

KRYSTYNA KOLASIŃSKA**BARBARA WIEWIÓRA**

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Wpływ zawartości tanin w nasionach bobiku *Vicia faba* L. na zdolność kiełkowania, wigor, zdrowotność i plon nasion*

The influence of tannin content in faba bean seeds (*Vicia faba* L.) on germination, vigour, health and yield of seeds

Celem pracy było ustalenie zależności pomiędzy zawartością związków taninowych w nasionach, a zdolnością kiełkowania, wigorem i zdrowotnością oraz określenie wpływu tanin na wschody polowe, zdrowotność i produktywność roślin. Doświadczenia prowadzono z użyciem nasion 6 form bobiku o zróżnicowanej genetycznie zawartości tanin, zebranych w 1998, 1999 i 2000 roku. Wybrano formy niskotaninowe powszechnie uważane za beztaninowe (Caspar i BKSK 1074) o zawartości tanin od 0,03 do 0,14% i wysokotaninowe (Rajan, Titus, Tim, Bronto) o zawartości tanin od 0,88 do 1,69% w suchej masie. W doświadczeniu laboratoryjnym oceniano skład chemiczny, zdolność kiełkowania, wigor i zdrowotność nasion. W warunkach polowych określano wschody, zdrowotność roślin oraz plon nasion i jego strukturę. Nasiona bobiku o śladowej zawartości tanin, zależnie od roku zbioru, kiełkowały słabiej (o około 12%) i słabiej wschodziły w polu (o około 10%) oraz odznaczały się na ogół niższym wigorem niż nasiona o wysokiej zawartości tych związków. Zdrowotność nasion niskotaninowych była słabsza niż wysokotaninowych. Natomiast zdolność kiełkowania ($r = 0,64$) i wigor nasion określony metodą elektroprowadnictwa ($r = -0,59$) oraz w warunkach stresowych cold-testu ($r = 0,52$) były istotnie skorelowane z zawartością tanin w nasionach. Uzyskane wyniki badań sugerują, że nasiona o zmniejszonej zawartości tanin nie tylko słabiej kiełkują, ale też są mniej odporne na niekorzystne warunki środowiska. Reasumując można stwierdzić, że udział związków taninowych w kształtowaniu zdolności kiełkowania, zdrowotności i odporności nasion bobiku na stresy środowiskowe wydaje się być znaczący, chociaż zależny od roku zbioru.

Słowa kluczowe: bobik, taniny, patogeny, wigor

The aim of the work was to find out the interaction between tannin content and standard germination, vigour and seed health as well as to determine the influence of tannin content in seeds on field emergence, plants health, seed yield and its components. Field and laboratory experiments were performed on six different faba bean genotypes derived from harvests of three consecutive years 1998,

* Praca została wykonana w ramach projektu badawczego Nr 5 PO 6B 06115 finansowanego przez KBN w latach 1998–2001

1999 and 2000. Seeds of low tannin content, commonly considered as tannin less, — from 0,03 to 0,14% (Caspar i BSKS 1074) and high tannin content genotypes — from 0,88 to 1,69% in dry matter (Rajan, Titus, Tim, Bronto) were chosen. In laboratory experiments evaluation of chemical components, standard germination, vigour and seed health was done. In field conditions the number of plant emergence, plants health, yield and their components were determined. Seeds with low tannin content, dependent on year, germinated poorer (circa 12%), showed lower (circa 10%) field emergence, and in general were characterized with lower vigour than high tannin ones. Health status of low tannin content seed was weaker than that of high content. However the results of standard germination ($r = 0,64$), conductivity ($r = -0,59$) and cold-test ($r = 0,52$) significantly correlated with tannin content. The results suggested that the seeds of low tannin content not only germinated poorer but also were less resistant to suboptimal environmental conditions. In conclusion, it may be stated that influence of tannin content on germination, healthy status and tolerance to environmental stress of faba bean seeds seems to be significant with some variation depending on year of harvest.

Key words: faba bean, tannins, pathogens, vigour

WSTĘP

Nasiona roślin strączkowych, w tym bobiku, są tanim źródłem białka roślinnego (Marquardt, 1986; Szyrmer i in., 1990–1994 inf. ustna; Bressani i Elias, 1986). Jednakże obecność w nich substancji antyżywniowych, pogarsza jakość i smak produktów, a ponadto wpływa ujemnie na dobre wykorzystanie składników pokarmowych, głównie białka (Jansman, 1993). Niektóre z nich są związkami termolabilnymi, usuwalnymi w procesie termicznej obróbki kulinarnej (Pastuszewska, 1985). Do takich należą cukrowce z rodziny rafinoz oraz tylko częściowo usuwalne związki taninowe. Taniny stanowią heterogenną grupę związków pochodnych fenoli o zróżnicowanej budowie chemicznej. Nieznany jest bezpośredni wpływ tanin na kiełkowanie, żywotność, wigor i zdrowotność nasion. Wydaje się, że zdjęcie naturalnej „bariery” w postaci związków fenolowych, może przyczyniać się do poprawy wigoru nasion (Boesewinkel i Bouman, 1995). Grzesiuk i Kulka (1981) fenole zaliczają do inhibitorów wzrostu. Jednakże autorzy monografii pt „Seed development and germination” (Kigel, 1995) uważają, że taniny obniżają kiełkowanie nasion poprzez utrudnianie dyfuzji gazów i opóźnianie rozkładu okrywy nasiennych w glebie, ale przypisują im rolę obronną przed szkodnikami (kręgowce, owady, bakterie, grzyby). Inne doniesienia (Bond i Duc, 1993; Hebbliithwaite i Kantor, 1992) wskazują, że nasiona bobiku pozbawione tanin mają częściej uszkodzoną okrywę nasienną, co z kolei może powodować spadek wigoru i zdrowotności nasion oraz obniżać wrażliwość na stresy środowiskowe. Usunięcie tanin wraz z okrywą nasienną, w której głównie są skoncentrowane, nie jest brane pod uwagę ze względu na wysoki koszt tego zabiegu oraz ubytek około 15% masy surowca. Hodowcy dążą do wytworzenia odmian produkujących nasiona o korzystnym składzie chemicznym, pozbawionym substancji antyżywniowych. Ważne jest, aby nowe odmiany charakteryzowała odpowiednio wysoka wartość siewna. Nasiona, z których w trakcie intensywnego procesu hodowlanego wyeliminowano lub obniżono zawartość tanin, mogą różnić się przynajmniej niektórymi cechami wartości siewnej, jak na przykład odpornością na stresy środowiskowe, choroby i szkodniki w porównaniu do nasion zawierających te związki. Zmodyfikowany skład chemiczny nasion wynikający ze zmniejszonej zawartości związków taninowych może zmienić istniejący w

nasieniu układ pozostałych składników chemicznych, co w konsekwencji może istotnie różnicować zdrowotność nasion, szybkość i równomierność kiełkowania oraz wschody polowe roślin. Zakrzewska (1985) wykazała mniejszą odporność na choroby roślin bobiku biało kwitnącego, niskotaninowego, niż kwitnącego kolorowo, taninowego. Istnienie podobnej zależności w odniesieniu do nasion pochodzących z roślin o różnej barwie kwiatów, jest bardzo prawdopodobne. Względy ekonomiczne (wysoka plenność) oraz perspektywa wyhodowania polskich, niskotaninowych lub beztaninowych odmian, były powodem przeprowadzenia badań nad wpływem związków taninowych na wartość siewną nasion bobiku.

