latter cultivar contained the highest amounts of fiber, whereas the lowest were found for Coril. Differences in contents of ash and nitrogen-free extract between cultivars were minimal.

Wstęp

Pierwsze wzmianki na temat introdukcji słonecznika w Europie pochodzą z Hiszpanii z roku 1510. Jednakże, prawie aż do końca XVIII wieku, roślina ta miała przede wszystkim charakter ozdobny, a w mniejszym zakresie jadalny (Nowiński 1970). Jako forma oleista, do uprawy na większą skalę słonecznik został wprowadzony w pierwszej połowie XIX wieku (Gonet 1976). Najstarsze polskie informacje dotyczące tej rośliny pochodzą z okresu dwudziestolecia międzywojennego (Kraśńska 1928), a pierwsze próby wprowadzenia jej do uprawy opisał Moldenhawer (1948).

Oleiste formy słonecznika wytwarzają surowiec, wykorzystywany do produkcji olejów jadalnych i margaryn (Ziemiański i Budzyńska-Topolewska 1991). Olej pozyskiwany z tłoczenia całych niełupek ma ciemne zabarwienie, ponieważ rozpuszczone są w nim barwniki zawarte w okrywie owocowej. Wysokiej jakości tłuszcz można uzyskać jedynie z owoców obłuskiwanych (Mieszkalski i in. 1996).

Celem niniejszego opracowania było dopełnienie badań jakie przeprowadzono nad zmianami ilościowymi w trakcie dojrzewania niełupek (Kluza-Wieloch i Muśnicki 2005). Mimo bardzo dużej ilości doniesień dotyczących zawartości tłuszczu w owocach, napotkano tylko około 10 prac, w których autorzy podjęli się analizy zmian udziału tego i innych związków w trakcie kształtowania się niełupek. Ponadto autorzy opracowania starali się również sprawdzić hipotezę, że mieszańce liniowe wytwarzają surowiec bardziej jednolity pod względem jakościowym niż odmiany populacyjne (Fick i Swallers 1972, Pirani 1980, Maruthi i in. 1998).

Material i metody

W Stacji Doświadczalnej w Przybrodzie, należącej do Akademii Rolniczej w Poznaniu, w latach 1998–2001 prowadzono badania nad dwoma typami odmian oleistych form słonecznika zwyczajnego. W doświadczeniu wykorzystano jedną odmianę populacyjną — Wielkopolski i dwa mieszańce liniowe: Frankasol i Coril. Każdego roku słoneczniki wysiewano w stałym zagęszczeniu (50 tys. niełupek/ha) i nawożono stałą dawką nawozu azotowego (60 kg/ha). Zmiennymi były jedynie warunki glebowe, przedplon i czynniki meteorologiczne. Dokładny opis warunków

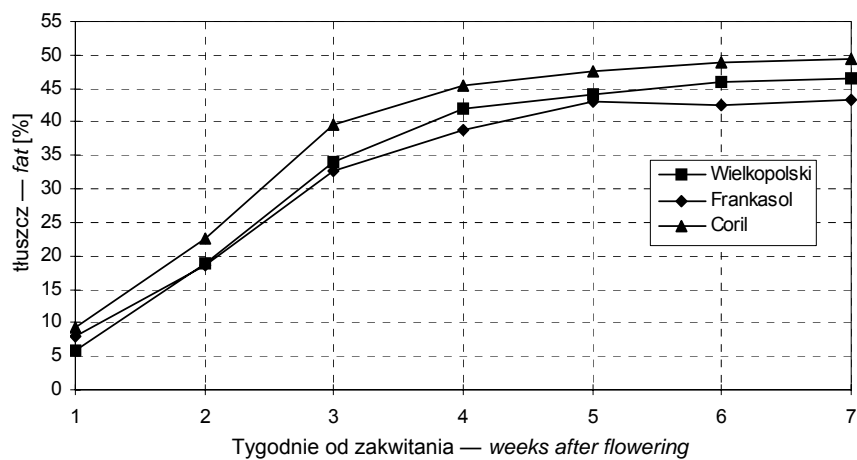
glebowych i pogodowych zamieszczono w czasopiśmie *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, tom XXVI (2), strona 350–351, w pierwszej części artykułu, dotyczącej zmian ilościowych zachodzących w trakcie dojrzewania owoców (Kluza-Wieloch i Muśnicki 2005).

