

KRYSTYNA KOLASIŃSKA

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Związek pomiędzy wartością siewną a składem chemicznym dojrzewających nasion grochu (*Pisum sativum* L. ssp. *sativum*)

Część II. Zmiany wigoru, zawartości białka i skrobi 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 II. Changes of seed vigour and protein and starch content during development and maturation of pea seeds

Celem podjętych badań była ocena dynamiki gromadzenia białka i skrobi w dojrzewających nasionach grochu w powiązaniu z wigorem nasion. Do doświadczeń użyto nasion 4 odmian grochu zebranych w latach 1998, 1999 i 2000. Nasiona pobierano co 5 dni, począwszy od 25 dnia po kwitnieniu roślin (dpk), aż do pełnej dojrzałości. Oznaczano wilgotność, wigor nasion i wschody polowe roślin. Analizowano zawartość skrobi i białka. Poziom skrobi (około 15%) i białka (około 9%) w nasionach niedojrzałych był niski i wyraźnie rósł po osiągnięciu przez nasiona pełnej dojrzałości (ponad 35 i 22%). W końcowym okresie dojrzewania kiedy nie wykazano już wzrostu zdolności kiełkowania następował dalszy wzrost wigoru nasion. Nasiona dojrzałe niezależnie od odmiany i roku zbioru wydawały siewki o najwyższym wigorze. Stwierdzono brak przydatności testu konduktometrycznego do określania wigoru nasion niedojrzałych. Stopień dojrzałości, a więc żywotność i zdolność kiełkowania wysiewanych nasion były czynnikami decydującymi o liczbie wschodów roślin. Nasiona grochu osiągały wysoką wartość siewną wcześniej zanim nagromadziły maksymalną ilość skrobi i białka.

Słowa kluczowe: białko, groch, skrobia, wigor

The objective of this study was to investigate the changes in protein and starch accumulation during seed development and their relationships with seed vigour. Plants of four pea cultivars were grown from seeds harvested in 1998, 1999 and 2000. Seeds from these plants were collected every 5 days, beginning on the 25th day after flowering (daf) until seed maturation was completed. Seed moisture and vigour were evaluated. A content of protein and starch in the seeds was determined. In the following season, field emergence of plants was assessed. At the end of maturation, no increase in germination

ability was noticed, whereas seed vigour continued to enhance. Seedlings produced by mature seeds showed great vigour, irrespective of plant cultivar and the year of harvesting. A conductivity test was found to be rather useless in evaluation of vigour of immature seeds. The effects of maturation viability and seed germination ability upon the dynamics of field emergence were found to be of substantial significance. Pea seeds achieved a high value as potential seed material prior to accumulation of protein and starch to the maximum content.

Keywords: pea, protein, starch, vigour

WSTĘP

Zmiany wartości siewnej nasion w okresie rozwoju i dojrzewania są wynikiem przemian zachodzących w składzie chemicznym (Grzesiuk i Kulka, 1981). W nasionach występują węglowodany i ich pochodne, białka, a także tłuszcze. Skrobia jest jednym z najczęściej spotykanych związków zapasowych, a białka stanowią ważny składnik nasion o wysokiej wartości odżywczej. Gromadzenie związków zapasowych przebiega w kilku etapach ściśle związanych z powstawaniem i dojrzewaniem nasion. Na początku formowania się nasion dominującym składnikiem są związki łatwo rozpuszczalne, których zawartość gwałtownie spada w miarę dojrzewania (Kolasińska i Wiewióra, 2003). W końcowym etapie dojrzewania powstają polisacharydy i białka. W dotychczasowych badaniach nad gromadzeniem związków chemicznych w dojrzewających nasionach roślin strączkowych wiele uwagi poświęcono białkom, węglowodanom, a w tym oligosacharydom. Związki te pełnią różnorakie funkcje w kształtowaniu właściwości fizjologicznych dojrzewających nasion. Dowiedziono, że stachioza występująca w nasionach soi warunkuje tolerancję na wysychanie i uzyskiwanie przez nie wysokiego wigoru (cyt. za Piotrowicz-Cieślak i in., 1993). Przebieg syntezy tych związków i ich znaczenie u odmian różnych gatunków uprawianych w Polsce jest rozpoznawany. Badania z tego zakresu były prowadzone na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim (Lahuta i in., 1993; Piotrowicz-Cieślak i in., 1993).

