



Katedra Warzywnictwa i Zielarstwa, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu,  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Doświadczalna 50 A, 20-280 Lublin, Polska  
\*e-mail: halina.buczowska@up.lublin.pl

HALINA BUCZKOWSKA \*, ANNA ORZECZOWSKA

## Wpływ rozstawy roślin na plonowanie papryki (*Capsicum annuum* L.) w uprawie polowej

Influence of plant spacing on yielding sweet pepper (*Capsicum annuum* L.)  
in field cultivation

**Streszczenie.** Papryka słodka jest jednym z najczęściej uprawianych warzyw na świecie. Ma duże wymagania środowiskowe i uprawiana jest z rozsady. W tym doświadczeniu prześlędzono wpływ rozstawy roślin na plonowanie trzech polskich odmian papryki słodkiej: Caryca F<sub>1</sub>, Mino, Roberta F<sub>1</sub>. Zastosowano cztery rozstawy: 0,67 m × 0,30 m; 0,67 m × 0,40 m; 0,67 m × 0,50 m; 0,67 m × 0,60 m. Największy plon handlowy i największą liczbę owoców uzyskano z uprawy w najmniejszej rozstawie (0,67 m × 0,30 m), najwcześniejszy zaś w rozstawie największej (0,67 m × 0,60 m). Rozstaw roślin nie miała istotnego wpływu na zawartość wybranych składników chemicznych. Niezależnie od stosowanej rozstawy oceniane odmiany różniły się pod względem parametrów plonowania i zawartości wybranych składników chemicznych.

**Słowa kluczowe:** zagęszczenie, sadzenie, plon, składniki chemiczne

### WSTĘP

Aktualnie papryka słodka (*Capsicum annuum* subsp. *macrocarpum* L.) jest jednym z najczęściej uprawianych warzyw na świecie. Plasuje się na trzeciej pozycji po pomidorze i ziemniaku wśród roślin z rodziny *Solanaceae* [Santos i in. 2020]. O ogromnej popularności tego warzywa decydują specyficzne walory smakowe i prozdrowotne [Deepa i in. 2006, Navarro i in. 2006]. Roślina ta wywodzi się z rejonów o ciepłym klimacie i ma duże wymagania środowiskowe. Plonowanie papryki w uprawie polowej w mniej korzystnych warunkach pogodowych uzależnione jest od temperatury powietrza i gleby w okresie

**Cytowanie:** Buczowska H., Orzechowska A., 2023. Wpływ rozstawy roślin na plonowanie papryki (*Capsicum annuum* L.) w uprawie polowej. *Ann. Hort.* 32(1), 5–20. <https://doi.org/10.24326/ah.2023.5013>

wegetacji, doboru odpowiedniej odmiany, przygotowania dobrej jakościowo rozsady oraz ustalenia właściwej rozstawy roślin [Jadczak i in. 2009, Dobromilska 2000, Gajc-Wolska i Skąpski 2002, Buczkowska 2007, Alam i in. 2011, Pramanik i in. 2020]. Optymalna liczba roślin papryki na jednostce powierzchni decyduje o prawidłowym wzroście i rozwoju roślin oraz ma duży wpływ na uzyskanie dużego i jakościowo dobrego plonu owoców. Taką liczbę roślin ustala się poprzez określenie odległości rzędów i roślin w rzędzie [Khasmakhi-Sabet i in. 2009, Aminifard i in. 2010, Edgar i in. 2017]. Rośliny papryki uprawiane w większej rozstawie odznaczają się: mniejszą wysokością i grubszymi łodygami, większą liczbą pędów, bardziej rozwiniętym systemem korzeniowym, wcześniejszym zakwitaniem i dojrzewaniem owoców, większym plonem i liczbą owoców z rośliny, o jednostkowo większej masie owoców [Abu i Odo 2017, Kumar i Rana 2018, Salau i in. 2019, Jadama i in. 2021]. Uwarunkowane jest to mniejszą konkurencją między roślinami o światło, wodę i składniki pokarmowe, które są efektywniej wykorzystywane dzięki lepszemu rozprzestrzenianiu się korzeni [Roy i in. 2011, Aminifard i in. 2012, Sharma i Kumar 2017, Kumar i Rana 2018].

Rośliny papryki uprawiane przy większym zagęszczeniu odznaczają się wyższą wysokością, mniejszą liczbą rozgałęzień. Stosowanie mniejszej rozstawy zapewnia uzyskanie większego plonu z jednostki powierzchni, ale powoduje opóźnienie kwitnienia oraz dorastania i dojrzewania owoców, które cechują się wówczas mniejszą masą [Alam i in. 2011, Islam i in. 2011, Lal i in. 2014, Edgar i in. 2017, Salau i in. 2019, Ahmad i in. 2021, Jadama i in. 2021]. Zwiększenie zagęszczenia roślin w polowej uprawie papryki determinuje konieczność przygotowania większej liczby rozsady, co staje się bardziej kosztowne [Russo 2003, Islam i in. 2011, Abu i Odo 2017]. Uprawa papryki w większym zagęszczeniu praktykowana jest zazwyczaj pod osłonami, z zastosowaniem metod, które pozwalają na efektywne wykorzystanie powierzchni i uzyskanie dużego plonu [Dobromilska 2000, Russo 2003, Satpute i in. 2013, Lal i in. 2014].

Celem niniejszej pracy było wykazanie, jaką rozstawę roślin w uprawie polowej papryki słodkiej można przyjąć i polecić jako optymalną do uzyskania dużego i jakościowo dobrego plonu owoców.

#### MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie agrotechniczne przeprowadzono w jednym sezonie wegetacyjnym w pld.-wsch. Lubelszczyźnie w prywatnym gospodarstwie (51°35'N, 22°85'E), na glebie płowej powstałej z utworów lessowatych na marglach kredowych, o zawartości 1,8% substancji organicznej w warstwie ornej. Przedplonem dla papryki słodkiej była fasola wielokwiatowa. Jesienią zastosowano nawożenie organiczne obornikiem w dawce 30 t ha<sup>-1</sup>. Zawartość składników mineralnych w glebie wynosiła: N-NO<sub>3</sub> – 45, P – 70, K – 120, Ca – 1000, Mg – 110 mg dm<sup>-3</sup>, pH (H<sub>2</sub>O) – 6,5, zasolenie – 0,20 g KCl dm<sup>-3</sup>. Nawożenie mineralne wykonano dwa tygodnie przed terminem sadzenia rozsady w dawce: 90 kg N (saletra amonowa), 60 kg P (superfosfat potrójny), 110 kg K (siarczan potasu) na 1 ha. Poglównie paprykę dokarmiano dolistnie: dwukrotnie saletrą wapniową (1,0%) oraz dwukrotnie Florovitem (0,5%). Rozsadę doniczkową papryki słodkiej przygotowano w szklarni Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, w Stacji Doświadczalnej Lublin–Felin, wg zasad powszechnie przyjętych dla tego warzywa [Rekowska 2007]. Materiał badawczy stanowiły trzy polskie odmiany papryki słodkiej: Caryca F<sub>1</sub> (PlantiCo), Mino (Capsinova L. & P. Nowaczyk), Roberta F<sub>1</sub> (Katedra Genetyki, Hodowli i Biotechnolo-

gii Roślin – SGGW w Warszawie). Zahartowaną rozsadę wysadzono na pole 20 maja, w czterech rozstawach: 1) 0,67 m × 0,30 m; 2) 0,67 m × 0,40 m; 3) 0,67 m × 0,50 m; 4) 0,67 m × 0,60 m. Stanowiło to zagęszczenie roślin (w sztukach) na 1 m<sup>2</sup> odpowiednio: 5,0; 3,7; 3,0; 2,5. Doświadczenie założono jako dwuczynnikowe metodą bloków losowych, w 3 replikacjach. Czynnikiem doświadczenia były: A – odmiana (a = 3), B – rozstawa roślin (b = 4). Powierzchnia każdego poletka doświadczanego wynosiła 8,0 m<sup>2</sup>. Liczba roślin uprawianych w jednej replikacji, w zależności od rozstawy, wynosiła: 40, 30, 24, 20. W czasie wegetacji rośliny odchwaszczano ręcznie, nie prowadzono chemicznej ochrony roślin. Zbiory owoców rozpoczęto w 2. dekadzie sierpnia. Owoce zbierano w pełnej fazie dojrzałości, oddzielnie z każdej replikacji, oceniano liczbę owoców ogółem i handlowych, z objawami chorobowymi oraz niewyrośniętych. Plon handlowy stanowiły owoce o kształcie i wielkości typowej dla danej odmiany bez widocznych objawów chorobowych, w pełni wybarwione, przebarwiający się, a w trakcie zbioru likwidacyjnego niewybarwione i niewyrośnięte. Po zakończeniu zbiorów obliczono plon owoców: ogółem, handlowy oraz handlowy wczesny (kg m<sup>-2</sup>). Za plon handlowy wczesny owoców przyjęto umownie plon owoców zebrany w 2. i 3. dekadzie sierpnia. Wyznaczono również liczbę owoców w plonie ogółem i plonie handlowym (szt. m<sup>-2</sup>) oraz strukturę liczby owoców ogółem (%), uwzględniając udział liczby owoców handlowych, liczby owoców z objawami chorobowymi i liczby owoców niewyrośniętych. Obliczono również średnią masę owocu handlowego (g) i średnią grubość perykarpu (mm). Do analiz laboratoryjnych przeznaczono owoce wszystkich odmian zebrane w tym samym terminie (1. dekada września). Ocenę zawartości składników chemicznych w owocach trzech odmian papryki słodkiej dla każdej kombinacji badanych czynników wykonano w trzech powtórzeniach. Udział suchej masy w świeżych owocach (%) oznaczono metodą suszarkową w temperaturze 105°C [Charłampowicz 1966], kwas L-askorbinowy metodą spektrofotometryczną wg Roe (mg 100 g<sup>-1</sup> ś.m.) [Korenman 1973], cukry ogółem (g 100 g<sup>-1</sup>) metodą miareczkową wg Luffa-Schorla, ekstrakt ogólny (%) metodą refraktometryczną w temperaturze 22°C [PN-90/A-75101.02]. Wyniki doświadczenia opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Istotność różnic wykazano na podstawie wielokrotnych przedziałów ufności T-Tukeya przy 5% poziomie istotności.

## WYNIKI

Wykazano istotny wpływ rozstawy roślin na średni plon handlowy owoców papryki słodkiej uzyskany z jednostki powierzchni (tab. 1). Największy (4,76 kg m<sup>-2</sup>) otrzymano z roślin, które uprawiano w najmniejszej rozstawie 0,67 m × 0,30 m, co odpowiadało zagęszczeniu 5 roślin na 1 m<sup>2</sup> (tab. 1). Plon ten był istotnie większy od uzyskanego z roślin, które posadzono w rozstawach 0,67 m × 0,50 m (3,80 kg m<sup>-2</sup>) i 0,67 m × 0,60 m (3,55 kg m<sup>-2</sup>). Oddziaływanie zastosowanej rozstawy na plon handlowy owoców uzależnione było od odmiany. Z roślin odmian Mino i Roberta F<sub>1</sub> uprawianych w najmniejszej rozstawie plon handlowy owoców był o ok. 45% większy od plonu z roślin w największej rozstawie. W uprawie odmiany Caryca F<sub>1</sub> zastosowane rozstawy nie miały statystycznie istotnego wpływu na plon handlowy owoców, który wahał się od 4,28 kg m<sup>-2</sup> przy zagęszczeniu 2,5 rośl. m<sup>-2</sup> do 5,00 kg m<sup>-2</sup> przy zagęszczeniu dwukrotnie większym, 5 rośl. m<sup>-2</sup>. Niezależnie od rozstawy roślin oceniane odmiany różniły się istotnie pod względem wielkości średniego plonu handlowego owoców. Istotnie największy zebrano z roślin odmiany

