

WPLYW TERMINU I SPOSOBU ZBIORU FASOLI ZWYCZAJNEJ (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) NA PRZYROST MASY NASION I ICH WARTOŚĆ UŻYTKOWĄ

Anna Wondołowska–Grabowska

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza, Wrocław

1 WPROWADZENIE

Ważnym czynnikiem, mających wpływ na jakość uzyskiwanego materiału siewnego jest termin i sposób omlotu. Dlatego konieczne jest ustalenie właściwej metody sprzętu i fazy rozwoju fasoli, w której uzyskuje się najwyższy plon suchej masy, białka strawnego, jednostek owsianych i nasion o najwyższej jakości.

Optymalnym okresem zbioru, dla produkcji nasiennej fasoli, jest moment, gdy zawartość wody w nasionach wynosi około 14%. Lecz wiadomo także, że jakość nasion, w tym zdolność kiełkowania oraz zawartość suchej masy osiąga wartość maksymalną, gdy ich wilgotność wynosi 45-50% [22]. Badania Siddique i wsp. [17] wykazują, że jakość nasion wzrasta przy wilgotności mniejszej niż 25%.

W badaniach nad plonowaniem fasoli ważny jest również aspekt właściwego sposobu omlotu roślin oraz ich dosuszania.

Mechaniczny sprzęt, z uwagi na straty mogące sięgać do 45%, wydaje się mniej korzystny w porównaniu do ręcznego zbioru i omlotu fasoli gwarantującego wyższą jakość surowca [3].

Spośród wielu sposobów omlotu, zbiór dwufazowy uważa się za korzystniejszy przy produkcji materiału siewnego w porównaniu do jednofazowego. Górecki [5] tłumaczy większy wigor nasion z dwuetapowego zbioru efektem przedłużonego dojrzewania i łagodnego dosychania nasion w strąkach po ścięciu roślin. Górecki [5] i Prusiński [15] wykazują, że nasiona uzyskują zdolność kiełkowania na początku fazy desykcji, a proces ten nasila się w miarę dojrzewania. Tempo desykcji nasion decyduje w dużym stopniu o ich wigorze. Potwierdzają to

badania, między innymi, nad bobikiem, grochem, łubinem żółtym i białym oraz soją [5, 6].

Wielu autorów, m.in. Prusiński [15], zauważają, że nasiona wcześniej uzyskują dojrzałość fizjologiczną niż pełną dojrzałość morfologiczną. Venter i wsp. [22] wykazuje, że świeże nasiona zebrane w 30 dni po kwitnieniu, kiedy zawierały 48% s. m., dały 90,5% normalnych siewek, a tylko 3% nasion skiełkowało w przypadku ich szybkiego wysuszenia. Szybkie wysuszenie nasion zwiększa podatność na uszkodzenia fizjologiczne.

2 CEL I METODYKA BADAŃ

Celem badań było poznanie wpływu terminu i sposobu zbioru fasoli na dynamikę gromadzenia suchej masy nasion, zmiany składu chemicznego nasion, strączyn, łodyg oraz rolę strączyn i łodyg z liśćmi w gromadzeniu ważniejszych składników, suchej masy w nasionach i ich wpływem na parametry wartości siewnej nasion podczas dojrzewania.

W hipotezie roboczej założono, że tempo gromadzenia suchej masy oraz wartość siewna nasion zmieniają się podczas rozwoju ontogenetycznego, zależą od czynnika odmianowego i sposobów zbioru.

W latach 1996-1998 przeprowadzono badania polowe i laboratoryjne. Doświadczenia polowe, 3 czynnikowe w układzie „split-plot”, przeprowadzono w czterech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były:

- 1 odmiany fasoli o nasionach: drobnych-Mela, średnich-Słowianka, dużych-Jubilatka,

- 2 terminy zbioru (co 7 dni), zaczynając w 7 dniu po zakończeniu kwitnienia, a kończąc w dojrzałości pełnej roślin,
- 3 sposoby zbioru (omłotu) przez łuskanie: jednoetapowy (A)-bezpośrednio po skoszeniu, dwuetapowy (B)-po wysuszeniu całych roślin, dwuetapowy (C)-po wyschnięciu nasion w strąkach.

Badania polowe objęły obserwacje rozwoju roślin, ocenę ich zdrowotności i szczegółowy opis fazy rozwojowej podczas zbioru.

Zbierano 12 losowo wybranych roślin z każdego poletka. Bez względu na sposób zbioru, bezpośrednio przed omłotem oznaczono na 10 roślinach: liczbę strąków na roślinie, liczbę nasion w strąku i z rośliny, świeżą i suchą masę nasion, strączyn i łodyg, masę nasion w strąku.

Zawartość wody w łodygach, strączynach i nasionach określano metodą suszarkową w temperaturze 105⁰C w czasie 5 godz.

Analiza botaniczno-rolnicza obejmowała oznaczenie masy 1000 nasion, energii i zdolności kiełkowania oraz wigoru nasion.

Parametry wartości siewnej nasion oraz analizę składu chemicznego uzyskanego materiału roślinnego (nasiona, strączyny i łodygi) wykonano standardowymi metodami.

Wszystkie badane parametry oceniono statystycznie, przy pomocy analizy wariancji na poziomie ufności 0.05. Zależności pomiędzy wybranymi cechami wyrażono za pomocą korelacji lub regresji wielokrotnej przy użyciu programu *STATISTICA PL* i *Excel*.

Przy oznaczaniu energii i zdolności kiełkowania, z nieskiełkowanych i porażonych nasion odszczepiano grzyby na skosy agarowe. Gatunki grzybów zidentyfikowano i oznaczano na podstawie dostępnych monografii. Wybrane gatunki przeanalizowano przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego.

Ze względu na zróżnicowaną w latach liczbę dni od końca kwitnienia do dojrzałości pełnej, do syntezy trzyletniej wybrano terminy zbioru o zbliżonej dojrzałości fizjologicznej nasion. W syntezie uwzględniono sześć faz dojrzałości nasion: wczesno-zieloną, zieloną, zielono-żółtą, żółtą, wczesno-pełną i pełną. Większość wyników omówiono na podstawie średnich trzyletnich.

3 WARUNKI BADAŃ

3.1 Lokalizacja

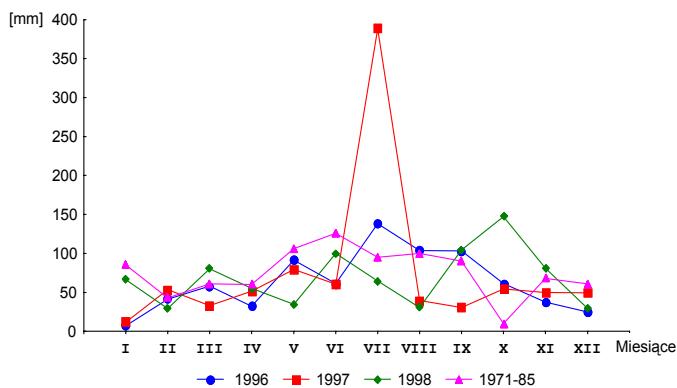
Doświadczenie zlokalizowano w Krzeszowie k. Kamiennej Góry. Miejscowość ta położona jest w Sudetach, w Kotlinie Krzeszowskiej, nad rzeką Zadrną na wysokości 450–500 m n.p.m. Krzeszów znajduje się w odległości 41 km od Jeleniej Góry, w kierunku południowo-wschodnim i w odległości 14 km od Wałbrzycha w kierunku zachodnim. Długość geograficzna wschodnia 16°04', szerokość geograficzna północna 50°14'.