Celem prowadzonych badań była ocena dynamiki gromadzenia białka i skrobi w dojrzewających nasionach czterech odmian grochu w powiązaniu z wigorem nasion i wschodami roślin w polu.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia prowadzone są z użyciem nasion 4 odmian grochu Kwestor, Rubin, Agra i RAH-796 zebranych w latach 1998, 1999 i 2000. Nasiona do badań pozyskiwano co 5 dni począwszy od 25 dnia po kwitnieniu (dpk) aż do pełnej dojrzałości, ze strąków położonych na 1, 2 i 3 piętrze na roślinie. Zaraz po zbiorze oznaczano wilgotność i wigor nasion (ISTA, 1995, 1996), a na wiosnę (po przechowywaniu) oceniano wschody roślin. Wigor nasion mierzono przy użyciu testu Perry'ego i metody konduktometrycznej. Test Perry'ego pozwolił ocenić liczbę i tempo rozwoju siewek oraz szybkość gromadzenia w nich suchej masy. Mierzenie przewodności elektrycznej roztworu powstałego po moczeniu nasion uwzględniające przepuszczalność błon komórkowych, pozwoliło zmierzyć uszkodzenia i mikrouszkodzenia liścieni, osi zarodkowej oraz okrywy nasiennej.

Zawartość białka oznaczano metodą Kiejdahla, skrobi zaś metodą enzymatyczną, stosując amyloglukozydazę (Bach-Knudsen i Li, 1991). Błąd różnicy średnich pomiędzy uzyskanymi wynikami został oszacowany przy zastosowaniu testu Tukeya (Elandt, 1964).

WYNIKI I DYSKUSJA

Wigor nasion mierzony przyrostem długości siewek i ilością zgromadzonej w nich suchej masy wyraźnie zmieniał się w trakcie dojrzewania. Nie dało się zauważyć istotnych różnic odmianowych, dlatego w tabeli przedstawiono wyniki średnie uzyskane dla 4 odmian. Nasiona niedojrzałe (25.dkp) o słabej zdolności kiełkowania, wysokiej zawartości wody, które zaledwie rozpoczęły akumulację suchej masy, wydawały siewki krótkie. Długość epikotyli wynosiła od 19,2, i 35,8 do 91,5 mm odpowiednio w 1998, 1999 i 2000 roku zbioru a długość korzenia od 29,5 i 80,3 do 123,1 mm. Po upływie 10 dni następował dynamiczny wzrost wigoru nasion, o czym świadczy tempo przyrostu długości siewek i gromadzenia w nich suchej masy. W tym terminie (35.dkp) otrzymano wartości wysokie, podobne do otrzymanych podczas analizy nasion w pełni dojrzałych. W końcowym okresie dojrzewania kiedy nie obserwowano już wzrostu zdolności kiełkowania następował dalszy wzrost wigoru nasion. Dojrzałe nasiona (40.dkp) wydawały siewki o długości od 137,4 do 191,0 i od 207,3 do 245,4 mm odpowiednio dla epikotyli i korzenia pierwotnego. Ilość zgromadzonej suchej masy w siewkach, w zależności od roku zbioru, wynosiła od 0,05, do 0,35 i od 0,78, do 1,47g odpowiednio dla nasion zbieranych w pierwszych fazach dojrzałości i dla nasion dojrzałych. Nasiona dojrzałe, niezależnie od odmiany i roku zbioru, wydawały siewki najdłuższe i gromadziły w nich najwięcej suchej masy. Nasiona zebrane w 1998 roku wydawały najkrótsze siewki o najniższej zawartości suchej masy, różnica istotna statystycznie (tab. 1).

Tabela 1

Długość i sucha masa siewek grochu w zależności od fazy dojrzałości nasion i roku zbioru — średnio dla 4 odmian

Length and dry matter weight of seedlings depending on seed maturation stage and the year of harvest — average for 4 cultivars

Dpk Daf	Długość siewek Length of seedlings (mm)								Sucha masa siewek Dry matter weight of seedlings (g)			
	epikotyl epicotyl				korzeń root							
	1998	1999	2000	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	1998	1999	2000	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	1998	1999	2000	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
25	19,2	35,8	91,5	12,5	29,5	80,3	123,1	16,8	0,05	0,20	0,35	0,17
30	64,2	51,2	143,9	12,5	109,8	113,9	184,2	16,8	0,21	0,37	0,94	0,17
35	118,0	178,2	190,1	12,5	166,7	223,4	229,7	16,8	0,54	1,32	1,31	0,17
40	137,4	165,6	191,0	12,5	207,3	245,4	233,4	16,8	0,78	1,47	1,37	0,17
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	13,0	13,0	13,0		17,4	17,4	17,4		0,17	0,17	0,17	

