

**JANUSZ PRUSIŃSKI****TOMASZ OLACH**

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

# Plonowanie fasoli szparagowej (*Phaseolus vulgaris* L.) w zależności od intensywności technologii uprawy

## Część I. Wysokość i jakość plonu strąków

**Snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yielding affected by intensity of cultivation technology**  
**Part I. Pod yielding and quality**

Ścisłe dwuczynnikowe doświadczenie polowe w układzie losowanych podbloków wykonano w gospodarstwie rolnym w miejscowości Bodzanówek w latach 2001–2003. Czynnikiem pierwszym były cztery technologie uprawy fasoli: ekstensywna, integrowana, umiarkowanie intensywna i intensywna różniące się wykorzystaniem przemysłowych środków produkcji, a drugi czynnik stanowiły trzy odmiany fasoli szparagowej — Bona, Madera i Presenta. Każde zwiększanie intensywności technologii uprawy fasoli wpływało na istotny wzrost plonu świeżych strąków, zwłaszcza w warunkach niższej sumy opadów w okresie wegetacji roślin. Plon świeżej masy strąków fasoli uprawianej w technologii integrowanej osiągnął 84% poziomu plonów z technologii umiarkowanie intensywny i 65% z technologii intensywny. Porównywane odmiany fasoli szparagowej nie różniły się plennością ani swoistą reakcją na zaangażowanie przemysłowych środków produkcji. Różnice w składzie chemicznym strąków badanych odmian dotyczyły tylko zawartości azotanów. Wzrastającej sumie opadów w okresie rozwoju generatywnego roślin towarzyszył spadek zawartości N w strąkach; w tych warunkach akumulacji azotanów w strąkach sprzyjały też rosnące dawki azotu, przy czym średnia zawartość azotanów w świeżych strąkach fasoli w żadnej z zastosowanych technologii nie przekraczała obowiązujących norm.

**Słowa kluczowe:** fasola szparagowa, intensywność technologii uprawy

The exact 2-factor field experiment was carried out, in split-plot design, on the farm at Bodzanówek in the years 2001–2003. The first factor was four bean cultivation technologies: extensive, integrated, semi-intensive and intensive. The snap bean cultivars: Bona, Madera and Presenta constituted the second factor. Each time when the intensity of cultivation technology was increased, a significant increase in fresh pod yield was recorded, especially when accompanied by lower rainfall over vegetation period. The yield of fresh pods obtained in the integrated technology was as much as 84% of the yields recorded in the semi-intensive and 65% in intensive technologies. The cultivars tested differed neither in productivity nor in their specific reaction to the involvement of industrial production

means. Differences in the chemical composition of pods of the cultivars concerned the content of nitrates only. An increasing total rainfall over generative development of plants coincided with a decreased content of N in pods; under these conditions the accumulation of nitrates in pods was enhanced by increasing N doses, however the average content of nitrates in fresh snap bean pods did not exceed the applicable standards in any of the technologies used.

**Key words:** snap bean, intensity of cultivation technologies

## WSTĘP

Warunki agroklimatyczne Polski sprzyjają uprawie fasoli na zielony strąk na terenie całego kraju. Średnie potencjalne plony świeżych strąków wynoszą  $14 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (Milczyńska, 2002), a w praktyce rolniczej nie przekraczają  $7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (FAOSTAT, 2005). Podobnie jak inne gatunki roślin strączkowych, fasola wykazuje silne zróżnicowanie plonowania wynikające z przebiegu warunków atmosferycznych, głównie rozkładu i sumy opadów oraz temperatury powietrza, zwłaszcza w okresie kwitnienia i dojrzewania (Szyrmer i in., 1992) oraz efektywności symbiozy (Jensen, 1986; Piha i Munns, 1987; Strzelec, 1988). Wysoka temperatura powietrza negatywnie oddziałuje na wzrost i plonowanie roślin, natomiast chłody w okresie kwitnienia zmniejszają zdolność rozwoju załazni, co wpływa na ograniczenie liczby strąków na roślinie (Graham i Ranalli, 1997).

Na plonowanie fasoli wpływa szereg czynników takich jak warunki glebowe i przebieg pogody w okresie wegetacji (Szyrmer i in., 1992; Dorna i Duczmal, 1994; Górna i Maskalaniec, 1994) oraz intensywność zastosowanych technologii uprawy, w tym głównie wykorzystania nawozów mineralnych (Rumpel i in., 1994; Nurzyński, 1999; Rożek, 2000; Sady, 2006) i pestycydów (Chmielowiec, 2003; Dobrzański, 1994; Burnside i in., 1998) o wartości odżywczej strąków fasoli decyduje głównie stopień ich dojrzałości (Kossowski i in., 1979).

Stosowane obecnie w Polsce technologie uprawy głównych ziemiopłodów są silnie zróżnicowane (Prusiński i Skinder, 2002). W trudnej sytuacji ekonomicznej w wielu tzw. gospodarstwach socjalnych dominują technologie ekstensywne. Z dostępnych danych wynika, że średnio w Polsce w zależności od położenia od kilku (województwo kujawsko-pomorskie i wielkopolskie) do prawie 50% (województwa śródkowo-wschodnie i południowo-wschodnie Polski) właściciele gospodarstw nie używa w ogóle nawozów mineralnych i środków ochrony roślin (Buks, 2004). Większość drobnych obszarowo gospodarstw (1–2 ha) nie jest w stanie wygospodarować środków finansowych na zakup przemysłowych środków produkcji — gospodarstwa te stanowią źródło samozaopatrzenia dla rodzin, a plony w nich uzyskiwane są bardzo niskie, w części rekompensowane wiarą właścicieli w ich dobrą jakość ekologiczną.

Hipoteza badań własnych zakłada, że zmniejszenie zaangażowania przemysłowych środków produkcji, głównie nawożenia mineralnego i pestycydów z poziomu technologii intensywnej do integrowanej, pozwoli na uzyskanie nie niższych plonów strąków o wysokiej wartości pokarmowej i bezpiecznej zawartości substancji szkodliwych. Ponieważ przedmiotem badań są odmiany fasoli szparagowej o różnym stopniu intensywności, należy spodziewać się także ich odmiennej reakcji na zastosowane technologie uprawy. Celem badań własnych było porównanie wysokości i jakości plonu strąków trzech

karłowych odmian fasoli, uprawianych według zróżnicowanej pod względem intensywności technologii uprawy. Ponadto, w drugiej części pracy ocenie poddano efektywność rolniczą i ekonomiczną zastosowanych technologii.

#### MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe wykonano w gospodarstwie rolnym w miejscowości Bodzakówek (gmina Chocień, województwo kujawsko-pomorskie) w latach 2001–2003. W każdym z lat badań wykonano dwuczynnikowe ściśle doświadczenie polowe w układzie losowanych podbloków w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletek do siewu wynosiła 17,6 m<sup>2</sup>, a do zbioru — 14,4 m<sup>2</sup>.

