

KRYSTYNA KOLASIŃSKA

BARBARA WIEWIÓRA

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Związek pomiędzy wartością siewną a składem
chemicznym dojrzewających nasion grochu
(*Pisum sativum* L. ssp. *sativum*)
Część I. Zmiany zdolności kiełkowania,
zdrowotności i zawartości oligosacharydów
w czasie rozwoju i dojrzewania nasion grochu

**Relationships between seed sowing value and chemical content of maturing pea
seeds (*Pisum sativum* L. ssp. *sativum*)**

**Part I. Changes of germination ability seed health and content of oligosaccharides
during development and maturation of pea seeds**

Celem badań była ocena dynamiki gromadzenia oligosacharydów w dojrzewających nasionach grochu w powiązaniu ze zdolnością kiełkowania i zdrowotnością nasion. Do doświadczeń użyto nasion 4 odmian grochu zebranych w latach 1998, 1999 i 2000. Strąki z nasionami pobierano co 5 dni, począwszy od 25 dnia po kwitnieniu roślin (dpk) aż do pełnej dojrzałości. Oznaczano wilgotność, świeżą i suchą masę oraz zdolność kiełkowania i zdrowotność nasion. Analizowano ilość sacharozy, rafinozy i stachiozy. Świeża masa niedojrzałych i silnie uwodnionych nasion (powyżej 60%) była wysoka, a po osiągnięciu pełnej dojrzałości spadała prawie trzykrotnie. Akumulacja suchej masy przebiegała powoli przez cały czas dojrzewania. Zdolność kiełkowania w 25.dpk wynosiła od 3 do 69%. W 35 dpk dla większości badanych prób wilgotność nasion gwałtownie spadała, a zdolność kiełkowania osiągnęła wartości maksymalne. W końcowym okresie dojrzewania, kiedy zdolność kiełkowania już nie zmieniała się, następował spadek ogólnej zdrowotności nasion, przy czym grzyby patogeniczne występowały mniej licznie niż saprofity. Stwierdzono, że grzyby z rodzaju *Ascochyta* liczniej wystąpiły na nasionach zebranych w 25. dpk (średnio 7,9%) i 30. dpk (średnio 10%) niż na nasionach dojrzałych (4%). Także występowanie grzyba *Botrytis cinerea*, wywołującego szarą pleśń grochu, w miarę dojrzewania nasion spadało z około 7% do 3%. W początkowym okresie dojrzewania poziom oligosacharydów był wysoki (6,4–7,5%) i w miarę dojrzewania nasion spadał (od 3,2 do 5,3%). Największy spadek zawartości oligosacharydów przebiegał pomiędzy 25. a 35. dkp. W tym czasie następowało intensywne gromadzenie suchej masy i wzrost zdolności kiełkowania nasion. Ilość sacharozy w tym czasie zmniejszała się prawie trzykrotnie. Poziom rafinozy był raczej stabilny,

a stachiozy niejednorodności przez cały czas dojrzewania nasion. Udział cukrów w kształtowaniu wartości siewnej nasion grochu był znaczący, ale niejednorodności w trakcie rozwoju nasienia.

Słowa kluczowe: groch, oligosacharydy, zdolność kiełkowania, zdrowotność, nasiona