Celem pracy było ustalenie zależności pomiędzy zawartością związków taninowych w nasionach a zdolnością kiełkowania, wigorem, zdrowotnością oraz plonem nasion i jego strukturą.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia prowadzono z użyciem nasion 6 form bobiku o genetycznie zróżnicowanej zawartości tanin. Nasiona pochodziły z 1998, 1999 i 2000 roku zbioru. Wybrano formy niskotaninowe, powszechnie uważane za beztaninowe, (Caspar i BKSK 1074) o zawartości tanin od 0,03 do 0,14% oraz odmiany wysokotaninowe (Rajan, Titus, Tim, Bronto) o zawartości tanin od 0,88 do 1,69% w s.m (tab. 1). Zawartość związków taninowych oznaczano metodą wanilinową z użyciem kwasu siarkowego (Kuhla i Emmeier, 1981). W doświadczeniu laboratoryjnym oceniano zdolność kiełkowania, wigor i zdrowotność nasion wg ISTA (1995, 1996). Zdolność kiełkowania nasion oceniano w warunkach standardowych, stosując podłoże z piasku i temperaturę 20° C oraz światło przez 8 godzin na dobę. Wigor nasion mierzono przy użyciu następujących metod: cold-testu, testu Perry'ego, (udział siewek o wysokim i niskim wigorze, pomiar długości siewek i ich suchej masy), metody konduktometrycznej oraz oceniano kiełkowanie nasion w środowisku zakwaszonym do pH 3,4. Kiełkowanie nasion w warunkach suboptymalnych cold-testu przebiegało w ciemności i w temperaturze 10°C przez 5 dni, a przez następne 5 dni na świetle w temperaturze 25° C. Następnie obliczano procent siewek wysoko- i niskowigorowych. Test Perry'ego pozwolił ocenić liczbę siewek wysokowigorowych oraz tempo rozwoju siewek i szybkość gromadzenia w nich suchej masy. Ponadto oceniano wigor nasion metodą pośrednią, poprzez mierzenie przewodności elektrycznej roztworu powstałego po moczeniu nasion. Metoda ta uwzględnia przepuszczalność błon komórkowych, uszkodzenia, mikrouszkodzenia liścieni oraz osi zarodkowej i okrywy nasiennej. Występowanie mikroorganizmów na nasionach bobiku oceniano analizując 100 nasion, odkażanych powierzchniowo w podchlorynie sodu. Nasiona wykładano na płytkach Petriego z podłożem ziemniaczano-agarowym (PDA). Inkubacja przebiegała w stałej temperaturze 18° C i oświetleniu NUV 360 nm przez 12/12 godzin. Następnie przeprowadzano identyfikację mikroorganizmów posługując się opisami zawartymi w opracowaniach: Barnett (1960), Domsch i Gams (1972), Ellis (1971), Kwaśna i wsp. (1991) oraz Malone i Muskett (1997).

Tabela 1

Zawartość związków taninowych w nasionach bobiku w latach 1998, 1999, 2000
Tannin content in faba bean seeds in years 1998, 1999 2000

Odmiana Cultivar	Zawartość tanin Tannin content %		
	1998	1999	2000
Caspar	0,03	0,03	0,04
BKSK 1074	0,03	0,14	0,08
Średnio Mean	0,03	0,09	0,06
Rajan	1,67	1,69	1,00
Titus	1,29	1,06	1,13
Tim	1,14	1,08	1,07
Bronto	1,00	0,88	1,10
Średnio Mean	1,28	1,18	1,08

Doświadczenie polowe założono metodą losowanych bloków. Określano wschody i zdrowotność roślin, zmierzono plon i jego strukturę. Każde poletko o powierzchni 3 m² osłonięto oddzielnym izolatorem. Nasiona zaprawiane Apronem wysiewano w terminie optymalnym dla siewu bobiku (4–6 kwietnia). W czasie wegetacji stosowano typowe nawożenie (10 kg azotu, 80 kg fosforu i 100 kg potasu w czystym składniku w przeliczeniu na 1 ha) oraz ochronę roślin przed szkodnikami i chorobami (Fastac 10EC, Sumilex, Mirage 450 EC, Bravo 500 S.C., Karate 25 WG). W celu zniszczenia chwastów jedno- i dwuliściennych stosowano Targę Super 5EC i Afalon (Zalecenia IOR 1998/99). Notowano temperaturę powietrza i opady atmosferyczne w okresie od zakończenia kwitnienia roślin do zbioru, tj. przez około 2 miesiące w zależności od roku. Oceniano plon nasion z poletka i z 1 rośliny, wysokość roślin, liczbę węzłów owocujących, liczbę strąków i liczbę nasion w 1 strąku. Pomiarów biometrycznych wykonywano na 20 roślinach losowo wybranych z poletka. Uzyskane wyniki zostały porównane statystycznie przy zastosowaniu dwuczynnikowej analizy wariancji i analizy korelacji. Błąd różnicy średnich pomiędzy uzyskanymi wynikami został oszacowany przy zastosowaniu testu Tukeya (Elandt, 1964).

WYNIKI I DYSKUSJA

Zdolność kiełkowania nasion

Zdolność kiełkowania nasion określona w warunkach temperatury optymalnej 20° C (ISTA, 1996) była zróżnicowana w zależności od odmiany i roku zbioru i wynosiła średnio od 60,7% do 96%. Badane próby nasion o wysokiej zawartości tanin osiągały wysokie parametry kiełkowania od 87,8% dla odmiany Rajan do 91,8% dla odmiany Titus, co w porównaniu ze standardami jakości (zdolność kiełkowania > 85% (Dziennik Ustaw, 2001) wskazuje na materiał dobrej wartości siewnej. Słabszą zdolność kiełkowania, niższą niż minimalne wymagania jakościowe, osiągały nasiona o niskiej zawartości tanin — od 74% dla nasion odmiany Caspar do 79,3% dla BKSK. Szybkość kiełkowania, mierzona liczbą normalnie skielkowanych nasion po 4 dniach (energia kiełkowania) była także zdecydowanie słabsza dla nasion o obniżonej zawartości tanin (średnia z 3 lat 6,5%) niż dla nasion

wysokotaninowych (średnia 15,7%). Ponadto nasiona niskotaninowe częściej pleśniały i wydawały siewki zdeformowane, obniżające wskaźnik zdolności kiełkowania, niż nasiona o wysokiej zawartości tego związku (tab. 2).