Czynnikami pierwszymi były cztery technologie uprawy fasoli:

- I — ekstensywna, niskonakładowa, bez wykorzystania przemysłowych środków produkcji (z wyjątkiem zakupu materiału siewnego),
- II — integrowana, przy zaangażowaniu przemysłowych środków produkcji w zależności od zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe i zabiegi ochronne stosowane interwencyjnie,
- III — umiarkowanie intensywna, przy zaangażowaniu przemysłowych środków produkcji na dość wysokim poziomie,
- IV — intensywna, charakteryzująca się bardzo dużym zaangażowaniem przemysłowych środków produkcji.

Szczegółowy opis zastosowanych technologii uprawy fasoli przedstawiono w tabeli 1.

Czynnik drugi stanowiły trzy zielonostrąkowe odmiany fasoli szparagowej o zróżnicowanym pochodzeniu i stopniu intensywności (Milczyńska, 2002): Bona — tradycyjna polska odmiana zarejestrowana w 1988 roku, Madera — intensywna odmiana wpisana do rejestru w 1998 roku, oraz Presenta — intensywna odmiana zagraniczna w krajowym rejestrze od 1994 roku.

W okresie wegetacji roślin notowano daty pojawienia się kolejnych faz rozwojowych, a także oznaczono:

- z 20 roślin każdego poletka — liczbę oraz świeżą i suchą masę strąków z jednej rośliny,
- z 10 roślin każdego poletka — ich brodawkowanie w fazie pełni kwitnienia; suchą masę brodawek korzeniowych oznaczono po wysuszeniu w temperaturze 80°C,
- zachwaszczenie poletek przed zbiorem — w skali 5-stopniowej,
- zdrowotność 10 losowo wybranych roślin z każdego poletka dla których określono indeks porażenia antraknozą i bakteriozą wg wzoru Townsenda-Heubergera (Wenzel, 1948),
- plon świeżej i suchej masy strąków.

**Technologie zastosowane w uprawie fasoli szparagowej**  
**Snap bean cultivation technologies studied**

Zabiegi agrotechniczne Treatments	Technologia — Technology			
	I ekstensywna extensive	II integrowana integrated	III umiarkowanie intensywna semi- intensive	IV intensywna intensive
Przygotowanie materiału siewnego Seed treatment	Niezaprawiany No dressing	Zaprawiany wg UPS za pomocą bzt i biohumusu Dressing acc. to UPS with bzt and biohumus	Zaprawiany Sarfunem T 65 DS. Dressing with Sarfun T 65 DS	Zaprawiany Sarfunem T 65 DS i Marshalem 250 DS. Dressing with Sarfun T 65 DS and Marshal 250 DS.
Zwalczanie chwastów Weed control	Pielnik 2–3× po wschodach Tweed-hook 2–3 times after emergence	Pielnik 2× po wschodach + Basagran 600 SL Tweed-hook 2 times after emergence + Basagran 600 SL	Triflurotox 250 EC przed siewem, pielnik 1 x po wschodach + Basagran 600 SL Triflurotox 250 EC before sowing, tweed-hook after emergence + Basagran 600 SL	Triflurotox 250 EC przed siewem, pielnik 1× po wschodach + Basagran 600 SL + Targa 10 EC Triflurotox 250 EC before swing, weed-hook after emergence + Basagran 600 SL + Targa 10 EC
Nawożenie Fertilization	N - 0 kg, Nitragina, P i K wg średniego zużycia w Polsce N - 0 kg, Nitragine, P, K as average in Poland	N - 30 kg przed siewem, Nitragina, P, K wg zasobności gleby dla plonu osiągalnego 10 tha <sup>-1</sup> (świeżych strąków) N - 30 kg before sowing, Nitragine, P, K as for yield 10 tha <sup>-1</sup> of fresh pods, considering soil reserves	N - 60 kg z podziałem: 30 kg przed siewem i 30 kg po wschodach, P - 80, K - 160 kg ha <sup>-1</sup> N - 60 kg N - 60kg before sowing, 30 kg after emergence P - 80 and K - 160 kg ha <sup>-1</sup>	N - 90 kg z podziałem: 30 kg przed siewem, 30 kg po wschodach, 30 kg na początku pąkowania, P - 80, K - 160 kg ha <sup>-1</sup> N - 90 kg before sowing, 30 kg after emergence, 30 kg at beginning of budding, P - 80 and K - 160 kg ha <sup>-1</sup>
Dokarmianie dolistne Foliar fertilization	Bez dokarmiania N Without N	8% mocznik z 5% MgSO <sub>4</sub> + 3 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> Ekolistu na początku kwitnienia 8% urea + 5% MgSO <sub>4</sub> + 3 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> of Ekolist at beginning of flowering	8% mocznik z 5% MgSO <sub>4</sub> + 6 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> Ekolistu na początku kwitnienia 8% urea + 5% MgSO <sub>4</sub> + 6 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> of Ekolist at beginning of flowering	8% mocznik z 5% MgSO <sub>4</sub> + 9 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> Ekolistu na początku kwitnienia 8% urea + 5% MgSO <sub>4</sub> + 9 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> of Ekolist at beginning of flowering
Chemiczna ochrona roślin Chemical plant control	Bez ochrony None	Dwa zabiegi przeciwko sprawcom chorób grzybowych i/lub bakteryjnych i jeden zabieg przeciwko szkodnikom po wystąpieniu pierwszych objawów Two treatments against diseases and one against pests, after first symptoms	Trzy zabiegi przeciwko sprawcom chorób grzybowych i/lub bakteryjnych i jeden zabieg przeciwko szkodnikom Three treatments against diseases and one against pests	Cztery zabiegi przeciwko sprawcom chorób grzybowych i/lub bakteryjnych i dwa zabiegi przeciwko szkodnikom Four treatments against diseases and two ones against pests

UPS — Uprawa przyjazna środowisku; Environment friendly technology  
bzt — Bezpestycydowa zaprawa tłuszczowa; No pesticide oil seed dressing

Doświadczenia przeprowadzono na glebie biellicowej, kategorii agronomicznej — gleba średnia o średniej zasobności w P i wysokiej lub średniej w K; odczyn gleby poza 2001

rokiem był optymalny dla fasoli. Potencjalnie dostępna ilość N mineralnego (Fotyma i in., 1998) w glebie przed siewem fasoli wyliczona na podstawie sumy N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>4</sub> w profilu 0–30 cm wynosiła w kolejnych latach badań 46,2, 39,9 i 37,2 kg·ha<sup>-1</sup>, a w profilu 30–60 cm –22,0, 10,4 i 23,7 kg·ha<sup>-1</sup>. Przedplonem fasoli we wszystkich latach badań była pszenica ozima. Nasiona wysiewano 12., 14. i 19. maja na głębokość 3–4 cm, w 45 cm rozstawie rzędów zakładając obsadę 50 roślin na 1 m<sup>2</sup>.