Owoce do analiz laboratoryjnych pobierano z zewnętrznej partii koszyczka w odstępach siedmiodniowych, przez 5–8 tygodni, z 10 osobników z dwóch powtórzeń polowych dla każdej odmiany. Pierwsza próba zebrana była tydzień po zakwitnięciu tej partii koszyczka, a ostatnia w chwili osiągnięcia dojrzałości pełnej. Niełupki mieszańców zawsze pobierano o tydzień później niż słonecznika populacyjnego, który zakwitał wcześniej. W roku 1999 pierwsze owoce mieszańca Frankasol zostały zebrane nawet dwa tygodnie później niż odmiana Wielkopolski. W pierwszym roku doświadczenia pobieranie prób zakończono w 6. tygodniu od początku kwitnienia, podczas gdy w pozostałych latach pobierano je przez 7 tygodni. W ciągu czterech lat metodami standardowymi oznaczano zawartość tłuszczu, białka oraz włókna i popiołu (białko za pomocą metody Kjeldahla, tłuszcz — metodą Soxhleta, włókno — klasyczną metodą Weendego i popiół — spalając materiał przez 4 godziny w temperaturze 550°C). Pozostałe związki określone zostały jako bezazotowe wyciągowe.

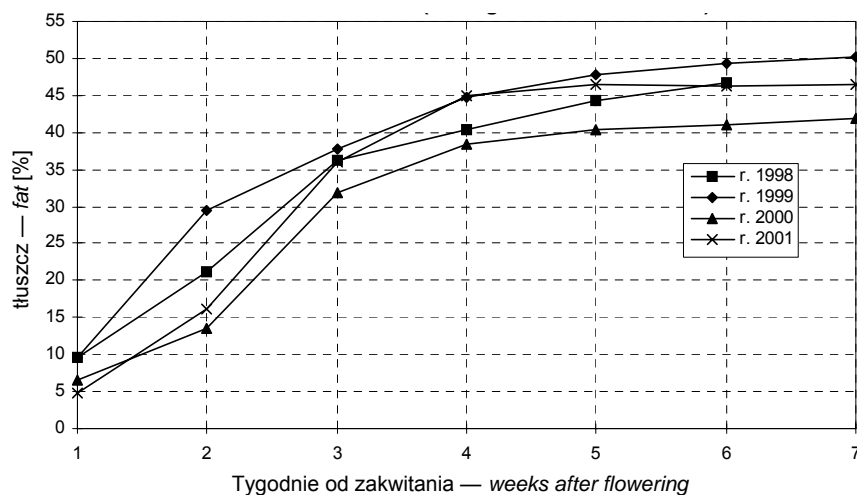
Wyniki

Zawartość tłuszczu u ocenianych odmian, we wszystkich czterech latach badań, wyraźnie wzrastała od 1. do 3. tygodnia od początku kwitnienia. Między 3. a 5. terminem pobrania niełupek wzrost ten następował mniej intensywnie. Na tydzień przed dojrzałością techniczną udział oleju w niełupkach ustabilizował się. W ciągu czterech lat badań najwięcej tłuszczu zawierał mieszaniec liniowy Coril, a najmniej było go u odmiany mieszańcowej Frankasol (rys. 1). Wszystkie oceniane odmiany miały najbogatsze w olej owoce w roku 1999, a najuboższe w 2000 roku. Dynamika zmian zawartości tłuszczu była podobna we wszystkich czterech latach badań (rys. 2).