The purpose of this study was to evaluate the changes in accumulation of oligosaccharides during seed development and their relation to seed germination and health. The experimental material consisted of seeds of four pea varieties harvested in 1998, 1999 and 2000. Seeds were collected every 5 days, beginning on the 25th day after flowering (daf) until full maturity. Seed moisture content, fresh and dry matter weight, germination, and seed health were determined. Moreover a content of saccharose, raffinose and stachiose was measured. Fresh weight of immature seeds (moisture content over 60%) was high, but when the seeds reached full maturity, it decreased almost two-fold. Dry matter accumulation proceeded slowly during the whole maturation time. Germination capacity on 25 daf ranged from 3 to 69%, and on 35 daf the moisture content declined sharply and germination percentage reached the maximum values for the majority of examined samples. At the end of the maturation stage, when no increase in germination ability was observed, a decrease of general seed health was noticed, with saprophytic fungi being more frequent than pathogenic ones. *Ascochyta* ssp. were more abundant on seeds harvested on 25 daf (7,9%) and 30 daf (10%) than on mature seeds (4%). Similarly, the occurrence of *Botritis cinerea* on seeds declined from 7% to 3% with seed maturing. No close relationship between seed health and seed stage of development was found. At the beginning of maturation a level of oligosaccharides was high (6,4–7,5%) followed by decreasing with maturation to 3,2–5,3%. The highest decrease in oligosaccharides content was noticed between 25 and 35 daf. In this period both the intensive accumulation of dry matter and increase in germination ability were observed. The content of saccharose decreased almost three-fold. The content of raffinose maintained rather at the same level, whereas that of stachiose was variable during the whole maturation time. Oligosaccharides played a significant role in creating seed value although their effect was changeable in the course of seed development.

Key words: germination, health, pea, oligosaccharides, seeds

WSTĘP

W nasionach roślin strączkowych, poza białkiem występują węglowodany, w których dominującym składnikiem jest nie tylko skrobia, ale także hemicelulozy i oligosacharydy z rodziny rafinoz (Marquardt, 1986). Uważane są za substancje antyżywnościowe, nieusuwalne w procesie termicznej obróbki kulinarnej (Marquardt, 1986). Cukrowce te niekiedy spełniają funkcję materiału zapasowego, który jako pierwszy wykorzystywany jest podczas kiełkowania nasion (Lahuta i in., 1993). Zachodzące w okresie dojrzewania i rozwoju nasion zmiany w składzie chemicznym mają bezpośredni związek z właściwościami fizjologicznymi. Gromadzenie ich przebiega w kilku etapach, co ma bezpośredni wpływ na wartość nasion (Piotrowicz-Cieślak i in., 1993). Zmiany morfologiczne i biochemiczne kształtują żywotność i zdolność nasion do kiełkowania (Grzesiuk i Kulka, 1981). Ta ostatnia uzależniona jest od odmiany i wpływu czynników środowiskowych (Mierzińska, 1971). Wobec etapowego gromadzenia związków chemicznych podczas dojrzewania, istnieje możliwość zbioru nasion w czasie, kiedy ich wartość odżywcza jest najwyższa, a zawartość związków antyżywnościowych najniższa. Dwojaki wykorzystanie nasion grochu z tej samej plantacji na cele siewne i konsumpcyjne jest częste, zwłaszcza dla niższych stopni kwalifikacji. Lahuta i wsp. (1993), prowadząc badania z dojrzewającymi nasionami bobiku stwierdzili, że poziom werbaskozy był wyraźnie skorelowany

z kształtowaniem żywotności nasion, natomiast nie zanotowali prostej zależności pomiędzy wartością siewną nasion a ilością rafinozy i stachiozy.

Celem prowadzonych badań była ocena dynamiki gromadzenia sacharozy, rafinozy i stachiozy w dojrzewających nasionach czterech odmian grochu w powiązaniu ze zdolnością kiełkowania i zdrowotnością nasion.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia prowadzone były z użyciem nasion 4 odmian grochu Kwestor, Rubin, Agra i RAH-796 zebranych w latach 1998, 1999 i 2000. Strąki z nasionami zbierano co 5 dni począwszy od 25 dnia po kwitnieniu roślin (dpk), aż do uzyskania pełnej dojrzałości. Oznaczano świeżą i suchą masę, wilgotność, zdolność kiełkowania i zdrowotność nasion według metodyki zalecanej przez ISTA (1996). Zdolność kiełkowania oceniano stosując temperaturę 20°C, a ocenę siewek przeprowadzano po 5 i 8 dniach kiełkowania. Identyfikację wyrosłych kolonii grzybów przeprowadzano posługując się opisami zawartymi w opracowaniach: Barnett (1960), Ellis (1971), Kwaśna i wsp. (1991). Metodą chromatograficzną oznaczano akumulację sacharozy, rafinozy i stachiozy HPLC (Bach-Knudsen i Li, 1991). Błąd różnicy średnich pomiędzy uzyskanymi wynikami został oszacowany przy zastosowaniu testu Tukeya (Elandt, 1964).