Tabela 1. Plonowanie papryki słodkiej w zależności od rozstawy roślin  
Table 1. Sweet pepper yielding depending on the plant spacing

Odmiana Cultivar	Rozstawa roślin Plant spacing	Plon handlowy owoców Marketable fruit yield (kg m <sup>-2</sup> )	Udział plonu handlowego w plonie ogółem Share of marketable yield in the total yield (%)	Plon handlowy wczesny owoców Early marketable fruit yield (kg m <sup>-2</sup> )	Udział plonu handlo- wego wczesnego w całkowitym plonie handlowym Share of early marketa- ble yield in the total marketable yield (%)
Caryca F <sub>1</sub>	0,67 m × 0,30 m	5,00	87,3	0,97	12,1
	0,67 m × 0,40 m	5,13	88,5	1,26	24,6
	0,67 m × 0,50 m	4,21	89,7	1,87	44,4
	0,67 m × 0,60 m	4,28	90,4	2,07	48,4
	średnio/mean	4,66	89,0	1,54	33,0
Mino	0,67 m × 0,30 m	4,56	80,3	1,07	23,5
	0,67 m × 0,40 m	3,53	80,7	1,24	35,1
	0,67 m × 0,50 m	3,29	77,2	1,42	49,2
	0,67 m × 0,60 m	3,10	78,3	1,57	50,6
	średnio/mean	3,62	79,1	1,33	36,7
Roberta F <sub>1</sub>	0,67 m × 0,30 m	4,72	86,4	1,27	26,9
	0,67 m × 0,40 m	4,32	85,9	1,59	36,8
	0,67 m × 0,50 m	3,89	82,3	1,54	39,6
	0,67 m × 0,60 m	3,26	81,4	1,72	52,7
	średnio/mean	4,05	84,0	1,53	37,8
Średnio Mean	0,67 m × 0,30 m	4,76	84,7	1,10	20,8
	0,67 m × 0,40 m	4,33	85,0	1,36	32,2
	0,67 m × 0,50 m	3,80	83,1	1,61	42,4
	0,67 m × 0,60 m	3,55	83,4	1,79	50,6
	średnio/mean	4,11	84,0	1,47	35,8
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>					
Odmiana/Cultivar (A)		0,329		0,109	
Rozstawa roślin/ Plant spacing (B)		0,419		0,138	
Interakcja/Interaction (A × B)		0,939		0,313	

Caryca F<sub>1</sub> (4,66 kg m<sup>-2</sup>) w porównaniu z odmianą Roberta F<sub>1</sub> (4,05 kg m<sup>-2</sup>) i Mino (3,62 kg m<sup>-2</sup>). Zastosowane rozstawy nie wpłynęły na udział plonu handlowego w plonie ogółem (%), który stanowił średnio od 83,1% do 85,0%. Natomiast plonowanie ocenianych odmian papryki słodkiej charakteryzowało się zróżnicowanym udziałem plonu handlowego w plonie ogółem (%). Największym odznaczało się plonowanie odmiany Caryca F<sub>1</sub> (89,0%) na tle odmian Roberta F<sub>1</sub> (84,0 %) oraz Mino (79,1%). Zróżnicowane rozstawy wpłynęły znacząco na wczesność plonowania papryki słodkiej. Niezależnie od odmiany istotnie największy plon wczesny handlowy owoców zebranych w 2. i 3. dekadzie sierpnia otrzymano z roślin uprawianych w najmniejszym zagęszczeniu (2,5 roślin m<sup>-2</sup>). Udział ten stanowił średnio 50,6% całościowego plonu handlowego. W pozostałych wariantach:

3,0; 3,7; 5,0 roślin.  $m^{-2}$  udział plonu wczesnego w plonie handlowym był mniejszy i wynosił odpowiednio: 42,4%; 32,2%; 20,8%. U wszystkich ocenianych odmian uwidocznił się wpływ rozstawy roślin na wczesność plonowania papryki słodkiej. Niezależnie od rozstawy udział wczesnego plonu handlowego w plonie handlowym był zbliżony, gdyż kształtował się w zakresie od 27,8% (Roberta  $F_1$ ) do 33,0% (Caryca  $F_1$ ). Największy i istotny wpływ rozstawy na wczesność plonowania uwidocznił się w plonowaniu odmiany Caryca  $F_1$ . Z roślin tej odmiany uprawianych w najmniejszym zagęszczeniu (2,5 roślin.  $m^{-2}$ ) otrzymano dwukrotnie większy plon wczesny w porównaniu z uprawą w największym zagęszczeniu (5 roślin.  $m^{-2}$ ). U odmian Mino i Roberta  $F_1$ , których rośliny uprawiano w największej rozstawie, zwiększenie plonu handlowego wczesnego stanowiło odpowiednio o 46% i 45% w odniesieniu do uprawy w rozstawie najmniejszej. W doświadczeniu stwierdzono statystycznie wpływ rozstawy roślin na średnią liczbę owoców uzyskanych z jednostki powierzchni (tab. 2). Istotnie większą średnio liczbę owoców ogółem (65,5 szt.  $m^{-2}$ ) i handlowych (45,3 szt.  $m^{-2}$ ) zebrano z roślin uprawianych w najmniejszej rozstawie (0,67 m  $\times$  0,30 m) w porównaniu z uprawą w pozostałych rozstawach. Natomiast większą liczbę owoców w plonie wczesnym handlowym zapewniała uprawa w rozstawie największej (0,67 m  $\times$  0,60 m). Niezależnie od rozstawy wykazano istotne zróżnicowanie między ocenianymi odmianami pod względem liczby owoców ogółem uzyskanych z jednostki powierzchni. Istotnie więcej owoców ogółem zebrano z roślin odmiany Caryca  $F_1$  w porównaniu z odmianą Mino. Statystycznie nie stwierdzono różnic odmianowych w liczbie owoców handlowych zebranych z 1  $m^2$ . Wykazano natomiast istotny wpływ rozstawy i genotypu odmiany na liczbę owoców w plonie wczesnym handlowym. Istotnie więcej owoców w plonie wczesnym zebrano z uprawy przy rozstawie 0,67 m  $\times$  0,60 m (średnio 14,8 szt.  $m^{-2}$ ) aniżeli przy rozstawie 0,67 m  $\times$  0,30 m (średnio 10,3 szt.  $m^{-2}$ ) oraz z odmiany Roberta  $F_1$  (średnio 14,4 szt.  $m^{-2}$ ) w odniesieniu do odmian Mino (średnio 11,6 szt.  $m^{-2}$ ) i Caryca  $F_1$  (średnio 12,1 szt.  $m^{-2}$ ). Największy wpływ rozstawy na liczbę owoców handlowych w plonie wczesnym wystąpił u odmiany Caryca  $F_1$  w odróżnieniu od odmian pozostałych. Rozstawa roślin miała również istotny wpływ na liczbę owoców niewyrośniętych (ryc. 1). Największy udział tych owoców w strukturze liczby owoców ogółem (%) był w uprawie przy zagęszczeniu 5 roślin.  $m^{-2}$ . Oceniane odmiany różniły się pod względem udziału liczby owoców niewyrośniętych w liczbie owoców ogółem (%). Największy wykazano w plonowaniu odmiany Caryca  $F_1$  (średnio 22,8%), zaś odpowiednio mniejszy u odmian Roberta  $F_1$  (średnio 13,9%) oraz Mino (średnio 17,2%). Nie wykazano wpływu rozstawy na liczbę owoców z objawami chorobowymi. Nieznacznie większym udziałem liczby tych owoców w liczbie ogółem odznaczało się plonowanie odmiany Roberta  $F_1$  (średnio 11,1%) w porównaniu z odmianą Caryca  $F_1$  (średnio 7,7%) i Mino (średnio 9,5%).

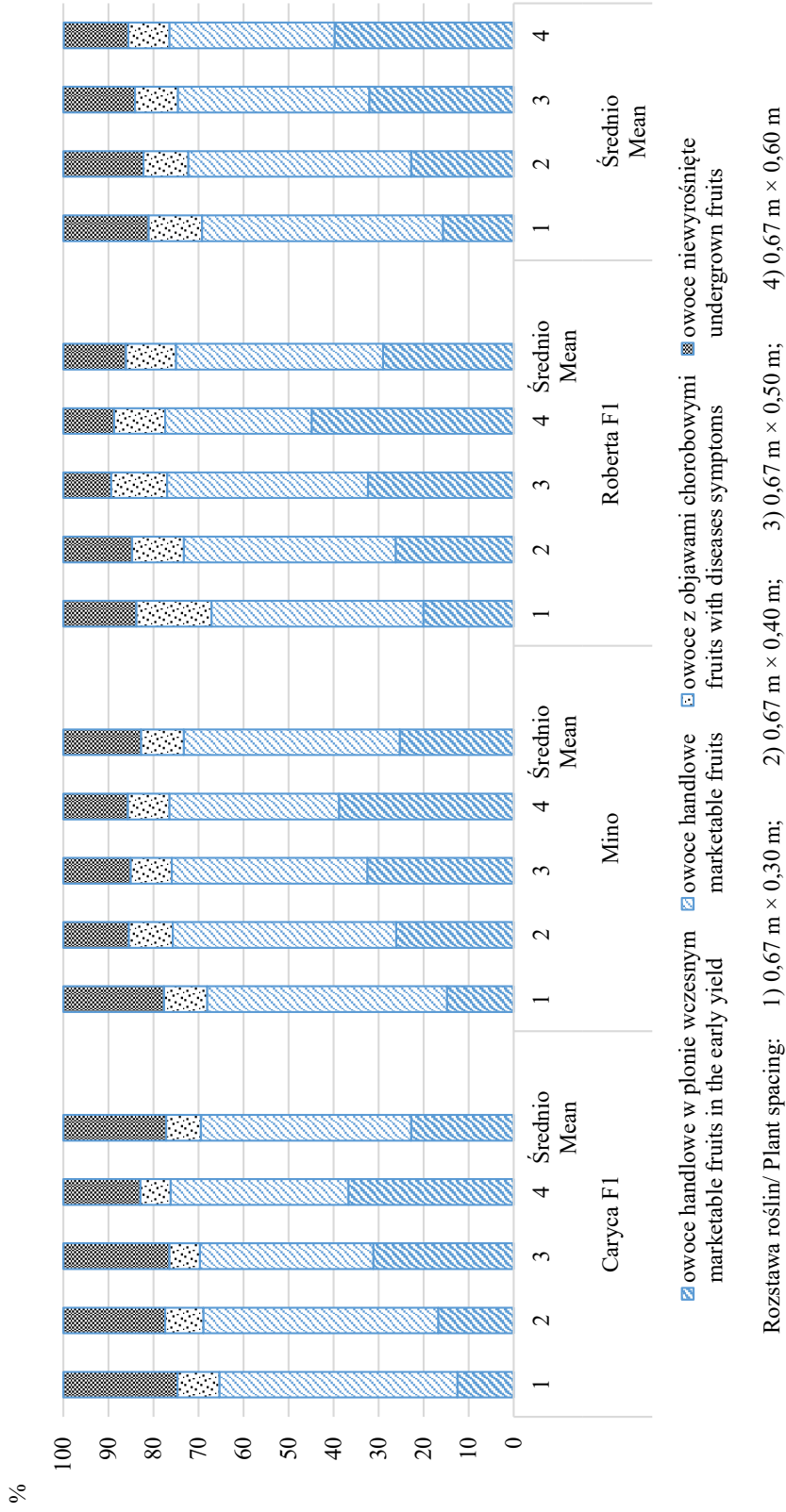
Rozstawa roślin wpływała na zróżnicowanie masy owoców handlowych papryki słodkiej (ryc. 2). Niezależnie od odmiany owoce o istotnie większej masie otrzymano z roślin uprawianych w mniejszym zagęszczeniu 2,5 roślin.  $m^{-2}$  (średnio 124,1 g) oraz 3,0 roślin.  $m^{-2}$  (średnio 121,8 g) w porównaniu z masą owoców zebranych z roślin posadzonych w zagęszczeniu 5,0 roślin.  $m^{-2}$  (średnio 105,5 g) i 3,7 roślin.  $m^{-2}$  (średnio 111,3 g). Stwierdzono zróżnicowany odmianowo wpływ rozstawy na średnią masę owocu (tab. 3). Z odmian Roberta  $F_1$  i Mino owoce o istotnie największej masie zebrano z roślin uprawianych w rozstawie największej (0,67 m  $\times$  0,30 m). Natomiast owoce odmiany Caryca  $F_1$  nie wykazywały istotnego zróżnicowania pod względem masy w odniesieniu do zastosowanej rozstawy, gdyż średnia masa owoców tej odmiany wahała się w zakresie od 120,0 g do 129,7 g. Oceniane odmiany papryki słodkiej niezależnie od rozstawy różniły