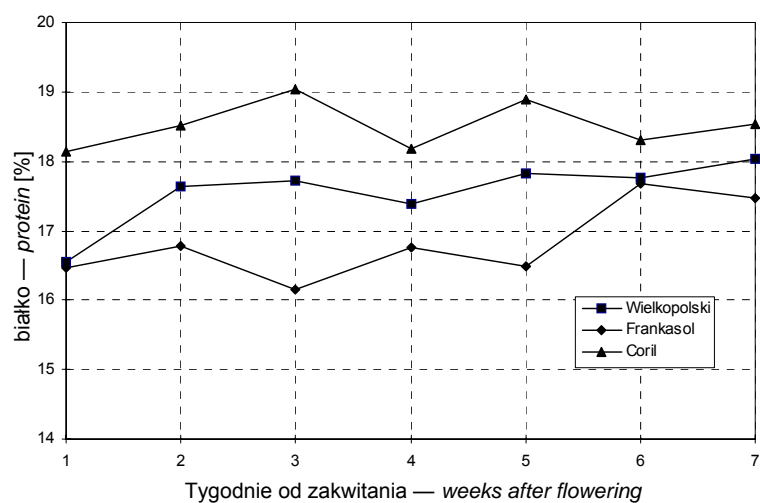
Zawartość białka ulegała mniejszym zmianom niż udział tłuszczu w owocach. Zawsze najmniej miała go odmiana mieszańcowa Frankasol, a najwięcej Coril. U tej ostatniej udział białka ulegał minimalnym wahaniom między pierwszym a końcowym terminem pobrania niełupek, podczas gdy u pozostałych odmian nieznacznie wzrastał (rys. 3). Największe zmiany w zawartości azotu zaobserwowano w roku 2000, a najmniejsze w 1998. Rok 2000 sprzyjał największemu nagromadzeniu białka w owocach, a najmniejszą jego ilość zaobserwowano sezon wcześniej (rys. 4). W poszczególnych latach badań, u każdej z odmian, zdarzało się tak, iż jednego roku jej niełupki zawierały na początku więcej białka niż przed samym zbiorem, a w następnym sezonie obserwowano zjawisko odwrotne.



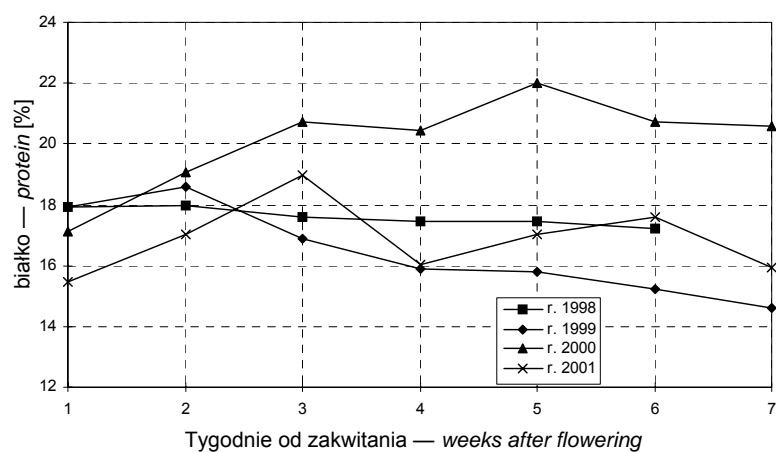
Rys. 1. Zmiany zawartości tłuszczu w czasie formowania i dojrzewania owoców 3 odmian słonecznika (średnie z lat 1998–2001) — *Changes of fat contents during formation and ripening of fruits of 3 sunflower cultivars (averages of 1998–2001 years)*



Rys. 2. Zmiany zawartości tłuszczu podczas formowania i dojrzewania owoców 3 odmian słonecznika (średnia dla 3 odmian) — *Changes of fat contents during formation and ripening of fruits of 3 sunflower cultivars (averages for three cultivars)*



Rys. 3. Zmiany zawartości białka w czasie formowania i dojrzewania owoców 3 odmian słonecznika (średnie z lat 1998–2001) — *Changes of protein contents during formation and ripening of fruits of 3 sunflower cultivars (averages of 1998–2001 years)*



Rys. 4. Zmiany zawartości białka podczas formowania i dojrzewania owoców 3 odmian słonecznika (średnie z 3 odmian) — *Changes of protein content during formation and ripening of fruits of 3 sunflower cultivars (averages for three cultivars)*

Zawartość włókna w niełupkach zmniejszała się prawie prostoliniowo do 5. tygodnia po zakwitaniu. Największy spadek udziału tego składnika miał miejsce pomiędzy 1. a 3. terminem pobierania owoców. Udział włókna w niełupkach był zawsze najmniejszy u odmiany mieszańcowej Coril, a największy u odmiany Frankasol (rys. 5). W latach 1999–2000 zaobserwowano najmniejsze zmiany udziału włókna w niełupkach. Największe jego zróżnicowanie odnotowano w roku 1998 i 2001, szczególnie w początkowej fazie 1–3 tygodnia dojrzewania owoców (rys. 6).