3.2 Warunki klimatyczne i przebieg pogody

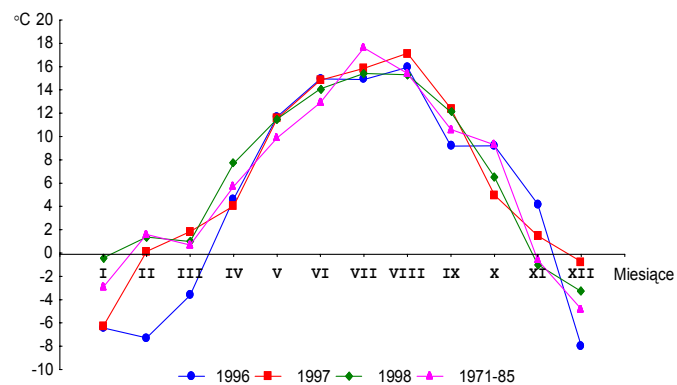
Krzeszów i okolice znajdują się w sudeckiej dzielnicy rolniczo-klimatycznej (Gumiński 1954) [7], która charakteryzuje się klimatem górskim i podgórskim o następujących cechach:

- średnia temperatura stycznia wynosi około 3°C,
- średnia temperatura lipca - 16°C,
- średnia temperatura roczna nie przekracza 7°C,
- średnia długość meteorologicznego okresu wegetacyjnego, tj. liczba dni z ustaloną średnią dobową temperaturą powietrza co najmniej równą 5°C i więcej, wynosi 190 – 200 dni,
- średnia liczba dni przymrozkowych w meteorologicznym okresie wegetacyjnym wynosi ponad 25,
- ostatnie przymrozki wiosenne mogą wystąpić jeszcze po 25 maja, pierwsze przymrozki jesienne - przed 20 września,
- w roku jest około 30 dni pogodnych i 140 pochmurnych,
- roczne opady wahają się w granicach od 800 do 1000 mm,
- ulewne deszcze występują tu dwa razy częściej niż we Wrocławiu, w roku jest około 30 dni z burzą,
- pokrywa śnieżna zalega do 200 dni,
- średnia długość okresu gospodarczego (tj. liczba dni ze średnią dobową temperaturą powietrza od 2,5°C - 5°C), na który przypada wiele podstawowych i nie znoszących opóźnień zabiegów agrotechnicznych, w tym większość wiosennych upraw przedsięwziętych i siewów wynosi od 220 do 230 dni,
- prace polowe w tym rejonie można rozpocząć na początku kwietnia.

Rozkład temperatur i opadów dla Krzeszowa, według notowań odległej o 12 km stacji meteorologicznej w Bukówce, przedstawiono na rysunkach 1 i 2.



Rys. 1. Średnie miesięczne temperatury powietrza.



Rys. 2. Miesięczne sumy opadów.

3.3 Warunki glebowe

Doświadczenie zakładano corocznie na glebie brunatnej, wytworzonej z piasków gliniastych, położonej na glinie średniej kl. IV b, kompleksu zbożowo – ziemniaczanego górskiego.

Przed założeniem doświadczenia corocznie pobierano próbki gleby, w których zbadano zawartość P, K, Mg, i odczyn pH. Analizę wykonała Stacja Chemiczno-Rolnicza we Wrocławiu.

Odczyn pH gleby był lekko kwaśny (1996, 1998) i kwaśny w 1997 roku. Zasobność gleby w fosfor, potas i magnez w dwóch pierwszych latach była wysoka, natomiast w trzecim roku - bardzo wysoka.

3.4 Warunki agrotechniczne

Przedplonem dla fasoli w pierwszym roku była dynia pastewna, a w następnych latach ziemniak. Zmiana przedplonu była związana z wystąpieniem powodzi i wylewem rzeki Zadrny w 1997 roku.

Jesienią wykonano orkę przedzimową, a wiosenne przygotowanie roli pod zasiew ograniczono do niezbędnego kultywatorowania (kultywator + wał strunowy). Bezpośrednio przed siewem stosowano glebogryzarkę.

Przed zasiewem fasoli zastosowano 30 kg N w formie 28% saletrzaku. W związku z zastosowaniem pełnej dawki obornika pod przedplon i z uwagi na wysoką zasobność gleby nie stosowano nawożenia fosforem i potasem.

Przed siewem zaprawiano nasiona zaprawą nasienną Funaben T. We wszystkich latach badań do siewu używano nasiona kwalifikowane w stopniu superelity Mela i elity Jubilatka i Słowianka.

W zależności od rozpoczęcia prac polowych siew wykonano w następujących terminach: 1996.05.21, 1997.05.23 i 1998.05.15.

Siew gniazdowy, po dwa nasiona, wykonano ręcznie w rozstawie rzędów 30 cm, co 5 cm w rzędzie, na gł. około 4 cm. Po wschodach usuwano z gniazda 1 roślinę i uzyskano obsadę 67 roślin na 1 m².

Podczas wegetacji kilkakrotnie wykonywano zabiegi odchwaszczające. We wszystkich latach badań, przeciwko chorobom, zastosowano Miedzian 50 WP (po 3 zabiegi co 7 dni) oraz stosowano selekcję negatywną.

4 WYNIKI BADAŃ

4.1 Wzrost i rozwój roślin

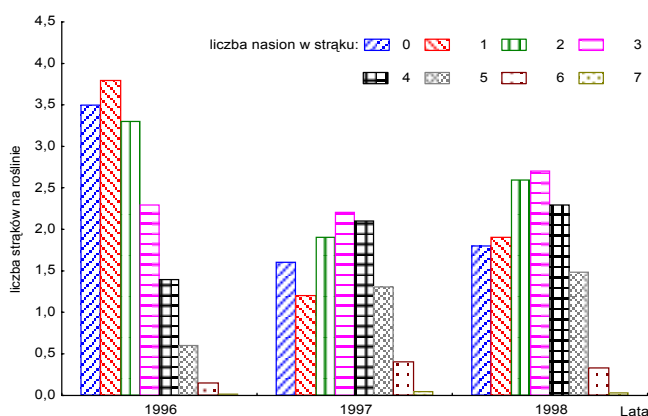
Cechy morfologiczne zależały przede wszystkim od czynnika genetycznego. We wszystkich latach badań odmiana Mela, w porównaniu z odmianą Jubilatka i Słowianka wykazywała więcej strąków na roślinie i więcej nasion z rośliny (tab.1). Średnio za trzy lata badań odmiana Mela zawiązywała więcej o 68% strąków i o 4% nasion w strąku w porównaniu do odmiany Jubilatka i kolejno o 43 i 22% w porównaniu do odmiany Słowianka. Również odmiana Mela dawała średnio o 62% wyższą liczbę nasion z rośliny w porównaniu do pozostałych odmian. Istotnie wyższą suchą masę nasion w strąku, za

trzyletni okres, osiągnęła odmiana Jubilatka przed odmianami - Słowianką i Melą.

Tabela 1. Cechy morfologiczne fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.) przed zbiorem (średnie dla odmian).

Odmiany	1996	1997	1998	Średnia 3-letnia
Liczba strąków na roślinie				
Jubilatka	5,4	6,1	7,9	6,5
Mela	24,7	16,2	19,9	20,3
Słowianka	12,8	10,1	11,9	11,6
NIR ($\alpha = 0,05$)	2,1	0,7	0,6	0,7
Liczba nasion w strąku				
Jubilatka	2,0	2,7	2,8	2,6
Mela	2,0	3,2	2,7	2,7
Słowianka	1,8	2,0	2,4	2,1
NIR ($\alpha = 0,05$)	0,1	0,1	0,1	0,1
Liczba nasion z rośliny				
Jubilatka	10,6	16,5	21,6	16,2
Mela	48,4	51,2	52,5	50,7
Słowianka	20,6	19,7	27,5	22,6
NIR ($\alpha = 0,05$)	3,9	1,8	2,2	1,4
Sucha masa nasion w strąku (g)				
Jubilatka	0,29	0,79	0,92	0,67
Mela	0,24	0,39	0,34	0,33
Słowianka	0,26	0,43	0,60	0,45
NIR ($\alpha = 0,05$)	0,04	0,04	0,04	0,02

