

<sup>1</sup>Katedra Warzywnictwa i Roślin Leczniczych, <sup>2</sup>Katedra Fitopatologii i Mykologii  
Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin  
e-mail: helena.labuda@up.lublin.pl

HELENA ŁABUDA<sup>1</sup>, ALINA PASTUCHA<sup>2</sup>, RAFAŁ PAPLIŃSKI<sup>1</sup>

### **Wpływ zagęszczenia roślin na zdrowotność i plonowanie fasoli szparagowej w tunelu wysokim**

Influence of plant density on the healthiness and yielding of French bean  
in high tunnel cultivation

**Streszczenie.** Celem przedstawionych badań było określenie wpływu zagęszczenia roślin 5 odmian fasoli szparagowej w uprawie przyspieszonej w tunelu foliowym na występowanie i skład gatunkowy grzybów porażających siewki i rośliny w fazie kwitnienia oraz na wielkość i strukturę plonu strąków. Materiałem doświadczalnym było 5 odmian fasoli szparagowej: 'Elektra', 'Goldpantera', 'NOE-18', 'Lucyna' (żółtostrąkowa) i 'Scuba' (zielonostrąkowa.). Fasolę uprawiano w tunelu foliowym wysokim (6 × 30 m). Zastosowano zróżnicowane zagęszczenie roślin: 14,8 rośl. · m<sup>-2</sup> (45 × 15 cm) i 8,9 rośl. · m<sup>-2</sup> (45 × 25 cm). Nasiona fasoli zaprawiono (Marshal 250 DS + Funaben T) i wysiewano w tunelu wprost do gruntu 18 kwietnia po 2 w punkcie, po wschodach pozostawiono po jednej roślinie. Pierwszą obserwację zdrowotności siewek przeprowadzono po 3 tygodniach od siewu nasion (1. dekada maja), podczas przerywki roślin, a drugą po 30 dniach od pierwszej, na początku fazy kwitnienia roślin. Do laboratoryjnej analizy mykologicznej pobrano siewki o delikatnie zahamowanym wzroście i rośliny w fazie kwitnienia z brunatnymi plamami nekrotycznymi na korzeniach i podstawie łodygi. Z porażonych siewek oraz roślin fasoli w fazie kwitnienia najczęściej izolowano grzyby patogeniczne z rodzaju *Fusarium*, a ponad 50% izolatów z tego rodzaju stanowił gatunek *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Spośród pozostałych grzybów patogenicznych z siewek wyizolowano *Pythium irregulare*, *Alternaria alternata* i *Botrytis cinerea*, a z roślin w fazie kwitnienia *A. alternata*, *B. cinerea*, *Rhizoctonia solani* i *Sclerotinia sclerotiorum*. Grzyby patogeniczne wyosabniano trzykrotnie częściej z podstawy łodygi aniżeli z korzeni roślin. Zagęszczenie roślin wpływało na występowanie i skład gatunkowy grzybów patogenicznych izolowanych z porażonych roślin w fazie kwitnienia oraz plonowanie. Wykazano, że liczba izolatów grzybów wyosabnionych z roślin rosnących w mniejszym zagęszczeniu była większa. Plon ogólny i handlowy strąków z 1 m<sup>2</sup> był istotnie większy przy większym zagęszczeniu roślin, czyli mniejszej rozstawie (45 × 15 cm).

**Słowa kluczowe:** *Phaseolus vulgaris* L., odmiany, grzyby patogeniczne, siewki, faza kwitnienia, plon

## WSTĘP

Fasola szparagowa należy do warzyw o dużej wartości odżywczej i biologicznej, ceniona jest za walory smakowe, ponadto dostępność odmian o zróżnicowanych cechach strąków oraz krótkie i łatwe przygotowanie potraw z fasoli pozwala na szerokie wykorzystanie tej rośliny w żywieniu.

Fasola szparagowa jest ważnym warzywem z punktu widzenia gospodarczego. Strąki fasoli szparagowej zielonostrąkowej, a obecnie także żółtostrąkowej, stanowią bardzo ważny surowiec w przetwórstwie do mrożenia i konserwowania, a przetwory te są istotnym towarem eksportowym. Podaż świeżych strąków fasoli szparagowej na rynku istotnie zwiększyła się, gdy rozpoczęto uprawę fasoli szparagowej pod osłonami. Produkcja fasoli szparagowej pod osłonami, zarówno w cyklu wiosennym, jak i jesiennym, wpływa na rozszerzenie asortymentu świeżych strąków oferowanych konsumentom.

Uprawa fasoli szparagowej w tunelach foliowych zwiększyła się w ostatnich latach w rejonach skoncentrowanej produkcji warzyw pod osłonami, jako cennej w zmianowaniu rośliny strukturotwórczej, poprawiającej właściwości fizyczne, biologiczne i fitosanitarne gleby. Jabłońska i Olewnicki [2011] podają, że w produkcji warzyw pod osłonami, gdzie dominuje uprawa pomidora i ogórka, ostatnio zwiększył się znacznie udział warzyw z grupy tzw. pozostałych, do których zaliczana jest również fasola szparagowa; udział warzyw pozostałych wzrósł do 30,4%.

Badania Gunerka i in. [2014] wskazują, że uprawa fasoli szparagowej w tunelach foliowych w cyklu wiosennym przynosi większy dochód i jest efektywniejsza ekonomicznie od uprawy oberżyny.

Powodzenie uprawy fasoli szparagowej uzależnione jest od warunków środowiska, przede wszystkim układu czynników meteorologicznych w okresie wzrostu roślin. Fasola zwykła ma duże wymagania w odniesieniu do temperatury, która wpływa na przebieg wzrostu i rozwoju roślin, kwitnienie i zawiązywanie strąków oraz plonowanie [Sağlam i in. 2000, Łabuda i in. 2006, Łabuda i Brodaczevska 2007, Carey i in. 2009, Romero-Gamez i in. 2012].