Zbiór strąków fasoli szparagowej polegał na ich ręcznym jednorazowym zerwaniu. W strąkach oznaczono zawartość podstawowych składników pokarmowych, tj. białka metodą Kjeldahla, włókna surowego zmodyfikowaną metodą Hanneberga i Stohmanna, popiołu surowego metodą spalania na sucho w temperaturze 600°C, P i Mg metodą kolorymetryczną, K i Ca metodą fotometrii płomieniowej, a azotanów metodą potencjometryczną z siarczanem miedzi (Nowosielski, 1974). Analizy chemiczne gleby i materiału roślinnego wykonano w Stacji Chemiczno-Rolniczej oraz w laboratorium Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy.

W opracowaniu statystycznym wyników zastosowano analizę wariancji dla układu split-plot, wykorzystując programy ANW i ANE z Zakładu Ekonomiki Produkcji Rolniczej ATR oraz STATISTICA<sup>®</sup>. Istotność różnic określano testem Tukeya przy  $\alpha = 0,05\%$ .

Średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów w latach badań zestawiono na podstawie danych pochodzących ze stacji meteorologicznej SDOO Głodowo k. Lipna (tab. 2). W okresie badawczym wystąpiły trzy lata o temperaturze wyższej i jeden rok o opadach wyższych niż średnie z wielolecia (1967–2002). Suma opadów w okresie wegetacji fasoli szparagowej wynosiła w kolejnych latach badań odpowiednio — 286, 211 i 203 mm. Najcieplejszy był okres wegetacji w 2002 roku, a najchłodniejszy — w 2001 roku.

Tabela 2

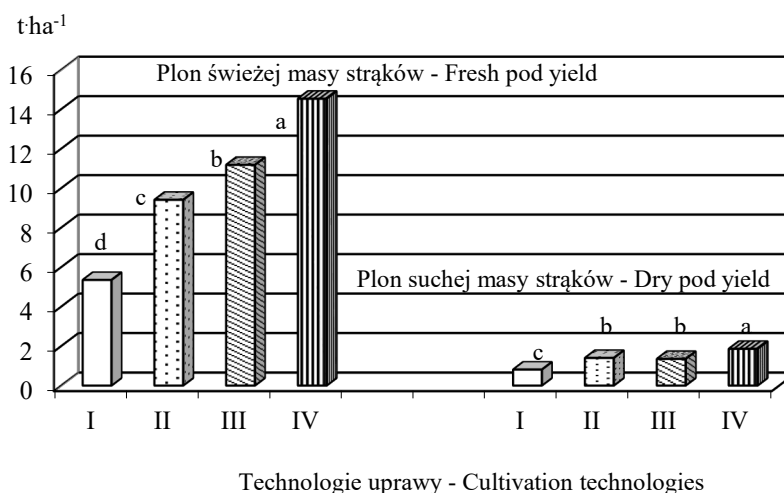
**Średnia dobową temperatura powietrza i sumy opadów według notowań SDOO w Głodowie**  
**Mean air temperature and rainfall according to the Głodowo Experiment Station for Cultivar Testing**

Lata Years	Miesiąc — Month			
	V	VI	VII	VIII
Temperatura powietrza — Air temperature, °C				
2001	13,2	14,3	20,1	18,9
2002	16,8	17,1	20,0	20,5
2003	14,8	17,4	19,5	18,3
Średnia w latach 1967–2003 Mean for 1967–2003	13,1	16,0	17,5	17,1
Suma opadów atmosferycznych — Rainfall, mm				
2001	52,4	102,6	148,2	46,1
2002	54,8	61,1	95,1	19,9
2003	59,3	45,4	148,1	34,6
Średnia suma w latach 1967–2003 Mean rainfall for 1967–2003	58,2	85,8	86,3	61,6

## WYNIKI

W technologii integrowanej we wszystkich latach badań obserwowano niewielkie opóźnienie terminu wschodów, średnio o 2–3 dni w stosunku do pozostałych technologii. Podobnie w latach 2001 i 2003 odnotowano kilkudniowe przedłużenie kwitnienia i zawiązania strąków fasoli uprawianej w technologii umiarkowanie intensywnej i intensywnej. W rozwoju roślin różnice międzyodmianowe odnotowano dopiero w fazie kwitnienia; najwcześniej zakończyły kwitnąć rośliny ekstensywnej odmiany Bona, a z 2–3-dniowym opóźnieniem intensywnych odmian Madera i Presenta. Dojrzałość strąków do zbioru u tradycyjnej odmiany Bona stwierdzono średnio po 73 dniach, natomiast intensywnych odmian Madera i Presenta po 75 i 76 dniach od siewu. W kolejnych latach zbiór strąków przypadał w technologii ekstensywnej między 28 a 30, 20 a 22 i 26 a 28 lipca, w pozostałych technologiach między 2 a 6 sierpnia, 22 a 28 lipca oraz 30 lipca a 10 sierpnia.

Fasola szparagowa charakteryzowała się dość dużą zmiennością plonowania. W okresie badań średnie plony świeżych strąków wynosiły od  $8,26 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (2001) do  $11,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (2002). Istotnie najniższe średnie plony strąków zebrano w technologii ekstensywnej, najwyższe natomiast w technologii intensywnej (rys. 1), przy czym każde zwiększenie zużycia przemysłowych środków produkcji przyczyniało się do istotnego wzrostu ich plonu. Nie stwierdzono różnic w plonie suchej masy strąków uzyskanych w technologii integrowanej i umiarkowanie intensywnej, podobnie jak pomiędzy badanymi odmianami pod względem plonu świeżej i suchej masy (dane niepublikowane).



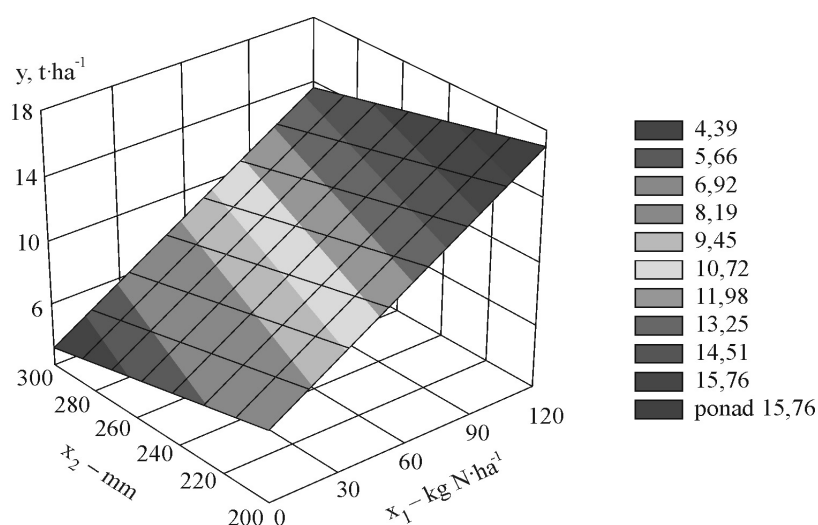
Rys. 1. Plon świeżej i suchej masy strąków fasoli szparagowej w zależności od technologii uprawy  
Fig. 1. Fresh and dry pod yield of snap bean depending on the cultivation technology