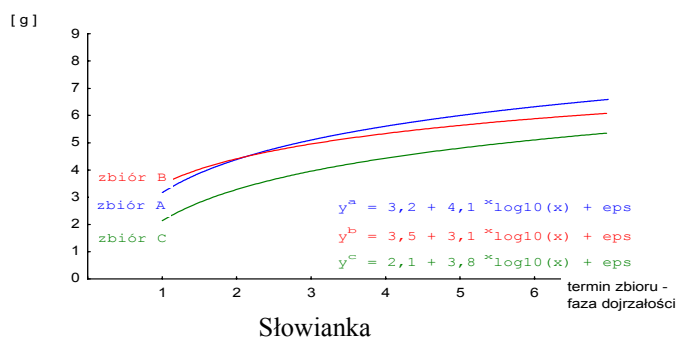
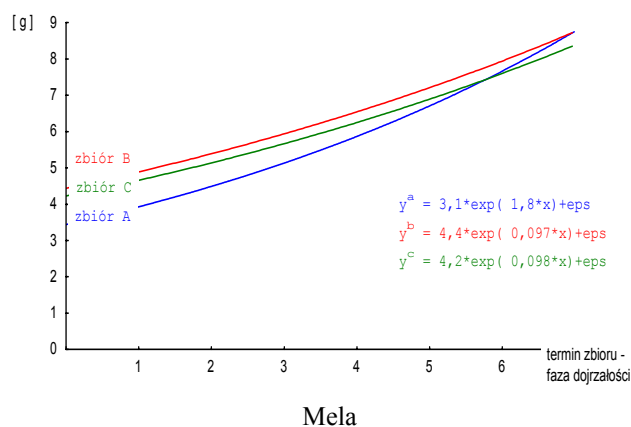
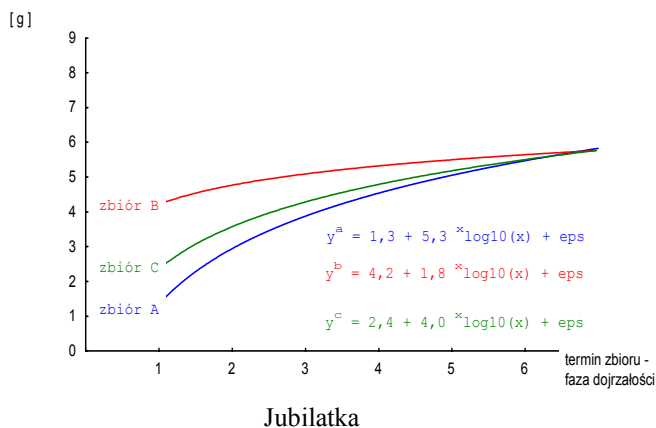
W 1996 roku wszystkie odmiany zawiązywały największą liczbę strąków z jednym, natomiast w pozostałych latach z trzema nasionami (rys. 3).



Rys. 3. Frekwencja strąków z 1 rośliny wraz z liczbą nasion w strąku w zależności od lat.

4.2 Gromadzenie suchej masy

Przyrost suchej masy nasion u odmian Jubilatki i Meli, w porównaniu stosowanych sposobów zbioru, przebiegał podobnie wskazując na najkorzystniejszy - dwuetapowy zbiór B (rys. 4).



Termin zbioru - faza dojrzałości: 1 - wczesna zielona, 2 - zielona, 3 - zielono-zółta, 4 - żółta, 5 - wczesna pełna, 6 - pełna

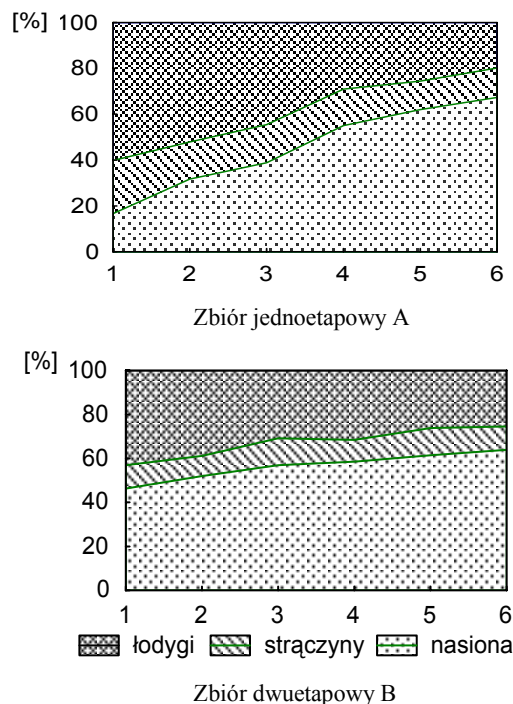
Rys. 4. Przyrost suchej masy (g) nasion z 1 rośliny u odmian w zależności od sposobu zbioru i fazy dojrzałości u trzech odmian fasoli.

Inaczej proces ten przebiegał u odmiany Słowianka wykazując, że począwszy od fazy dojrzałości zielonej, istotny wpływ na gromadzenie suchej masy nasion wywierał zbiór jednoetapowy A przed dwuetapowymi B i C. Dynamika gromadzenia suchej masy w nasionach, zwłaszcza u odmiany Jubilatki i Meli, wskazuje na duży wpływ strączyń (zbiór C) i całych roślin (zbiór B) w procesie gromadzenia składników odżywczych w nasionach. Różnice

w intensywności odkładania suchej masy u obu odmian, przy porównaniu zbiorów B i C, można próbować tłumaczyć budową strączyń, które są najgrubsze u odmiany Jubilatka i cieńsze u Meli.

4.3 Skład chemiczny nasion i części wegetatywnych

Udział poszczególnych części roślin (nasion, strączyń i łodyg) w akumulacji składników zmienił się podczas rozwoju ontogenetycznego. Zwiększał się udział nasion, a obniżał łodyg w gromadzeniu białka ogólnego, bezazotowych wyciągowych i P. W odniesieniu do akumulacji popiołu i włókna surowego oraz K i Ca zaznaczył się dominujący udział łodyg. Natomiast proces dojrzewania nie zmienił wyraźnie udziału strączyń w gromadzeniu białka ogólnego, bezazotowych związków wyciągowych i P.



Termin zbioru-faza dojrzałości: 1 - wczesna zielona, 2 - zielona, 3 - zielono-żółta, 4 - żółta, 5 - wczesna pełna, 6 - pełna.
Sposób zbioru: A - bezpośrednio po skoszeniu, B - po wyschnięciu całych roślin.

Rys. 5. Udział nasion, łodyg i strączyń w gromadzeniu białka ogólnego u odmiany Jubilatka w zależności od terminu i sposobu zbioru (średnie z lat 1996-1998).

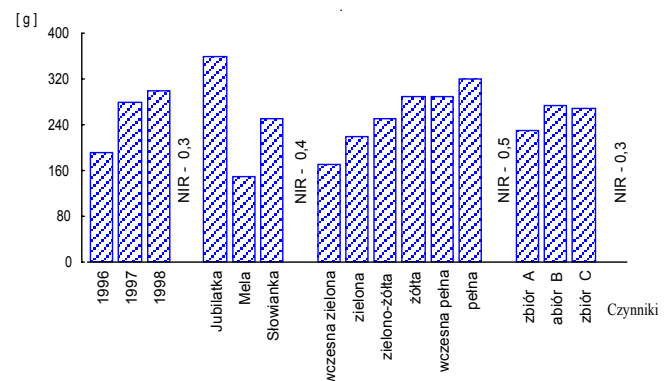
W porównaniach dwóch sposobów zbioru (A i B) udział nasion i strączyń w gromadzeniu podstawowych składników chemicznych przebiegał podobnie. Nasiona, w porównaniu do strączyń, miały większy wpływ na gromadzenie

białka ogólnego (rys. 5), tłuszczu surowego, bezazotowych związków wyciągowych i fosforu.