O sukcesie uprawy fasoli szparagowej pod osłonami decyduje nie tylko dobór odpowiedniej technologii produkcji, terminu uprawy, odmiany, ale także odporność roślin na czynniki chorobotwórcze.

Celem badań przedstawionych w niniejszej pracy było określenie wpływu zagęszczenia roślin odmian fasoli szparagowej w uprawie przyspieszonej w tunelu foliowym na występowanie i skład gatunkowy grzybów porażających siewki i rośliny w fazie kwitnienia oraz na wielkość i strukturę plonu strąków.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Fasola zwykła szparagowa uprawiana była w tunelu foliowym wysokim (6 × 30 m) w cyklu wiosennym. Materiałem doświadczalnym były 4 żółtostrąkowe odmiany fasoli szparagowej: 'Elektra' (PlantiCo Zielonki), 'Goldpanterra' (PlantiCo Gołębiew), 'NOE-18' („Spójnia” Nochowo), 'Lucyna' (Polan Kraków) i 1 zielonostrąkowa: 'Scuba' (Pop Vriend Seeds, Floraland). Badania przeprowadzono

na glebie płowej, wytworzonej z utworów lessowych, o zawartości próchnicy 1,7%. Stanowisko pod uprawę fasoli szparagowej przygotowano zgodnie z wymaganiami przyjętymi dla tego gatunku. Nawożenie oparto na wynikach analizy chemicznej gleby [Sady 2000]. Konieczne było uzupełnienie zawartości azotu mineralnego do 30 mg, zasobność gleby w pozostałe makroskładniki była optymalna i wynosiła w mg na 1 dm<sup>3</sup> gleby: 200–230 P, 160–180 K, 110–130 Mg i 860 Ca, a pH H<sub>2</sub>O wynosiło 7,66.

Powierzchnia poletka wynosiła 0,9 m<sup>2</sup> (2 × 0,45 m). Doświadczenie założono 18 kwietnia 2005 r. jako dwuczynnikowe, metodą bloków losowych w 4 powtórzeniach. Czynnikiem A były odmiany, a = 5, a czynnikiem B zagęszczenie roślin, b = 2. Zastosowano zróżnicowane zagęszczenie roślin: 14,8 roślin · m<sup>-2</sup> (45 × 15 cm) i 8,9 roślin · m<sup>-2</sup> (45 × 25 cm).

Nasiona fasoli zaprawiono (Marshal 250 DS + Funaben T) i wysiano po 2 w punkcie, po wschodach pozostawiono po jednej roślinie.

W okresie wegetacji fasoli rejestrowano przebieg temperatury powietrza oraz gleby na głębokości 10 cm z wykorzystaniem rejestratorów HOBO H 8-4 Chanel, w odstępach 1-godzinnych.

Nawadnianie prowadzono z wykorzystaniem taśm kroplujących T-tape firmy Netafim rozłożonych w międzyrzędziach. Nawadnianie, dostosowane do potencjału wodnego gleby, prowadzono przez cały okres wegetacji roślin, w odstępach 1–2-dniowych, jednorazowo dostarczano 20 mm wody.

Pielęgnacja roślin w tunelu polegała na systematycznym spulchnianiu międzyrzędzi z jednoczesnym usuwaniem pojawiających się chwastów. Ponadto niezbędne było stosowanie siatek cieniujących, chroniących przed nadmiernym nasłonecznieniem roślin, które zawieszono nad roślinami na wysokości 2 m.

W okresie wegetacji fasoli prowadzono obserwacje przebiegu ważniejszych faz rozwojowych roślin w zależności od ich zagęszczenia i odmiany.

Najważniejszym zagadnieniem rozpatrywanym w tej pracy była ocena zdrowotności roślin odmian fasoli szparagowej i identyfikacja gatunków grzybów potencjalnie patogenicznych występujących na roślinach fasoli w fazie siewek i kwitnienia w uprawie przyspieszonej w tunelu nieogrzewanym.

Pierwszą obserwację zdrowotności roślin przeprowadzono po 3 tygodniach od siewu nasion (1. dekada maja), podczas przerywki roślin na poletkach. Do analizy mykologicznej pobrano siewki o delikatnie zahamowanym wzroście i lekko żółknących pojedynczych liściach. Na poszczególnych poletkach było od 2 do 4 takich roślin. Z każdej kombinacji pobierano po 2 rośliny wykazujące takie objawy chorobowe. Po wyjęciu z gleby na korzeniach i podstawie łodygi widoczne były brunatne plamy nekrotyczne. Drugą obserwację, przypadającą na początek fazy kwitnienia roślin, przeprowadzono po 30 dniach od pierwszej. Podczas drugiej obserwacji zanotowano występowanie pojedynczych roślin o zahamowanym wzroście, rośliny te najczęściej nie miały pąków kwiatowych lub nie kwitły. Na korzeniach i przede wszystkim na podstawie łodygi występowały wyraźne plamy nekrotyczne. Takie rośliny poddano analizie mykologicznej. Analizę mykologiczną siewek i roślin fasoli przeprowadzono wg metody opisanej przez Pięć [1988].