Plon świeżej masy strąków był istotnie skorelowany z liczbą strąków z jednej rośliny ( $x_1$ ) i plonem suchej masy strąków ( $x_2$ ) oraz z zawartością w nich suchej masy ( $x_3$ ). Równanie regresji dla plonu świeżej masy strąków przyjęło postać:  $y = 0,230x_1 + 9,689x_2 - 0,882x_3$ , przy  $R = 0,941$ . Wysokość plonu świeżych strąków zależała też istotnie od ich

świeżej masy na jednej roślinie ( $r = 0,511$ ) i cech morfologicznych — długości ( $r = 0,479$ ) i grubości ( $r = 0,427$ ), a także cech użytkowych strąków — udziału w plonie ogólnym strąków standardowych ( $r = 0,682$ ), dojrzałych ( $r = -0,534$ ), niekształtnych ( $r = -0,585$ ) i chorych ( $r = -0,369$ ). Z kolei plon suchej masy strąków zależał istotnie od zawartości w nich suchej masy ( $x_1$ ) oraz od długości ( $x_2$ ) i grubości ( $x_3$ ) strąków oraz udziału w plonie ogólnym strąków standardowych według równania regresji:

$$y = 0,0660x_1 + 0,2002x_2 + 0,2187x_3 + 0,0288x_4 - 6,070, \text{ przy } R = 0,830.$$

Doglebowe i dolistne zastosowanie N i inne zabiegi agrotechniczne towarzyszące dawkom azotu w miarę intensyfikacji uprawy fasoli w połączeniu z sumą opadów w okresie wegetacji istotnie kształtowały plon świeżej (rys. 2) i suchej (rys. 3) masy strąków przy bardzo wysokich współczynnikach determinacji; w miarę zwiększania dawek N i niższej nieco sumy opadów w okresie od siewu do zbioru strąków obserwowano wzrost plonowania fasoli.

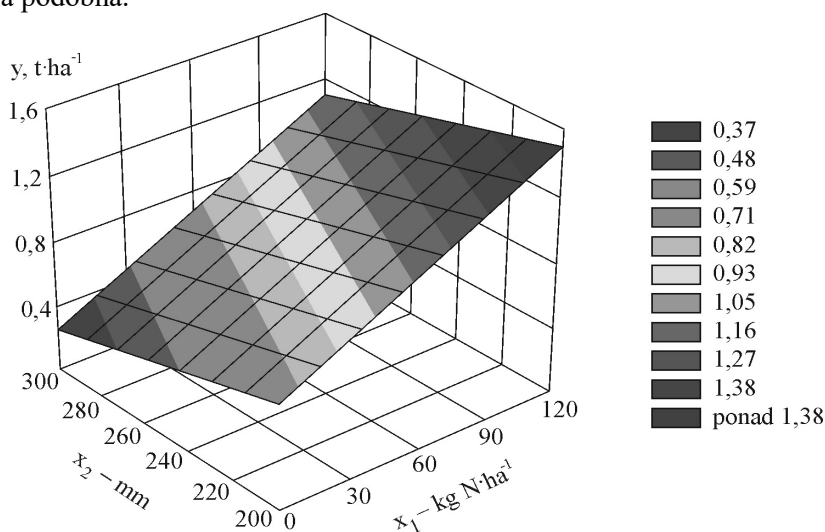


**Rys. 2. Wpływ całkowitych dawek N ( $x_1$ ) i innych towarzyszących im zabiegów agrotechnicznych oraz sumy opadów w okresie wegetacji ( $x_2$ ) na plon świeżej masy strąków fasoli szparagowej;  $y = 0,087x_1 - 0,034x_2 + 13,4$ ,  $R = 0,913$**

**Fig. 2. Effect of the total N doses ( $x_1$ ) and other agronomic practices accompanying N fertilization and total rainfall ( $x_2$ ) over the vegetation period on snap bean fresh pod yield;  $y = 0,087x_1 - 0,034x_2 + 13,4$ ,  $R = 0,913$**

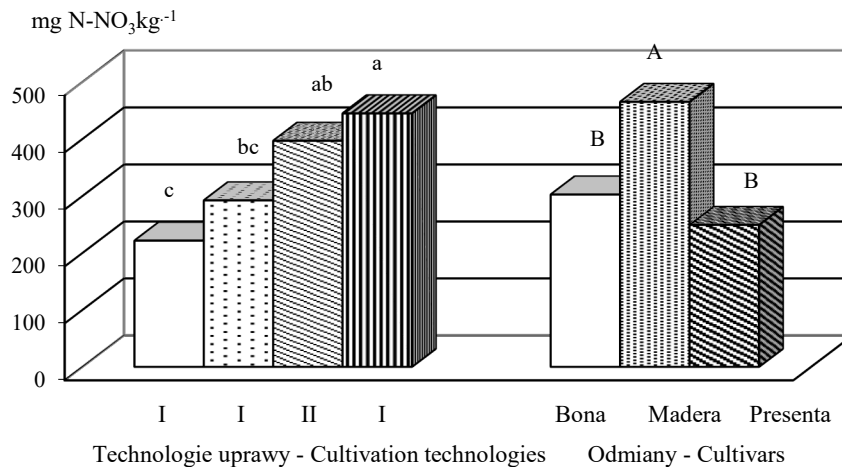
Średnia zawartość azotanów w strąkach fasoli nie była wysoka i wynosiła 339 mg N-NO<sub>3</sub>·kg<sup>-1</sup>, od 221 mg N-NO<sub>3</sub>·kg<sup>-1</sup> w technologii ekstensywnej do 445 mg N-NO<sub>3</sub>·kg<sup>-1</sup> w technologii intensywnej. W technologiach intensywnych stwierdzono statystycznie podobną ich zawartość, podobnie jak w technologii integrowanej i ekstensywnej (rys. 4). Zwiększenie zaangażowania przemysłowych środków produkcji z technologii ekstensywnej do integrowanej oraz z integrowanej do umiarkowanie intensywnej nie różnicowało istotnie zawartości tych związków. Strąki tradycyjnej odmiany Bona i intensywnej odmiany Presenta zawierały statystycznie podobną ilość azotanów, istotnie mniejszą niż

intensywnej odmiany Madera. Mimo istotnego zróżnicowania zawartości azotanów w strąkach badanych odmian, ich reakcja na zwiększenie intensywności technologii uprawy była podobna.



