

Katedra Warzywnictwa i Roślin Leczniczych, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. S. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: helena.labuda@up.lublin.pl

HELENA ŁABUDA, RAFAŁ PAPLIŃSKI, EWA ROŻEK

Plonowanie fasoli szparagowej (*Phaseolus vulgaris* L.) w uprawie wiosennej i jesiennej w tunelu foliowym

The yielding of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the spring and autumn cultivation in the plastic tunnel

Streszczenie. W pracy badano przebieg ważniejszych faz rozwojowych roślin oraz plonowanie karłowych odmian fasoli szparagowej w uprawie wiosennej i jesiennej w tunelu foliowym wysokim. Materiałem doświadczalnym było 10 żółtostrąkowych odmian fasoli szparagowej: 'NOE-1' (wzorzec), 'Dominika', 'Poster', 'POL-349/05', 'POL-B 105', 'Lucyna', 'LM-86', 'Z1/07', 'Z2/07' i 'Liwia'. Zastosowano zróżnicowane zagęszczenie roślin, 14,8 rośl. · m⁻² i 8,9 rośl. · m⁻². Doświadczenia zakładano jako dwuczynnikowe metodą bloków losowych w 4 powtórzeniach, czynnikiem A były odmiany fasoli, a czynnikiem B zagęszczenie roślin. Siew nasion w tunelu wiosną przeprowadzono 19 kwietnia, a w uprawie jesiennej 1 sierpnia. Zbiór przeprowadzano 2–4-krotnie w zależności od odmiany, w miarę dojrzewania strąków, w uprawie wiosennej od 27 czerwca do 11 lipca, natomiast w uprawie jesiennej od 26 września do 24 października. Określono plon strąków z 1 m²: ogółem, handlowych i niehandlowych oraz jakość strąków handlowych. W uprawie wiosennej okres wschodów był dwukrotnie dłuższy, kwitnienie roślin trwało o 11 dni krócej, a okres od siewu do pierwszego zbioru był o 10 dni dłuższy niż w uprawie jesiennej. Plon handlowy strąków fasoli szparagowej w uprawie wiosennej był średnio o 38% większy w porównaniu z plonem strąków uzyskanym z uprawy jesienią. Strąki fasoli szparagowej z uprawy wiosennej charakteryzowały się większą zawartością suchej masy i kwasu L-askorbinowego niż strąki z uprawy jesiennej. Zagęszczenie roślin fasoli szparagowej: 14,8 rośl. · m⁻² było optymalne w uprawie wiosennej, przy mniejszym zagęszczeniu: 8,9 rośl. · m⁻² rośliny były wyższe i bardziej rozłożyste, dojrzewanie strąków było mniej równomierne, a plon handlowy strąków mniejszy o około 30%.

Słowa kluczowe: fasola zwykła, odmiany żółtostrąkowe, zagęszczenie roślin, plon

WSTĘP

Fasola zwykła (*Phaseolus vulgaris* L.) jest jednym z ważniejszych gatunków z rodziny bobowatych (Fabaceae) rozpowszechnionych w uprawie w Europie i na świecie. Fasola zwykła charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem cech odmianowych, może być

użytkowana na suche nasiona, na niedojrzałe, mięsiste strąki – fasola szparagowa i zielone nasiona – fasola flageolet. Nasiona i strąki fasoli są źródłem cennego białka roślinnego, węglowodanów, w tym błonnika pokarmowego, oraz witamin i soli mineralnych; wskazuje się na korzystny i prozdrowotny wpływ roślin strączkowych na organizm człowieka i ich znaczenie w prawidłowym żywieniu [Wolski i Dyduch 2000]. Fasola szparagowa ceniona jest ze względu na wartość odżywczą i biologiczną, walory smakowe oraz możliwość szerokiego wykorzystania w żywieniu. W Polsce fasola szparagowa uprawiana jest na powierzchni ponad 7 tys. ha, na strąki jako surowiec do przetwórstwa. Odmiany karłowe fasoli szparagowej, które przeznaczone są do takiego użytkowania, odznaczają się krótkim okresem wegetacji (65–80 dni), co pozwala na uprawę w różnych terminach. Krótki okres wegetacji fasoli szparagowej daje możliwość uprawy tego warzywa jako przedplon lub poplon.

Wprowadzenie do uprawy przyspieszonej w tunelach foliowych fasoli szparagowej przyczyniło się do poszerzenia asortymentu warzyw na rynku i zwiększenia dostępności świeżych strąków w okresie wczesnowiosennym.

W okresie ostatniego dziesięciolecia wzrosło w Polsce zainteresowanie uprawą fasoli szparagowej w tunelach foliowych 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, zwiększył się ostatnio znacznie (do 30,4%) udział warzyw z grupy tzw. pozostałych.

W produkcji ogrodniczej prowadzonej w tunelach foliowych i szklarniach w Niemczech i Holandii, jak podają Andreas [1992] i Lindner [1995], fasola szparagowa uprawiana była od dawna jako ważna w zmianowaniu roślin strukturotwórcza, poprawiająca właściwości podłoży stosowanych w tych pomieszczeniach. Do takiej uprawy przeznaczają się przede wszystkim odmiany tyczkowe.