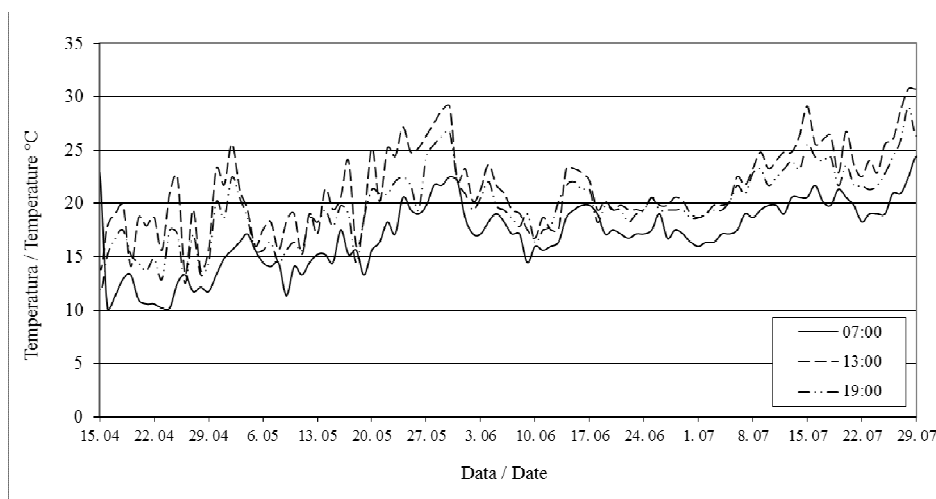
Zbiór fasoli szparagowej rozpoczęto 25 czerwca, a zakończono 13 lipca. Przeprowadzono 2 zbiory strąków fasoli szparagowej w odstępach 7–10-dniowych, co wynikało z przyspieszonego kończenia wegetacji roślin w warunkach wysokiej temperatury

w tunelu wysokim. Określono plon strąków fasoli szparagowej z 1 m<sup>2</sup>: ogólny, handlowy i niehandlowy. W plonie niehandlowym określono udział strąków z objawami chorobowymi oraz niewyrośniętych i niekształtnych.

Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji i przedziałów ufności T-Tukeya przy 5% poziomie istotności.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

W wyniku przeprowadzonych badań wykazano, że zagęszczenie roślin nie miało wpływu na przebieg ważniejszych faz rozwojowych roślin. Wykazano natomiast, że cechy odmian wpływały na zróżnicowanie długości okresu od wschodów do początku kwitnienia, fazy wzrostu strąków i długości okresu od wschodów do I zbioru oraz wczesność (tab. 1). Fasola charakteryzowała się dość długim okresem wschodów (12–13 dni), wzrost roślin badanych odmian był bardzo powolny i nierównomierny. Obserwowano siewki u wszystkich odmian wykazujące nieznaczne zahamowanie wzrostu i lekkie przebarwienia pojedynczych liści. Z analizy przebiegu temperatury gleby i powietrza w tunelu wysokim wiosną wynika, że w okresie poprzedzającym siew i po siewie nasion warunki środowiskowe pod względem temperatury gleby i powietrza nie były sprzyjające szybkim wschodom roślin i początkowemu wzrostowi fasoli szparagowej (rys. 1 i 2).



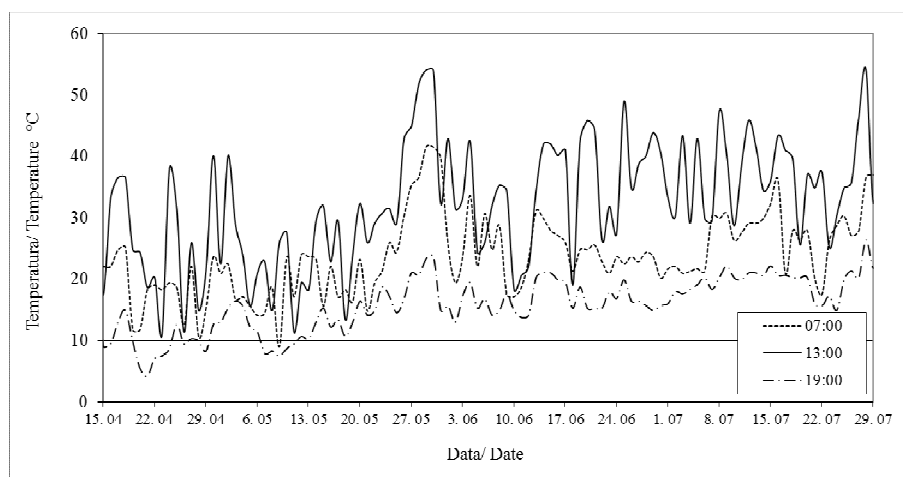
Rys. 1. Temperatura gleby w tunelu nieogrzewanym na głębokości 10 cm w uprawie wiosennej, od siewu do zbioru fasoli szparagowej, o godz. 7.00, 13.00 i 19.00

Fig. 1. Soil temperature at 10 cm in unheated tunnel in the spring cultivation, in period of sowing to harvest of bean pods, at the 7.00, 13.00 and 19.00 hour

W wyniku przeprowadzonej analizy mykologicznej porażonych korzeni i podstawy łodygi siewek badanych odmian fasoli szparagowej uzyskano 204 izolaty grzybów, gdy rośliny rosły w rozstawie 45 × 15 cm, i 200 izolatów przy rozstawie siewek 45 × 25 cm (tab. 2, 3). Bez względu na wielkość rozstawy roślin najczęściej wyosabniano grzyby z rodzaju *Fusarium* reprezentowane przez *F. culmorum*, *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*

i *F. solani*. Spośród nich najczęściej uzyskiwano gatunek *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Liczba izolatów grzybów uzyskanych z podstawy łodygi porażonych siewek fasoli szparagowej była trzykrotnie większa niż izolowanych z korzeni. Z porażonych siewek odmiany 'Scuba' wyizolowano najwięcej kolonii grzybów uważanych za patogeniczne, natomiast najmniej z siewek odmiany 'NOE-18'.