Podobnie zdolność kiełkowania nasion zebranych w 1998 roku była słabsza niż w pozostałych latach (Kolasińska i Wiewióra, 2003). Elektroprzewodnictwo wód

nastoinowych uzyskane po moczeniu nasion niedojrzałych wynosiło od 10 do 13 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$, a dla nasion dojrzałych istotnie wzrastało (1999 i 2000 rok zbioru) albo spadało prawie dwukrotnie (w 1998 roku zbioru) (tab. 2). Uzyskane wyniki są niejednolite, a ponadto niezgodne z wynikami oceny wzrostu siewek. Analiza tempa wzrostu epikotyli i korzenia głównego, dowodzi o wzroście wigoru siewek wyrosłych z nasion dojrzałych w stosunku do tempa wzrostu siewek rozwijających się z nasion niedojrzałych. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że test konduktometryczny wydaje się być mało przydatny dla oceny wigoru niedojrzałych nasion grochu. Obserwacja ta jest zgodna z badaniami Lahuty i wsp. (1993) wykazującymi brak zgodności testu konduktometrycznego z innymi testami określającymi wigor dojrzewających nasion grochu.

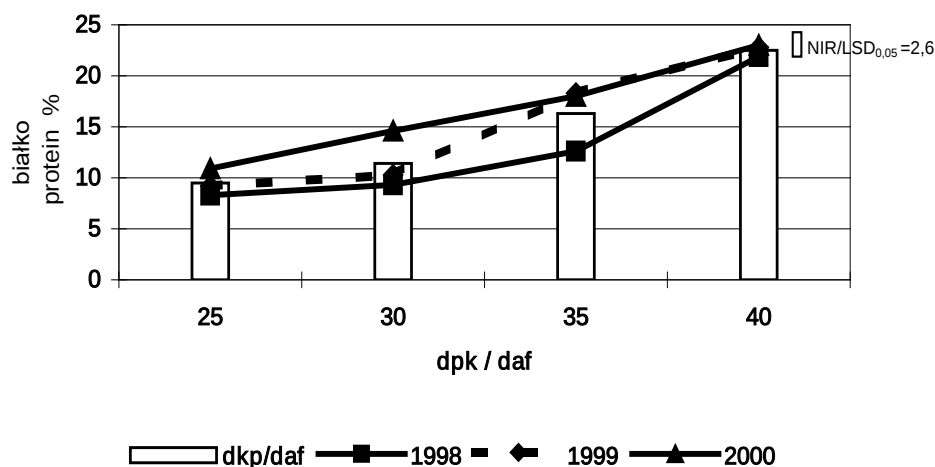
Tabela 2

Elektroprzewodnictwo wód nastoinowych dojrzewających nasion grochu z trzech lat zbioru — średnio dla 4 odmian

The electrical conductivity of developing pea seeds in three years of harvest — average for 4 cultivars

dpk daf	Elektroprzewodnictwo Conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)			
	1998	1999	2000	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
25	13	11	13	0,54
30	10	10	11	0,54
35	6	8	9	0,54
40	5	14	21	0,54
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,56	0,56	0,56	