Tabela 2

Występowanie nasion martwych (%) i siewek nienormalnych (%) podczas oceny zdolności kiełkowania nasion o niskiej i wysokiej zawartości tanin

Dead seeds (%) and abnormal seedlings (%) during germination test of low and high tannin cultivars

Odmiana Cultivar	Nasiona martwe Dead seeds			Siewki nienormalne Abnormal seedlings		
	lata years					
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Caspar	1,3	1,3	6,0	29,3	6,7	33,3
BKSK 1074	0,7	2,7	4,0	22,7	22,7	8,0
Rajan	0,0	0,0	1,3	6,7	5,3	12,0
Titus	0,0	2,7	1,3	4,0	8,0	6,7
Tim	0,0	1,3	1,3	2,7	10,7	5,3
Bronto	0,7	0,0	2,0	14,0	2,7	4,0

NIR $\alpha=0,05$ — dla nasion martwych

LSD $\alpha=0,05$ — for dead seeds

— Dla porównania odmiany w latach = 2,9 — For comparison of cultivar in years = 2,9

— Dla porównania odmian w jednym roku = 3,5 — For comparison of cultivars in the same year = 3,5

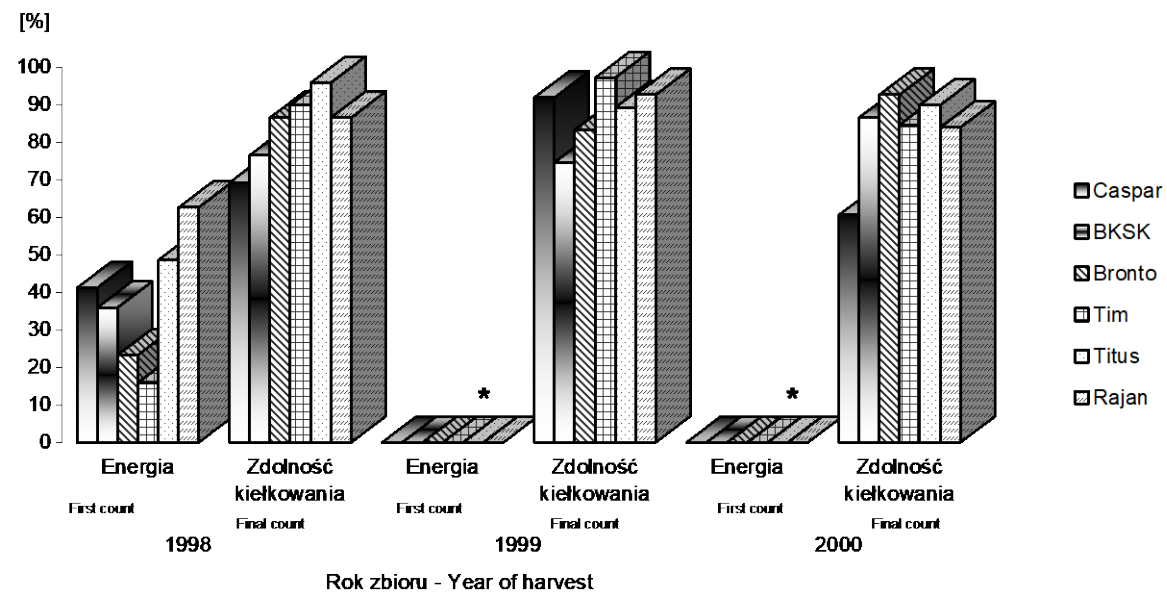
NIR $\alpha=0,05$ — dla siewek nienormalnych

LSD $\alpha=0,05$ — for abnormal seedling

— Dla porównania odmiany w latach = 10,5 — For comparison of cultivar in years = 10,5

— Dla porównania odmian w jednym roku = 13,0 — For comparison of cultivars in the same year = 13,0

Duży udział siewek morfologicznie zdeformowanych i nasion martwych świadczy o niskiej wartości siewnej ocenianych nasion (Kolasińska i Grzelak, 1993). Podczas oceny zdolności kiełkowania nasion niskotaninowych obserwowano dwukrotnie więcej nasion martwych, pleśniejących niż podczas oceny zdolności kiełkowania nasion wysokotaninowych odpowiednio od 0,7 do 6% i od 0 do 2,7%. Stwierdzono trzykrotnie więcej nasion kiełkujących anormalnie w przypadku oceny nasion niskotaninowych niż wysokotaninowych — odpowiednio od 6,7 do 33,3% i 2,7 do 14%. Warunki formowania i dojrzewania nasion okazały się bardzo ważne, bowiem uzyskane wyniki badań istotnie zależały od roku zbioru. Nasiona odmiany Caspar zebrane w 1998 i 2000 roku kiełkowały słabo, poniżej wymagań stawianych dla materiału siewnego bobiku (Dziennik Ustaw, 2001) — odpowiednio 69,3% i 60,7%. Jednakże w 1999 roku zdolność kiełkowania niskotaninowych nasion odmiany Caspar wynosiła aż 92% i była podobna lub wyższa niż zdolność kiełkowania nasion odmian wysokotaninowych. Niskotaninowe nasiona rodu BKSK zebrane w 1998 i 2000 roku osiągały wyższą zdolność kiełkowania niż nasiona odmiany Caspar. Natomiast w 1999 roku zdolność kiełkowania nasion rodu BKSK była niższa niż odmiany Caspar i pozostałych form (rys. 1).



$NIR_{\alpha=0,05}$ — dla współdziałania odmiana x rok zbioru; $LSD_{\alpha=0,05}$ — for interaction cultivar x year

— Dla porównania energii kiełkowania odmian w 1998 roku = 8,2 — For first count of cultivars in 1998 year = 8.2

* — Wyniki dla energii były zerowe; * — Data for first count were 0

— Dla porównania zdolności kiełkowania odmian w jednym roku = 12,1 — For comparison final count of cultivars in the same year = 12.1

— Dla porównania zdolności kiełkowania odmiany w latach = 14,9 — For comparison final count of cultivar in years = 14.9

Rys. 1. Energia i zdolność kiełkowania nasion nisko- i wysokotaninowych pochodzących z trzech lat zbioru

Fig. 1. First and final count in germination test of low and high tannin seeds from three years of harvest

Tabela 3

Warunki środowiska podczas formowania i dojrzewania nasion
Environmental conditions during formation and maturation of seeds

	Rok Year	Temperatura powietrza °C Air temperature °C	Opady (mm) Rainfall (mm)
1998	Średnia dobową Daily mean	19,2	2,2
	Zakres Range	8,6 — 36,0	0,0 — 33,0
	Suma Total	1188,0	175,0
1999	Średnia dobową Daily mean	21,1	2,1
	Zakres Range	10,0 — 31,0	0,0 — 34,0
	Suma Total	1509,0	185,0
2000	Średnia dobową Daily mean	19,2	1,4
	Zakres Range	7,0 — 30,0	0,0 — 11,0
	Suma Total	1212,0	91,4

Tabela 4

Współczynniki korelacji pomiędzy różnymi cechami nasion i zawartością tanin
Correlation coefficients between different seed characters and tannin content