Tabela 2. Liczba owoców papryki słodkiej w zależności od rozstawy roślin  
 Table 2. The fruits number of sweet pepper depending on the plant spacing

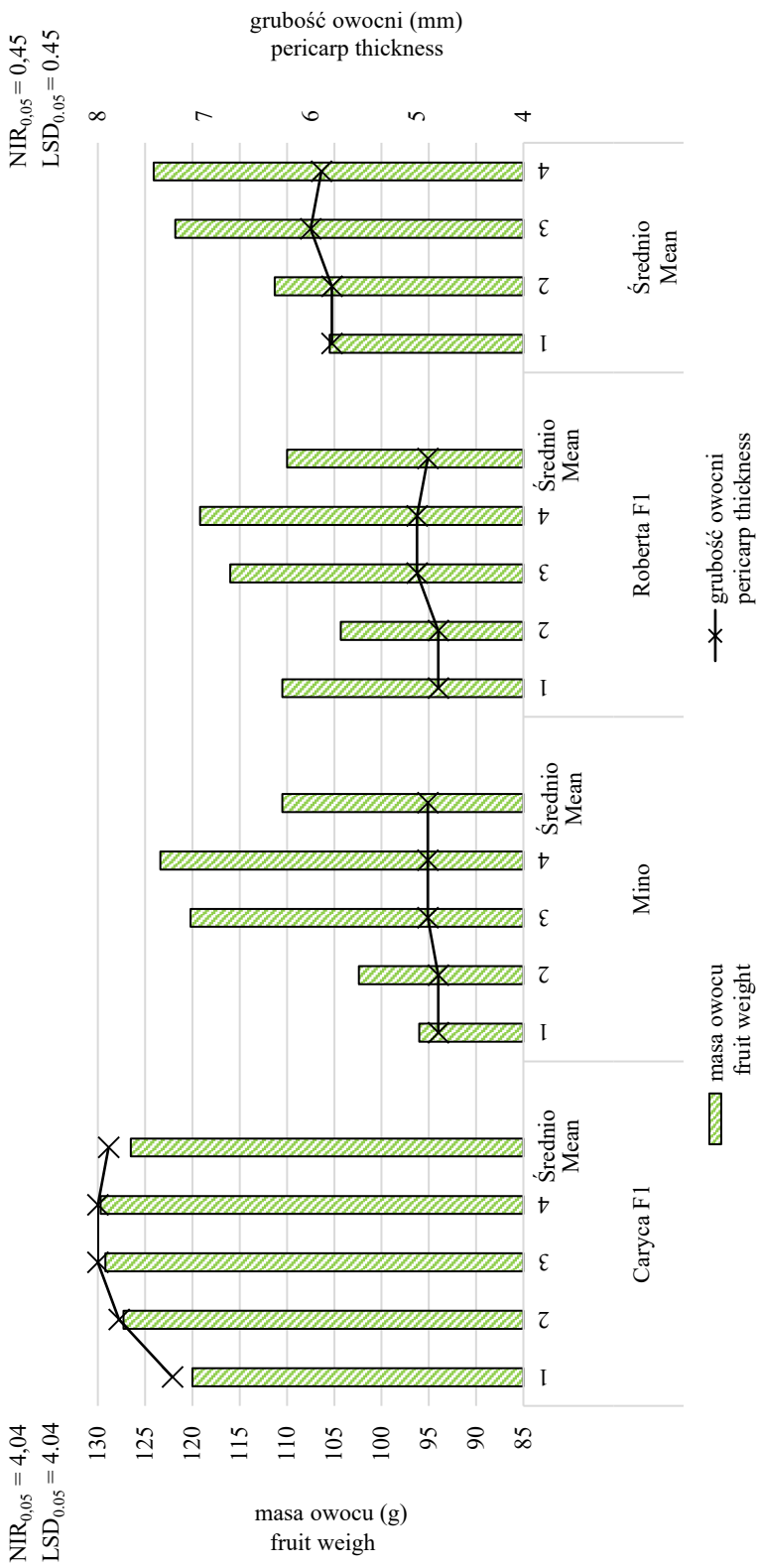
Odmiana Cultivar	Rozstawa roślin Plant spacing	Liczba owoców (szt. m <sup>-2</sup> ) Number of fruits (psc. m <sup>-2</sup> )		
		ogółem total	handlowa marketable	handlowa w plonie wczesnym marketable in the early yield
Caryca F <sub>1</sub>	0,67 m × 0,30 m	63,8	41,7	8,0
	0,67 m × 0,40 m	58,5	40,3	9,8
	0,67 m × 0,50 m	46,8	32,6	14,6
	0,67 m × 0,60 m	43,3	33,0	15,9
	średnio/mean	53,1	36,9	12,1
Mino	0,67 m × 0,30 m	69,7	47,5	10,3
	0,67 m × 0,40	45,6	34,5	11,9
	0,67 m × 0,50 m	35,1	27,4	11,4
	0,67 m × 0,60 m	32,7	25,1	12,7
	średnio/mean	45,8	33,6	11,6
Roberta F <sub>1</sub>	0,67 m × 0,30 m	63,1	46,7	12,7
	0,67 m × 0,40 m	56,5	41,4	14,8
	0,67 m × 0,50 m	43,5	33,5	14,1
	0,67 m × 0,60 m	35,4	27,4	15,9
	średnio/mean	49,6	37,2	14,4
Średnio Mean	0,67 m × 0,30 m	65,5	45,3	10,3
	0,67 m × 0,40 m	53,5	38,7	12,2
	0,67 m × 0,50 m	41,8	31,2	13,4
	0,67 m × 0,60 m	37,2	28,5	14,8
	średnio/mean	49,5	35,9	12,7
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>				
Odmiana/Cultivar (A)		6,84	n.i/ n.s.	2,05
Rozstawa roślin/ Plant spacing (B)		10,85	5,56	4,17
Interakcja/Interaction (A × B)		19,87	8,62	6,42