WYNIKI I DYSKUSJA

Świeża masa niedojrzałych i silnie uwodnionych nasion grochu (wilgotność około 60%) zbieranych w 25. lub 30. dniu po kwitnieniu (dpk) roślin, najpierw nieznacznie wzrastała, a następnie po osiągnięciu przez nasiona pełnej dojrzałości prawie trzykrotnie spadała i wynosiła średnio od 4,6 do 10,1 g (tab. 1).

Tabela 1

Zmiany świeżej masy (g) w dojrzewających nasionach 4 odmian grochu z trzech lat zbioru
Changes of fresh weight (g) in developing pea seeds of 4 cultivars in three years of harvest

Dni po kwitnieniu Days after flowering	Kwestor			Rubin			Agra			RAH-796		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
25	8,3	11,3	10,4	10,7	12,9	9,6	9,4	10,5	8,3	8,6	10,6	8,6
30	9,6	12,2	9,7	11,1	12,5	11,5	9,6	11,7	6,0	10,5	11,6	4,8
35	10,9	10,6	7,5	10,7	9,3	9,6	6,2	10,2	5,6	11,3	6,1	5,9
40	10,1	5,9	5,9	8,4	5,6	6,2	5,2	5,3	4,6	8,3	6,0	4,9

NIR_{0,05} = 0,91 dla porównania jednego dpk w tym samym roku zbioru dla różnych odmian

LSD_{0,05} = 0,91 for comparison of the same daf in the same year of harvest for different cultivars

NIR_{0,05} = 0,91 dla porównania jednej odmiany w tym samym roku zbioru dla różnych dpk

LSD_{0,05} = 0,91 for comparison of the same cultivar in the same year of harvest for different daf

Akumulacja suchej masy przebiegała powoli w miarę rozwoju nasion, a otrzymane wyniki pomiarów mieściły się w granicach od 2,5 w pierwszych fazach dojrzałości do 5,5 g dla nasion dojrzałych (tab. 2). Gromadzeniu suchej masy w nasionach towarzyszył spadek wilgotności z ponad 60 do około 10%. Nasiona stopniowo osiągały dojrzałość fizjologiczną i stawały się zdolne do kiełkowania.

Tabela 2

Zmiany suchej masy (g) w dojrzewających nasionach 4 odmian grochu z trzech lat zbioru
Changes of dry matter weight (g) in developing pea seeds of 4 cultivars in three years of harvest

Dni po kwitnieniu Days after flowering	Kwestor			Rubin			Agra			RAH-796		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
25	2,5	4,1	4,2	4,0	5,0	3,5	3,3	4,1	3,8	2,8	4,3	4,1
30	3,2	5,1	5,0	4,4	5,2	4,9	3,9	4,8	4,2	4,0	4,9	3,8
35	4,7	4,8	5,3	4,9	6,4	5,6	3,9	4,8	4,4	5,0	5,2	4,6
40	4,6	5,4	5,2	5,0	5,4	5,5	3,8	4,7	4,1	4,9	5,4	4,4