Badania Gunerka i in. [2014] wskazują, że w Polsce, w ocenianych gospodarstwach uprawa fasoli szparagowej w tunelach foliowych w cyklu wiosennym charakteryzuje się znaczną dochodowością i efektywnością ekonomiczną, większą niż uprawa oberżyny.

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

Celem badań przedstawionych w niniejszej pracy była charakterystyka ważniejszych faz wzrostu roślin i różnicowania organów oraz ocena plonowania odmian fasoli szparagowej żółtostrąkowej w uprawie w tunelu foliowym wysokim w cyklu wiosennym i jesiennym. Istotne było również określenie wpływu zagęszczenia roślin na strukturę i jakość 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 i jesiennym w 2006 roku. Materiałem

doświadczalnym było 10 żółtostrąkowych karłowych odmian fasoli szparagowej z czterech firm hodowlano-nasiennych: „Spójnia” Nochowo: ‘NOE-1’ (wzorzec), ‘Dominika’, ‘Poster’; POLAN Kraków: ‘POL-349/05’, ‘POL-B 105’, ‘Lucyna’; PLANTICo Gołębiew: ‘LM-86’ i PLANTICo Zielonki: ‘Z1/07’, ‘Z2/07’, ‘Liwia’.

Zastosowano zróżnicowane zagęszczenie roślin, 14,8 roślin · m⁻² (45 × 15 cm) i 8,9 roślin · m⁻² (45 × 25 cm). Powierzchnia poletka wynosiła 0,9 m² (2 × 0,45 m). Doświadczenia zakładano jako dwuczynnikowe metodą bloków losowych w 4 powtórzeniach. Czynnikiem A były odmiany ($a = 10$), a czynnikiem B zagęszczenie roślin ($b = 2$).

Nasiona fasoli zaprawiano (Marshal 250 DS + Funaben T) i wysiewano po 2 w punkcie, po wschodach pozostawiono po jednej roślinie. Siew nasion w cyklu wiosennym przeprowadzono 19 kwietnia, a w cyklu jesiennym (w innym tunelu) 1 sierpnia 2006 roku.

Nawożenie fasoli oparto na wynikach analizy gleby [Sady 2006, 2014]. W uprawie w cyklu wiosennym konieczne było uzupełnienie o 30 mg · dm⁻³ azotu mineralnego oraz potasu o 50 mg · dm⁻³. W uprawie jesiennej zasobność gleby w makroskładniki była optymalna dla fasoli zwykłej. Odczyn gleby był zasadowy, pH gleby w H₂O wynosiło 7,5–7,6. W okresie wegetacji fasoli rejestrowano przebieg temperatury powietrza na wysokości 10 cm nad podłożem oraz gleby na głębokości 10 cm z wykorzystaniem rejestratorów HOB0 H8 4-Chanel w odstępach jednogodzinnych.

Pielęgnacja roślin w tunelu polegała na nawadnianiu taśmami kroplującymi rozłożonymi w międzyrzędziach, ręcznym usuwaniu chwastów i spulchnianiu międzyrzędzi. Ponadto w uprawie wiosennej stosowano siatki cieniujące, chroniące rośliny przed nadmiernym nasłonecznieniem.

W okresie wegetacji fasoli prowadzono obserwacje przebiegu ważniejszych faz rozwojowych roślin: wschodów, kwitnienia (początek i koniec), zawiązywania strąków i dojrzewania. Ponadto prowadzono obserwacje zdrowotności roślin, co umożliwiło dobranie odpowiednich zabiegów ochrony roślin.

Ochrona roślin w uprawie wiosennej obejmowała 2 zabiegi w początkowym okresie kwitnienia i zawiązywania strąków, gdzie w odstępach co 7 dni zastosowano Rovral FLO 255 SC w stężeniu 0,2% przeciw *Botrytis cinerea* i *Sclerotinia sclerotiorum*. W jesiennej uprawie fasoli szparagowej zabiegi ochrony roślin przeciw *Botrytis cinerea* i *Sclerotinia sclerotiorum* przeprowadzono czterokrotnie od początku kwitnienia roślin, w odstępach co 7–10 dni. Zastosowano Sarfun 500 SC w stężeniu 0,2%, Amistar 250 SC w stężeniu 0,2% (dwukrotnie) i Rovral FLO 255 SC w stężeniu 0,2%.

Rośliny fasoli szparagowej były utrzymywane w pozycji pionowej, zastosowano sznurki po obu stronach rzędów, umocowane na palikach rozmieszczonych co 2,5 m.