n.i. – nieistotne/non-significan

się istotnie średnią masą owocu handlowego. Odmiana Caryca F<sub>1</sub> wyróżniała się owocami o największej masie (średnio 126,5 g) w odniesieniu do masy owoców odmian Roberta F<sub>1</sub> (średnio 110,0 g) i Mino (średnio 110,5 g). W doświadczeniu oceniano również grubość perykarpu owoców papryki słodkiej. Statystycznie nie wykazano istotnego wpływu rozstawy na grubość perykarpu owoców trzech odmian. Owocami o istotnie najgrubszej owocni wyróżniała się odmiana Caryca F<sub>1</sub> (średnio 7,9 mm) w stosunku do owocni pozostałych odmian: Mino i Roberta F<sub>1</sub> (średnio 4,9 mm).



Ryc. 1. Struktura liczby owoców ogółem papryki słodkiej w zależności od rozstawy roślin (%)  
 Fig. 1. Structure of number total sweet pepper fruits depending on plant spacing (%)



Rozstawa roślin/ Plant spacing: 1) 0,67 × 0,30 m; 2) 0,67 × 0,40 m; 3) 0,67 × 0,50 m; 4) 0,67 × 0,60 m

Ryc. 2. Średnia masa owocu (g) i średnia grubość owocni (mm) papryki słodkiej w zależności od rozstawy roślin  
 Fig. 2. Mean fruit weight (g) and mean pericarp thickness (mm) of sweet pepper depending on plant spacing



W owocach ocenianych odmian papryki słodkiej sucha masa stanowiła średnio 7,89% (tab. 4). Rozstawa roślin miała wpływ na gromadzenie suchej masy w owocach. Niezależnie od odmiany, istotnie więcej suchej masy oznaczono w owocach z roślin uprawianych w największej rozstawie (średnio 8,10%) w porównaniu z owocami z uprawy w najmniejszej rozstawie (średnio 7,59%). W owocach każdej odmiany większą suchą masą odznaczały się owoce zebrane z roślin uprawianych w większej rozstawie, ale statystycznie nie były to różnice istotne. Owoce ocenianych odmian różniły się pod względem suchej masy (%). Istotnie mniej zgromadziły owoce odmiany Mino (średnio 7,61 %) w porównaniu z owocami odmian Caryca F<sub>1</sub> (średnio 8,02 %) i Roberta F<sub>1</sub> (średnio 8,03%). Zawartość ekstraktu w owocach papryki słodkiej stanowiła średnio 6,7%. Nie stwierdzono wpływu

Tabela 3. Średnia masa owocu i średnia grubość owocni  
Tabele 3. Share of marketable yield in the total yield

Odmiana Cultivar	Rozstawa roślin Plant spacing	Średnia masa owoców Mean fruit weight (g)	Średnia grubość owocni Mean pericarp fruits thickness (mm)
Caryca F <sub>1</sub>	0,67 m × 0,30 m	120,0	7,3
	0,67 m × 0,40 m	127,3	7,8
	0,67 m × 0,50 m	129,2	8,0
	0,67 m × 0,60 m	129,7	8,0
	średnio/mean	126,5	7,9
Mino	0,67 m × 0,30 m	96,0	4,8
	0,67 m × 0,40 m	102,4	4,8
	0,67 m × 0,50 m	120,2	4,9
	0,67 m × 0,60 m	123,4	4,9
	średnio/mean	110,5	4,9
Roberta F <sub>1</sub>	0,67 m × 0,30 m	110,5	4,8
	0,67 m × 0,40 m	104,3	4,8
	0,67 m × 0,50 m	116,0	5,0
	0,67 m × 0,60 m	119,2	5,0
	średnio/mean	110,0	4,9
Średnio Mean	0,67 m × 0,30 m	105,5	5,8
	0,67 m × 0,40 m	111,3	5,8
	0,67 m × 0,50 m	121,8	6,0
	0,67 m × 0,60 m	124,1	5,9
	średnio/mean	115,7	5,9
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>			
Odmiana/Cultivar (A)		4,04	0,45
Rozstawa roślin/ Planting spacing (B)		5,21	n.i.
Interakcja/Interaction (A × B)		12,47	0,97

n.i. – nieistotne/non-significant

rozstawy w zawartości ekstraktu (%) w owocach papryki słodkiej. Wykazano natomiast istotne zróżnicowanie między odmianami w zawartości ekstraktu (%) w owocach. Więcej oznaczono w owocach odmiany Roberta F<sub>1</sub> (średnio 7,1%) niż owocach odmian Caryca F<sub>1</sub> (średnio 6,5%) oraz Mino (średnio 6,7%). W dojrzałych owocach papryki słodkiej zawartość kwasu L-askorbinowego wynosiła średnio 262,01 mg 100 g<sup>-1</sup> świeżej masy.