Fasola zwykła jest rośliną o dużych wymaganiach cieplnych, minimalna temperatura gleby do kiełkowania nasion wynosi 10°C, a wschody roślin i dalszy ich wzrost przebiegają najlepiej w temperaturze 18–20°C. W uprawie przyspieszonej w tunelu nieogrzewanym fasola szparagowa z siewu nasion wprost do gruntu w kwietniu narażona jest na występowanie okresów obniżonej temperatury, a nawet przymrozków, stąd tolerancja odmian fasoli szparagowej na niesprzyjające warunki środowiskowe w okresie wschodów jest istotnym czynnikiem wpływającym na wczesność i plonowanie [Bralewski i Hołubowicz 2006].



Rys. 2. Temperatura powietrza w tunelu nieogrzewanym w uprawie wiosennej, od siewu do zbioru fasoli szparagowej, o godz. 7.00, 13.00 i 19.00

Fig. 2. Air temperature in unheated tunnel in the spring cultivation, in period of sowing to harvest of bean pods, at the 7.00, 13.00 and 19.00 hour

Z badań Pięty [1988] wynika, że napęczniałe i wolno kiełkujące nasiona fasoli są bardzo często porażone przez patogeniczne grzyby glebowe, głównie z rodzajów *Pythium*, *Botrytis* oraz z gatunku *Rhizoctonia solani*, które dobrze znoszą chłodne gleby, a wydzielane przez pęczniejące nasiona związki organiczne sprzyjają ich rozwojowi. Wyniki badań wskazują, że źródłem pierwotnej infekcji roślin bobowatych są grzyby zasiedlające materiał siewny oraz patogeny zimujące w glebie. Zaprawianie nasion istotnie ogranicza występowanie porażenia roślin i hamuje wzrost i rozwój grzybów chorobotwórczych [Pięta i Pastucha 1997, Stompor-Chrzan 1997, Filipowicz i Sońta 2001, Pięta i in. 2004, Gleń i in. 2012].

W wyniku analizy mykologicznej roślin fasoli w fazie kwitnienia wykazano podobny jak w przypadku siewek skład gatunkowy grzybów, przy czym ich liczebność była znacznie większa. Ogółem z porażonych korzeni i podstawy łodygi roślin badanych odmian fasoli szparagowej uzyskano, zależnie od rozstawy, 287 i 353 izolaty kolonii

Tabela 1. Długość ważniejszych faz rozwojowych roślin odmian fasoli szparagowej w uprawie wiosennej w tunelu foliowym w zależności od rozstawy roślin (liczba dni)

Table 1. Length of important plant development stages of French bean cultivars at the spring cultivation in the plastic tunnel in dependence of plant spacing (number of days)

Odmiana Cultivar	Siew – wschody Sowing – emergence		Wschody – początek kwitnienia Emergence – start of flowering		Okres kwitnienia Flowering period		Początek zawiązy- wania strąków – I zbiór Start of podding – I harvest		Wschody – I zbiór Emergence – I harvest		Siew – I zbiór Sowing – I harvest		Siew – ostatni zbiór Sowing – last harvest	
	45 × 15*	45 × 25	45 × 15	45 × 25	45 × 15	45 × 25	45 × 15	45 × 25	45 × 15	45 × 25	45 × 15	45 × 25	45 × 15	45 × 25
‘Elektra’	12	12	33	32	28	27	16	18	57	57	69	69	80	80
‘NOE-18’	13	13	39	37	30	30	21	23	66	66	79	79	86	86
‘Goldpantera’	12	12	36	35	28	27	13	15	57	57	69	69	80	80
‘Lucyna’	12	12	33	32	28	27	16	18	57	57	69	69	80	80
‘Scuba’	13	13	39	37	30	30	21	23	66	66	79	79	86	86
Średnio Mean	12	12	36	35	29	28	17	19	61	61	73	73	82	82

\*rozstawa roślin (cm) / plant spacing (cm)

Tabela 2. Grzyby izolowane z korzeni (k) i podstawy łodygi (ł) porażonych siewek fasoli szparagowej oraz roślin w fazie kwitnienia (roztawa roślin 45 × 15 cm)

Table 2. Fungi isolated from roots (k) of and stem base (ł) of infected French bean seedlings and plants at the flowering stage (plant spacing 45 × 15 cm)