Zawartość popiołu w niełupkach niewiele różniła odmiany w czasie dojrzewania (rys. 7). Niezależnie od terminu pobierania prób najczęściej było go w roku 2000. W każdym sezonie udział popiołu nieznacznie malał i ustalił się w 4. tygodniu od zakwitania (rys. 8).

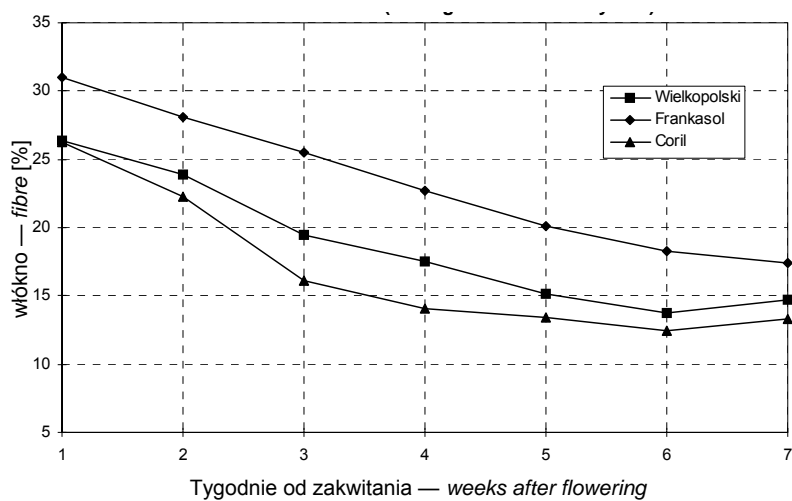
Zawartość związków bezazotowych wyciągowych u każdej z odmian miała skłonność do zmniejszania swojego udziału w suchej masie niełupki, w miarę ich dojrzewania. Cecha ta ustabilizowała się już w 4. tygodniu od zakwitania (rys. 9). Najmniej zmieniał się udział tego związku w pierwszym roku badań, a największym zróżnicowaniem cechował się on w ostatnim sezonie wegetacyjnym (rys. 10).

Dyskusja

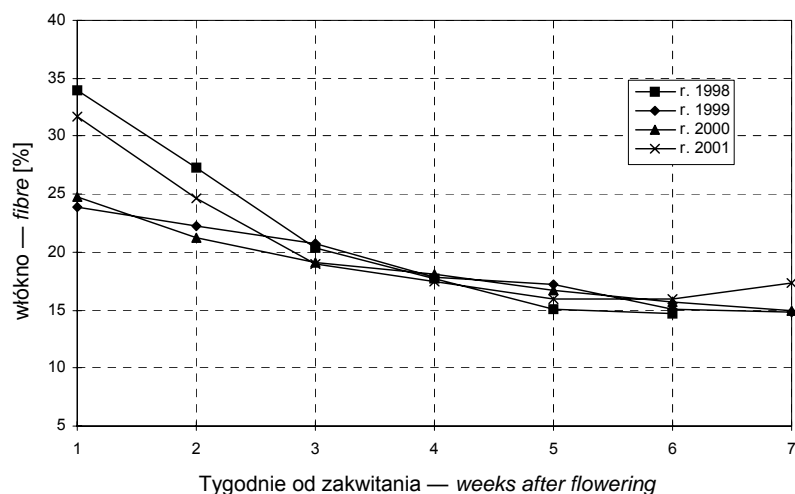
Autorzy prezentowanej publikacji badali także zmiany składu jakościowego dojrzałych niełupki z trzech różnych partii koszyczka (Kluza-Wieloch, Muśnicki 2004). W każdej z tych stref najczęściej tłuszczu, białka i popiołu zawierały również niełupki odmiany Coril. Natomiast owoce mieszańca Frankasol miały zazwyczaj najmniej tych substancji, a najczęściej włókna i związków bezazotowych wyciągowych. Dzięki przeprowadzonym analizom statystycznym można było stwierdzić, że odmiany mieszańcowe nie zawsze posiadały niełupki zawierające najbardziej wyrównany surowiec.