Tabela 4. Sucha masa i zawartość wybranych składników chemicznych w owocach papryki słodkiej w zależności od rozstawy roślin  
Table 4. Dry matter and content of selected chemical components in sweet pepper fruits depending on the plant spacing

Odmiana Cultivar	Rozstawa roślin Plant spacing	Sucha masa Dry matter (%)	Ekstrakt Soluble solids (%)	Kwas L-askorbinowy (mg 100 g <sup>-1</sup> ś.m.) L-ascorbic acid (mg 100 g <sup>-1</sup> f. m.)	Cukry ogółem Total sugars (%)
Caryca F <sub>1</sub>	0,67 m × 0,30 m	7,85	6,4	233,67	2,57
	0,67 m × 0,40 m	8,00	6,4	249,33	2,61
	0,67 m × 0,50 m	8,07	6,6	238,60	2,66
	0,67 m × 0,60 m	8,14	6,6	261,64	2,66
	średnio/mean	8,02	6,5	245,81	2,63
Mino	0,67 m × 0,30 m	7,21	6,7	243,12	2,21
	0,67 m × 0,40 m	7,52	6,6	248,94	2,29
	0,67 m × 0,50 m	7,73	6,7	265,35	2,37
	0,67 m × 0,60 m	7,98	6,8	259,81	2,36
	średnio/mean	7,61	6,7	254,30	2,31
Roberta F <sub>1</sub>	0,67 m × 0,30 m	7,72	7,0	281,35	2,19
	0,67 m × 0,40 m	8,05	7,1	284,23	2,24
	0,67 m × 0,50 m	8,16	7,1	283,81	2,19
	0,672 m × 0,60 m	8,19	7,1	294,39	2,27
	średnio/mean	8,03	7,1	285,95	2,22
Średnio Mean	0,67 m × 0,30 m	7,59	6,6	252,71	2,32
	0,67 m × 0,40 m	7,86	6,7	260,81	2,38
	0,67 m × 0,50 m	7,99	6,8	262,59	2,41
	0,67 m × 0,60 m	8,10	6,8	271,95	2,43
	średnio/ mean	7,89	6,7	262,01	2,38
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>					
Odmiana/Cultivar (A)		0,247	0,23	31,725	0,324
Rozstawa roślin/ Plant spacing (B)		0,369	n.i.	n.i.	n.i.
Interakcja/Interaction (A × B)		0,765		59,273	0,431

n.i. – nieistotne/non-significant

Zagęszczenie roślin nie miało wpływu na zawartość tego składnika w owocach papryki słodkiej. Stwierdzono natomiast różnice w zawartości kwasu L-askorbinowego między owocami ocenianych odmian. Istotnie większą średnią zawartość tej witaminy oznaczono w odmianie Roberta F<sub>1</sub> (285,95 mg 100 g<sup>-1</sup>) w porównaniu z owocami odmian Caryca F<sub>1</sub> i Mino, odpowiednio 245,81 mg 100 g<sup>-1</sup> i 254,30 mg 100 g<sup>-1</sup>. Zawartość cukrów ogółem (%) w dojrzałych owocach papryki słodkiej wynosiła średnio 2,38% i nie zależała istotnie od rozstawy roślin, ale uzyskane wyniki wskazują na nieznaczny wzrost w owocach otrzymanych z roślin uprawianych w większej rozstawie. Wykazano natomiast statystycznie wpływ odmiany na gromadzenie cukrów ogółem (%). Istotnie mniejszą zawartość cukrów ogółem (%) oznaczono w owocach odmiany Roberta F<sub>1</sub> (średnio 2,22%) w porównaniu z zawartością w owocach odmiany Caryca F<sub>1</sub> (średnio 2,63%).

#### DYSKUSJA

W niniejszej pracy paprykę słodką uprawiano w czterech rozstawach, o zróżnicowanej znacząco liczbie roślin na jednostce powierzchni: 5,0; 3,7; 3,0; 2,5 sztuk na 1 m<sup>2</sup>. Największy średni plon handlowy owoców oraz liczbę owoców ogółem i handlowych uzyskano z uprawy papryki przy zagęszczeniu roślin 5,0 szt. m<sup>-2</sup>. Wykazano zróżnicowany wpływ zagęszczenia na plonowanie ocenianych odmian. Najmniejszy i statystycznie nieistotny wystąpił u odmiany mieszańcowej Caryca F<sub>1</sub>. W wielu pracach wykazano, że zwiększenie plonu i liczby owoców papryki jest pozytywnie związane ze wzrostem populacji roślin na jednostce powierzchni, ale uzależnione jest także od odmiany [Khasmakhi-Sabet i in. 2009, Aminifard i in. 2010, Islam i in. 2011, Abu i Odo 2017, Kumar i Rana 2018]. Stwierdzono również, że zbyt duże zagęszczenie roślin papryki może powodować opóźnienie kwitnienia, zawiązywania owoców. Z uprawy w mniejszym zagęszczeniu uzyskiwano z reguły mniejszy, ale wcześniejszy plon owoców [Dobromilska 2000, Jadczyk i in. 2009, Aminifard i in. 2010, Islam i in. 2011, Lal i in. 2014, Jadama i in. 2021]. W niniejszej pracy wykazano także znaczący wpływ rozstawy roślin na wczesność plonowania papryki słodkiej. Z roślin uprawianych w najmniejszym zagęszczeniu (2,5 rośl. m<sup>-2</sup>) otrzymano większy plon handlowy wczesnych owoców oraz większą liczbę owoców w tym plonie. Wpływ zagęszczenia roślin papryki na wczesność plonowania potwierdza również liczba uzyskanych owoców niewyrośniętych. Najmniej owoców niewyrośniętych zebrano z roślin uprawianych przy rozstawie największej (0,67 m × 0,60 m). Niezależnie od rozstawy oceniane odmiany: Caryca F<sub>1</sub>, Mino i Roberta F<sub>1</sub> wykazywały duże zróżnicowanie pod względem wielkości i wczesności plonu oraz liczby owoców zebranych z jednostki powierzchni. Owoce odmiany Caryca F<sub>1</sub> wyróżniały się największą masą. Wpływ genotypu odmian ocenianych w tym doświadczeniu na parametry plonowania wykazano już we wcześniejszych pracach [Gajc-Wolska i Skąpski 2002, Buczkowska 2007, Gajc-Wolska i in. 2007, Jadczyk i in. 2010, Rożek i in. 2012, Buczkowska i in. 2014].