**Rys. 3. Wpływ całkowitych dawek N ( $x_1$ ) i innych towarzyszących im zabiegów agrotechnicznych oraz sumy opadów w okresie wegetacji ( $x_2$ ) na plon suchej masy strąków fasoli szparagowej;  $y = 0,007x_1 - 0,004x_2 + 1,439$ ,  $R = 0,816$**

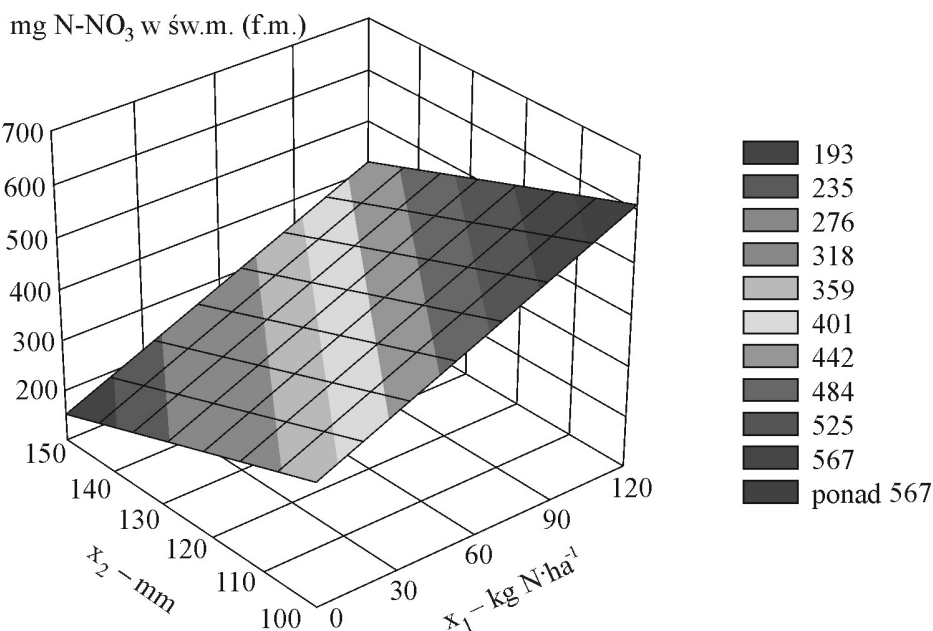
**Fig. 3. Effect of the total N doses ( $x_1$ ) and other agronomic practices accompanying N fertilization and total rainfall ( $x_2$ ) over the vegetation period on snap bean dry pod yield;  $y = 0.007x_1 - 0.004x_2 + 1.439$ ,  $R = 0.816$**



**Rys. 4. Wpływ technologii uprawy na zawartość N-NO<sub>3</sub> w strąkach fasoli szparagowej**  
**Fig. 4. Effects of the cultivation technology and cultivar on the content of nitrates in snap bean pods**



Zwiększaniu całkowitych dawek N w połączeniu z innymi zabiegami intensyfikującymi uprawę fasoli oraz z pogarszaniem się warunków wilgotnościowych w okresie rozwoju generatywnego (od początku kwitnienia do dnia zbioru) roślin towarzyszył wzrost zawartości N-NO<sub>3</sub> w strąkach (rys. 5). Zawartość azotanów w strąkach fasoli była dodatnio skorelowana z zawartością w suchej masie N ( $r = 0,621$ ), fosforu ( $r = 0,653$ ), potasu ( $r = 0,545$ ) i dawką N ( $r = 0,407$ ) oraz ujemnie z zawartością w nich suchej masy ( $r = -0,582$ ).



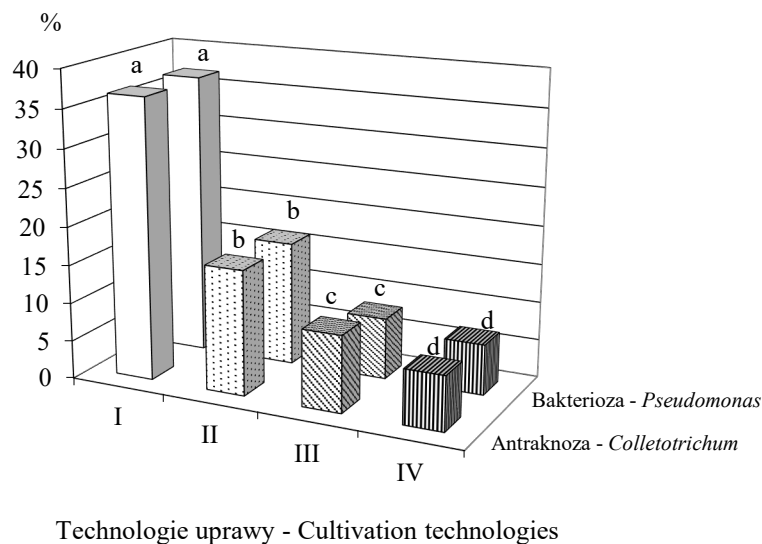
**Rys. 5. Wpływ całkowitych dawek N ( $x_1$ ) i innych towarzyszących im zabiegów agrotechnicznych oraz sumy opadów w okresie rozwoju generatywnego ( $x_2$ ) na zawartość azotanów w strąkach fasoli szparagowej;  $y = 2,224x_1 - 3,798x_2 + 721,8$ ,  $R = 0,620$**

**Fig. 5. Effect of the total N doses ( $x_1$ ) and other agronomic practices accompanying N fertilization and total rainfall over generative plant development ( $x_2$ ) on the nitrate content in snap bean pods  $y = 2.224x_1 - 3.798x_2 + 721.8$ ,  $R = 0.620$**

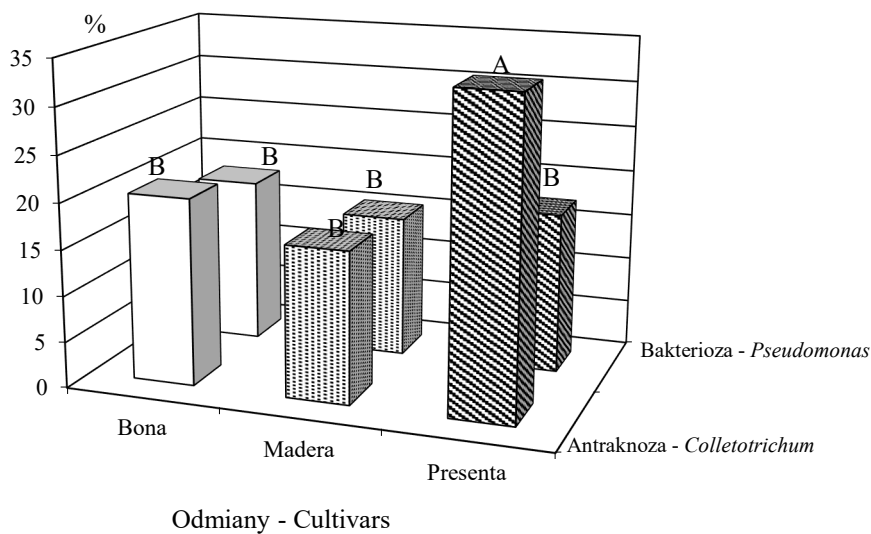
Zawartość białka ogółem (20,5%), włókna surowego (19,7) i popiołu (9,01%), a także P (0,526%), K (2,789%), Ca (0,654%) i Mg (0,282%) w suchej masie strąków fasoli nie różniła się istotnie pod wpływem zastosowanych technologii uprawy (dane niepublikowane). Ich zawartość w strąkach badanych odmian była podobna i wynosiła: u Bony odpowiednio 20,7; 19,6; 8,71; 0,514; 2,614; 0,687 i 0,291%, u Madery — 21,2; 20,1; 9,16; 0,552; 2,928; 0,640 i 0,277% oraz u Presenty — 19,7; 19,4; 9,15; 0,513; 2,826; 0,635 i 0,277% w suchej masie.