4.4 Parametry wartości siewnej nasion

4.4.1 Masa 1000 nasion

Bez względu na odmiany i przebieg pogody, masa 1000 nasion systematycznie wzrastała w miarę rozwoju roślin, osiągając maksymalną wartość w dojrzałości pełnej (rys. 6). Warunki pogodowe w 1998 roku pozwoliły na uzyskanie najwyższej masy 1000 nasion w całym trzyleciu. Czynniki genetyczny, termin i sposób zbioru wpływały istotnie na wysokość omawianego parametru. Odmiana Jubilatka posiadała o 31 i 58% wyższą masę 1000 nasion w porównaniu, kolejno, ze Słowianką i Melą. Średnio za trzy lata badań, masa 1000 nasion zbieranych dwuetapowo (B i C) była wyższa, kolejno o 19% i 17%, niż ze zbioru jednoetapowego.

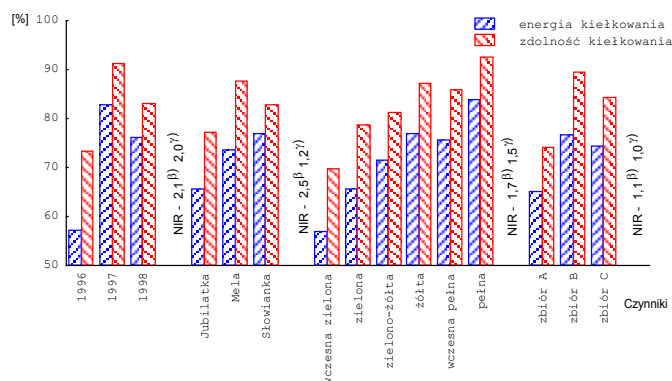


Rys. 6. Masa 1000 nasion (średnie dla czynników).

4.4.2 Energia i zdolność kiełkowania

Czynniki genetyczny, układ warunków pogodowych, faza dojrzałości oraz sposób zbioru istotnie wpływały na energię i zdolność kiełkowania nasion fasoli (rys. 7). Nasiona Jubilatki odznaczały się najniższą zdolnością kiełkowania, a Meli najwyższą. Wilgotny lipiec oraz suchy sierpień przypadający na okres dojrzewania nasion w 1997 roku wpłynął na uzyskanie nasion o wyższej, średnio o 15%, zdolności kiełkowania niż w pozostałych latach badań. W miarę rozwoju ontogenetycznego nasion, energia i zdolność kiełkowania wzrastały, a jedynie w dojrzałości wczesnej pełnej wystąpił nieznaczny ich spadek.

Zbiór dwuetapowy (B), w porównaniu z jednoetapowym i dwuetapowym (C) okazał się najkorzystniejszy dla badanych cech gdyż uzyskane w jego warunkach nasiona kiełkowały lepiej, średnio o 12%.

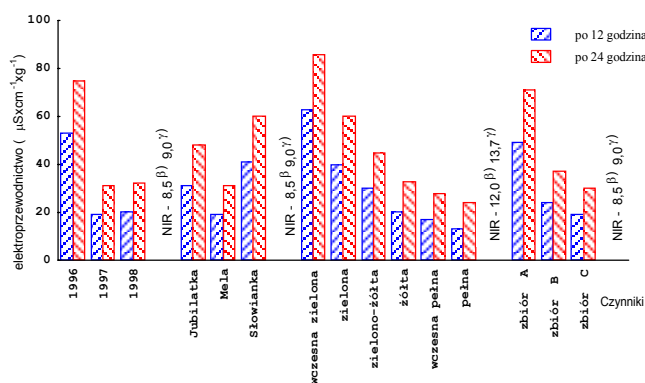


β) – dla energii kiełkowania, γ) – dla zdolności kiełkowania

Rys. 7. Energia i zdolność kiełkowania (średnie dla czynników).

4.4.3 Elektroprowadnictwo wód nastoinowych

Wigor nasion mierzony elektroprowadnictwem wód nastoinowych, analogicznie, jak masa 1000 nasion, energia i zdolność kiełkowania, wzrastał w miarę dojrzewania roślin i osiągnął wartość najwyższą w dojrzałości pełnej (rys. 8). Wzrost wigoru nasion fasoli był szczególnie duży od dojrzałości wczesnej zielonej do żółtej, a w dalszych fazach rozwoju tempo wzrostu stopniowo malało.



β) – po 12 godzinach, γ) – po 24 godzinach

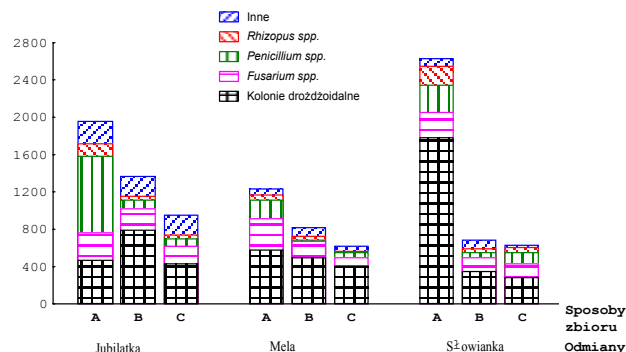
Rys. 8. Elektroprowadnictwo wód nastoinowych po 12 i 24 godzinach (średnie dla czynników).

Wszystkie badane czynniki istotnie wpłynęły na wartość elektroprowadnictwa po 12 i 24 godzinach. Średnio za trzy lata badania odmiana

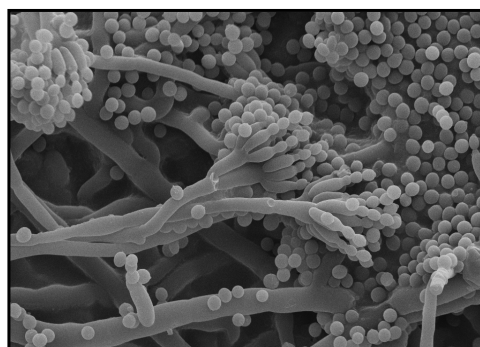
Mela, o najniższej masie 1000 nasion i najwyższej zdolności kiełkowania, miała wyższy wigor nasion po 12 i 24 godzinach odpowiednio o 20 i 48% w porównaniu z Jubilatką i Słowianką. W chłodnym 1996 roku uzyskano nasiona o najgorszej jakości, średnio o 58% niższym wigorze, w porównaniu do 1997 i 1998 roku.

4.4.4 Zdrowotność nasion

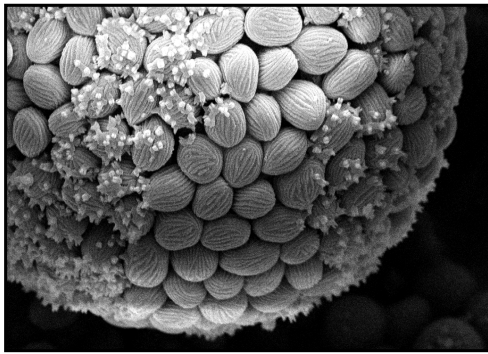
Układ warunków pogodowych, czynnik genetyczny, termin i sposób zbioru oraz wzajemne oddziaływanie badanych czynników modyfikowały liczebność i rodzaj izolatów zasiedlających nasiona fasoli. Najbardziej zainfekowane nasiona badanych odmian pochodziły ze zbioru jednoetapowego, a dojrzewanie nasion w strączykach miało najkorzystniejszy wpływ na ich zdrowotność. W początkowych fazach dojrzałości nasion, niezależnie od sposobów zbioru, najwięcej izolowano kolonii drożdżoidalnych, *Penicillium spp.* i *Fusarium spp.* (rys. 9). Nasiona fasoli najliczniej zasiedlały takie gatunki grzybów, jak *Penicillium notatum* West. (fot. 1), *Fusarium avenaceum* (Cda: Fr.) Sacc. oraz *Rhizopus arrhizus* Fischer (fot. 2).



Rys. 9. Liczebność i rodzaj izolatów zasiedlających nasiona fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.) w zależności od odmian i sposobów zbioru (średnie z lat 1996-1998).



Fot. 1. Trzonki konidialne *Penicillium notatum* West. z widocznymi fialdami, metulami i zarodnikami konidialnymi (1 820X).