Cechy nasion Seeds characters	Taniny Tannins
Energia First count	0,11
Zdolność kiełkowania Final count	0,64*
Długość epikotyli Epicotyl lenght	0,03
Długość korzenia Root lenght	0,12
Elektroprzewodnictwo Conductivity	-0,59*
Sucha masa siewki Dry weight of seedling	0,32
Wschody polowe Field emergence	0,41
Cold-test Cold-test	0,52*
Test Perry'ego Perry's test	0,41
Kiełkowanie — pH 3,4 Germination — pH 3,4	0,41

n = 18, a dla wschodów polowych 12

n = 18, and for field emergence 12

* Istotne $\alpha = 0,05$;* Significant at $\alpha = 0.05$

W 2000 roku obserwowano prawie dwukrotnie niższe opady w okresie formowania i dojrzewania nasion niż w 1998 i 1999 roku — odpowiednio suma opadów 175 i 185, a w roku 2000 tylko 91,4 mm (tab. 3). Średnie dobowe opady za ten okres wynosiły około 2,2 mm w 1998 i 2,1 mm w 1999 roku, a w roku 2000 — 1,4 mm. Średnia zdolność kiełkowania nasion form niskotaninowych była słabsza, niż uzyskana dla nasion form wysokotaninowych o około 19% w 1998 roku i około 13% w 2000 roku, charakteryzującym się niskimi opadami. Wyniki zdolności kiełkowania były istotnie skorelowane z zawartością tanin w nasionach ($r = 0,64$) (tab. 4).

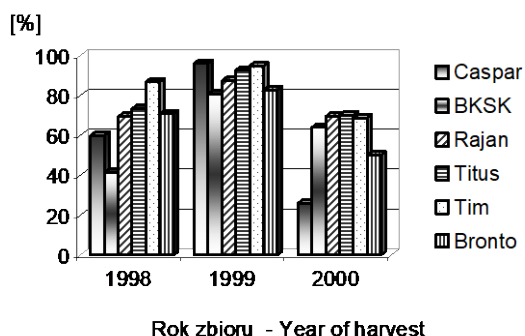
Wigor nasion i siewek

Oceniano rozwój siewek w warunkach optymalnych (szybkość wzrostu siewek — test Perry’ego) i suboptymalnych (cold-test, kiełkowanie nasion w środowisku zakwaszonym). Liczba siewek wysokowigorowych wyrosłych w optymalnych warunkach testu Perry’ego była wysoka i wynosiła średnio od 60% dla nasion odmiany Caspar do 83,3% dla odmiany Tim. Najniższe wyniki uzyskano dla nasion zebranych w 2000 roku, dla których zdolność kiełkowania była również najniższa (rys. 2 a).

Liczba siewek wysokowigorowych wyrosłych w warunkach stresowych cold-testu była zależna od zawartości tanin w nasionach i roku zbioru. Nasiona o śladowej zawartości tanin wydawały około 3-krotnie mniej siewek wysokowigorowych niż nasiona taninowe. Liczba siewek wysokowigorowych dla odmiany Caspar wynosiła od 2,0 do 18,7%, dla rodu BKSK od 0 do 46% a dla odmian wysokotaninowych, od 9,3 dla odmiany Tim w 1999 roku do 70,7% dla odmiany Titus w 1998 roku zbioru (rys. 2 b). Wyniki cold-testu były istotnie skorelowane z zawartością tanin w nasionach ($r = 0,52$) (tab. 4). Nasiona pozbawione tanin, zarówno w optymalnych warunkach środowiska jak i w warunkach stresowych (cold-test), wydały od 3 do 8 razy więcej siewek anormalnych, zdeformowanych i prawie 2-krotnie więcej nasion martwych niż nasiona wysokotaninowe. Ma to bezpośredni związek z zasiedleniem nasion przez mikroorganizmy.

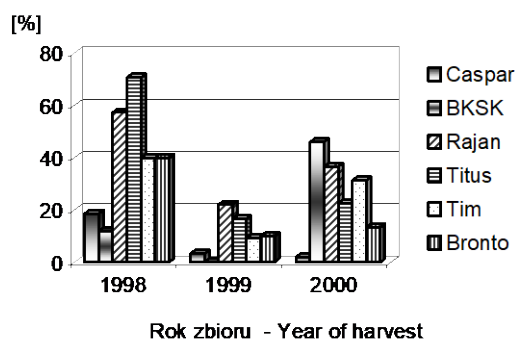
Liczba nasion normalnie kiełkujących przy pH 3,4 była wysoka i tylko w niewielkim stopniu zależała od odmiany i roku zbioru, średnio od 56,7 do 96,7% dla nasion niskotaninowych i od 70,0 do 96,7% dla nasion taninowych. Nasiona wszystkich badanych genotypów, niezależnie od zawartości tanin, kiełkowały podobnie, jedynie w 1998 roku nasiona form niskotaninowych wydawały istotnie mniej siewek normalnych niż nasiona wysokotaninowe (rys. 2 c).

Szybkość wzrostu epikotyli i korzenia pierwotnego obserwowana w procesie kiełkowania nasion niskotaninowej odmiany Caspar i rodu BKSK była podobna. Długość epikotyli wahała się od 122,5 mm w 1998 roku do 149,2 mm w 2000 roku. Większe różnicowanie tej cechy stwierdzono podczas oceny nasion wysokotaninowych. Długość epikotyli wynosiła od 114 mm w 2000 roku zbioru dla nasion odmiany Tim do 186,5 mm dla nasion odmiany Titus. Tempo wzrostu korzenia pierwotnego było podobne jak epikotyli (rys. 3). Sucha masa siewek była różnicowana wśród badanych odmian od 1,3 do 2,3 g dla odmian niskotaninowych oraz od 1,7 do 2,4 g dla odmian taninowych. Dały się zauważyć niejednolite różnice odmianowe słabo związane z zawartością tanin w nasionach (tab. 4, tab. 5).



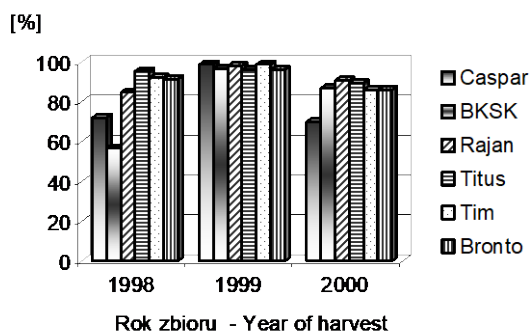
a) Test Perry'ego — Perry's test

NIR $\alpha=0,05$ — dla współdziałania odmiana x rok zbioru; LSD $\alpha=0,05$ — for interaction cultivar x year
a1) Dla porównania odmian w jednym roku = 14,1 — For comparison of cultivars in the same year = 14.1
a2) Dla porównania odmiany w latach = 11,4 — For comparison of cultivar in years = 11.4



b) Cold-test — Cold-test

b1) Dla porównania odmian w jednym roku = 15,5 — For comparison of cultivars in the same year = 15.5
b2) Dla porównania odmiany w latach = 12,6 — For comparison of cultivar in years = 12.6