Według Federowskiej (1971) zawartość oleju w dojrzewających niełupkach, od fazy dojrzałości półtechnicznej do dojrzałości pełnej, wzrastała tylko o 6%. Skład jakościowy tłuszczu wyraźnie zmieniał się w tym czasie, zdecydowanie wzrastał udział kwasu linolowego. Triki i in. (1997) studiowali metabolizm lipogliceroli w różnych stadiach rozwoju owoców słonecznika. Trzy tygodnie po przekwitnięciu, w niełupkach ma miejsce optymalne stadium lipogenezy.

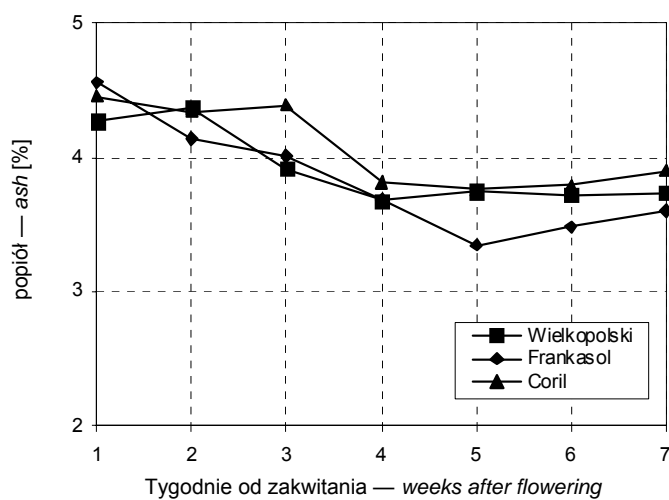
Picq i Abramovsky (1989) zauważyli, że zmniejszenie się zawartości oleju w niełupkach często pociągało za sobą wzrost udziału białka. Autorzy ci analizowali także tę wzajemną relację w trakcie dojrzewania owoców. Zawartość białka, podobnie jak w prezentowanej pracy, ustalała się już w pierwszym tygodniu po przekwitnięciu. Udział tłuszczu wzrastał wyraźnie do czwartego tygodnia. Autorzy oceniali również wpływ powierzchni liści w trakcie lipidogenezy na zawartość oleju w owocach. Wykazali, że ograniczenie powierzchni liści najbardziej zmniejsza



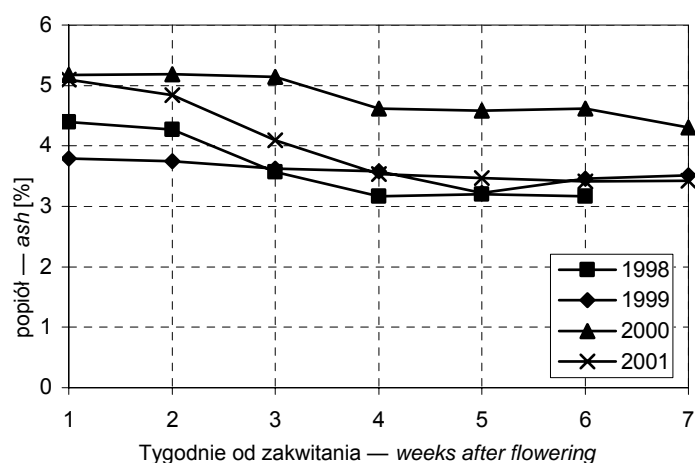
Rys. 5. Zmiany zawartości włókna w czasie formowania i dojrzewania owoców 3 odmian słonecznika (średnie z lat 1998–2001) — *Changes of fibre contents during formation and ripening of fruits of 3 sunflower cultivars (averages of 1998–2001 years)*



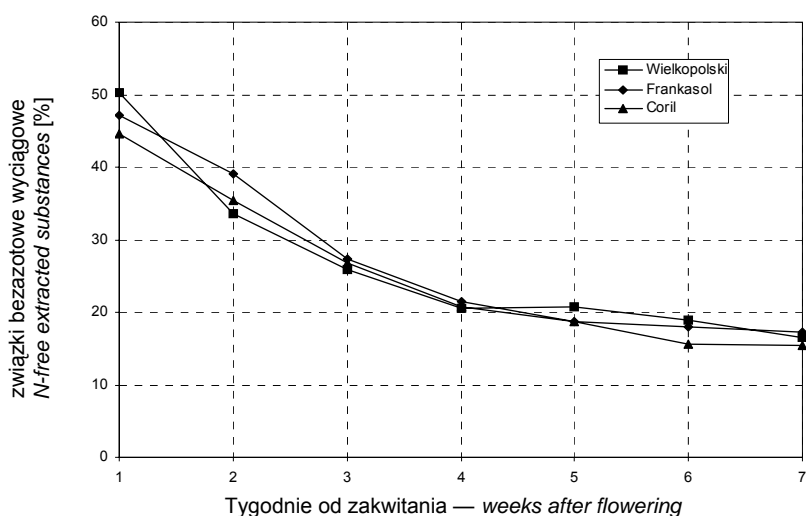
Rys. 6. Zmiany zawartości włókna podczas formowania i dojrzewania owoców 3 odmian słonecznika (średnie z 3 odmian) — *Changes of fibre content during formation and ripening of fruits of 3 sunflower cultivars (averages for three cultivars)*