Fot. 2. Sporangium *Rhizopus arrhizus* Fischer (2 810).

4.5 Zależności cech

W badaniach dokonano oceny zmienności badanych cech i wykazano, poza czynnikiem genetycznym, wpływ środowiska na ich wartość (tab. 2).

Tabela 2. Parametry statystyczne suchej masy i wartości siewnej nasion trzech odmian fasoli zwyczajnej w zależności od sposobu zbioru.

Wyszczególnienie	Odmiana								
	Jubilatka			Mela			Słowianka		
	sposób zbioru								
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
sucha masa nasion z 1 rośliny (g)									
\bar{x}	3,9	5,1	4,3	6,0	6,4	6,0	5,1	5,0	4,0
S	1,5	0,9	1,2	1,8	1,2	1,1	1,5	1,2	1,2
V	39,8	16,7	28,7	30,7	19,4	18,2	28,5	23,3	30,5
masa 1000 nasion (g)									
\bar{x}	310	387	385	147	162	153	220	269	270
S	110	74	86	29	11	24	75	45	49
V	36	19	22	19	6	16	34	17	18
elektroprzewodnictwo po 12 godzinach ($\mu\text{Sxcm}^{-1}\text{g}^{-1}$)									
\bar{x}	54,7	25,7	13,2	21,0	17,3	20,5	71,8	28,3	22,8
S	55,5	11,1	3,9	10,2	4,1	10,5	50,6	16,6	7,1
V	86,5	43,3	29,4	48,7	23,8	51,2	70,5	58,5	31,0
elektroprzewodnictwo po 24 godzinach ($\mu\text{Sxcm}^{-1}\text{g}^{-1}$)									
\bar{x}	79,7	38,7	24,2	34,2	27,2	30,7	98,3	44,3	36,3
S	68,4	13,9	7,0	15,1	4,7	11,8	65,1	22,7	9,6
V	85,9	36,0	29,1	44,2	17,3	38,6	66,3	51,2	26,5
energia kiełkowania (%)									
\bar{x}	58,2	72,3	66,7	77,5	73,8	72,4	63,2	83,6	84,0
S	17,2	9,1	4,9	12,3	3,3	10,1	20,2	4,7	7,3
V	29,5	12,6	7,4	15,9	4,5	13,9	32,0	5,6	8,7
zdolność kiełkowania (%)									
\bar{x}	69,6	84,3	81,5	84,0	94,9	83,4	70,9	88,8	89,7
S	20,3	6,0	8,2	11,2	3,7	8,9	18,9	3,5	2,8
V	29,1	7,2	10,1	13,3	3,9	10,7	26,7	3,9	3,1

\bar{x} - wartość średnia, S - odchylenie standardowe, V - współczynnik zmienności.

Niską zmienność stwierdzono dla energii i zdolności kiełkowania, średnią dla suchej masy nasion i masy 1000 nasion, natomiast konduktometrię po 12 i 24 godzinach charakteryzowała bardzo wysoka zmienność. Współczynnik zmienności suchej masy i wartości siewnej nasion pochodzących ze zbioru dwuetapowego (B i C) był niższy, niż z jednoetapowego.

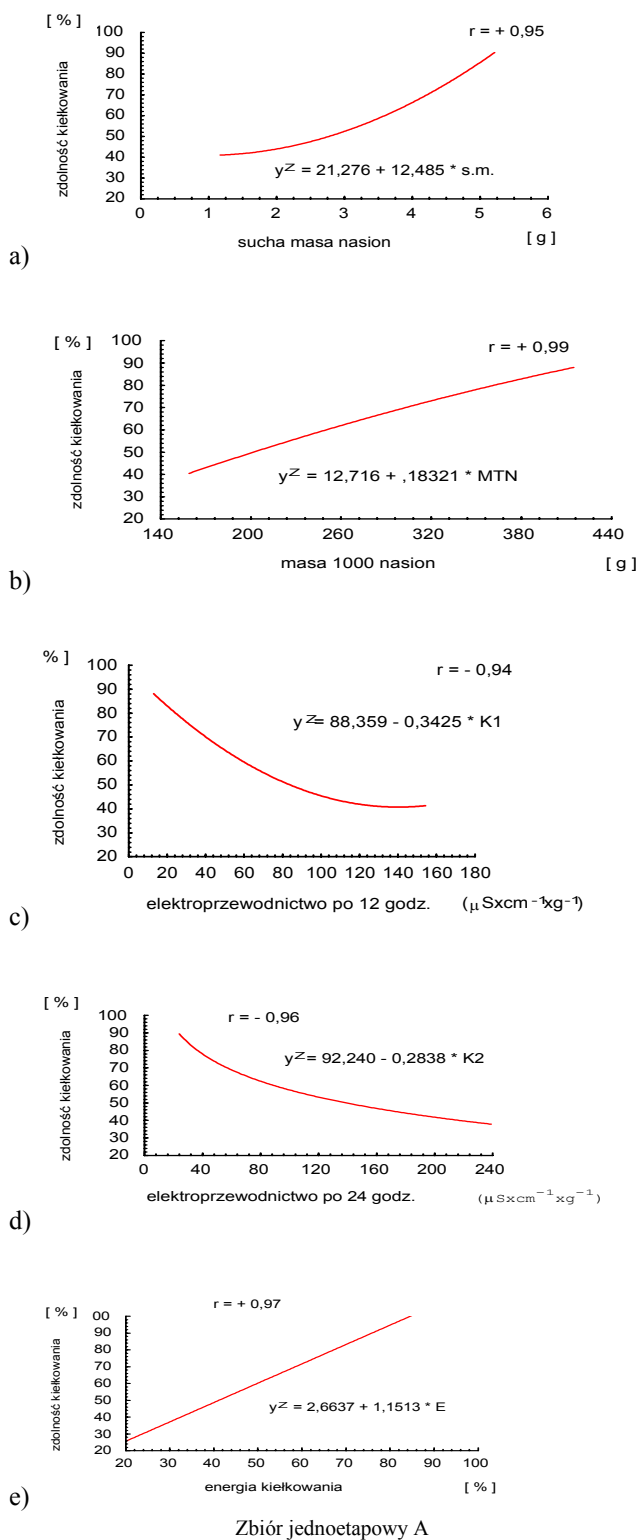
Stwierdzono szereg zależności badanych cech (tab. 3).

Tabela 3. Współczynniki korelacji pomiędzy cechami nasion odmiany Jubilatka z uwzględnieniem sposobów zbioru.

Wyszczególnienie	Zdol. (%)	S.m. (g)	MTN (g)	Elektr. 12	Elektr. 24	Energ (%)
zbiór jednoetapowy A						
Zdol. (%)	1	0,95	0,99	-0,94	-0,96	0,97
S.m. (g)	0,95	1	0,95	-1,00	-1,00	0,94
MTN (g)	0,99	0,95	1	-0,94	-0,96	0,96
Elektr.12 ($\mu\text{Sxcm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	-0,94	-1,00	-0,94	1	1,00	-0,92
Elektr.24 ($\mu\text{Sxcm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	-0,96	-1,00	-0,96	1,00	1	-0,94
Energ. (%)	0,97	0,94	0,96	-0,92	-0,94	1
zbiór dwuetapowy B						
Zdol. (%)	1	0,63	0,95	-0,96	-0,98	0,91
S.m. (g)	0,63	1	0,65	-0,45	-0,50	0,44
MTN (g)	0,95	0,65	1	-0,95	-0,96	0,91
Elektr.12 ($\mu\text{Sxcm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	-0,96	-0,45	-0,95	1	1,00	-0,96
Elektr.24 ($\mu\text{Sxcm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	-0,98	-0,50	-0,96	1,00	1	-0,96
Energ. (%)	0,91	0,44	0,91	-0,96	-0,96	1
zbiór dwuetapowy C						
Zdol. (%)	1	0,98	0,95	-0,89	-0,96	0,67
S.m. (g)	0,98	1	0,90	-0,93	-0,99	0,62
MTN (g)	0,95	0,90	1	-0,87	-0,89	0,75
Elektr.12 ($\mu\text{Sxcm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	-0,89	-0,93	-0,87	1	0,96	-0,52
Elektr.24 ($\mu\text{Sxcm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	-0,96	-0,99	-0,89	0,96	1	-0,63
Energ. (%)	0,67	0,62	0,75	-0,52	-0,63	1

Zdol. (%) - zdolność kiełkowania, S.m. (g) - sucha masa nasion, MTN (g) - masa 1000 nasion, Elektr.12 ($\mu\text{Sxcm}^{-1}\text{g}^{-1}$) - elektroprzewodnictwo wód nastoinowych po 12 godzinach, Elektr.24 ($\mu\text{Sxcm}^{-1}\text{g}^{-1}$) - elektroprzewodnictwo wód nastoinowych po 24 godzinach, Energ (%) - energia kiełkowania, 0,63 – korelacja nieistotna na poziomie $\alpha = 0.05$.