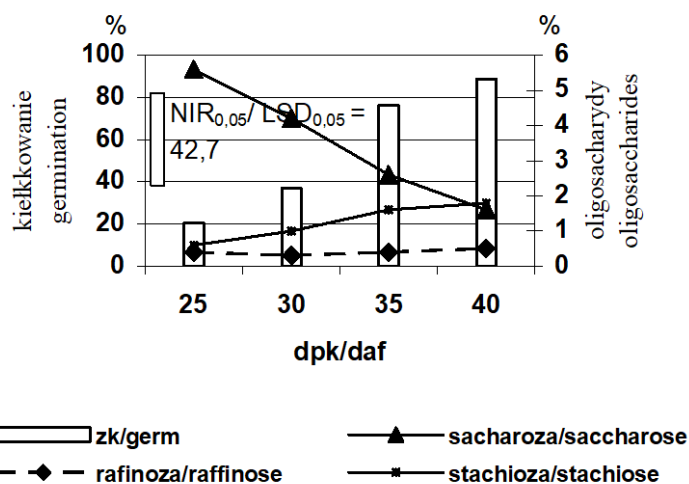
NIR_{0,05} = 0,45 dla porównania jednego dpk w tym samym roku zbioru dla różnych odmian

LSD_{0,05} = 0,45 for comparison of the same daf in the same year of harvest for different cultivars

NIR_{0,05} = 0,45 dla porównania jednej odmiany w tym samym roku zbioru dla różnych dpk

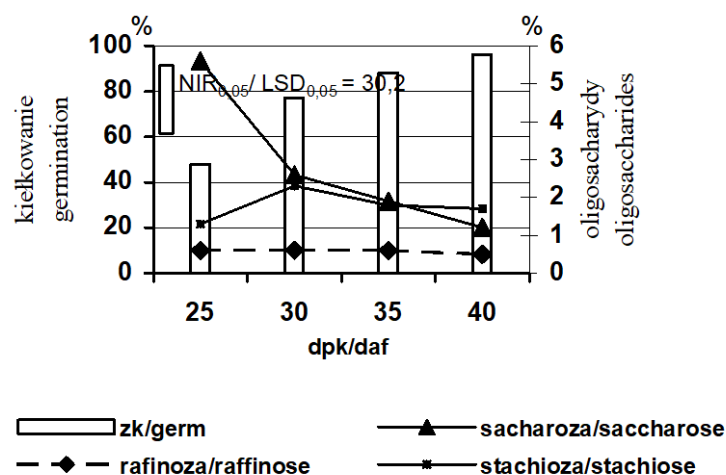
LSD_{0,05} = 0,45 for comparison of the same cultivar in the same year of harvest for different daf

Nie obserwowano istotnych różnic odmianowych, dlatego analiza wyników dotyczy najczęściej wyników średnich uzyskanych dla 4 odmian. Zdolność kiełkowania nasion w 25.dpk wynosiła od około 20% do 48% w zależności od roku zbioru. W tym czasie świeża masa nasion była jeszcze wysoka, a zawartość wody zaczęła się gwałtownie zmniejszać. Zdolność kiełkowania nasion zebranych zaledwie 5 dni później osiągała już wysokie parametry (nawet 99%) przewyższające wymagania określone w Rozporządzeniu (Dziennik Ustaw R.P., 2001) dla kwalifikowanych nasion grochu. Dojrzewające nasiona szybko traciły wodę. Różnica pomiędzy wilgotnością nasion zebranych w 25 dpk i 30 dpk wynosiła nawet 20%. Zbiór nasion w 40. dpk dla większości badanych prób przejawiał się dalszym spadkiem wilgotności — do około 10% i niewielkim już wzrostem zdolności kiełkowania (rys. 1, 2, 3). Wykazano istotny wpływ warunków atmosferycznych panujących w czasie rozwoju i dojrzewania nasion na wyniki zdolności kiełkowania, zwłaszcza na początku dojrzewania. W latach 1998 i 1999 wystąpiły wyższe opady niż w roku 2000—odpowiednio suma opadów wynosiła 109 i 115 oraz 89 mm (tab. 3). Zdolność kiełkowania nasion dojrziałych, zebranych w 1998 roku była słabsza o 10% niż uzyskana dla nasion zebranych w 2000 roku, charakteryzującym się niskimi opadami. Ponadto w roku 2000 obserwowano gwałtowny spadek wilgotności nasion pomiędzy 25. a 30. dpk i szybszy przyrost liczby nasion kiełkujących, niż w pozostałych latach. Suma średniej temperatury powietrza w tym okresie była podobna we wszystkich latach badań — 561, 678, 566°C. Mierzwińska (1971) obserwowała także, że w miarę dojrzewania nasion ich zdolność do kiełkowania wzrastała szybciej niż w pierwszych fazach dojrzałości. Nasze obserwacje dowodzą, że po upływie 35 dni od zakończenia kwitnienia roślin, nasiona mogą osiągać taką zdolność kiełkowania jak nasiona w pełni dojrzałe. Pierwsze kiełkujące nasiona (25. dpk) o wysokiej zawartości wody, które zaledwie rozpoczęły akumulację suchej masy, tylko w niewysokim procencie były zdolne do rozwoju normalnych siewek. Obserwowano wyraźny spadek udziału kiełków nienormalnych podczas oceny kiełkowania nasion dojrziałych w porównaniu do oceny prowadzonej z użyciem nasion z początkowych faz dojrzałości. Obserwacje takie dowodzą, że badane nasiona grochu, już po bardzo krótkim okresie dojrzewania, 25 dni od zakończenia kwitnienia, były wprawdzie żywotne, ale niezdolne do rozwoju w normalną roślinę.