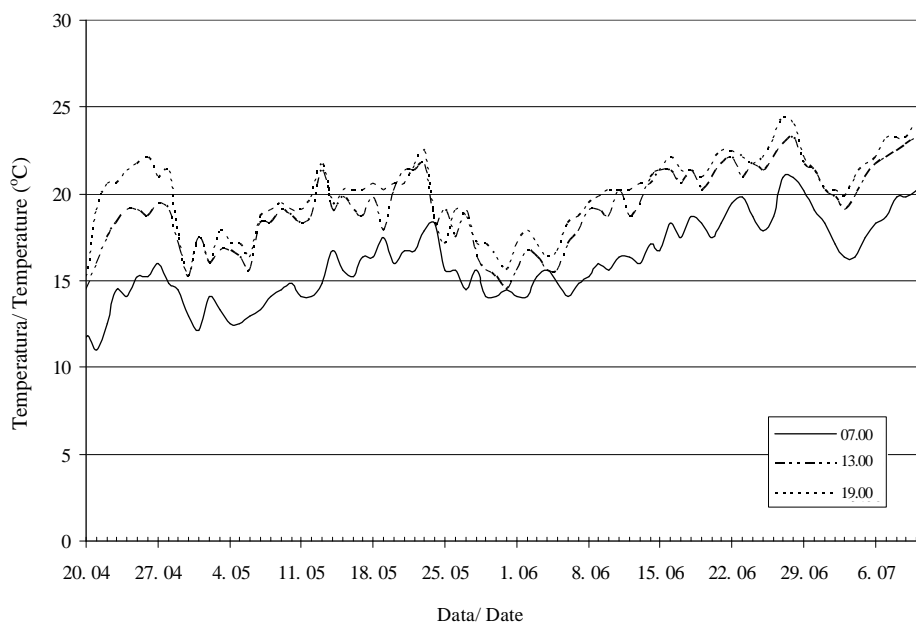
Zbiór fasoli szparagowej przeprowadzono 2–4-krotnie w zależności od odmiany, sukcesywnie – w miarę dojrzewania strąków, w uprawie wiosennej od 27 czerwca do 11 lipca, natomiast w uprawie jesiennej od 26 września do 24 października. Określono plon strąków fasoli szparagowej z 1 m²: ogółem, handlowych i niehandlowych, w kolejnych zbiorach oraz sumę ze zbiorów. Podczas ostatniego zbioru do plonu strąków ogółem zaliczono również strąki małe, niewyrośnięte. Pobrano próby strąków handlowych po 500 g w celu określenia wymiarów i masy strąka oraz zawartości suchej masy (metodą suszarkową) i kwasu L-askorbinowego (metodą spektrofotometryczną wg Roe z modyfikacją Ewelina).

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

WYNIKI I DYSKUSJA

Wzrost i rozwój roślin fasoli szparagowej był istotnie uzależniony od terminu uprawy w tunelu wysokim (tab. 1). W uprawie wiosennej (z siewu 19 kwietnia) fasola charakteryzowała się dłuższym okresem wschodów (13–14 dni) w porównaniu ze wschodami roślin w cyklu jesiennym (z siewu 1 sierpnia), które trwały tylko 5–7 dni. Ponadto w uprawie wiosennej wzrost roślin wszystkich badanych odmian był bardzo powolny. Z analizy przebiegu temperatury gleby i powietrza w tunelu wiosną wynika, że w okresie poprzedzającym siew nasion temperatury te były niskie, średnia dobowa temperatura gleby i powietrza w drugiej dekadzie kwietnia wynosiła odpowiednio 10,4 i 13,2°C. Od trzeciej dekady kwietnia warunki w tunelu foliowym pod względem temperatury były mało korzystne dla wzrostu roślin fasoli (rys. 1 i 3). Jeszcze w pierwszej dekadzie czerwca odnotowano znaczące spadki temperatury powietrza i gleby. W uprawie jesiennej temperatura gleby i powietrza w początkowym okresie wegetacji fasoli była zupełnie odmienna, warunki pod tym względem były sprzyjające wzrostowi i rozwojowi fasoli szparagowej (rys. 2 i 4).

W uprawie wiosennej kwitnienie roślin badanych odmian fasoli szparagowej rozpoczynało się w pierwszej i drugiej dekadzie czerwca, po 34–44 dniach od wschodów, a w uprawie jesiennej po 33–37 dniach od wschodów. Średnio początek kwitnienia roślin przypadał po 39 dniach w uprawie wiosennej i po 34 dniach w uprawie jesiennej. Reakcja odmian na mało sprzyjające warunki termiczne w uprawie wiosennej była zróżnicowana, największe różnice w długości tej fazy między terminami uprawy wystąpiły u 'NOE-1' (wzorzec) – 11 dni, 'LM-86' – 9 dni i 'Z1/07' – 7 dni.