Źródło izolatów Source of isolates	Gatunek grzyba Fungi species	Liczba izolatów/ Number of isolates																	
		'Scuba'			'Elektra'			'Goldpantera'			'NOE-18'			'Lucyna'			razem/ total		
		k	ł	Σ	k	ł	Σ	k	ł	Σ	k	ł	Σ	k	ł	Σ	k	ł	Σ
Siewki Seedlings	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	1	4	5	1	2	3	1	4	5	–	3	3	1	4	5	4	17	21
	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	2	4	6	–	5	5	–	2	2	–	–	–	–	3	3	2	14	16
	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	1	–	1	–	3	3	–	1	1	1	3	4	–	–	–	2	7	9
	<i>Fusarium culmorum</i> (Wm. G. Sm.) Sacc.	1	4	5	1	6	7	1	5	6	–	3	3	1	4	5	4	22	26
	<i>Fusarium oxysporum</i> Schl. f. sp. <i>phaseoli</i> Kend. Snyd.	7	15	22	3	10	13	3	8	11	2	5	7	3	10	13	18	48	66
	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc. f. sp. <i>phaseoli</i> (Burk.) Snyd. Hans	5	3	8	2	2	4	2	3	5	–	4	4	1	2	3	10	14	24
	<i>Pythium irregulare</i> Buisman	7	5	12	2	4	6	1	2	3	1	1	2	–	–	–	11	12	23
	<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	–	5	5	1	2	3	–	3	3	1	2	3	2	2	4	4	14	18
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1
	razem/ total	24	41	65	10	35	45	8	28	36	5	21	26	8	25	33	55	149	204
Rośliny w fazie kwitnienia Plants at flowering stage	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	2	6	8	–	3	3	1	3	4	–	3	3	–	4	4	3	19	22
	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	–	7	7	–	4	4	–	6	6	–	–	–	2	3	5	2	20	22
	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	2	2	4	–	–	–	1	3	4	1	1	2	4	7	11	8	13	21
	<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm.) Sacc.	–	7	7	1	4	5	–	3	3	2	5	7	1	4	5	4	23	27
	<i>Fusarium oxysporum</i> Schl. f. sp. <i>phaseoli</i> Kend. Snyd.	5	26	31	5	25	30	8	22	30	4	9	13	6	21	27	28	103	131
	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc. f. sp. <i>phaseoli</i> (Burk.) Snyd. Hans	3	6	9	2	4	6	2	2	4	3	3	6	3	2	5	13	17	30
	<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	1	4	5	–	3	3	–	3	3	–	2	2	–	3	3	1	15	16
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	–	6	6	–	4	4	–	4	4	–	3	3	–	1	1	–	18	18
razem/ total	13	64	77	8	47	55	12	46	58	10	26	36	16	45	61	59	228	287	

Tabela 3. Grzyby izolowane z korzeni (k) i podstawy łodygi (ł) porażonych siewek fasoli szparagowej oraz roślin w fazie kwitnienia (roztawa roślin 45 × 25 cm)

Table 3. Fungi isolated from roots (k) and stem base (ł) of infected French bean seedlings and plants at the flowering stage (plant spacing 45 × 25 cm)

Źródło izolatów Source of isolates	Gatunek grzyba Fungi species	Liczba izolatów/ Number of isolates																	
		'Scuba'			'Elektra'			'Goldpantera'			'NOE-18'			'Lucyna'			razem/ total		
		k	ł	Σ	k	ł	Σ	k	ł	Σ	k	ł	Σ	k	ł	Σ	k	ł	Σ
Siewki Seedlings	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	2	4	6	–	4	4	2	3	5	–	2	2	–	4	4	4	17	<b>21</b>
	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	1	5	6	–	4	4	–	4	4	–	1	1	–	4	4	1	18	<b>19</b>
	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	–	1	1	1	3	4	–	–	–	–	4	4	–	1	1	1	9	<b>10</b>
	<i>Fusarium culmorum</i> (Wm. G. Sm.) Sacc.	1	5	6	–	6	6	–	7	7	–	3	3	1	6	7	2	27	<b>29</b>
	<i>Fusarium oxysporum</i> Schl. f. sp. <i>phaseoli</i> Kend. Snyd.	6	19	25	5	10	15	3	9	12	1	5	6	2	8	10	17	51	<b>68</b>
	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc. f. sp. <i>phaseoli</i> (Burk.) Snyd. Hans	3	3	6	2	4	6	2	4	6	1	2	3	1	2	3	9	15	<b>24</b>
	<i>Pythium irregulare</i> Buisman	5	5	10	3	4	7	–	2	2	–	–	–	–	1	1	8	12	<b>20</b>
	<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	3	3	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	3	<b>6</b>
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	–	1	1	–	1	1	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	3	<b>3</b>
	razem/ total	<b>23</b>	<b>46</b>	<b>67</b>	<b>11</b>	<b>36</b>	<b>47</b>	<b>7</b>	<b>30</b>	<b>37</b>	<b>2</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>155</b>	<b>200</b>
Rośliny w fazie kwitnienia Plants at flowering stage	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	1	5	6	–	5	5	2	4	6	1	4	5	2	3	5	6	21	<b>27</b>
	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	1	7	8	–	2	2	–	6	6	–	2	2	1	7	8	2	24	<b>26</b>
	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	2	5	7	4	7	11	–	1	1	3	6	9	1	2	3	10	21	<b>31</b>
	<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc.	1	7	8	1	7	8	–	3	3	–	5	5	1	7	8	3	29	<b>32</b>
	<i>Fusarium oxysporum</i> Schl. f. sp. <i>phaseoli</i> Kend. Snyd.	4	33	37	3	20	23	9	27	36	7	14	21	7	16	23	30	110	<b>140</b>
	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc. f. sp. <i>phaseoli</i> (Burk.) Snyd. Hans	7	5	12	4	4	8	9	8	17	–	1	1	4	5	9	24	23	<b>47</b>
	<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	1	7	8	–	5	5	–	7	7	–	4	4	1	2	3	2	25	<b>27</b>
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	–	4	4	–	7	7	–	5	5	–	4	4	–	3	3	–	23	<b>23</b>
razem/ total	<b>17</b>	<b>73</b>	<b>90</b>	<b>12</b>	<b>57</b>	<b>69</b>	<b>20</b>	<b>61</b>	<b>81</b>	<b>11</b>	<b>40</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>45</b>	<b>62</b>	<b>77</b>	<b>276</b>	<b>353</b>	



grzybów (tab. 2, 3). Wykazano, że liczba izolatów grzybów wyosobnionych z roślin rosnących w mniejszym zagęszczeniu była większa. Można to tłumaczyć bardziej bujnym i rozłożystym pokrojem roślin w takich warunkach, co miało wpływ na wilgotność w łanie i większy kontakt części roślin z glebą. Podobnie jak w przypadku analizy siewek fasoli z porażonych roślin w fazie kwitnienia odmiany 'Scuba' wyizolowano najczęściej kolonii grzybów, natomiast najmniej z odmiany 'NOE-18'.