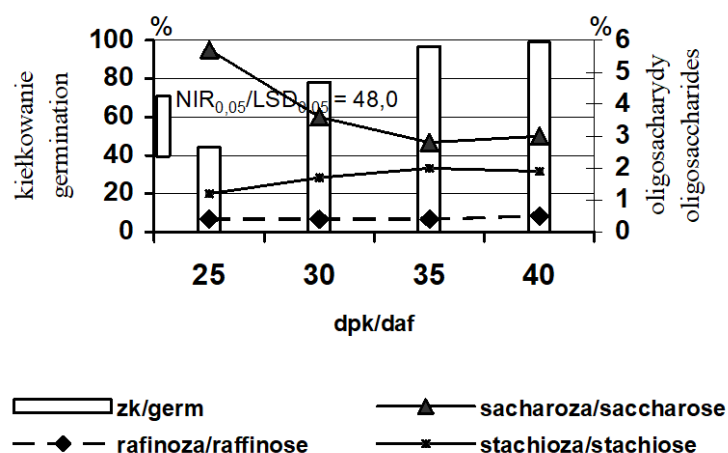
rafinoza = różnica nieistotna / raffinose = not significant
 NIR 0,05 = 0,95 dla stachiozy / LSD 0,05 = 0,95 for stachiose
 NIR 0,05 = 3,53 dla sacharozy / LSD 0,05 = 3,53 for saccharose

Rys. 1. Zawartość sacharozy, rafinozy i stachiozy oraz zdolność kiełkowania podczas dojrzewania nasion grochu w 1998 roku — średnio dla 4 odmian
Fig. 1. Content of saccharose, raffinose and stachiose and germination during pea seed development in 1998 year — average for 4 cultivars



rafinoza = różnica nieistotna / raffinose = not significant
 stachioza = różnica nieistotna / stachiose = not significant
 NIR 0,05 = 2,44 dla sacharozy / LSD 0,05 = 2,44 for saccharose

Rys. 2. Zawartość sacharozy, rafinozy i stachiozy oraz zdolność kiełkowania podczas dojrzewania nasion grochu w 1999 roku — średnio dla 4 odmian
Fig. 2. Content of saccharose, raffinose and stachiose and germination during pea seed development in 1999 year — average for 4 cultivars



sacharoza, rafinoza, stachioza = różnica nieistotna
 saccharose, raffinose, stachiose = not significant