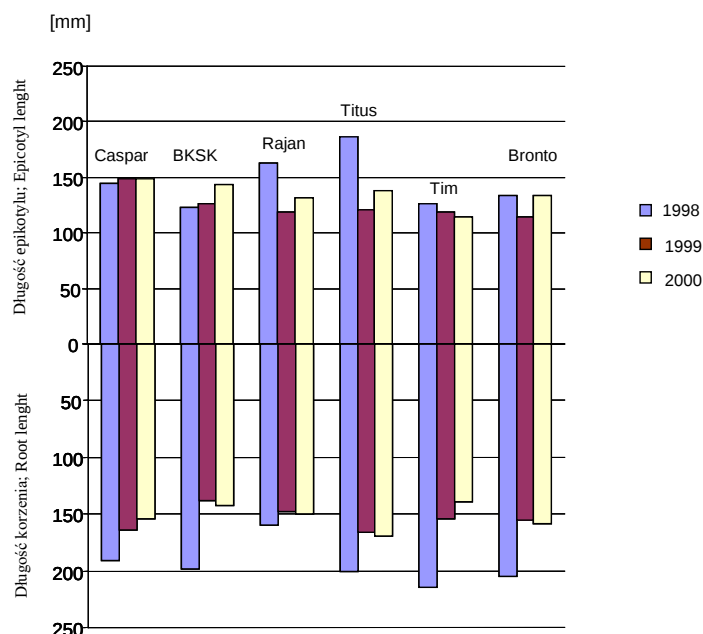


c) Kielkowanie nasion przy pH=3,4 — Germination in pH=3,4

c1) Dla porównania odmian w jednym roku = 11,8 — For comparison of cultivars in the same year = 11.8
c2) Dla porównania odmiany w latach = 9,5 — For comparison of cultivar in years = 9.5

Rys. 2. Siewki wysokowigorowe oznaczone w trzech różnych metodach laboratoryjnych
Fig. 2. High vigorous seedlings in three laboratory tests

Ogólnie można stwierdzić, że badanie szybkości rozwoju epikotyli i korzenia pierwotnego wykazało podobne tempo wzrostu siewek dla wszystkich badanych genotypów bobiku przy podobnym tempie gromadzenia suchej masy w siewkach. Wigor nasion mierzony procentem siewek wysokowigorowych lub tempem wzrostu siewek w teście Perry'ego nie miał związku z wynikami wigoru oznaczonymi w metodach cold-testu i elektroprzewodnictwa.



NIR $\alpha = 0,05$ — dla długości epikotyli

LSD $\alpha = 0,05$ — for epicotyl lenght

a1) Dla porównania odmian w jednym roku = 26,9 — For comparison of cultivars in the same year = 26.9

a2) Dla porównania odmiany w latach = 21,8 — For comparison of cultivar in years = 21.8

NIR $\alpha = 0,05$ — dla długości korzenia; LSD $\alpha = 0,05$ — For root lenght

a1) Dla porównania odmian w jednym roku = 35,4 — For comparison of cultivars in the same year = 35.4

a2) Dla porównania odmiany w latach = 28,7 — For comparison of cultivar in years = 28.7

Rys. 3. Długość siewek

Fig. 3. Lenght of seedlings

Ocena elektroprzewodnictwa wód nastoinowych wykazała, że nasiona o śladowej zawartości tanin charakteryzowały się słabszym wigorem (od 24,0 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ dla BKSR w 1999 roku do 14,3 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ dla odmiany Caspar w 1998 roku zbioru) niż nasiona zawierające wyższą ilość tanin (od 18,6 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ dla odmiany Titus w 1999 roku do 7,6 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ dla odmiany Bronto w 2000 roku zbioru) (tab. 6). Według kryteriów przyjętych przez ISTA (Perry, 1995) nasiona beztaninowe charakteryzowały się niskim wigorem, bowiem uzyskane wyniki mieściły się w granicach od 14,4 do 24,0 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$, a dopiero wynik niższy od 11 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ może wskazywać na wysoki wigor badanych nasion. Natomiast wyniki elektroprzewodnictwa uzyskane dla nasion taninowych w 8 przypadkach

na 12 były niższe od 11 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$, co może świadczyć o wysokim wigorze tych nasion. Wykazano istotną korelację pomiędzy zawartością tanin w nasionach i elektroprowadnictwem roztworu powstałego po moczeniu nasion — $r = -59$ (tab. 4). Wcześniej przeprowadzone badania, z użyciem nasion fasoli (Kolasińska i in., 2000), dowiodły przydatności metody konduktometrycznej w przewidywaniu wschodów polowych, zwłaszcza w niekorzystnych warunkach środowiska. Na podstawie dotychczas uzyskanych wyników badań wydaje się słuszne stwierdzenie, że jedną z lepszych metod pomiaru wigoru nasion roślin strączkowych jest metoda konduktometryczna.

Tabela 5

Wigor nasion mierzony ilością zgromadzonej suchej masy w siewkach
Seeds vigour expressed as a dry weight of seedling

Odmiana Cultivar	Sucha masa siewki (g) Seedling dry weight (g)			
	lata years			
	1998	1999	2000	Średnio Mean
Caspar	2,4	2,6	2,0	2,3
BKSK 1074	0,7	1,7	1,4	1,3
Rajan	1,4	1,5	2,3	1,7
Titus	2,8	2,1	2,0	2,3
Tim	3,1	2,1	1,8	2,3
Bronto	2,8	2,3	2,1	2,4

NIR $\alpha=0,05$ — dla współdziałania odmiana x rok zbioru

LSD $\alpha=0,05$ — for interaction cultivar x year

1) Dla porównania odmiany w latach = 0,64 — For comparison of cultivar in years = 0.64

2) Dla porównania odmian w jednym roku = 0,52 — For comparison of cultivars in the same year = 0.52

Tabela 6

Wigor nasion oznaczony metodą konduktometryczną
Seeds vigour in conductivity test

Odmiana Cultivar	Elektroprowadnictwo ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) Conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)			
	lata years			
	1998	1999	2000	Średnio Mean
Caspar	14,3	21,6	21,0	18,9
BKSK 1074	17,8	24,0	22,7	21,5
Rajan	11,8	9,2	8,1	9,7
Titus	16,0	18,6	10,2	14,9
Tim	10,2	14,1	9,1	11,1
Bronto	10,1	8,6	7,6	8,7

NIR $\alpha=0,05$ — dla współdziałania odmiana x rok zbioru

LSD $\alpha=0,05$ — for interaction cultivar x year

1) Dla porównania odmiany w latach = 2,7 — For comparison of cultivar in years = 2.7

2) Dla porównania odmian w jednym roku = 1,9 — For comparison of cultivars in the same year = 1.9

Zdrowotność nasion form nisko- i wysokotaninowych

W przeprowadzonych badaniach, opublikowanych wcześniej (Wiewióra i Kolasińska, 2000) nie stwierdzono występowania *Ditylenchus dipsaci* Kühn. zarówno w nasionach o wysokiej, jak i niskiej zawartości tanin. Nie można jednak wykluczyć jego obecności w pozostałej, nie badanej, partii nasion. Ocenę przeprowadzono zgodnie z zalecaną metodyką, na próbie 300 sztuk nasion nie wykazujących objawów zgnilizny. Nieregularne występowanie niszczyka w nasionach powoduje, że badanie materiału siewnego nie daje całkowitej pewności otrzymanych rezultatów. Konsekwencją tego może być nieświadome wprowadzenie nicieni do uprawy (Kornobis, 1994). W doświadczeniu szklarniowym, przeprowadzonym w prowokacyjnych warunkach, na glebie sztucznie zainfekowanej nicieniem, zaobserwowano występowanie pewnych symptomów chorobowych, zwłaszcza na roślinach niskotaninowych. Rośliny wyrosłe z ziemi zakażonej nicieniem były niższe, często o zdeformowanej łodydze i zbrunatniałych liściach. Charakter objawów pozwala przypuszczać, że przyczyną ich wystąpienia mogła być obecność niszczyka.