Zależności pomiędzy zdolnością kiełkowania i pozostałymi cechami przedstawiono przy pomocy równań regresji (rys. 10 i 11).

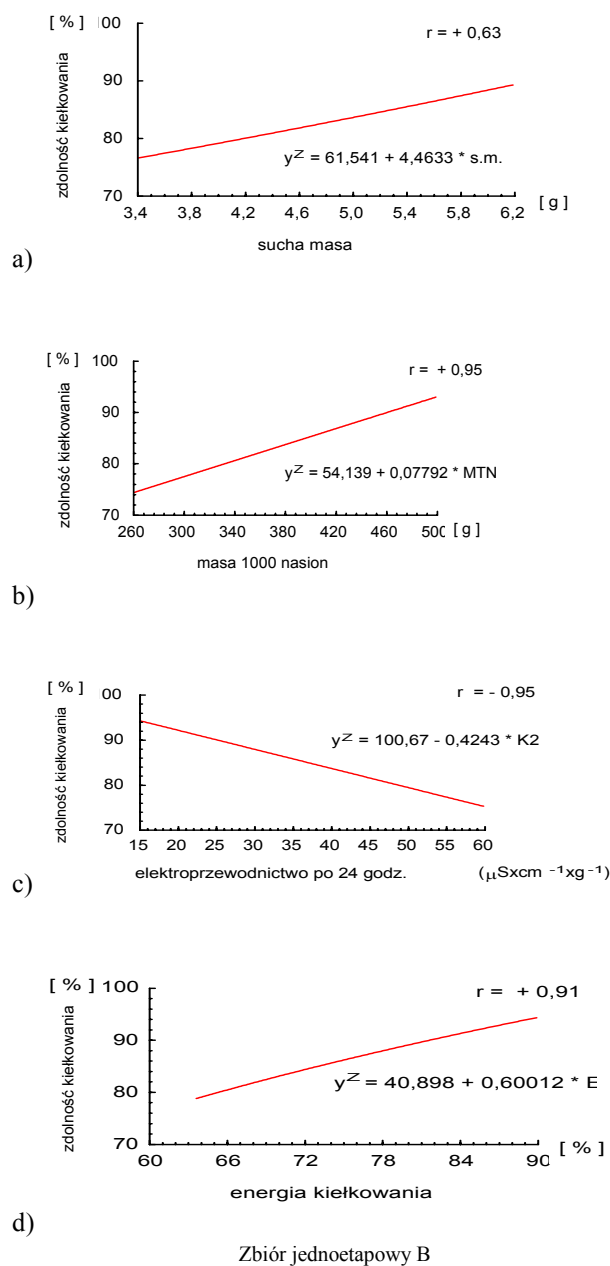


Rys. 10 a-e). Zależności między parametrami wartości siewnej nasion odmiany Jubilatka dla zbioru jednoetapowego A.

Wpływ bezpośredni suchej masy nasion, masy 1000 nasion, elektroprzewodnictwa wód nastoinowych po 24 godzinach i energii kiełkowania na zdolność kiełkowania, przeanalizowany został za pomocą metody regresji wielokrotnej według modelu liniowego:

$$\text{Zdolność} = a_0 + \beta_1 \text{s.m.} + \beta_2 \text{MTN} + \beta_3 \text{Elektr.} + \beta_4 \text{Energ.}$$

Oceny parametrów tego modelu przedstawiono w tabeli 4. Należy zauważyć, że współczynniki regresji cząstkowej wskazują na większe uwarunkowanie zdolności kiełkowania nasion z dwuetapowych sposobów zbioru (B i C), niż z jednoetapowego. Istotny wpływ badanych parametrów na zdolność kiełkowania nasion wystąpił jedynie u Jubilatki w warunkach zbioru dwuetapowego (B).



Rys. 11 a-e). Zależności między parametrami wartości siewnej nasion odmiany Jubilatka dla zbioru dwuetapowego B.

Tabela 4. Oceny cząstkowych współczynników regresji wielokrotnej, wartości statystyki f i współczynnika determinacji dla zmiennej – zdolności kiełkowania.

Odmiana	Sposób zbioru	Wyraz wolny	S.m. (g)	MTN (g)	Elektro. 24	Energ (%)	R^2	F
		Współczynniki regresji cząstkowej						
		a_0	β_1	β_2	β_3	β_4		
Jubilatka	A	127,8	-1,575	0,449	-1,622	0,508	0,99	1330,9
	B	129,2	0,241	-0,361	-1,537	-0,345	0,99	123595,7
	C	27,0	1,045	0,371	0,403	-0,003	0,98	125,5
Mela	A	129,9	0,066	0,830	-1,085	-0,979	0,99	3752,3
	B	71,8	1,936	-0,549	0,528	0,076	0,96	42,5
	C	5,6	0,391	0,919	0,276	0,008	0,98	93,1
Słowianka	A	79,2	-0,075	-0,434	-0,773	0,727	0,99	9022,2
	B	37,0	0,038	0,785	0,400	0,512	0,87	12,0
	C	80,67	-0,023	0,466	-0,387	0,187	0,99	19264,0

27,0 - nieistotne na poziomie $\alpha = 0,05$, S.m. (g) - sucha masa nasion, MTN (g) - masa 1000 nasion, Elektr.24 ($\mu\text{Sxcm}^{-1}\text{xg}^{-1}$) – elektroprowadnictwo wód nastoinowych po 24 godzinach, Energ (%) - energia kiełkowania, R^2 - współczynnik determinacji.

Wzajemne relacje niektórych analizowanych parametrów i cech, w rozwoju ontogenetycznym nasion u badanych odmian, dla poszczególnych sposobów omłotu przedstawiono za pomocą wykresów (rys. 12).

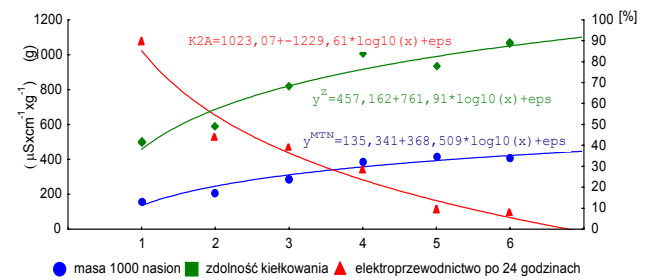
5 Dyskusja wyników

Właściwości genetyczne odmian oraz warunki klimatyczne mają decydujący wpływ na zróżnicowanie długości okresu wegetacji i cechy morfologiczne roślin [1].

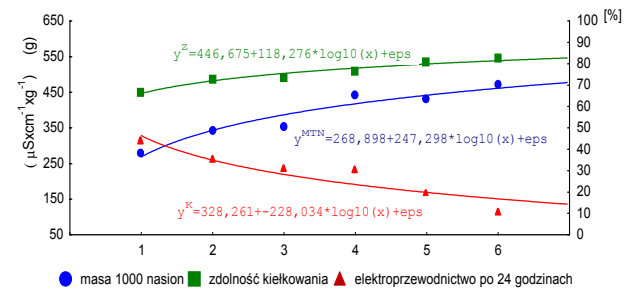
W badaniach własnych liczba strąków na roślinie wahała się od 6,5 do 20,3 i był to najbardziej zmienny element produktywności roślin. Najbardziej stabilna okazała się sucha masa nasion (0,33-0,67 g) i liczba nasion w strąku (2,1-2,7). Podobne ukształtowanie się cech morfologicznych wystąpiło u bobiku [19]. Być może jest to cecha charakterystyczna dla roślin strączkowych.