Rys. 3. Zawartość sacharozy, rafinozy i stachiozy oraz zdolność kiełkowania podczas dojrzewania nasion grochu w 2000 roku — średnio dla 4 odmian
Fig. 3. Content of saccharose, raffinose and stachiose and germination during pea seed development in 2000 year — average for 4 cultivars

Tabela 3

Suma średniej temperatury powietrza i suma opadów w okresie rozwoju i dojrzewania nasion w 3 latach
Total of average air temperature and total rainfalls during formation and maturation of seeds in 3 years

Dni po kwitnieniu Days after flowering	1998		1999		2000		Średnia Mean	
	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm
25	464	64	574	64	478	40	505	56
30	561	78	678	112	566	50	602	80
35	672	87	805	115	655	60	711	87
40	1002	109	936	115	884	89	941	104

W końcowym okresie dojrzewania, kiedy zdolność kiełkowania już nie wzrastała, następował spadek ogólnej zdrowotności nasion, przy czym grzyby patogeniczne występowały mniej licznie niż saprofity. Spośród zidentyfikowanych grzybów najczęściej obserwowano *Ascochyta* spp., *Botrytis cinerea*, *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. i *Rhizoctonia solani* (tab. 4). Nasiona dojrzałe charakteryzowały się liczną mikroflorą. Jedynie w roku 1998 obserwowano więcej mikroorganizmów na nasionach zebranych o 10 dni wcześniej (60,6%) niż na nasionach dojrzałych. Grzyby z rodzaju *Ascochyta* uważane są obok *Botrytis cinerea* i *Fusarium* spp. za główne patogeny grochu. Nasze obserwacje dowodzą, że *Ascochyta* spp. liczniej występuje na nasionach zebranych w 25. dpk (7,9%) i 30. dpk (10%) niż na nasionach dojrzałych (4%). Porażone nasiona stanowią główne źródło infekcji pierwotnej, a patogeny *Ascochyta* spp. mogą przetrwać na nasionach do 12 lat dopóty, dopóki nasiona zachowują żywotność (Hawett, 1987).

Tabela 4

Występowanie mikroorganizmów (średnia liczba kolonii/100 nasion) na dojrzewających nasionach grochu z 3 lat zbioru
Occurrence of microorganisms (mean number of colonies/100 seeds) on developing pea seeds in 3 years of harvest

Gatunek Species	Dni po kwitnieniu Days after flowering															
	25				30				35				40			
	1998	1999	2000	średnia mean	1998	1999	2000	średnia mean	1998	1999	2000	średnia mean	1998	1999	2000	średnia mean
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	0,4	3,1	1,9	1,8	2,6	1,9	1,6	2,0	3,0	5,6	4,5	4,4	1,5	22,1	39,1	20,9
<i>Ascochyta</i> spp.	2,1	21,5	—	7,9	4,6	25,2	—	10,0	3,4	5,9	0,1	3,1	1,4	10,0	0,5	4,0
<i>Aspergillus</i> spp.	—	—	2,9	1,0	0,1	0,5	3,4	1,3	—	0,3	0,3	0,2	—	1,0	0,4	0,5
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. ex Fr.	10,5	9,3	0,3	6,7	8,9	4,5	—	4,5	4,6	6,4	0,3	3,8	4,8	3,3	0,9	3,0
<i>Cladosporium</i> spp.	3,8	7,6	7,4	6,3	4,5	7,1	3,1	4,9	4,9	10,9	4,6	6,8	4,9	7,8	8,1	6,9
<i>Fusarium</i> spp.	0,8	1,0	0,4	0,7	1,0	0,8	0,3	0,7	2,8	3,1	0,3	2,0	1,9	11,3	2,5	5,2
<i>Mucor</i> spp.	1,1	1,1	1,0	1,1	1,4	1,3	—	0,9	1,0	0,1	0,3	0,5	3,3	0,3	2,0	1,8
<i>Penicillium</i> spp.	0,3	2,3	5,8	2,8	1,6	4,3	8,1	4,7	0,4	2,1	4,1	2,2	—	5,3	1,0	2,1
<i>Phoma pinodella</i> Jones	0,3	2,5	—	0,9	2,3	1,8	—	1,3	0,4	0,4	—	0,3	—	1,8	0,1	0,6
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.	5,9	4,0	—	3,3	9,3	0,5	—	3,3	4,4	1,6	—	2,0	4,3	0,6	—	1,6
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	2,0	0,5	—	0,8	1,4	0,6	—	0,7	0,3	0,6	0,1	0,3	1,1	—	—	0,4
Inne saprofity Other saprophytes	1,5	3,6	0,3	1,8	2,2	3,1	0,7	2,0	2,9	3,6	1,4	2,6	2,0	4,7	13,0	6,6
Bakterie Bacteria	18,3	21,3	5,1	14,9	20,8	10,4	3,8	11,6	11,1	8,8	3,0	7,6	9,3	12,6	2,1	8,0
Ogółem Total	46,7	77,7	24,9	49,8	60,6	61,8	21,0	47,8	39,0	49,3	18,9	35,7	34,2	80,6	69,8	61,5