Zdrowotność nasion niskotaninowych była niższa niż wysokotaninowych (w zależności od roku zbioru od 51,5 do 59,5% nasion porażonych dla niskotaninowych oraz od 35,3 do 47,2% dla form wysokotaninowych). Zidentyfikowano około 20 gatunków grzybów zasiedlających badane nasiona bobiku. Nasiona ze zbioru w 1998 i 1999 zasiedlone były w większości przez saprofityczne gatunki grzybów. Dominowały takie rodzaje, jak: *Alternaria* spp., *Penicillium* spp. i *Cladosporium* spp. Obserwacje nasze potwierdzają rezultaty Olszewskiego i wsp. (2001), którzy na nasionach bobiku obserwowali w większości grzyby saprofityczne (*Penicillium* spp., *Alternaria*, *Aspergillus* i *Trichoderma*). Grzyby z rodzaju *Penicillium* porażały nasiona od 1,0 do 19,0% u form niskotaninowych oraz od 0,8 do 20,5% u form wysokotaninowych. Rok 2000 okazał się sprzyjający dla wystąpienia grzybów patogenicznych, które stanowiły ponad połowę wyizolowanych mikroorganizmów. Wśród patogenów dominowały grzyby z rodzaju *Fusarium* — od 0 do 32,5% nasion porażonych u form niskotaninowych oraz od 0,5 do 17,8% u form wysokotaninowych. Nasiona wysokotaninowe charakteryzowały się o połowę niższym porażeniem przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (tab. 7). Obserwowano także patogeny z rodzaju *Botrytis* i gatunek *Ascochyta fabae*, który wystąpił w niewielkim nasileniu (od 0,2% u form wysokotaninowych w 2000 roku do 0,5% — u form niskotaninowych w 1998 i u wysokotaninowych w 1999 roku). Patogeny te należą do tzw. grzybów polowych, występujących krótko po zbiorze, chociaż grzyby z rodzaju *Ascochyta* mogą przetrwać na nasionach nawet do 12 lat, dopóty, dopóki nasiona zachowują żywotność (Neergaard, 1977). Fordoński i wsp. (1994) potwierdzają powszechnie znaną zasadę, że zarówno grzyby saprofityczne, jak i patogeniczne częściej atakują nasiona o obniżonej odporności niż nasiona odporne. Jednak nasiona form zarówno nisko- jak i wysokotaninowych, z których izolowano więcej grzybów saprofitycznych, były w niewielkim stopniu porażone przez grzyby patogeniczne. Należy sądzić, że dominujące występowanie saprofity ograniczało występowanie grzybów patogenicznych. Również badania Łacicowej i Pięty (1996) oraz Werner (1996) wykazały, że obecność niektórych grzybów saprofitycznych zmniejsza występowanie czynników chorobotwórczych, patogenicznych.

Tabela 7

**Zasiedlenie przez mikroorganizmy nisko- i wysokotaninowych nasion bobiku
(liczba kolonii/100 nasion)**

**Occurrence of seed-borne microorganisms in low and high tannin faba beans
(number of colonies/100 seeds)**

Mikroorganizmy Microorganisms	Lata Years					
	1998		1999		2000	
	N	W	N	W	N	W
	n = 2	n = 4	n = 2	n = 4	n = 2	n = 4
<i>Alternaria</i> spp.	13,0	11,5	7,5	2,8	2,0	7,5
<i>Ascochyta fabae</i> Speg.	0,5	—	—	0,5	—	0,2
<i>Aspergillus</i> spp.	—	6,5	0,5	—	—	1,0
<i>Botrytis</i> spp.	2,0	0,2	3,5	1,0	—	—
<i>Cladosporium</i> spp.	10,5	4,8	11,5	3,5	3,5	2,8
<i>Fusarium</i> spp.	6,0	1,8	—	0,5	32,5	17,8
<i>Mucor</i> spp.	2,0	0,2	—	0,8	—	0,2
<i>Penicillium</i> spp.	5,5	4,2	19,0	20,5	1,0	0,8
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.	0,5	0,8	—	—	4,5	—
Inne saprofity	6,0	5,0	7,0	1,2	5,5	4,2
Other saprophytes						
Bakterie	13,5	12,2	6,5	4,5	2,5	0,8
Bacteria						
Ogółem mikroorganizmy	59,5	47,2	55,5	35,3	51,5	35,3
Total microorganisms						

N — Formy niskotaninowe

N — Low tannin genotypes

W — Formy wysokotaninowe

W — High tannin genotypes

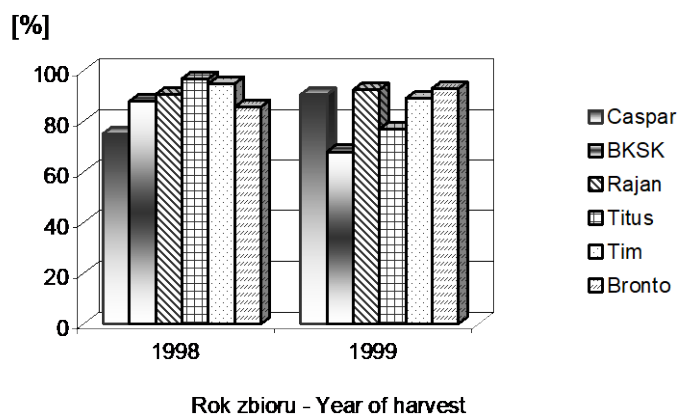
n — Liczba obiektów

n — Number of objects

Zdrowotność roślin, wschody polowe, plon nasion i struktura plonu

Podatność na choroby i szkodniki roślin nisko i wysokotaninowych form bobiku była podobna. Z tego względu na wszystkie poletka zastosowano analogiczną ochronę roślin zaraz po wystąpieniu pierwszych objawów askochytozy (*Ascochyta fabae*) i czekoladowej plamistości (*Botrytis* spp.) lub pojawienia się mszyc. Chroniono także rośliny przed ewentualnym pojawieniem się strąkowca bobowego (*Bruchus rufimanus* Boh).