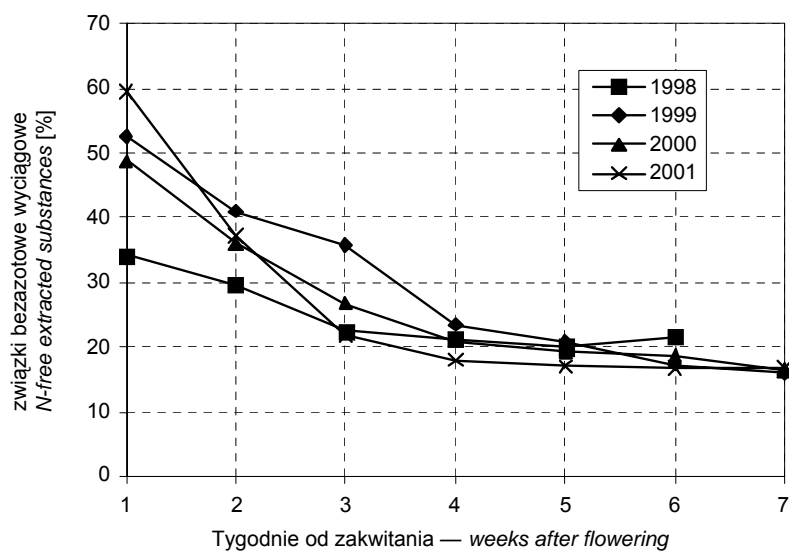
Rys. 7. Zmiany zawartości popiołu w czasie formowania i dojrzewania owoców 3 odmian słonecznika (średnie z lat 1998–2001) — *Changes of ash content during formation and ripening of fruits of 3 sunflower cultivars (averages of 1998–2001 years)*



Rys. 8. Zmiany zawartości popiołu podczas formowania i dojrzewania owoców 3 odmian słonecznika (średnie z 3 odmian) — *Changes of ash content during formation and ripening of fruits of 3 sunflower cultivars (averages for three cultivars)*



Rys. 9. Zmiany zawartości związków bezazotowych wyciągowych w czasie formowania i dojrzewania owoców 3 odmian słonecznika (średnie z lat 1998–2001) — *Changes of N-free extracted substances content during formation and ripening of fruits of 3 sunflower cultivars (averages of 1998–2001 years)*



Rys.10. Zmiany zawartości związków bezazotowych wyciągowych w czasie formowania i dojrzewania owoców 3 odmian słonecznika (średnia dla 3 odmian) — *Changes of N-free extracted substances content during formation and ripening of fruits of 3 sunflower cultivars (averages for three cultivars)*

szyło udział oleju w niełupkach odmiany Frankasol. Mała powierzchnia liści w czasie kwitnienia była też przyczyną zwiększenia ilości tego związku, a z kolei duża powodowała wzrost zawartości białka. Natomiast irygacja po kwitnieniu zwiększyła udział oleju na niekorzyść białka, lecz dodatkowe podanie azotu wywołało skutek odwrotny. Także Lencrerot i in. (1977) badali zawartość tych dwóch związków w owocach o różnym stopniu dojrzałości. Dodatkowym czynnikiem różnicującym było drugie podanie dawki azotu w czasie pąkowania roślin. Zwiększyło ono udział tłuszczu i białka, lecz w czasie dojrzewania owoców bardziej wzrastała zawartość oleju, co również zaobserwowano w doświadczeniu własnym. Jovanovic (1988) również prześledził zmiany w udziale tych dwóch związków. Niełupki pobierał co 10 dni, od 20. dnia po zakończeniu kwitnienia, aż do uzyskania dojrzałości fizjologicznej. Zawartość tłuszczu ustalała się około 30. dnia, potem wzrastała jedynie minimalnie, co też zaobserwowali autorzy niniejszej publikacji. Koncentracja białka zwiększała się do 40. dnia. Maeda i in. (1987) pobierali kształtujące się owoce od 10. do 40. dnia po przekwitnięciu. Największy wzrost zawartości oleju, tak jak również wykazały prezentowane doświadczenia, miał miejsce między 10. a 20. dniem po kwitnieniu. Od początku do końca prowadzenia badań zwiększył się on z 2,2 do 46,4%.