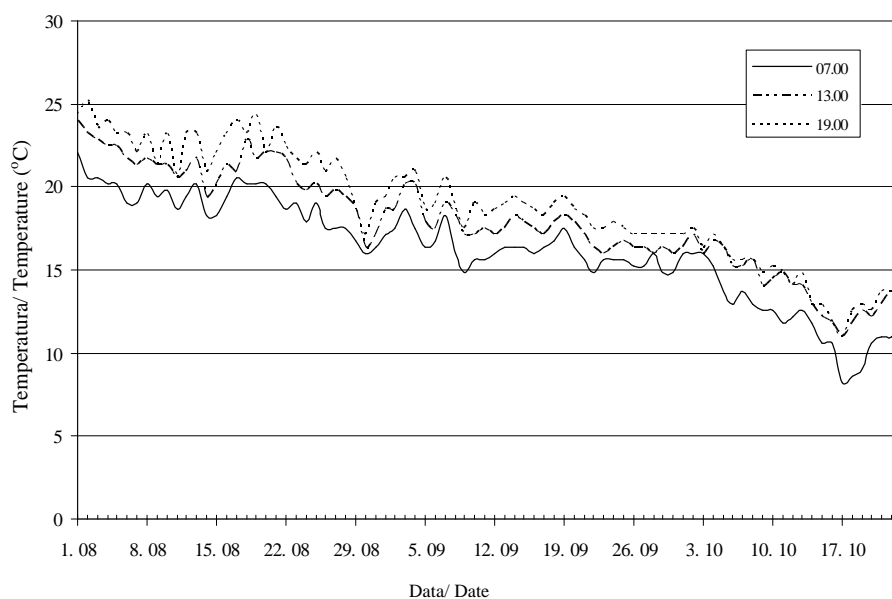
Rys. 1. Temperatura gleby w tunelu nieogrzewanym na głębokości 10 cm w uprawie wiosennej, od siewu do zbioru fasoli szparagowej, o godz. 7.00, 13.00 i 19.00

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

Tabela 1. Czas trwania ważniejszych faz wzrostu i rozwoju roślin 10 odmian fasoli szparagowej w uprawie wiosennej i jesiennej w tunelu foliowym (liczba dni)
 Table 1. Duration of the important plant growth and development stages of 10 french bean cultivars at the spring and autumn cultivation in the plastic tunnel (number of days)

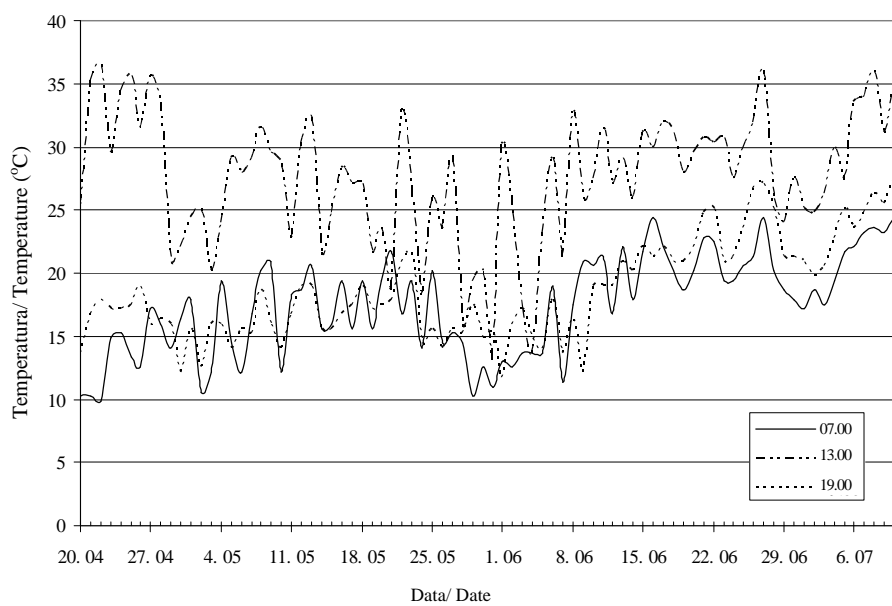
Odmiana Cultivar	Siew – wschody Sowing – emergence		Wschody – początek kwitnienia Emergence – start of flowering		Okres kwitnienia Flowering period		Początek zawiązywania strąków – I zbiór Start of podding – I harvest		Wschody – I zbiór Emergence – I harvest		Siew – I zbiór Sowing – I harvest		Siew – ostatni zbiór Sowing – last harvest	
	W	J	W	J	W	J	W	J	W	J	W	J	W	J
'NOE-1' (wzorzec/ standard)	13	7	44	33	26	41	17	21	59	56	72	63	82	83
'Dominika'	13	7	35	33	31	38	19	21	56	56	69	63	82	83
'Poster'	14	6	43	37	26	35	13	17	58	57	72	63	82	83
'POL-349/05'	13	6	34	34	31	40	16	14	56	50	69	56	82	83
'POL-B 105'	14	7	34	34	30	39	19	12	55	49	69	56	82	83
'Lucyna'	13	5	37	36	28	41	17	13	56	51	69	56	82	83
'LM-86'	14	7	42	33	26	40	10	21	55	56	69	63	82	83
'Z1/07'	14	7	41	34	27	40	12	13	55	49	69	56	82	83
'Z2/07'	14	6	41	36	27	39	12	20	55	57	69	63	82	83
'Liwia'	14	7	38	37	31	37	15	18	55	56	69	63	82	83
Średnio/ Mean	14	7	39	35	28	39	15	17	56	54	70	60	82	83