Z porażonych roślin fasoli szparagowej w fazie kwitnienia wyosobniano najliczniej grzyby z rodzaju *Fusarium*, którego izolaty stanowiły ponad 70% ogólnej sumy kolonii grzybów. Wykazano również, że gatunek *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* stanowił ponad 50% izolatów z rodzaju *Fusarium*. Szczególnie często izolowano z korzeni i podstawy łodygi *F. solani* i *F. culmorum*. Liczba izolatów grzybów wyosobnionych z podstawy łodygi była ponad 3,5-krotnie większa niż uzyskanych z korzeni roślin. Uzyskane wyniki badań są w pełni zbieżne z rezultatami przedstawionymi w pracy Stompor-Chrzan [1997], gdzie z chorych siewek o zahamowanym wzroście, zdeformowanych, z objawami nekroz na podstawie łodygi i na korzeniach szczególnie często izolowano *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Grzyby te licznie wyosobniano z podstawy łodygi niż z korzeni. W prezentowanych badaniach spośród pozostałych grzybów potencjalnie patogenicznych izolowanych z siewek fasoli najczęściej wyosobniano *Pythium irregulare*, *Alternaria alternata* i *Botrytis cinerea*, a z roślin w fazie kwitnienia *A. alternata*, *B. cinerea*, *Rhizoctonia solani* i *Sclerotinia sclerotiorum*.

Z badań Pięty [1992] wynika, że gatunek *A. alternata* znacznie zmniejsza liczbę wschodów fasoli, ponieważ nasiona porażone nim ulegają często gniciu. Wykazano również szczególną szkodliwość tego gatunku grzyba w fazie kwitnienia, gdyż powodował obumieranie kwiatów i porażenie zawiązanych strąków.

Grzyb *Sclerotinia sclerotiorum* izolowany w fazie kwitnienia fasoli poraża ogromną liczbę gatunków roślin i jest dużym zagrożeniem dla roślin bobowatych. Porażenie roślin przez *S. sclerotiorum* uzależnione jest od podatności odmiany oraz przebiegu warunków meteorologicznych, a przede wszystkim od wystąpienia wysokiej temperatury, ok. 20–25°C, optymalnej dla przyrostu grzybni [Wójtowicz i in. 2016].

W uprawie różnych gatunków roślin pod osłonami największym zagrożeniem jest grzyb *Botrytis cinerea*, sprawca szarej pleśni. Poraża szyjki korzeniowe, liście, pędy, kwiaty oraz owoce. Występowaniu szarej pleśni sprzyja duża wilgotność powietrza, mała przewiewność plantacji i niedobór światła [Elad i in. 1995, Williamson i in. 2007].

Rośliny fasoli zwykłej w fazie kwitnienia i zawiązywania strąków odznaczają się szczególną wrażliwością na długotrwałe oddziaływanie temperatury powietrza w zakresie 27–35°C, która powoduje opadanie kwiatów, ogranicza zawiązywanie strąków i skraca okres kwitnienia [Monterroso i Wien 1990, Gross i Kigel 1994, Łabuda i in. 2006], warunki takie wystąpiły w okresie uprawy w tunelu wysokim (rys. 1 i 2).

W uprawie fasoli szparagowej pod osłonami stres cieplny wywołany wysoką temperaturą może wystąpić, gdy tunele wysokie użytkowane są przez cały rok i nie zdejmuje się z nich folii [Saglam i in. 2000, Bralewski i Hołubowicz 2006].

Badania przedstawione w niniejszej pracy wykazały, że plon ogólny i handlowy strąków fasoli szparagowej z 1 m<sup>2</sup> był istotnie zróżnicowany w zależności od badanych czynników i ich współdziałania (tab. 4). Natomiast odmiana i zagęszczenie roślin nie miały istotnego wpływu na wielkość plonu niehandlowego strąków fasoli szparagowej. Wykazano, że w plonie niehandlowym, który uwzględniał strąki niekształtne, niewyro-

śnięte i z objawami chorobowymi, największy udział, średnio 48,2 i 46,1% (w zależności od rozstawy roślin), miały chore strąki. Natomiast udział strąków z objawami chorobowymi w plonie ogólnym strąków w zależności od badanych odmian wynosił od 3,4 do 13,9%, najmniejszy był u odmiany 'NOE-18', a największy u odmiany 'Elektra' (tab. 5).

Plon ogólny i handlowy strąków z 1 m<sup>2</sup> był istotnie większy przy większym zagęszczeniu roślin, czyli mniejszej rozstawie (45 × 15 cm). Badania prezentowane w tej pracy wykazały, że plonowanie fasoli szparagowej w tunelu foliowym wiosną bez stosowania ochrony chemicznej w okresie wegetacji roślin było słabe, z wyjątkiem nowej odmiany 'NOE-18'. Spośród badanych odmian 'NOE-18' odznaczała się średnio największym plonem ogólnym i handlowym strąków, który przy większym zagęszczeniu roślin wynosił odpowiednio 2,53 i 2,35 kg · m<sup>-2</sup> (tab. 4).