Dynamika przyrostu suchej masy nasion roślin strączkowych zależy w głównej mierze od warunków wilgotnościowych i termicznych w okresie wegetacji oraz sposobu zbioru [9]. W latach o niskiej sumie opadów, na plon nasion soi i ich strukturę, korzystniejszy okazał się zbiór jednoetapowy, a w latach o wysokiej ilości opadów - zbiór dwuetapowy [14]. W badaniach własnych nad fasolą, między innymi, dla gromadzenia suchej masy nasion, niezależnie od ilości

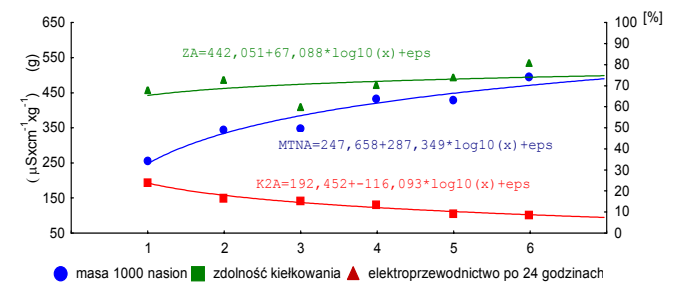
opadów, korzystniejszy okazał się zbiór dwuetapowy.



Zbiór jednoetapowy A



Zbiór dwuetapowy B



Zbiór dwuetapowy C

Termin zbioru – faza dojrzałości: 1 - wczesna zielona, 2 - zielona, 3 - zielono-żółta, 4 - żółta, 5 - wczesna pełna, 6 - pełna

Rys. 12. Wzajemne relacje masy 1000 nasion, zdolności kiełkowania i elektroprowadnictwa wód nastoinowych po 24 godzinach w zależności od sposobu zbioru odmiany Jubilatka.

W badaniach własnych udział nasion w masie całej rośliny (nasiona, strączyzny i łodygi) wzrastał w miarę dojrzewania, a łodyg systematycznie malał. Halepyati, Ali [8] wykazał, że około 24-55% całkowitej zgromadzonej suchej masy roślin fasoli było w strąkach. Podobne wyniki uzyskano w badaniach nad innymi roślinami strączkowymi, między innymi, bobiakiem i grochem [11].

Duży wpływ na zmiany chemiczne w nasionach wywiera czynnik genetyczny, klimat, warunki glebowe, właściwości fizjologiczne nasion oraz ich faza dojrzałości [1].

Według badań COBORU, wśród porównywanych odmian, Mela ma nasiona o stosunkowo małej zawartości białka [2].

Zawartość białka ogólnego w nasionach fasoli obniża się w miarę dojrzewania. Potwierdzają to badania własne na fasoli, jak również Kotecckiego i Jasińskiej [11] nad bobikiem oraz Kotecckiego i Kozaka [12] nad grochem.

Wartość siewna nasion (masa 1000 nasion, energia i zdolność kiełkowania, wigor), poza uwarunkowaniami genetycznymi, zależy od sposobu zbioru oraz fazy dojrzałości i jest modyfikowana czynnikami środowiska [1, 5, 14, 19, 20].

W badaniach nad łubinem białym, masa 1000 nasion zwiększała się systematycznie do końca dojrzewania i uzyskała maksymalną wartość 7 dni przed dojrzałością pełną [20]. Postępującemu wzrostowi masy 1000 nasion łubinu żółtego towarzyszył istotny wzrost zdolności kiełkowania, szczególnie jest to widoczne w odniesieniu do nasion zebranych jednoetapowo [16]. Znajduje to potwierdzenie w badaniach własnych nad fasolą. Sposób zbioru przede wszystkim kształtował masę 1000 nasion we wczesnych etapach dojrzałości, a w mniejszym stopniu w późniejszych fazach rozwoju ontogenetycznego. Badania własne są potwierdzeniem wyników uzyskanych przez Koteckiego [10] nad grochem. Istotnie wyższą masę 1000 nasion, średnio o około 17% w porównaniu do zbioru jednoetapowego, osiągnięto w warunkach zbioru dwuetapowego B i C, przy czym wartość najwyższą osiągnęły nasiona pochodzące ze zbioru dwuetapowego (B). W pełni potwierdza te rezultaty Songin i wsp. [19] w badaniach nad bobikiem.

Zdolność kiełkowania jest głównym miernikiem żywotności nasion, modyfikowanym przez warunki meteorologiczne [5, 20].

W miarę rozwoju ontogenetycznego zdolność kiełkowania nasion wzrastała i osiągnęła wartość najwyższą w dojrzałości pełnej, przy czym przed dojrzałością pełną zanotowano jej spadek (przypadający na fazę wczesną pełną).

Najwyższą energię i zdolność kiełkowania uzyskały nasiona ze zbioru dwuetapowego (B), a najniższą ze zbioru jednoetapowego. Wyższą energię i zdolność kiełkowania miały również nasiona grochu pochodzące ze zbioru dwuetapowego [12].

Wigor nasion roślin strączkowych zależy od pochodzenia nasion, warunków podczas dojrzewania i w okresie żniw oraz odmiany [5, 6].

W badaniach własnych największy wyciek elektrolitów zanotowano u Słowianki - odmiany o białych nasionach i Jubilatki - o nasionach brązowych. Niepigmentowane nasiona fasoli, w różnych fazach rozwoju szybko wchłaniają wodę i więcej jej absorbują w porównaniu do pigmentowanych [13].

Nasiona zbierane w pierwszym tygodniu po kwitnieniu charakteryzowały się niskim wigorem. Żywotność i wigor dojrzewających nasion wzrastał systematycznie do końca dojrzałości pełnej [10, 12] i zależał od sposobu ich zbioru [5, 21]. Identyczne rezultaty osiągnięto w badaniach własnych. Wartość konduktometrii po 12 i 24 godzinach malała począwszy od dojrzałości wczesnej zielonej aż do pełnej.

Największy ubytek elektrolitów zanotowano u nasion pochodzących ze zbioru jednoetapowego, a najkorzystniejszy wpływ na wigor nasion wywierał zbiór dwuetapowy (C).

Zbiór dwufazowy nasion niedojrzałych kształtował korzystniej wigor, niż jednoetapowy [21].

W badaniach nad fasolą wielu autorów stwierdziło szereg zależności cech. El-Muraba i wsp. [4] wykazali interakcję między liczbą strąków z rośliny i masą 100 nasion, dodatnią korelację liczby strąków z rośliny i liczby nasion z rośliny, liczby dni do dojrzałości pełnej i masy 100 nasion. W badaniach własnych wykazano dodatnie korelacje między zdolnością i: energią kiełkowania, suchą masą nasion oraz masą 1000 nasion, a także ujemne korelacje masy 1000 nasion, energii i zdolności kiełkowania, suchej masy nasion z elektroprzewodnictwem wód nastoinowych po 12 i 24 godzinach. Podobne wyniki, w badaniach nad innymi roślinami strączkowymi uzyskał, między innymi, Kotecki [10].