W – uprawa wiosenna/ spring cultivation; J – uprawa jesienna/ autumn cultivation



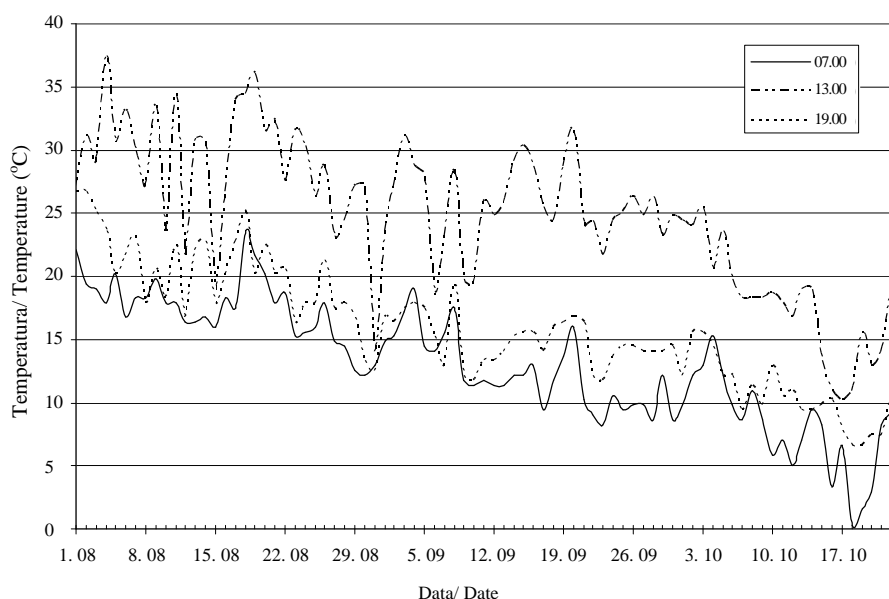
Rys. 2. Temperatura gleby w tunelu nieogrzewanym na głębokości 10 cm w uprawie jesiennej, od siewu do zbioru fasoli szparagowej, o godz. 7.00, 13.00 i 19.00

Fig. 2. Soil temperature at 10 cm in unheated tunnel in the autumn cultivation in period of sowing to harvest of bean pods at the 7.00, 13.00 and 19.00 hour



Rys. 3. Temperatura powietrza w tunelu nieogrzewanym w uprawie wiosennej, od siewu do zbioru fasoli szparagowej, o godz. 7.00, 13.00 i 19.00

Fig. 3. 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



Rys. 4. Temperatura powietrza w tunelu nieogrzewanym w uprawie jesiennej, od siewu do zbioru fasoli szparagowej, o godz. 7.00, 13.00 i 19.00

Fig. 4. Air temperature in unheated tunnel in the autumn cultivation in period of sowing to harvest of bean pods at the 7.00, 13.00 and 19.00 hour

Długość okresu kwitnienia roślin była istotnie modyfikowana występowaniem wysokiej temperatury powietrza, zbliżonej do 30°C, warunki takie były w uprawie wiosennej, co przyczyniło się do skrócenia tej fazy rozwojowej do 28 dni. Natomiast okres kwitnienia roślin w uprawie jesiennej był dłuższy o 11 dni i wynosił 39 dni. 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, słabsze zawiązywanie strąków i skrócenie okresu kwitnienia [Monterroso i Wien 1990, Gross i Kigel 1994].

W warunkach klimatu umiarkowanego rośliny fasoli zwykłej są narażone częściej na niższą od optymalnej temperaturę powietrza, a stres cieplny wywołany wysoką temperaturą może wystąpić w uprawie pod osłonami, gdy tunele wysokie użytkowane są przez cały rok [Saglam i in. 2000, Łabuda i Baran 2005, Bralewski i Hołubowicz 2006] i nie zdejmują się z nich folii.

Badania wykazały, że plon handlowy strąków fasoli szparagowej z 1 m² był istotnie zróżnicowany w zależności od badanych czynników (tab. 2). Zagęszczenie roślin wywierało istotny wpływ na dynamikę plonowania i wielkość całkowitego plonu handlowego strąków fasoli szparagowej w uprawie wiosennej. Plon handlowy strąków z 1 m² w uprawie wiosennej był istotnie większy przy większym zagęszczeniu roślin, czyli mniejszej rozstawie (45 × 15 cm) i wynosił średnio 2,18 kg · m⁻². Rośliny fasoli szparagowej w uprawie wiosennej w większej rozstawie (45 × 25 cm) charakteryzowały się mniej skoncentrowanym kwitnieniem, były bardziej rozłożyste, tworzyły więcej rozgałęzień, a ponadto odznaczały się znacznym udziałem liczby strąków małych, niewyrośniętych w plonie ogółem podczas ostatniego zbioru. Plon handlowy strąków był średnio

o 34% niższy niż przy mniejszej rozstawie. Przy jesiennej uprawie fasoli szparagowej w tunelu zagęszczenie roślin nie miało istotnego wpływu na wielkość plonu handlowego strąków, który jednak był dwukrotnie mniejszy niż w cyklu wiosennym.