Tabela 4. Plon ogólny, handlowy i niehandlowy strąków fasoli szparagowej w tunelu foliowym w zależności od odmiany i rozstawy roślin (kg · m<sup>-2</sup>)

Table 4. Total yield, marketable and nonmarketable yield of French bean pods in the plastic tunnel at cultivars and plant spacing dependence (kg · m<sup>-2</sup>)

Odmiana Cultivar	Plon ogólny Total yield			Plon handlowy Marketable yield			Plon niehandlowy Nonmarketable yield			
	rozstawa roślin plant spacing (cm)		średnio mean	rozstawa roślin plant spacing (cm)		średnio mean	rozstawa roślin plant spacing (cm)		średnio mean	
	45 × 15	45 × 25		45 × 15	45 × 25		45 × 15	45 × 25		
'Elektra'	1,00	0,86	0,93	0,73	0,62	0,68	0,27	0,24	0,26	
'NOE-18'	2,53	1,81	2,17	2,35	1,64	1,99	0,18	0,17	0,18	
'Goldpantera'	1,13	1,27	1,20	0,99	1,09	1,04	0,13	0,18	0,16	
'Lucyna'	1,48	1,20	1,34	1,25	1,00	1,13	0,23	0,20	0,21	
'Scuba'	1,57	1,37	1,47	1,47	1,16	1,32	0,10	0,21	0,16	
Średnio Mean	1,54	1,30	1,42	1,36	1,10	1,23	0,18	0,20	0,19	
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub> :										
Odmiana /Cultivar (A)			0,67				0,58	n.i./n.s.		
Rozstawa /Plant spacing (B)			0,22				0,26	n.i./n.s.		
A × B			1,11				0,97	n.i./n.s.		

Tabela 5. Udział strąków z objawami chorobowymi w plonie niehandlowym i w plonie ogólnym strąków fasoli szparagowej w zależności od odmiany i rozstawy roślin (%)

Table 5. Share of pods with disease symptoms in the nonmarketable yield and in the total yield of French bean at cultivars and plant spacing dependence (%)

Odmiana Cultivar	Plon niehandlowy Nonmarketable yield			Plon ogólny Total yield		
	rozstawa roślin plant spacing (cm)		średnio mean	rozstawa roślin plant spacing (cm)		średnio mean
	45 × 15	45 × 25		45 × 15	45 × 25	
'Elektra'	49,8	51,3	50,6	13,5	14,2	13,9
'NOE-18'	55,6	26,3	41,0	4,0	2,8	3,4
'Goldpantera'	37,3	63,5	50,4	4,5	9,1	6,8
'Lucyna'	44,7	35,7	40,2	6,9	5,8	6,4
'Scuba'	59,7	53,6	53,7	3,3	8,1	5,7
Średnio/ Mean	48,2	46,1	47,2	6,4	8,0	7,2

Z pracy Bralewskiego i Hołubowicza [2006] wynika, że w uprawie przyspieszonej fasoli szparagowej w tunelu foliowym, z siewu wprost do gruntu, w warunkach klimatycznych Polski można uzyskać plon strąków w zakresie  $2\text{--}3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ . Rośliny fasoli narażone są na występowanie niskiej temperatury, co powoduje długotrwanie wschody i wpływa na wczesność oraz plonowanie. Powodzenie uprawy fasoli szparagowej w tunelu jest także uzależnione od cech odmian.

Przeprowadzone badania mykologiczne siewek i porażonych roślin w fazie kwitnienia wykazały, że w przypadku odmiany 'NOE-18' izolowano najmniejszą liczbę kolonii grzybów potencjalnie patogenicznych w porównaniu z innymi badanymi odmianami (tab. 2 i 3). Ponadto w plonie ogólnym strąków odmiany 'NOE-18' wykazano średnio najmniejszy udział (3,4%) strąków z objawami chorobowymi (tab. 5).

#### WNIOSKI

1. Zagęszczenie roślin fasoli szparagowej w uprawie przyspieszonej w tunelu wysokim wpływało na występowanie i skład gatunkowy grzybów potencjalnie patogenicznych izolowanych z porażonych roślin w fazie kwitnienia oraz na plonowanie.

2. Na podstawie analizy mykologicznej porażonych siewek oraz roślin w fazie kwitnienia wykazano, że najczęściej występującymi patogenami fasoli były grzyby z rodzaju *Fusarium*, a dominował gatunek *F. oxysporum* f. sp. *Phaseoli*, który stanowił ponad 50% izolatów tego rodzaju.

3. Spośród pozostałych grzybów z siewek wyizolowano: *Pythium irregulare*, *Alternaria alternata* i *Botrytis cinerea*, a z roślin w fazie kwitnienia: *A. alternata*, *B. cinerea*, *Rhizoctonia solani* i *Sclerotinia sclerotiorum*. Grzyby wyosabniano trzykrotnie częściej z podstawy łodygi aniżeli z korzeni roślin.

4. Rośliny odmiany 'NOE-18', z których wyosobniono najmniejszą liczbę izolatów grzybów w fazie siewek oraz kwitnienia, charakteryzowały się największą plennością. Średni plon handlowy strąków, przy optymalnym zagęszczeniu  $14,8 \text{ rośl.} \cdot \text{m}^{-2}$ , wynosił  $2,35 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ .

#### PIŚMIENNICTWO

- Bralewski T.W., Hołubowicz R., 2006. Tolerancja na niskie temperatury fasoli szparagowej w uprawie na wczesny zbiór. Post. Nauk Roln. 2, 53–63.
- Carey E.E., Jett L., Lamont W.J., Nennich T.T., Orzolek M.D., Williams K.A., 2009. Horticultural crop production in high tunnels in the United States. A snapshot. Hort. Technol. 19 (1), 37–43.
- Elad Y., Shtienberg D., 1995. *Botrytis cinerea* in greenhouse vegetables: chemical, cultural, physiological and biological controls and their integration. Integr. Pest Manag. 1, 15–29.
- Filipowicz A., Sońta A., 2001. Plonowanie i zdrowotność odmian szparagowych fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.) uprawianych w monokulturze bez ochrony chemicznej. Folia Hort. Ann. 13 (1A), 233–239.
- Gleń K., Boligłowa E., Gospodarek J., 2012. Zdrowotność podstawy pędu bobu w zależności od zastosowanej ochrony. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 52 (4), 991–997.