Obok *Ascochyta* spp. obserwowano grzyb *Phoma pinodella* (około 2%). Oba te patogeny są często przyczyną zgorzeli siewek grochu (Marcinkowska i Szyrmer, 1992). Występowanie grzyba *Botrytis cinerea*, wywołującego szarą pleśń grochu, w miarę dojrzwania nasion spadało z około 7% do 3%. Patogen ten częściej występował na nasionach w 1998 roku i 1999 roku zbioru niż w suchym roku 2000. Inne grzyby, w tym *Fusarium* spp. obserwowano na nasionach dojrzałych i suchych o wysokiej zdolności kiełkowania.

W początkowym okresie dojrzwania (25 dpk) nasiona zawierały najwięcej oligosacharydów — około 7%, a ich udział w nasionach dojrzałych spadł o połowę (rys. 1, 2, 3). Piotrowicz-Cieślak i wsp. (1993) donoszą za innymi autorami, że spadek zawartości cukrów w nasionach warunkuje uzyskiwanie przez nie wysokiego wigoru. Zgromadzenie w zarodkach nasion soi stachiozy było powodem uzyskania tolerancji na wysychanie. Wysoki poziom oligosacharydów zmniejszał się nawet dwukrotnie w miarę rozwoju nasion (Piotrowicz-Cieślak i in., 1993). Jednakże związek oligosacharydów z żywotnością, a zwłaszcza ze zdrowotnością nasion jest bliżej nieznany. Z naszych badań wynika, że największy spadek zawartości oligosacharydów przebiegał pomiędzy 25. a 35. dpk, dotyczył głównie sacharozy i nie był zależny od roku zbioru nasion. Warto zaznaczyć, że początkowo (25 dpk) zasadniczym składnikiem była sacharoza (około 5%), stachioza stanowiła od 0,6 do 1,3%, a rafinoza zaledwie 0,5% w suchej masie nasion. Zawartość sacharozy pomiędzy 25 a 35 dpk zmniejszyła się o ponad połowę. Poziom rafinozy był raczej stabilny, a stachiozy niejednolity przez cały czas dojrzwania nasion. W tym czasie następowało intensywne gromadzenie suchej masy i wzrost zdolności kiełkowania. Uzyskane wyniki sugerują występowanie związku pomiędzy zmniejszaniem się zawartości oligosacharydów, zwłaszcza sacharozy, a żywotnością i zdolnością do kiełkowania. Mierzwinska (1971) obserwowała równoległe zmniejszanie poziomu sacharozy i wzrost zawartości skrobi w dojrzewających nasionach bobiku oraz wykazała, że w pełni dojrzałe nasiona zawierały śladowe ilości cukrów redukujących. Należy zaznaczyć, że Mierzwinska (1971) prowadziła badania z użyciem nasion we wczesnej dojrzałości fizjologicznej. Podobne obserwacje poczynił Piotrowicz-Cieślak i wsp. (1993) wskazując na ścisły związek spadku poziomu sacharozy w nasionach łubinu żółtego z ich żywotnością i wigorem. Nasze badania potwierdzają, że spadek poziomu sacharozy, wiąże się ze wzrostem zdolności nasion do kiełkowania, a wraz z dojrzewaniem nasion następuje wzrost liczby mikroorganizmów, głównie niepatogenicznych, przy jednoczesnym zmniejszaniu się porażenia przez patogeny *Ascochyta* spp. i *Botrytis cinerea*.