Tabela 2. Plon handlowy strąków fasoli szparagowej z uprawy wiosennej i jesiennej w tunelu foliowym w zależności od odmiany i rozstawy roślin ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)
Table 2. Marketable yield of french bean pods for spring and autumn cultivation in the plastic tunnel at cultivars and plant spacing dependence ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)

Odmiana Cultivar	Uprawa wiosenna/ Spring cultivation			Uprawa jesienna/ Autumn cultivation		
	rozstawa roślin/ plant spacing		średnio dla odmiany mean for cultivar	rozstawa roślin/ plant spacing		średnio dla odmiany mean for cultivar
	45 × 15 cm	45 × 25 cm		45 × 15 cm	45 × 25 cm	
'NOE-1' (wzorzec/ standard)	1,66	1,47	1,57	1,08	0,87	0,98
'Dominika'	1,96	1,40	1,68	0,58	0,76	0,67
'Poster'	2,51	1,56	2,03	1,43	1,47	1,45
'POL-349/05'	2,39	1,62	2,01	1,49	1,23	1,36
'POL-B 105'	2,26	1,43	1,85	1,02	1,41	1,22
'Lucyna'	2,52	1,40	1,96	1,12	1,13	1,13
'LM-86'	2,35	1,39	1,87	1,28	1,04	1,16
'Z1/07'	2,38	1,37	1,88	1,05	0,75	0,90
'Z2/07'	1,80	1,24	1,52	1,19	0,95	1,07
'Liwia'	1,96	1,48	1,72	0,91	1,38	1,15
Średnio/ Mean	2,18	1,44	1,81	1,12	1,10	1,11
NIR _{0,05} / LSD _{0,05} :						
Odmiana/ Cultivar (A)			0,252			0,300
Rozstawa roślin/ Plant spacing (B)			0,590			n.i./ n.s.
A × B			0,391			0,298

Uzyskane wyniki wskazują, że udział plonu handlowego w plonie ogółem w uprawie wiosennej był mniejszy o 13,4% niż w uprawie jesiennej, gdzie wynosił średnio 84,5% (tab. 3). Większy udział plonu niehandlowego w plonie ogółem w wiosennej uprawie można tłumaczyć występowaniem podczas ostatniego zbioru znacznej ilości małych i niewyrośniętych strąków, które nie zdążyły osiągnąć właściwej dla odmiany wielkości, a dłuższe prowadzenie uprawy w tunelu nie było uzasadnione.

Strąki handlowe odmian fasoli szparagowej z uprawy wiosennej nie różniły się istotnie pod względem wielkości (masa w g) w zależności od zagęszczenia roślin, natomiast uzyskane z uprawy jesiennej były o istotnie większej masie jednostkowej w przypadku roślin, które rosły w mniejszym zagęszczeniu (tab. 4). Fasola szparagowa z uprawy wiosennej odznaczała się średnio większą zawartością w strąkach suchej masy i kwasu L-askorbinowego niż ta z uprawy jesiennej (tab. 5). Akumulacja suchej masy w strąkach wykazywała istotne różnice w zależności od odmiany.

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

Tabela 3. Udział plonu handlowego strąków fasoli szparagowej w plonie ogółem w zależności od terminu uprawy i rozstawy roślin (%)
 Table 3. Share of marketable yield in the total yield determined by the french bean time cultivation and plant spacing (%)

Odmiana Cultivar	Uprawa wiosenna/ Spring cultivation			Uprawa jesienna/ Autumn cultivation		
	rozstawa roślin/ plant spacing		średnio dla odmiany mean for cultivar	rozstawa roślin/ plant spacing		średnio dla odmiany mean for cultivar
	45×15 cm	45×25 cm		45×15 cm	45×25 cm	
'NOE-1' (wzorzec/ standard)	60,0	76,4	68,2	85,7	80,3	83,0
'Dominika'	71,8	74,0	72,9	74,3	81,7	78,0
'Poster'	74,6	68,2	71,4	89,9	89,0	89,5
'POL-349/05'	84,9	65,2	75,0	85,6	88,4	87,0
'POL-B 105'	72,2	72,0	72,1	87,1	88,0	87,6
'Lucyna'	69,4	66,4	67,9	85,4	91,1	88,3
'LM-86'	68,6	76,2	72,4	85,3	83,2	84,3
'Z1/07'	70,0	74,4	72,2	86,7	74,0	80,4
'Z2/07'	69,7	78,4	74,0	90,1	78,9	84,5
'Liwia'	61,0	68,3	64,7	77,7	87,2	82,5
Średnio/ Mean	70,2	72,0	71,1	84,8	84,1	84,5

Tabela 4. Masa 1 strąka handlowego fasoli szparagowej z uprawy wiosennej i jesiennej w tunelu foliowym w zależności od odmiany i rozstawy roślin (g)
 Table 4. Weight of marketable french bean pods for spring and autumn cultivation in the plastic tunnel at cultivars and plant spacing dependence (g)