Stosunkowo najwyższy udział zainfekowanych przez choroby roślin stwierdzono w 2001, a najniższy w 2003 roku, chociaż różnice w ich zdrowotności w kolejnych latach badań były niewielkie, a antraknoza i bakterioza występowały każdego roku w podobnym nasileniu. Zabiegi zastosowane w technologii integrowanej (2 × Bravo z Miedzianem

i 3 dm<sup>3</sup> Ekolistu), umiarkowanie intensywnej (3× Bravo z Miedzianem i 6 dm<sup>3</sup> Ekolistu) i intensywnej (4 × Bravo z Miedzianem + 9 dm<sup>3</sup> Ekolistu) ograniczały istotnie i niemal w równym stopniu występowanie antraknozy i bakteriozy (rys. 6).



Rys. 6. Indeks porażenia roślin fasoli szparagowej w zależności od technologii uprawy  
 Fig. 6. Snap bean infestation index depending on the cultivation technology



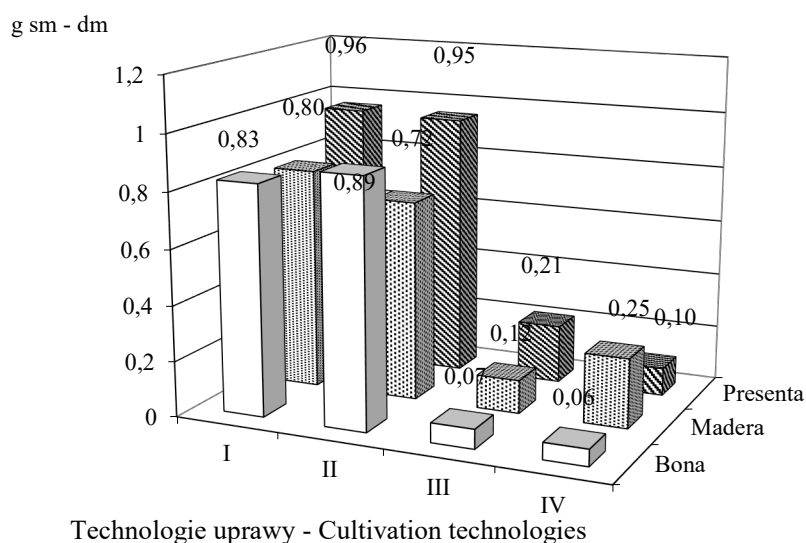
Rys. 7. Indeks porażenia roślin badanych odmian fasoli szparagowej  
 Fig. 7. Snap bean infestation index of the cultivars studied

Także odmiany fasoli różniły się istotnie stopniem porażenia przez *Colletotrichum* spp. i *Pseudomonas* spp. (rys. 7) i reakcją na intensyfikację technologii uprawy. Odmiana Presenta charakteryzowała się istotnie większym indeksem porażenia przez antraknozę niż Bona i Madera; różnic istotnych w porażeniu roślin badanych odmian przez bakteriozę nie stwierdzono. Antraknoza na roślinach Bony występowała w największym stopniu we wszystkich technologiach uprawy, a bakterioza — tylko w technologiach intensywnych. W przypadku odmian Bona i Presenta nie stwierdzono różnic istotnych w indeksie porażenia roślin przez bakteriozę w miarę intensyfikacji uprawy z technologii umiarkowanie intensywnej do intensywnej.

Z przeprowadzonych obserwacji wynika (tab. 3), że średni stopień zachwaszczenia fasoli szparagowej wynosił 1,3, przy czym zgodnie z oczekiwaniami chwasty w technologii umiarkowanie intensywnej i intensywnej występowały w mniejszym stopniu niż w integrowanej, a zwłaszcza w ekstensywnej.

Tabela 3

Wyszczególnienie — Specification		Stopień zachwaszczenia — Weed infestation degree
Technologia uprawy Cultivation technology	Ekstensywna — Extensive	0,5
	Integrowana — Integrated	1,3
	Umiarkowanie intensywna — Semi-intensive	2,8
	Intensywna — Intensive	2,8
Odmiany Cultivars	Bona	1,3
	Madera	1,3
	Presenta	1,3



Rys. 8. Sucha masa brodawek korzeniowych fasoli szparagowej  
Fig. 8. Dry weight of snap bean root nodules

Interwencyjne chemiczne zwalczanie chwastów za pomocą Basagranu w technologii integrowanej wpłynęło na wyraźny spadek natężenia występowania chwastów, jednak dodatkowe zastosowanie Targi (w technologii intensywnej) przeciwko chwastom jedno-liściennym nie poprawiło ogólnego stopnia zachwaszczenia fasoli. Nie wykazano swoistej reakcji badanych odmian na zastosowane zabiegi kontroli zachwaszczenia.

Średnia sucha masa brodawek korzeniowych oznaczona dla 10 roślin w fazie pełni kwitnienia wynosiła w technologiach intensywnych 0,13 g, a po szczepieniu gleby bakteriami *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* w technologiach ekstensywnej i integrowanej — 0,86 g (rys. 8). Nie stwierdzono większego zróżnicowania brodawkowania badanych odmian fasoli szparagowej.

#### DYSKUSJA

Plonowanie fasoli, podobnie jak innych gatunków roślin strączkowych zależy od warunków pogodowych, przede wszystkim od sumy i rozkładu opadów oraz temperatury powietrza praktycznie w całym okresie wegetacji (Szyrmer i in., 1992), wpływających na wykorzystanie ich potencjału biologicznego (Graham i Ranalli, 1997). W doświadczeniu własnym najwyższe plony świeżych strąków ( $11,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) fasoli otrzymano w 2002 roku, gdy układ czynników pogodowych — wysoka temperatura powietrza i niższe niż w innych latach, ale dobrze rozłożone w okresie wegetacji opady — był najbardziej korzystny. Natomiast nadmiar opadów w 2001 roku (ponad 60% średniej wieloletniej), szczególnie w okresie kwitnienia i zawiązywania strąków w lipcu, przyczynił się do obniżenia plonowania fasoli, co uwidoczniło się w wieloletnim trendzie do lepszego plonowania fasoli w suchszych warunkach pogodowych.

Z badań COBORU (Milczyńska, 2002) wykonanych w latach 1994–2000 wynika, że plon świeżych strąków wczesnej odmiany Bona wynosił tylko 77% wzorca ( $11,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), średnio późnych Madery był o 1%, a Presenty o 8% wyższy od wzorca. Należy podkreślić, że COBORU (Milczyńska, 1998) prowadzi doświadczenia na umiarkowanie wysokim poziomie intensywności, stąd plonowanie, zwłaszcza odmiany Bona, należy uznać za wysokie. Być może brak różnic w plonowaniu badanych odmian fasoli szparagowej w doświadczeniu własnym wynikał z dostatecznego zaopatrzenia roślin w makro- i mikrośkładniki. Wprawdzie zawartość dostępnego N mineralnego w glebie na wiosnę wynosiła każdego roku od 37 do 46  $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , tj. zbyt mało, żeby można zrezygnować z nawożenia mineralnego fasoli tym składnikiem (Milczyńska, 1998, Sady 2006), jednak przy wykorzystaniu azotu związanego symbiotycznie i dostępności innych makro- i mikrośkładników warunki troficzne w miarę intensyfikacji technologii uprawy nie były zapewne czynnikiem ograniczającym potencjał produkcyjny żadnej z badanych odmian.