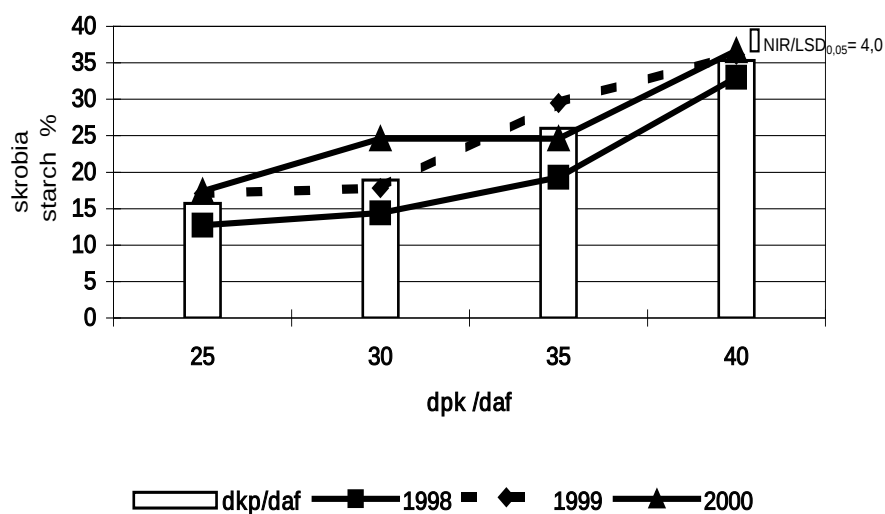
W tym czasie, kiedy następowało intensywne gromadzenie suchej masy w nasionach, wzrastała zdolność kiełkowania i wigor, a poziom oligosacharydów spadał, przy czym ilość sacharozy zmniejszała się prawie trzykrotnie (Kolasińska i Wiewióra, 2003). Natomiast gromadzenie w nasionach białka i skrobi następowało przez cały czas dojrzewania nasion. Nie wykazano wyraźnych różnic w szybkości gromadzenia tych związków pomiędzy badanymi odmianami. Ilość białka w początkowym okresie dojrzewania (25.dkp) była niska i wynosiła około 10% oraz wyraźnie wzrosła po osiągnięciu przez nasiona pełnej dojrzałości — do ponad 22% (rys. 1). Nie wykazano istotnych różnic statystycznych w szybkości gromadzenia białka w kolejnych latach badań. W dojrzewających nasionach grochu, w podobnym tempie jak gromadzenie białka następowało gromadzenie skrobi. Niedojrzałe nasiona zawierały około 16% skrobi, a nasiona dojrzałe ponad dwa razy więcej — 35% (rys. 2). Warto podkreślić, że w naszych badaniach akumulacja białka i skrobi wiązała się ze wzrostem zdolności kiełkowania i wigoru nasion. Ostatni etap dojrzewania nasion to również czas powstawania związków bardziej złożonych jak polisacharydy i białka (Grzesiuk i Kulka, 1981). Mierzwińska (1971) wykazała, że w pełni dojrzałe nasiona bobiku zawierały bardzo dużo skrobi (powyżej 40%), a śladowe ilości cukrów redukujących. W naszych badaniach spadek zawartości oligosacharydów łączył się ze wzrostem zawartości skrobi.



$NIR_{\alpha=0,05}$ — dla współdziałania dpa X rok zbioru — nieistotne

$LSD_{\alpha=0,05}$ — for interaction dpa X year — not significant

Rys. 1. Zawartość białka podczas dojrzewania nasion grochu w 3 latach zbioru — średnio dla 4 odmian
Fig. 1. Content of proteins during pea seed development in 3 years of harvest — average for 4 cultivars



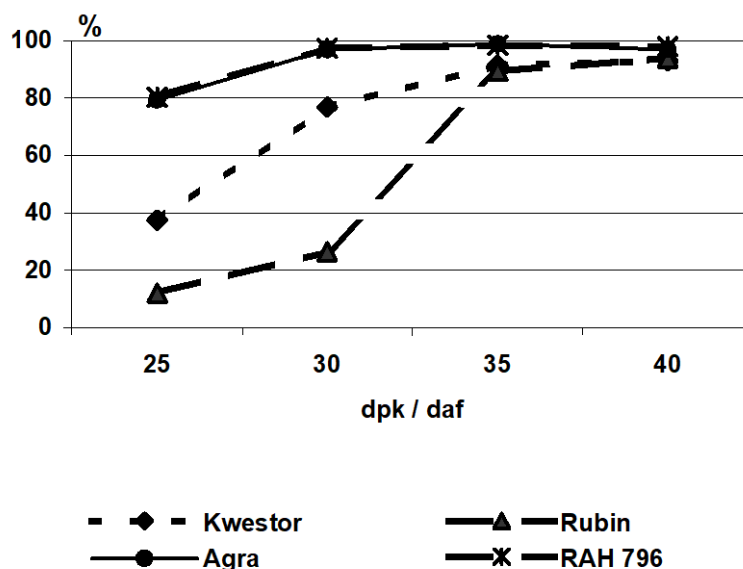
$NIR_{\alpha=0,05}$ — dla współdziałania dpa X rok zbioru — nieistotne

$LSD_{\alpha=0,05}$ — for interaction dpa X year — not significant

Rys. 2. Zawartość skrobi podczas dojrzewania nasion grochu w 3 latach zbioru — średnio dla 4 odmian
Fig. 2. Content of starch during pea seed development in 3 years of harvest — average for 4 cultivars