Analiza zdrowotności nasion wykazała, że nasiona wszystkich odmian były zasiedlone przez mykoflorę stwierdzoną przez innych autorów, między innymi Sinha i wsp. [18]. Z nasion fasoli izolowano, między innymi: *Fusarium avenaceum* (sprawcę zgorzeli szyjki korzeniowej), *Alternaria alternata*, *Cladospodium cladosporioides*, *Rhizopus nigricans*, *Fusarium spp.*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* (sprawcę wędnięcia fasoli). W niewielkiej ilości wystąpiły także grzyby saprofityczne *Penicillium spp.* oraz *Mucoraceae*. W badaniach własnych izolo-

wano z nasion fasoli około piętnastu gatunków grzybów i ich skład gatunkowy w poszczególnych latach badań był zróżnicowany. Najliczniej występowały: *Penicillium notatum*, *Fusarium avenaceum* oraz *Rhizopus arrhizus*. Na blisko połowie badanych nasion, we wszystkich latach badań, występowały kolonie drożdżoidalne.

6 WNIOSKI

Na podstawie badań polowych i laboratoryjnych przeprowadzonych w latach 1996 - 1998 można wyciągnąć następujące wnioski:

- ◆ Okres wegetacji był uwarunkowany genetycznie i wahał się pod wpływem przebiegu pogody następująco: Jubilatka od 129 do 134, Mela od 129 do 136, Słowianka od 128 do 140 dni.
- ◆ Najkorzystniejszymi cechami struktury plonu - liczbą strąków oraz nasion z rośliny i w strąku - charakteryzowała się odmiana Mela, natomiast odmiana Jubilatka miała najwyższą suchą masę nasion w strąku.
- ◆ Niezależnie od sposobu zbioru masa nasion z 1 rośliny wzrastała do dojrzałości pełnej, przy czym, począwszy od dojrzałości wczesnej pełnej zaznaczył się korzystniejszy wpływ zbioru jednoetapowego.
- ◆ W miarę dojrzewania roślin i ubytku wody, który następował szybciej w nasionach i strączkach niż w łodygach fasoli, zachodziły następujące zmiany:
 - udział nasion w całej masie rośliny wzrastał aż do dojrzałości pełnej,
 - zawartość białka ogółem, tłuszczu, włókna i popiołu surowego w nasionach obniżała się do dojrzałości pełnej, a wzrastał udział bezazotowych związków wyciągowych,
 - w strączkach i łodygach proces zwiększania się zawartości włókna surowego, przy jednoczesnym obniżeniu białka ogółem, fosforu i wartości energetycznej trwał do dojrzałości pełnej,
- ◆ Masa 1000 nasion, energia i zdolność kiełkowania oraz wigor wzrastały do dojrzałości pełnej.
- ◆ Nasiona pochodzące ze zbioru dwuetapowego (po wyschnięciu całych roślin) charakteryzowały się najwyższą masą 1000 nasion oraz energią i zdolnością kiełkowania, natomiast zebrane dwuetapowo (po wyschnięciu

nasion w strąkach) były najzdrowsze i miały najwyższy wigor.

- ◆ Wykazano dodatnie korelacje zdolności kiełkowania z energią kiełkowania, suchą masą nasion oraz masą 1000 nasion, a także ujemne korelacje masy 1000 nasion, energii i zdolności kiełkowania oraz suchej masy nasion z elektroprzewodnictwem wód nastoinowych po 12 i 24 godzinach.
- ◆ Systematycznie malała liczebność grzybów zasiedlających nasiona w miarę ich dojrzewania aż do dojrzałości wczesnej pełnej. Najbardziej zainfekowane nasiona badanych odmian pochodziły ze zbioru jednoetapowego (bezpośrednio po skoszeniu). Odmiana Mela wydawała najzdrowsze nasiona we wszystkich latach badań. Z nasion fasoli izolowano przede wszystkim kolonie drożdżoidalne i grzyby z rodzaju *Fusarium spp.* oraz *Penicillium spp.*

BIBLIOGRAFIA

- 1) Acosta G. i wsp., 1996: Effect of sowing date on the growth and seed yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in highland environments. *Field-Crops-Research*. 49: 1, 1-10.
- 2) COBORU, 1995b: Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. *Warzywa strączkowe*. Słupia Wielka, z. 1077, 7-33.
- 3) Duczmal K., 1994: Mat. konf. (Strączkowe rośliny białkowe. Fasola) *Dorobek polskiej hodowli i nasiennictwa fasoli*. 12-19.
- 4) El-Murabaa A. i wsp., 1987: Effect of cultivar and planting date on faba bean performance. III. Interaction of planting date X cultivar and correlation between characters. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*. 18: 4, 215-232.
- 5) Górecki J., 1986: Studia nad wigorem nasion roślin strączkowych. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olst., Agricultura*. 42: Sup. A, 3-57.
- 6) Górecki J., Grzesiuk S., 1983: Pozyskiwanie nasion grochu, bobiku i łubinu żółtego o najwyższym wigorze. *HRAiN*, z. 6, 406-411.
- 7) Gumiński R., 1954: *Meteorologia i klimatologia dla rolników*. PWRiL. Warszawa.
- 8) Halepyati A., Ali M., 1993: Pattern of dry matter accumulation in frenchbean genotypes during spring season. *Indian Journal of Pulses Research*. 6: 2, 200-201.
- 9) Jasińska Z., Kotecki A., 1997: Wpływ terminu zbioru i sposobu omlotu na dynamikę zmian w dojrzewających roślinach dwu morfotypach grochu. Część I. Rozwój roślin i gromadzenie suchej masy. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 308, 173-189.
- 10) Kotecki A., 1997: Wpływ terminu zbioru i sposobu omlotu na dynamikę zmian w dojrzewających roślinach dwu morfotypów grochu. Część III. Masa tysiąca nasion, żywotność i wigor. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 308, 209-218.
- 11) Kotecki A., Jasińska Z., 1997: Wpływ terminu zbioru i sposób omlotu na dynamikę zmian w dojrzewających

- roślinach dwu morfotypów bobiku. Część I. Rozwój roślin i gromadzenie suchej masy. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 308, 125-141.
- 12) Kotecki A., Kozak M., 1997b: Wpływ terminów zbioru i sposobu omłotu na dynamikę zmian w dojrzewających roślinach dwu morfotypach grochu. Część II. skład chemiczny roślin. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 308, 191-206.
 - 13) Legesse N., Powell A., 1996: Relationship between the development of seed coat pigmentation, seed coat adherence to the cotyledons and the rate of imbibition during the maturation of grain legumes. Seed Sci. and Techn. 24: 1, 23-32.
 - 14) Pisulewska E. i wsp., 1997: Zmienność i współzależności elementów struktury plonu nasion dwóch krajowych odmian soi w zależności od terminu i sposobu zbioru oraz lat badań. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 308, 59-70.
 - 15) Prusiński J., 1995: Biologiczne i agrotechniczne uwarunkowania rozwoju i plonowania zróżnicowanych genotypów łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.). Rozpr. 65, AT-R, Bydgoszcz, 1-78.
 - 16) Prusiński J., 1997b: Dynamika dojrzewania nasion tradycyjnej i samokończącej się odmiany łubinu żółtego. Część II. Zdolność kiełkowania i wigor nasion w zależności od terminu i sposobu zbioru. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 308, 25-36.
 - 17) Siddique M. i wsp., 1987: Time of harvest, prethreshing treatment and quality in snap bean (*Phaseolus vulgaris*) seed crops. Australian Journal of Experimental Agriculture. 27: 1, 179-187.
 - 18) Sinha A. i wsp., 1999: Seed mycoflora of French bean and its control by means of fungicides. Tropenlandwirt. 100: 1, 59-67.
 - 19) Songin H. i wsp., 1997a: wpływ terminu i sposobu zbioru na niektóre cechy biometryczne roślin, wartość siewną i skład chemiczny nasion bobiku. Część I. Zróżnicowanie cech biometrycznych roślin. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 308, 105-112.
 - 20) Szukała J. i wsp., 1997a: Wpływ terminu i sposobu zbioru na kiełkowanie i wigor nasion łubinu białego. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 308, 83-92.
 - 21) Szukała J. i wsp., 1997b: Dynamika kiełkowania i wigoru nasion łubinu żółtego w zależności od terminu i sposobu zbioru. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 308, 93-102.
 - 22) Venter H. i wsp., 1996: Seed development and maturation in edible dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. of Plant and Soil. 13: 2, 47-50.