Głównym wyznacznikiem intensywności technologii uprawy jest poziom stosowania najbardziej plonotwórczego środka produkcji, jakim jest nawożenie N, które w przypadku roślin motylkowatych ma mniejsze znaczenie ze względu na symbiotyczne wiązanie  $\text{N}_2$ . W badaniach własnych każde zwiększenie dawek N i zastosowanie towarzyszących im innych zabiegów agrotechnicznych przyczyniało się do istotnego wzrostu plonu świeżej masy strąków. Istotnie najwyższe średnie plony strąków zebrano w technologii inten-

sywnej ( $14,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), a najniższe w technologii ekstensywnej ( $5,35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). W technologii integrowanej plon świeżych strąków ( $9,40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) stanowił 84,1% uzyskanego w technologii umiarkowanej intensywnej i 64,7% w intensywnej, tj. podobnie jak w badaniach Księżaka i Kusia (2005) nad bobikiem.

Oprócz wysokości plonu warzyw równie ważna jest także ich wartość biologiczna i związane z nią bezpieczeństwo spożywania przez człowieka (Dąbrowski, 2003). Świeże strąki fasoli wykazują dość dużą zmienność składu chemicznego (Dorna i Duczmal, 1994; Elkner i Nowakowska, 1995; Nowakowska i Elkner, 1996), czego w badaniach własnych nie udało się udowodnić. Co więcej, badane odmiany różniły się istotnie jedynie pod względem akumulacji azotanów. Można przypuszczać, że warunki troficzne w kolejnych latach badań nie pozwoliły na ujawnienie się różnic międzyodmianowych także w składzie chemicznym strąków.

Głównym źródłem azotanów w diecie człowieka są warzywa (Rożek, 2000), jednak świeże strąki fasoli wykazują małą skłonność do ich gromadzenia. O akumulacji azotanów decydują w kolejności: nawożenie mineralne, warunki klimatyczne i glebowe, a w najmniejszym stopniu uwarunkowania genetyczne (Nurzyński, 1999; Sady, 2006). Nawozy azotowe stosowane w formie azotanowej sprzyjają w znacznie większym stopniu gromadzeniu  $\text{N-NO}_3$  w roślinach niż forma amonowa lub amidowa (Rożek, 2000). Także wysoki poziom siarczanów w glebie powoduje większe nagromadzenie azotanów w roślinie, gdyż z uwagi na niedobór Mo — integralnego składnika reduktazy azotanowej, na pobieranie którego antagonistycznie wpływają siarczany, rośliny wykazują mniejszą zdolność do redukcji azotanów i dalszego ich przetwarzania (Nurzyński, 1999). W badaniach własnych zastosowano dwie formy N — azotanową w saetrze wapniowej i amidową w moczniku; ze względu na wrażliwość fasoli na chlor (Milczyńska, 1998; Sady, 2006), wykorzystano  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Mimo zastosowania wysokich dawek azotu azotanowego i siarczanu potasu w świeżych strąkach fasoli nie stwierdzono przekroczenia ich dopuszczalnej normy, tj.  $750 \text{ mg N-NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$  (Sady, 2006), z wyjątkiem odmiany Madera uprawianej według technologii umiarkowanej intensywnej (812) i intensywnej ( $1096 \text{ mg N-NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$  świeżej masy strąków) w 2002 roku.

Rośliny fasoli są głównie porażane przez patogeny liściowe, między innymi: *Colletotrichum lindemuthianum* powodującego antraknozę i *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* sprawcę bakteriozy (Pięta, 1985). W badaniach własnych największe nasilenie występowania antraknozy i bakteriozy na roślinach fasoli zanotowano w 2001 roku, o najwyższej sumie opadów w okresie wegetacji. Zabiegi zastosowane w technologii integrowanej (2× Bravo z Miedzianem) i umiarkowanej intensywnej (3×) i intensywnej (4×) ograniczyły w znaczący sposób nasilenie występowania chorób, co przyczyniło się do polepszenia zdrowotności roślin, a także korzystnie oddziaływało na kształtowanie się strukturalnych elementów plonowania decydujących w najwyższym stopniu o poziomie uzyskiwanych plonów (Księżak i Kuś, 2005). Wśród badanych odmian mniejszym indeksem porażenia roślin charakteryzowały się Bona i Madera. Także zastosowanie herbicydów w technologii umiarkowanej intensywnej (przedsiewnie Triflurotox) i intensywnej (Triflurotox i Targa), wspomaganych Basagranem ograniczyło w znaczny

sposób zachwaszczenie fasoli. Ponieważ preparaty powschodowe czasami powodują uszkodzenia rośliny uprawnej (Chmielowiec, 2003), najlepszym rozwiązaniem jest mechaniczno-chemiczne odchwaszczanie fasoli (Burnside i in., 1998). Zastosowanie w badaniach własnych technologii integrowanej, polegającej na mechanicznym 2-krotnym zabiegu pielnikiem w połączeniu z jednokrotnym użyciem Basagranu, nie było jednak tak skuteczne, jak zwalczanie chwastów w technologii umiarkowanie intensywnej (dodatkowo Triflurotox przed siewem). Należy też podkreślić, że zastosowanie Targi w technologii intensywnej nie poprawiało czystości zasiewów fasoli.

Zgodnie z przypuszczeniami sucha masa brodawek korzeniowych roślin fasoli uprawianej według technologii ekstensywnej i integrowanej była podobna i 5–6-krotnie wyższa niż w technologiach umiarkowanie intensywnej i intensywnej, gdzie wysokie dawki N ograniczyły ich formowanie i wiązanie N<sub>2</sub>, co potwierdza wyniki badań innych autorów (Jensen, 1986; Wojcieszka i in., 1995).

#### WNIOSKI

1. Zwiększanie intensywności technologii uprawy fasoli wpływało na istotny wzrost plonu świeżych strąków.
2. Plon świeżej masy strąków fasoli uprawianej w technologii integrowanej osiągnął 84% poziomu plonów z technologii umiarkowanie intensywnej i 65% z technologii intensywnej.
3. Technologie uprawy fasoli nie różnicowały istotnie zawartości N i białka ogółem, a także włókna surowego i popiołu ani badanych makroelementów w strąkach fasoli.
4. Porównywane odmiany fasoli szparagowej nie różniły się istotnie ani plennością ani swoistą reakcją na zaangażowanie przemysłowych środków produkcji.
5. Różnice w składzie chemicznym strąków badanych odmian dotyczyły tylko zawartości azotanów.
6. Rosnącym dawkom azotu i pogarszającym się warunkom wilgotnościowym w okresie rozwoju generatywnego roślin towarzyszył wzrost akumulacji azotanów w strąkach, przy czym średnia ich zawartość w żadnej z zastosowanych technologii nie przekraczała obowiązujących norm; nieco wyższą skłonnością do akumulacji azotanów charakteryzowała się odmiana Madera.
7. Objawy bakteriozy występowały na roślinach badanych odmian w podobnym nasileniu, podczas gdy antraknozy było istotnie więcej na roślinach odmiany Presenta.