Wschody polowe roślin odmian niskotaninowych wahały się od 75,2 do 90,5% dla odmiany Caspar i od 68 do 87,9% dla BKSK, a dla form taninowych od 77,0 do 96,8%. Wschody roślin niskotaninowych były niższe o 10,5% w 1999 roku (dla 1998 roku zbioru) niż wysokotaninowych i 8,6% w 2000 roku (dla 1999 roku zbioru nasion) (rys. 4). Wschody roślin BKSK, rodu polskiego, których zarówno zdolność kiełkowania jak też wigor w kolejnych latach badań były słabsze niż nasion odmiany holenderskiej Caspar, różniły się znacznie w latach badań (87,9 w 1999 i 68% w 2000 roku). Nie wykazano istotnej korelacji pomiędzy zawartością tanin w nasionach, a wschodami roślin w warunkach polowych.



NIR $\alpha=0,05$ — dla współdziałania odmiana x rok zbioru

LSD $\alpha=0,05$ — for interaction cultivar x year

a1) Dla porównania odmian w jednym roku = 14,0 — For comparison of cultivars in the same year = 14.0

a2) Dla porównania odmiany w latach = 9,4 — For comparison of cultivar in years = 9.4

Rys. 4. Wschody polowe nisko- i wysokotaninowych odmian bobiku z dwóch lat zbioru

Fig. 4. Field emergence of low and high tannin content faba bean seeds from two years of harvest

Plon nasion z poletka i średni plon z 1 rośliny (przy wilgotności nasion 15%) był wyższy dla form beztaninowych niż wysokotaninowych, odpowiednio 2026 i 1835 g oraz 91 i 79 g, ale tylko w 1999 roku. W następnym sezonie średni plon z poletka dla form niskotaninowych był o ponad 500 g niższy niż dla form taninowych, a średni plon z 1 rośliny był porównywalny, aczkolwiek także niższy, chociaż tylko o 4 g (tab. 8). Różnice pomiędzy wynikami uzyskanymi dla form nisko- i wysokotaninowych były nieistotne statystycznie. Masa tysiąca nasion dla form niskotaninowych wynosiła od 520 g w 1999 roku do 554 w 1998 i 614g w 2000 roku zbioru. Podobne wyniki uzyskano dla form wysokotaninowych 517 g w 1998 roku, 540 i 618 g w 1999 i 2000 roku zbioru. Najbardziej dorodne nasiona uzyskano w 2000 roku, przy podobnym plonie z poletka (1898 i 1514 g) i ponad dwukrotnie niższym plonie z 1 rośliny (83 i 30 g) oraz mniejszej liczbie strąków z rośliny (28 i 11) niż w 1999 roku (tab. 8). Należy dodać, że rok 2000 charakteryzował się niskimi opadami w okresie formowania i dojrzewania nasion. Zarówno suma opadów, jak też opady średnie dobowe w tym okresie były prawie dwukrotnie niższe w roku 2000 niż w latach poprzednich.

Minimalnie wyższa masa tysiąca nasion oraz korzystniejsza obsada roślin na poletku, wynikająca ze słabszych wschodów form niskotaninowych niż wysokotaninowych w 1999 roku, może jedynie uzasadniać nieco lepszy plon tych pierwszych zwłaszcza, że został uzyskany na małych (3 m²) poletkach doświadczalnych. Jednakże porównanie plonu nasion uzyskanego z poletek form nisko- i wysokotaninowych okazało się nieistotne statystycznie. Boros i wsp. (1997) dowodzą, że takie cechy jak masa tysiąca nasion, liczba nasion w strąku i liczba strąków na roślinie to główne czynniki, które mogą wpływać na wielkość plonu.

Tabela 8

Struktura plonu oraz plon nasion w latach 1999 i 2000 roku
Yield components and yield in 1999 and 2000 year

Odmiana Cultivar	Plon nasion z poletka Yield of seeds per plots (g)			Plon nasion z 1-rośliny Yield of seeds per 1-plant (g)			Wysokość roślin Height of plant (cm)			Liczba węzłów owocujących Number of fruiting nodes			Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant			Liczba nasion w strąku Number of seeds per pod		
	1999	2000	Średnio Mean	1999	2000	Średnio Mean	1999	2000	Średnio Mean	1999	2000	Średnio Mean	1999	2000	Średnio Mean	1999	2000	Średnio Mean
Caspar	2424	1904	2164 *	100	30	65 *	106	88	97 b	11	7	9 b	30	10	20 *	3	3	3 *
BKSK1074	1627	427	1027 *	81	23	52 *	84	67	76 c	7	5	6 b	25	8	17 *	3	3	3 *
Średnio Mean	2026	1165	—	91	27	—	95	78	—	9	6	—	28	9	—	3	3	—
Rajan	1230	1401	1316 *	61	26	44 *	85	79	82 bc	7	6	7 b	18	10	14 *	3	2	3 *
Titus	2277	2235	2256 *	90	30	60 *	91	84	88 bc	8	5	7 b	32	10	21 *	3	3	3 *
Tim	1731	1786	1759 *	56	27	42 *	88	83	86 bc	7	5	6 b	20	10	15 *	3	2	3 *
Bronto	2101	1329	1715 *	110	42	76 *	129	120	125 a	14	12	13 a	40	19	30 *	3	3	3 *
Średnio Mean	1835	1688	—	79	31	—	98	92	—	9	7	—	28	12	—	3	3	—
Średnio Mean	1898*	1514*	—	83 A	30 B	—	97A	87 B	—	6 B	7 A	—	28 A	11 B	—	3 *	3 *	—

Grupy jednorodne dla odmian: od a do c — dla lat: od A do B

Homogenous groups for cultivars: from a to c — for years: from A to B

* Nieistotne

* Non significant

Wiadomo, że plon nasion bywa ściśle związany z wartością siewną wysiewanego materiału (Grzesiuk i Górecki, 1981, Pokojska, 1999), a w tym przypadku zastosowanie do siewu nasion o słabszej wartości siewnej nie spowodowało spodziewanego spadku plonu. Badane elementy struktury plonu (średnia liczba strąków z rośliny, średnia liczba nasion w strąku) były podobne dla wszystkich badanych genotypów. Jednakże w roku 2000 uzyskano ponad dwukrotnie niższy plon nasion z rośliny oraz niższą liczbę strąków na roślinach niż w 1999 roku.

WNIOSKI

1. Nasiona bobiku o śladowej zawartości tanin słabiej kiełkowały i słabiej wschodziły w polu oraz odznaczały się na ogół niższym wigorem niż nasiona o podwyższonej zawartości tych związków. Zdrowotność nasion niskotaninowych była także słabsza niż form wysokotaninowych.
2. Zdolność kiełkowania oraz wigor nasion określony metodą elektroprzewodnictwa i w warunkach stresowych cold-testu były istotnie skorelowane z zawartością tanin w nasionach. Takie wyniki sugerują, że nasiona o zmniejszonej zawartości tanin nie tylko słabiej kiełkują, ale też są mniej odporne na niekorzystne warunki środowiska.
3. Nie znaleziono związku pomiędzy zawartością tanin w nasionach a plonem nasion i jego strukturą.