Odmiana Cultivar	Uprawa wiosenna/ Spring cultivation			Uprawa jesienna/ Autumn cultivation		
	Rozstawa roślin/ Plant spacing		średnio dla odmiany mean for cultivar	Rozstawa roślin/ Plant spacing		średnio dla odmiany mean for cultivar
	45 × 15 cm	45 × 25 cm		45 × 15 cm	45 × 25 cm	
'NOE-1' (wzorzec/ standard)	4,1	3,0	3,6	6,3	6,9	6,6
'Dominika'	3,3	3,4	3,3	3,5	4,2	3,9
'Poster'	5,4	5,4	5,4	5,3	6,6	6,0
'POL-349/05'	4,7	4,4	4,6	5,3	6,1	5,7
'POL-B 105'	3,7	4,8	4,2	5,1	6,4	5,8
'Lucyna'	4,6	6,1	5,4	9,6	9,4	9,5
'LM-86'	6,0	7,0	6,5	7,2	7,9	7,5
'Z1/07'	5,3	3,6	4,5	4,2	5,6	4,9
'Z2/07'	4,8	5,3	5,1	4,8	5,3	5,1
'Liwia'	5,6	5,6	5,6	4,7	6,2	5,5
Średnio/ Mean	4,8	4,9	4,8	5,6	6,5	6,1
NIR _{0,05} LSD _{0,05} :						
Odmiana/ Cultivar (A)			0,69	1,1		
Rozstawa roślin/ Plant spacing (B)			n.i./ n.s.	0,31		
A × B			1,1	1,7		

Tabela 5. Zawartość suchej masy i kwasu L-askorbinowego w strąkach odmian fasoli szparagowej w zależności od terminu uprawy
 Table 5. The content of dry matter and L-ascorbic acid in the french bean cultivars pods in dependence of time of cultivation

Odmiana Cultivar	Sucha masa/ Dry matter (%)			Kwas L-askorbinowy/ L-ascorbic acid (mg · 100 g ⁻¹)		
	termin uprawy/ time of cultivation		średnio dla odmiany mean for cultivar	termin uprawy/ time of cultivation		średnio dla odmiany mean for cultivar
	wiosna/ spring	jesień/ autumn		wiosna/ spring	jesień/ autumn	
'NOE-1' (wzorzec/ standard)	8,18	7,32	7,75	10,9	11,5	11,2
'Dominika'	8,29	8,39	8,34	20,8	15,3	18,1
'Poster'	7,36	6,62	6,99	25,5	20,0	22,8
'POL-349/05'	7,26	7,41	7,33	14,0	15,3	14,7
'POL-B 105'	8,01	6,86	7,44	24,5	19,8	22,2
'Lucyna'	6,95	6,84	6,89	14,8	14,0	14,4
'LM-86'	7,47	7,00	7,23	13,0	13,5	13,3
'Z1/07'	6,94	7,01	6,98	17,5	16,3	16,9
'Z2/07'	7,30	7,46	7,38	14,5	14,8	14,7
'Liwia'	7,73	6,60	7,17	14,8	14,0	14,4
Średnio/ Mean	7,55	7,15	7,35	17,0	15,5	16,3
NIR _{0,05} / LSD _{0,05} :						
Odmiana/ Cultivar (A)	0,48			1,11		
Termin uprawy/ Time of cultivation (B)	0,13			0,71		
A × B	0,38			1,76		

Z analizy rezultatów przeprowadzonych badań (tab. 2) wynika, że w uprawie wiosennej, przy optymalnym zagęszczeniu: 14,8 rośl. · m⁻², odmianami odznaczającymi się największym plonowaniem: 2,0–2,5 kg · m⁻² okazały się 'Dominika', 'Poster', 'POL 349/05', 'POL-B 105', 'Lucyna', 'LM-86', 'Z1/07' i 'Liwia'. W uprawie jesiennej, niezależnie od zagęszczenia roślin, najlepszym plonowaniem: 1,2–1,4 kg · m⁻² odznaczały odmiany 'Poster', 'POL-349/05', 'POL-B 105' i 'LM-86'. Należy również podkreślić, że odmiany 'Poster', 'POL-B 105' i 'Dominika' odznaczały się największą (średnio z terminów uprawy) akumulacją kwasu L-askorbinowego, 18,1–22,8 mg · 100 g⁻¹ (tab. 5). Otrzymane wyniki badań dotyczące zawartości suchej masy i kwasu L-askorbinowego w strąkach nowych odmian są w pełni zgodne z wynikami wcześniejszych badań dotyczących innych żółtostrąkowych odmian fasoli [Łabuda i Brodaczevska 2007a].

WNIOSKI

1. Rośliny fasoli szparagowej charakteryzowały się różnicami co do przebiegu ważniejszych faz rozwojowych, wielkości i jakości plonu strąków w zależności od terminu uprawy w tunelu foliowym.

2. W uprawie przyspieszonej fasola szparagowa odznaczała się istotnie dłuższym okresem od siewu do wschodów, od wschodów do początku kwitnienia i od siewu do pierwszego zbioru strąków, natomiast krótszym okresem kwitnienia w porównaniu z długością trwania tych faz w uprawie jesiennej.