Dorrell (1978) badał wpływ terminu zbioru na koncentrację oleju i kwasów tłuszczowych w formujących się owocach, przed osiągnięciem pełnej ich dojrzałości. Autor pobierał niełupki z dwóch odmian populacyjnych co 7 dni, w pierwszym roku począwszy od 21. dnia po kwitnieniu do 49., a w drugim od 7. do 27. oraz w 49. dniu. Udział oleju w niełupkach niewiele zmieniał się w pierwszych dniach, a wyraźnie zwiększał się około 21. dnia. Autor ten uzyskał zmienne wyniki w latach badań. W pierwszym roku zawartość tłuszczu była największa pomiędzy 28. a 35. dniem, natomiast w następnym sezonie dopiero na końcu analiz. Cały czas spadała proporcja między kwasem palmitynowym a innymi. Kaffka i in. (1982) prowadzili próby określenia zawartości oleju, białka i włókna w nasionach słonecznika za pomocą technik NIRS. Współczynnik korelacji między metodą klasyczną a tą techniką wynosił dla wyżej wymienionych związków 0,99. Niełupki różnych odmian, zbierane w innych fazach dojrzałości, zawierały 12,4–35,3% białka, 1,4–54,6% tłuszczu i 3,8–30,0% włókna. Mundstock i Mundstock (1988a) zaobserwowali, że wypełnianie owoców trwało 21–40 dni, z największą częstotliwością między 23–29 dobą po przekwitnięciu, co zostało też zaobserwowane w doświadczeniach własnych. Ci sami autorzy w innej pracy (Mundstock i Mundstock 1988b) stwierdzili, że gromadzenie związków w kształtujących się niełupkach przebiegało 21–37 dni, w zależności od roku badań i rodzaju odmiany. Vasiliev (1990) wykazał, że w miarę dojrzewania owoców ilość oleju stabilizowała się około 30–35 dnia po przekwitnięciu.

Podsumowanie

1. Największą dynamikę zmian w zawartości badanych związków zaobserwowano pomiędzy pierwszym a trzecim tygodniem od zakwitania.
2. Owoce mieszańca liniowego Coril zawierały zawsze najwięcej tłuszczu i białka, a najmniej włókna. Niełupki odmiany Frankasol charakteryzowały się najmniejszą zawartością białka i tłuszczu, a największą włókna. Zawartość popiołu i związków bezazotowych wyciągowych wykazywała minimalne różnice między odmianami.
3. Dynamika zmian zawartości tłuszczu była największa w drugim roku badań. Zdecydowanie najwięcej białka, a także popiołu zawierały owoce w roku 2000. Udział włókna oraz związków bezazotowych wyciągowych kształtował się podobnie we wszystkich czterech latach badań.
4. Pomędzy pierwszym, a ostatnim terminem pobrania niełupek zawartość białka ulegała mniejszym zmianom niż udział tłuszczu w owocach. Zawartość włókna oraz związków bezazotowych wyciągowych spadała prawie prostoliniowo do 5. tygodnia po zakwitaniu. Udział popiołu miał skłonność do zmniejszania swej wartości w suchej masie niełupek, w trakcie ich dojrzewania.
5. Nie zaobserwowano ścisłej współzależności pomiędzy wzrostem zawartości tłuszczu w owocach a zmniejszaniem się w nich udziału białka. Jednakże w najbardziej suchym roku 1999 niełupki zawierały najwięcej tłuszczu, a najmniej białka. Zmienne warunki glebowe (w roku 1998) nie oddziaływały zasadniczo na skład chemiczny owoców.