LITERATURA

- Barnett H. L. 1960. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Pub. Company. Minneapolis: 1 — 225.
- Boesewinkel F.D., Bouman F. 1995. The seed: structure and function. In: Seed development and germination. Jaime Kigel (ed.). Hebrew Univ. Of Jerusalem Rehovot, Israel and Gad Gailili Weizmann Inst. of Science Rehovot, Israel: 7 — 13.
- Bond D. A., Duc G. 1993. Plant breeding as a means of reducing antinutritional factors in grain legumes. EAAP Publ. 70, Wageningen, The Netherlands.
- Boros L., Sawicki J., Wawer A. 1997. Współzależność cech determinujących plon nasion fasoli karłowej na suche nasiona (*Ph. vulgaris* L.) i soi (*Glycine max* L. Merr.). Mat. VII Ogólnopolskiego Zjazdu Hod. Roślin Ogrodniczych. AR w Szczecinie: 227 — 229.
- Bressani R., Elias L. G. 1986. Seed quality and nutritional goals in pea, lentil, faba bean and chickpea breeding. World Crop: cool season food legumes. London: 381.
- Domsch K. H., Gams W. 1972. Fungi in agricultural soil. T. and A. Constable LTD Edinburgh.
- Dziennik Ustaw RP. 2001. 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.
- Fordoński G., Górecki R., Bieniaszewski T., Majchrzak B. 1994. Wpływ tiuramu na kiełkowanie, wigor nasion i zdrowotność siewek roślin strączkowych w warunkach stresu chłodnowodnego. Mat. Konf. PAN. ART Olsztyn Uszlachetnianie materiałów nasiennych. Olsztyn-Kortowo 1994: 81 — 89.
- Grzesiuk S., Kulka K. 1981. Fizjologia i biochemia nasion. PWRiL, Warszawa: 396: 423.
- Grzesiuk S., Górecki R. 1981. Wigor jako nowe kryterium oceny nasion. Post. Nauk. Rol. 6: 39 — 56.
- Hebblihtwaite P. D., Kantor F. 1992. Resistant of white and coloured flowered faba beans (*Vicia faba* L.) on soil-born pathogens and late stage diseases. I. Conference Europeenne Sur Les Proteagineux. Proc. Angers-France 1–9 Jun: 329 — 300.

- International Seed Testing Association. 1995. Vigour Test Committee. 1995. Seed Vigour Testing Seminar. Copenhagen, Denmark June 7, 1995. van Venter. H. A (ed.) ISTA, Zuerich: 51 — 104.
- International Seed Testing Association. 1996. International Rules for SeedTesting. Seed Sci. Technol., 24, Suppl: 1 — 335.
- Jansman A. J. M. 1993. Tannins in faba beans (*Vicia faba* L.) — antinutritional properties in monogastric animals Ph. D Thesis. Dept. Anim. Nut. Agri. Univ. Wageningen.
- Kigel J. (ed.). 1995. Seed development and germination. In: The seed: structure and function. 1. Boesewinkel F. D., Bouman F. (eds.). Hebrew Univ. Of Jerusalem Rehovot, Israel and Gad Gailili Weizmann Inst. of Science Rehovot, Israel: 7 — 13.
- Kolasińska K., Grzelak K. 1993. Wpływ inkrustowania na kiełkowanie, wigor i zdrowotność nasion strączkowych-fasola, soja, groch. Biul. IHAR 188: 275 — 288.
- Kolasińska K., Szyrmer J., Dul S. 2000. Relationship between laboratory tests results and field emergence of common bean seed. Crop Science 40/2: 470 — 475.
- Kornobis S. 1994. The development of populations of stem nematode (*Ditylenchus dipsaci* Kühn) isolated from *Vicia faba* spp. *minor*. Roczn. Nauk Rol. Ser. E, 24, z. 1/2: 53 — 55.
- Kuhla S., Emmeier C. 1981. Untersuchungen zum Taningehalt in Ackerbohnen. Arch. Tierernaehr. 31: 573 — 588.
- Kwaśna H., Chelkowski J., Zajkowski P. 1991. Flora Polska T. XXII. Grzyby niedoskonałe. Strzępczakowe. Gruźelkowate. Sierpik (*Fusarium*) PAN, Warszawa — Kraków: 1 — 158.
- Łacicowa B., Pięta D. 1996. Mikrobiologiczne zaprawianie *Trichoderma* spp. nasion soi (*Glicine max.* (L.) Merrill) przeciwko chorobotwórczym grzybom odglebowym. Materiały z sympozjum “Nowe kierunki w fitopatologii”. Kraków 11–13 września 1996: 275 — 277.
- Malone J. P., Muskett A. E. 1997. Seed-borne fungi. Description of 77 fungus species. 3rd Edition. J. W Sheppard. (ed.). ISTA, Zurich, 1 — 191.
- Marquardt R. R. 1986. Future potencial for use in animal feeds. In: World crops: cool season food legumes. Publisher Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk.
- Neergaard P. 1977. Seed Pathology. Vol. I. The Macmillan Press, London: 282 — 292.
- Olszewski J., Fordoński G., Pszczółkowska A., Płodzień K. 2001. Zdrowotność nasion samokończących form wyki siewnej i bobiku uprawianych w siewie czystym i współrzędnym. Zesz. Nauk. AR w Krakowie nr 373: 61 — 66.
- Pastuszevska B. 1985. Czynniki wpływające na wartość pokarmową bobiku, grochu i łubinu dla zwierząt nieprzeżuwających. Praca habilitacyjna PAN. Zakł. Narod. im. Ossolińskich, Wrocław: 1 — 140.
- Perry A. D. 1995. Handbook of vigour test methods. 3rd. J. G. Hampton, D. M. Te Krony (eds.). ISTA Vigour Test Committe, Zuerich Switzerland.
- Pokojska H. 1999. Dojrzałość fizjologiczna nasion bobiku (*Vicia faba* L. var *mior*) oraz związek między ich dojrzałością a zdolnością kiełkowania, wigorem oraz zawartością białka i tanin. Biul. IHAR 212: 227 — 236.
- Wiewióra B., Kolasińska K. 2000. Występowanie *Ditylenchus dipsaci* Kuhn. na nasionach bobiku i jego szkodliwość dla roślin. Biul. IHAR 215: 329 — 333.
- Werner M. 1996. Skuteczność wybranych grzybów glebowych w ochronie gipsówki wiechowatej przez *Fusarium oxysporum* Schlecht. Materiały z sympozjum “Nowe kierunki w fitopatologii” Kraków 11 — 13 września 1996: 365 — 368.
- Zakrzewska E. 1985. Reakcja odpornościowa bobiku (*Vicia faba* L. var. *minor* Harz) i bobu (*Vicia faba* L. var. *faba*) na porażenie grzybem *Ascochyta fabae* Speg. Mat. XXV Sesji Naukowej IOR Poznań 1985: 295 — 318
- Zalecenia ochrony roślin na lata 1998/99 dot. zwalczania chorób, szkodników oraz chwastów roślin uprawnych. Cz. II. Rośliny rolnicze. IOR Poznań 1998: 24 — 28.