3. Plon handlowy strąków fasoli szparagowej w uprawie wiosennej był średnio o 38,6% większy w porównaniu z plonem strąków uzyskanym z uprawy jesienią, jednakże udział plonu handlowego strąków w plonie ogółem był średnio mniejszy o 13,4% w uprawie wiosennej.

4. Strąki fasoli szparagowej z uprawy wiosennej charakteryzowały się większą zawartością suchej masy i kwasu L-askorbinowego, lecz odznaczały się mniejszą masą niż strąki z uprawy jesiennej.

5. Zagęszczenie roślin fasoli szparagowej 14,8 roślin · m⁻² było optymalne w uprawie wiosennej, natomiast przy mniejszym zagęszczeniu 8,9 roślin · m⁻² rośliny wykazywały się bujnym wzrostem, były bardziej rozłożyste i charakteryzowały się mniej skoncentrowanym zawiązywaniem strąków oraz mniejszym o około 30% plonem handlowym z 1 m².

6. Zagęszczenie roślin fasoli szparagowej w uprawie jesiennej nie miało wpływu na wielkość plonu handlowego strąków, jednak strąki przy mniejszym zagęszczeniu były bardziej dorodne.

PIŚMIENNICTWO

- Andreas Ch., 1992. Stangenbohnen im erdelosen Anbau auf Steinwolle. *Gemüse* 4, 216–222.
- 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. *HortTechnology* 19 (1), 37–43.
- 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. *Zesz. Nauk. SGGW, Probl. Roln. Świat.* 11 (4), 89–97.
- Lindner M., 1995. Stangenbohnen sorten fürs Gewächshaus. *Monatsschrift* 11, 666–667
- Łabuda H., Baran A., 2005. Wpływ sposobu osłaniania na plonowanie fasoli szparagowej w uprawie przyspieszonej. *Zesz. Nauk. AR. Wroc.* 515, *Rolnictwo* 86, 333–338.
- 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., Brodaczewska A., 2007a. 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, Bydgoszcz, 245–250.
- Łabuda H., Brodaczewska A., 2007b. The influence of environmental factors on flowering of french bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Agrobot.* 60 (2), 153–159.
- 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.
- Romero-Gómez M., Suárez-Rey E.M., Antón A., Castilla N., Soriano T., 2012. Environmental impact of greenhouse and open-field cultivation using a life cycle analysis, the case study of green bean production. *J. Clean. Prod.* 28, 63–69.

- Sady W., 2006. Nawożenie warzyw strączkowych. Fasola zwykła. W: tegoż, Nawożenie warzyw polowych. Plantpress, Kraków, 100–101.
- Sady W., 2014. Nawożenie warzyw bobowatych. Fasola zwykła. W: tegoż, Nawożenie warzyw polowych. Wyd. Plantpress, Kraków, 118–120.
- Saglam N., Gebologlu N., Ece A., Fidan S., Yazgan A., 2000. Effects of different, sowing dates on harvesting date and yield of bean under plastic tunnels. *Acta Hort.* 533, 315–321.
- Wolski T., Dyduch J., 2000. Znaczenie warzyw i owoców w profilaktyce i terapii chorób cywilizacyjnych. *Annales UMCS, sec. EEE, Horticultura* 8, suppl., 19–35.

Summary. The present work investigated the course of more important developmental stages of the plants and the yielding of dwarf French bean cultivars in the spring and autumnal cultivation in the foil high tunnel. The experimental material included 10 yellow pod cultivars of the French bean: 'NOE-1' (standard), 'Dominika', 'Poster', 'POL-349/05', 'POL-B 105', 'Lucyna', 'LM-86', 'Z1/07', 'Z2/07' and 'Liwia'. Differentiated density of plants was applied: $14.8 \text{ plants} \cdot \text{m}^{-2}$ and $8.9 \text{ plants} \cdot \text{m}^{-2}$. The experiment was established as two treatments using the method of random blocks in 4 repetitions, with treatment A being the cultivars, and treatment B the density of plants. The sowing of seeds in the tunnel in spring was carried out on 19th April and in autumn on 1st August. The harvest was carried out 2–4 times, depending on the cultivar, according to pods' maturity, in spring from 27th June to 11th July and in autumn from 26th September to 24th October. The yield of pods on 1 m^2 : total yield, marketable yield, and non-marketable yield and the quality of marketable pods were determined. In the spring cultivation the period of emergence was twice longer, the flowering stage of plants lasted 11 days shorter, and the period from the sowing to the first harvest was 10 days longer than in the autumn cultivation. The marketable yield of French bean pods in spring cultivation was about 38% higher in comparison to the yield of pods obtained from the cultivation in autumn. French bean pods from the spring cultivation were characterized by a greater content of the dry matter and L-ascorbic acid than the pods from the autumn cultivation. The density of plants of the French bean – $14.8 \text{ plants} \cdot \text{m}^{-2}$ was the optimum in spring, at the smaller density of $8.9 \text{ plants} \cdot \text{m}^{-2}$ the plants were higher and more extensive, and maturation of pods was less uniform and the marketable yield of pods was smaller by about 30%.

Key words: common bean, yellow pods cultivars, density of plants, yield