Literatura

- Dorrell D.G. 1978. Concentrations of chlorogenic acid, oil, and fatty acids in developing sunflower seeds. *Crop Sci.*, 18 (4): 667-670.
- Federowska B. 1971. Wpływ stopnia dojrzałości słonecznika oleistego na właściwości techniczne i technologiczne niełupek. Część I. *Hod. Rośl., Aklim. Nasienn.*, 15 (6): 559-576.
- Fick G.N., Swallers C.M. 1972. Higher yields and greater uniformity with hybrid sunflowers. *North Dakota Agric. Exper. Stn.*, 29 (6): 7-9.
- Gonet Z. 1976. *Słonecznik pastewny*. PWRiL, Warszawa.
- Jovanovic D. 1988. Correlation between intensity of oil and protein accumulation in seed and yield stability of sunflower hybrid. *Proc. 12 Int. Sunf. Conf.*, Novi Sad, Yugoslavia: 412-413.
- Kaffka K.J., Norris K.H., Peredi J., Balogh A. 1982. Attempts to determine oil, protein, water and fiber content in sunflower seeds by the NIR technique. *Acta Aliment.*, 11 (3): 253-269.

- Kluza-Wieloch M., Muśnicki Cz. 2004. Zmienność wybranych cech morfologicznych i użytkowych owoców z całego koszyczka oraz z poszczególnych jego partii różnych typów odmian oleistych słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus* L.). *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXV (2): 439-460.
- Kluza-Wieloch M., Muśnicki Cz. 2005. Dynamika zmian ilościowych niełupek słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus* L.) w trakcie ich dojrzewania. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXVI (2): 349-359.
- Kraśńska Z. 1928. Energetyka kielkowania słonecznika. *Acta Biol. Exper.*, 3 (6): 101-141.
- Lençerrot P., Decau J., Puech J. 1977. Evolution des teneurs en huile et en protéines des grains de tournesols (*Helianthus annuus* L.) diversement alimentés en azote, selon leur position sur le capitule et leur âge physiologique. *Compt. Rend. Hebdomad. Seanc. Acad. Sci., Ser. D*, 284 (11): 907-910.
- Maeda J.A., Ungaro M.R.G., Do Lago A.A., Razera L.F. 1987. Estadio de maturação e qualidade de sementes de girassol. *Bragantia*, 46 (1): 35-44.
- Maruthi V., Subba R.G., Vanaja M. 1998. Evaluation of sunflower genotypes under late sown rain fed conditions. *Helia*, 21 (28): 97-106.
- Mieszalski L., Laskowski J., Lewandowski R. 1996. Analiza właściwości fizycznych nasion słonecznika w aspekcie obłuskiwania. *Acta Acad. Agric. Tech. Ols. Aedific. Mech.*, 28: 169-176.
- Moldenhawer K. 1948. Uprawa i hodowla roślin oleistych. *Narodowy Instytut Postępu, Poznań*.
- Mundstock C.M., Mundstock E.C. 1988a. Sunflower achene filling period: variation among years and cultivars. *Proc. 12 Int. Sunf. Conf., Novi Sad, Yugoslavia*: 385.
- Mundstock C.M., Mundstock E.C. 1988b. Sunflower plant characteristics associated with physiological maturity. *Proc. 12 Int. Sunf. Conf., Novi Sad, Yugoslavia*: 379-384.
- Nowiński M. 1970. *Dzieje upraw i roślin uprawnych*. PWRiL, Warszawa: 255-256.
- Picq G., Abramovsky P. 1989. Indicateurs et conditions de croissance associés à la teneur et au rendement en huile et en protéines des akènes de tournesol (*Helianthus annuus*). *Inf. Tech. CETIOM*, 108: 18-29.
- Pirani V. 1980. Confronto fra varietà di girasole. *Sementi Elette*, 26 (1): 15-21.
- Triki S., Ben-Hamida J., Mazliak P. 1997. Etude du métabolisme des lipides de réserve dans la graine de tournesol en maturation: expérience de marquage au (1-14 C) acetate. *Oleagineux Corps Gras Lipides*, 4 (6): 451-458.
- Vasiliev D.S. 1990. *Podsolnechnik*. Agropromizdat, Moskwa.
- Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolewska J. 1991. *Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe*. PWN, Warszawa: 73.