WNIOSKI

1. Podatność nasion grochu na porażenie przez grzyby patogeniczne, malała wraz ze wzrostem zdolności kiełkowania, chociaż ta zależność była związana z warunkami dojrzwania.
2. Spadek poziomu sacharozy w nasionach grochu wiązał się ze wzrostem zdolności kiełkowania i spadkiem udziału nasion nienormalnie kiełkujących.

3. Poziom rafinozy był raczej stabilny, a stachiozy niejednolity przez cały czas dojrzewania nasion.

LITERATURA

- Bach-Knudsen K. E., Li B. W. 1991. Determination of oligosaccharides in protein-rich feedstuffs by gas-liquid chromatography and high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chemistry*. 39: 689 — 694.
- Barnett H. L. 1960. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Pub. Company. Minneapolis: 1 — 225.
- Dziennik Ustaw RP. Warszawa, dnia 3 października 2001 r. Nr 108. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 sierpnia 2001: 7965 — 7966.
- Elandt R. 1964. Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczych. PWN Warszawa
- Ellis M. B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England.
- Grzebiuk S., Kulka K. 1981. Fizjologia i biochemia nasion. PWRiL, Warszawa: 605 pp.
- Hawett P. D. 1987. Pathogen viability of seed in deep — freeze storage. *Seed Sci. Technol.* 15: 73 — 77.
- International Seed Testing Association. 1996. International Rules For Seed Testing. *Seed Sci. Technol.* 24, Suppl.: 335 pp.
- Kwaśna H., Chełkowski J., Zajowski P. 1991. Flora Polska T. XXII. Grzyby niedoskonałe. Strzępczakowe. Gruźelkowate. Sierpik (*Fusarium*) PAN, Warszawa-Kraków: 1 — 158.
- Lahuta L., Rejowski A., Górecki R. J. 1993. Gromadzenie węglowodanów w dojrzewających nasionach bobiku. "Znaczenie jakości materiału siewnego w produkcji roślinnej". *Konf. Nauk. PAN, SGGW, Warszawa 23–24 IX 1993*.
- Marcinkowska J., Szyrmer J. 1992. Etiologia zgorzeli siewek grochu ozimego (*Pisum sativum* L. var. *arvense* (L.) Poir.). *Biul. IHAR* 184: 89 — 92.
- Marquardt R. R. 1986. Future potential for use in animal feeds. In: *World crops: cool season food legumes*. Publisher Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk, Dordrecht.
- Mierzwińska T. 1971. Zmiany biochemiczne w dojrzewających nasionach bobiku w czasie osiągnięcia wczesnej dojrzałości fizjologicznej. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 113: 97 — 110.
- Piotrowicz-Cieślak A. I., Górecki R. J., Fordoński G. 1993. Związek pomiędzy żywotnością a wigorem dojrzewających nasion łubinu żółtego a ich metabolizmem węglowodanowym. "Znaczenie jakości materiału siewnego w produkcji roślinnej". *Konf. Nauk. PAN, SGGW, Warszawa 23–24 IX 1993*.

PODZIĘKOWANIE

Autorki dziękują Panu dr. Lechowi Borosowi i współpracownikom za pomoc przy wyborze materiału doświadczalnego i zakładaniu doświadczeń polowych.