- Gross Y., Kigel J., 1994. Differential sensitivity to high temperature of stages in the reproductive development of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops. Res.* 36, 201–212.
- Gunerka L., Jabłońska L., Milczarski M., 2014. Opłacalność produkcji warzyw pod osłonami na przykładzie wybranego gospodarstwa. *Rocz. Nauk. Ekonom. Rol. Rozw. Obsz. Wiej.* 101 (3), 78–85.
- Jabłońska L., Olewnicki D., 2011. Zmiany w powierzchni upraw ogrodnich pod osłonami w Polsce w pierwszej dekadzie XXI w. *Sci. J. Wars. Univ. Life Sci. SGGW, Probl. World Agric.* 11 (4), 89–97.
- Łabuda H., Baran A., Papliński R., 2006. Kwitnienie i zawiązywanie strąków siedmiu odmian fasoli szparagowej (*Phaseolus vulgaris* L.) w zróżnicowanych warunkach uprawy. *Acta Agrobot.* 59 (1), 439–446.
- Łabuda H., Brodaczevska A., 2007. Yield and quality characteristics of seven snap bean cultivars for early cropping. W: P. Nowaczyk (red.), *Spontaneous and induced variation for the genetic improvement of horticultural crops*. University Press. University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, 245–250.
- Monterroso V.A., Wien H.Ch., 1990. Flower and pod abscission due to heat stress in beans. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 115 (4), 631–634.
- Pięta D., 1988. Mikozy występujące w uprawach fasoli *Phaseolus vulgaris* L. i podatność różnych odmian na porażenie przez niektóre grzyby. *Rozpr. Nauk. AR w Lublinie*, 111.
- Pięta D., 1992. Szkodliwość *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler dla fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.) *Biul. Warz.* 38, 147–157.
- Pięta D., Pastucha A., 1997. *Fusarium oxysporum* Schl. as a Pathogen to Some Leguminous Plants. *Annales UMCS, sec. EEE, Horticultura* 5, 227–236.
- Pięta D., Patkowska E., Pastucha A., 2004. Oddziaływanie biopreparatów na wzrost i rozwój niektórych grzybów chorobotwórczych dla roślin motylkowatych. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 3 (2), 171–177.
- Romero-Gómez M., Suárez-Rey E. M., Antón A., Castilla N., Soriano T., 2012. Environmental impact of screenhouse and open-field cultivation using a life cycle analysis, the case study of green bean production. *J. Clean. Prod.* 28, 63–69.
- Sady W., 2000. Nawożenie warzyw strączkowych. Fasola zwykła. W: *Nawożenie warzyw polowych*. Wyd. Plantpress, Kraków, 82–83.
- Sağlam N., Geboloğlu N., Ece A., Fidan S., Yazgan A. 2000. Effects of different sowing dates on harvesting date and yield of beans under plastic tunnels. *Acta Hortic.* 533, 315–321.
- Stompor-Chrzan E., 1997. Wpływ zaprawiania na wartość siewną nasion i zdrowotność siewek fasoli szparagowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 446, 475–481.
- Williamson B., Tudzynski B., Tudzynski P., Van Kan J.A.L., 2007. *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Mol. Plant Path.* 8 (5), 561–580.
- Wójtowicz A., Jajor E., Wójtowicz M., Pasternak M., 2016. Wpływ temperatury na wzrost grzybni i liczebność sklerocjów *Sclerotinia sclerotiorum* – grzyba powodującego zgniliznę twardziową. *Progr. Plant Prot.* 56 (2), 241–244.

**Summary.** The aim of the study was to determine the influence of plant density of the French bean cultivars in early crop in the plastic tunnel on the occurrence and the composition of pathogenic fungi infecting the seedlings and the plant at the flowering stage and the size and the structure of the crop of pods. The experimental material were 5 cultivars of the French bean: 'Electra', 'Goldpantera', 'NOE-18', 'Lucyna' (yellow pods) and 'Scuba' (green pods). The bean was cultivated in a plastic high tunnel (6 × 30 m). Differentiated density of plants was applied 14.8 plants m<sup>-2</sup> (45 × 15 cm) and 8.9 plants m<sup>-2</sup> (45 × 25 cm). Seeds were dressed with Marshal 250 DS + Funaben T and sown in the tunnel directly to the ground on 18 April, 2 in each point. After emer-

gence one plant was left. The first observation of the healthiness of seedlings was carried out three weeks after the sowing of seeds (the first 10-days' period of May) during the thinning of plants, and the second 30 days after the first, at the beginning of the flowering stage of plants. The laboratory mycological analysis used the seedlings with slightly inhibited growth and plants at the flowering stage with brown necrosis spots on the roots and the base of the stem. The mycological analysis of infected seedlings and plants at the flowering stage showed that most often pathogenic fungi from *Fusarium* genus were isolated, and the species *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* constituted above 50% of isolates from *Fusarium*. The remaining pathogenic fungi isolated from the seedlings included *Pythium irregulare*, *Alternaria alternata* and *Botrytis cinerea* and from plants at the flowering stage *A. alternata*, *B. cinerea*, *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia sclerotiorum*. The fungi were isolated three times more often from the base of the stem than from the roots of plants. Plant density influenced the occurrence and the specific composition of fungi isolated from infected plants at the flowering stage as well as the yielding. It was shown, that the number of fungi isolates from plants growing at a smaller density was greater. The total and marketable yields of pods on 1 m<sup>2</sup> was significantly higher at the greater density of plants, that is with smaller spacing (45 × 15 cm).

**Key words:** *Phaseolus vulgaris* L., cultivars, pathogenic fungi, seedlings, flowering stage, yield