Oligosacharydom przypisuje się funkcję materiału zapasowego, który jako pierwszy zostaje zużywany przez kiełkujące nasiona (cyt. za Lahutą i in., 1993). Dojrzałe nasiona bobiku według Lahuty i wsp. (1993) zawierały od 40–45% skrobi więcej niż nasiona niedojrzałe i akumulacja tego związku wiązała się ściśle ze wzrostem żywotności i wigoru nasion. W naszych badaniach nasiona o wysokiej zdolności kiełkowania i najwyższym wigorze charakteryzowały się najwyższą zawartością białka. Pokojńska (1999) obserwowała także, jak w czasie dojrzewania nasion bobiku wzrostowi wartości siewnej towarzyszył wzrost zawartości białka.

Niedojrzałe nasiona grochu cechowała duża nierównomierność wschodów polowych. W przypadku stosowania do siewu nasion niedojrzałych (25.dpk), wschody roślin wahały się od 12 do 80,5%, przy czym znacznie wyższe wyniki uzyskano dla odmian wąsolistnych (Agra i RAH 796) niż liściastych (Kwestor i Rubin). Dwukrotny wzrost wschodów dla odmian liściastych stwierdzono, wtedy gdy do siewu użyto nasion zbieranych 5 dni później — w 30.dpk (rys. 3).



- a) $NIR_{0.05} = 4,6$ dla porównania różnego dpk w jednym roku zbioru
 $LSD_{0.05} = 4,6$ for comparison of different daf in the same year of harvest
 b) $NIR_{0.05} = 4,4$ dla porównania jednego dpk w różnych latach
 $LSD_{0.05} = 4,4$ for comparison of the same daf in different years of harvest

Rys. 3. Wschody polowe roślin w zależności od stanu dojrzałości wysiewanych nasion grochu z 3 lat zbioru — średnio dla 4 odmian

Fig. 3. Field emergence depending on a maturation stage of pea seeds harvested in 3 years — average for 4 cultivars

Jednak najwyższe wschody roślin od 75 do 96% otrzymano, wtedy gdy wysiewano nasiona dojrzałe morfologicznie, których zarówno zdolność kiełkowania jak też wigor były

wysokie. Stopień dojrzałości, zdolność kiełkowania i wigor wysiewanych nasion były czynnikami decydującymi o liczbie wschodów roślin.

WNIOSKI

1. Wzrost zawartości białka i skrobi w nasionach grochu wiązał się ze stopniem dojrzałości oraz ze wzrostem wigoru nasion i wschodami roślin w polu.
2. Wysoką wartość siewną nasiona grochu osiągały wcześniej zanim nagromadziły maksymalną ilość białka i skrobi.

LITERATURA

- Bach-Knudsen K. E., Li B. W. 1991. Determination of oligosaccharides in protein-rich feed stuffs by gas-liquid chromatography and high-performance liquid chromatography. *J. Agr. Food Chem.* 39: 689 — 694.
- Grzebiuk S., Kulka K. 1981. *Fizjologia i biochemia nasion*. PWRiL, Warszawa: 605 ss.
- International Seed Testing Association. 1995. Vigour Test Committee. 1995. Seed Vigour Testing Seminar. Copenhagen, Denmark June 7, 1995. H. A. van Venter. ed. ISTA Zuerich, Switzerland.
- International Seed Testing Association. 1996. International Rules For Seed Testing. *Seed Sci. Technol.*, 24, Supplement. pp. 335.
- Kolasińska K., Wiewióra B. 2003. 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. *Biul. IHAR* 226/227: 463 — 471.
- Lahuta L., Rejowski A., Górecki R. J. 1993. Gromadzenie węglowodanów w dojrzewających nasionach bobiku. *Mat. Konf. PAN, SGGW, "Znaczenie jakości materiału siewnego w produkcji roślinnej"*. *Konf. Nauk. Warszawa* 23–24 IX 1993.
- 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 i wigorem dojrzewających nasion łubinu żółtego a ich metabolizmem węglowodanowym. *Mat. Konf. PAN, SGGW, "Znaczenie jakości materiału siewnego w produkcji roślinnej"*. *Konf. Nauk. Warszawa* 23–24 IX 1993.
- Pokojska H. 1999. Dojrzałość fizjologiczna nasion bobiku (*Vicia faba* L. var *minor*) oraz związek między ich dojrzałością a zdolnością kiełkowania, wigorem oraz zawartością białka i tanin. *Biul. IHAR* 212: 227 — 236.

PODZIĘKOWANIE

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