#### LITERATURA

- Burnside O. C., Wiens M. J., Holder B. J., Weisberg S., Ristau E. A., Johnson M. M., Cameron J. H. 1998. Critical periods for weed control in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Weed Sci.* 46: 301 — 306.
- Buks J. 2004. Gospodarstwa indywidualne bez nawożenia mineralnego i środków ochrony roślin. Komunikaty, Raporty, Ekspertyzy IERiGŻ 496.
- Chmielowiec P. 2003. Wpływ konkurencji chwastów na wzrost i plonowanie fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) odmiany Bona. Maszynopis pracy doktorskiej, AR Lublin.
- Dąbrowski Z. T. 2003. Systemy kontroli — integrowana uprawa i ochrona roślin (IUiOR) a wymagania konsumentów. *Post. Ochr. Roślin* 43: 94 — 101.

- Dobrzański A. 1994. Chemiczne zwalczanie chwastów w fasoli. *Konf. nauk. Strączkowe rośliny białkowe*. Cz. I. Fasola, AR Lublin: 58 — 69.
- Dorna H., Duczmal K. 1994. Wpływ warunków klimatycznych na formowanie włókna w szwach strąków fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) *Konf. nauk. „Strączkowe rośliny białkowe”*. Cz. I. Fasola, AR Lublin: 135 — 138.
- Elkner K., Nowakowska T. 1995. Nowe kreacje hodowlane fasoli szparagowej do przetwórstwa. *Mat. konf. „Jakość surowca warzywnego do przetwórstwa”*. Inst. Warz. Skierniewice: 175 — 178.
- FAOSTAT 2005. Agriculture. [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org).
- Fotyma E., Wilkos G., Pietruch C. 1998. Test glebowy azotu mineralnego. Możliwości praktycznego wykorzystania. IUNG Puławy. *Mat. szkol.* 69: 1 — 48.
- Górna J., Maskalaniec T. 1994. Wzrost i plonowanie trzech odmian fasoli szparagowej w warunkach klimatyczno-glebowych Wilna. *Konf. nauk. „Strączkowe rośliny białkowe”*. Cz. I. Fasola, AR Lublin: 159 — 161.
- Graham P. H., Ranalli P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Res.* 53: 131 — 146.
- Jensen E.S. 1986. Symbiotic N<sub>2</sub> fixation in pea and field bean estimated by <sup>15</sup>N fertilizer dilution in field experiments with barley as a reference crop. *Plant and Soil* 92: 3 — 13.
- Kossowski M., Tendaj M., Łabuda H. 1979. Wpływ terminu siewu i fazy dojrzałości technologicznej na zawartość niektórych składników chemicznych w strąkach fasoli szparagowej. *Biul. Warz.* XXIII: 137 — 149.
- Krasowicz S., Nowacki W. 2005. Wpływ intensywności technologii na efektywność produkcji roślinnej. *Mat. konf. „Efektywne i bezpieczne technologie produkcji roślinnej”*. IUNG Puławy: 69 — 73.
- Księżak J., Kuś J. 2005. Plonowanie bobiku w różnych systemach produkcji roślinnej. *Annales UMCS, Sec. E*, 60: 195 — 205.
- Milczyńska E. 1998. Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin warzywnych. Cz. 2. Rośliny warzywne. Strączkowe. COBORU Słupia Wielka.
- Milczyńska E. 2002. Lista opisowa odmian. Rośliny warzywne. Korzeniowe. Strączkowe. COBORU Słupia Wielka.
- Nowakowska T., Elkner K. 1996. Hodowla jakościowa fasoli szparagowej do przetwórstwa. *Zjazd Hod. Roślin Ogrodn.* „Hodowla roślin o podwyższonej jakości”. Kraków: 194 — 198.
- Nowosielski O. 1974. Metody oznaczania potrzeb nawożenia. PWRiL, Warszawa.
- Nowosielski O. 1998. Polska technologia nawożenia roślin ogrodniczych przyjazna środowisku — PŚ. *Mat. VII konf. nauk. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodniczych”*. AR w Lublinie: 15 — 18.
- Nurzyński J. 1999. Nawożenie a skład chemiczny warzyw. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 466: 31 — 40.
- Pięta D. 1985. Mikozy występujące na organach nadziemnych fasoli (*Phaseolus vulgaris*) na Lubelszczyźnie. *Rocz. Nauk Roln.* 15 E (1-2): 23 — 37.
- Piha M., Munns D. 1987. Nitrogen fixation capacity of field — grown bean compared to other grain legumes. *Agronomy J.* 79: 690 — 696.
- Prusiński J., Skinder Z. 2002. Analiza technologii rolnych stosowanych w rejonach intensywnego rolnictwa w powiązaniu z przyrodniczą jakością rolniczej przestrzeni produkcyjnej. W: *Uwarunkowania rozwoju i koncepcje monitoringu rejonów intensywnego rolnictwa*, pod red. S. Łojewskiego i Z. Skindera. Wyd. ATR Bydgoszcz: 135 — 159.
- Rożek S. 2000. Czynniki wpływające na akumulację azotanów w plonie warzyw. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Rolnictwo* 364: 19 — 31.
- Rumpel J., Sikora E., Grudzień K. 1994. Wpływ nawadniania, nawożenia azotem oraz zagęszczenia roślin na plonowanie fasoli szparagowej. *Konf. nauk. „Strączkowe rośliny białkowe”*. Cz. I. Fasola, AR Lublin: 51 — 57.
- Sady W. 2006. Nawożenie warzyw polowych. Plantpress.
- Strzelec A. 1988. Symbiotyczne wiązanie wolnego azotu. Cz. I. Znaczenie bakterii symbiotycznych, ich występowanie w glebach i szczepionki *Rhizobium* dla roślin motylkowatych. *Post. Nauk Roln.* 4: 17 — 29.

- Szyrmer J., Dembińska J., Wawer A. 1992. Przebieg wegetacji i zmienność cech użytkowych odmian i form *Phaseolus vulgaris* L. Biul. IHAR 180: 229 — 239.
- Wenzel H. 1948. Zur Erfassung des Schadenausmaßes in Pflanzenschutzversuchen. Pflanzenschutz — Ber.: 81 — 84.
- Wojcieszka U., Kocoń A., Głazewski S. 1995. Wpływ dokarmiania azotem wybranych roślin strączkowych na plon nasion oraz niektóre procesy fizjologiczne. Mat. konf. „Nauki rolnicze w warunkach integracji europejskiej”. T II/IV. Produkcja roślinna, ART Olsztyn: 101 — 107.