Masa owocu papryki i grubość ścianki owocni są względnie stabilnymi genetycznymi cechami odmiany, ale mogą być nieznacznie modyfikowane przez czynniki środowiskowe i agrotechniczne, w tym również zagęszczenie roślin [Lee i Kader 2000, Gajc-Wolska i Skąpski 2002, Islam i in. 2011, Rożek i in. 2012, Buczkowska i in. 2014].

W niniejszym doświadczeniu wykazano, że rozstawa roślin miała również wpływ na masę jednostkową owoców. Uprawa papryki w mniejszym zagęszczeniu sprzyjała uzyskaniu owoców o większej masie. Inni autorzy [Aminifard i in. 2010, Alam i in. 2011,

Alabi i in. 2014, Abu i Odo 2017, Kumar i Rana 2018, Jadama i in. 2021] stwierdzili również, że masa owocu papryki zwiększała się wraz ze zmniejszeniem populacji uprawianych roślin. W odniesieniu do ocenianych odmian nie wykazano wpływu zagęszczenia roślin na grubość owocni. Dobromilska [2000] oraz Islam i in. [2011] wykazali, że zagęszczenie roślin papryki na jednostce powierzchni może nieznacznie determinować grubość perykarpu papryki. Większe odległości między roślinami zapewniają mniejszą konkurencję o przestrzeń, światło i składniki pokarmowe, co wpływa korzystnie na plonowanie i uzyskanie owoców o większej masie [Roy i in. 2011, Aminifard i in. 2012, Sharma i Kumar 2017, Kumar i Rana 2018]. Z powyższych stwierdzeń wynika, że uprawa papryki słodkiej z przeznaczeniem owoców na rynek detaliczny powinna być prowadzona w większej rozstawie. Dowiedziono również, że większa rozstawa może mieć wpływ na niektóre parametry składu chemicznego owoców papryki. Ansa i Woke [2018] największą zawartość witaminy C oznaczyli w owocach zebranych z roślin uprawianych w rozstawie 1 m × 1 m w porównaniu z roślinami w rozstawach 0,5 m × 0,5 m i 1 m × 0,5 m. Aminifard i in. [2012] wykazali, że większą zawartością witaminy C odznaczały się zarówno owoce zielone, jak i dojrzałe, pochodzące z roślin uprawianych w rozstawie 1 m × 0,3 m aniżeli 0,3 m × 0,5 m. Dobromilska [2000] stwierdziła, że rozstawa roślin i sposobu sadzenia wpływa na wartość biologiczną owoców papryki. Więcej suchej masy, witaminy C, cukrów redukujących oraz ogółem, a mniej azotanów zawierały owoce zebrane z roślin uprawianych pojedynczo w najmniejszym zagęszczeniu (0,5 m × 0,6 m). W tym doświadczeniu nie wykazano statystycznie istotnego wpływu rozstawy roślin na zawartość w owocach ocenianych odmian papryki słodkiej ekstraktu, kwasu L-askorbinowego oraz cukrów ogółem. Stwierdzono jedynie, że suchej masy (%) było więcej w owocach z roślin uprawianych w najmniejszym zagęszczeniu (2,5 roślin. m<sup>-2</sup>) w odniesieniu do owoców z roślin w największym (5,0 roślin. m<sup>-2</sup>). Wykazano natomiast istotne zróżnicowanie między owocami badanych odmian w zawartości ocenianych składników chemicznych. Dojrzałe owoce tych odmian odznaczały się bardzo dużą zawartością kwasu L-askorbinowego – średnia zawartość tej witaminy wynosiła ponad 260 mg 100 g<sup>-1</sup>. Są to wartości zbliżone do podawanych przez innych autorów [Gajc-Wolska i Skąpski 2002, Golcz i Kozik 2004, Orłowski i in. 2004, Buczkowska i in. 2014] i przewyższające wykazywane w opracowaniu Buczkowskiej i Najdy [2002]. Zawartość ekstraktu w owocach papryki słodkiej stanowiła od 6,5% (Caryca F<sub>1</sub>) do 7,1% (Roberta F<sub>1</sub>) i była porównywalna z wartościami publikowanymi w innych pracach [Gajc-Wolska i Skąpski 2002, Buczkowska i in. 2014]. Zawartość cukrów ogółem wahała się od 2,22% (Roberta F<sub>1</sub>) do 2,66% (Caryca F<sub>1</sub>) i była mniejsza w odniesieniu do ilości wykazanej i oznaczanej tą samą metodą przez innych autorów [Buczkowska i Najda 2002, Orłowski i in. 2004, Gajc-Wolska i in. 2007]. Na podstawie uzyskanych w tej pracy rezultatów o wybranych składnikach chemicznych można wnioskować, że ich zawartość w owocach papryki zależy od cech odmiany i może podlegać modyfikacji wyłącznie przez czynniki środowiskowe i agrotechniczne. W pracach dotyczących oceny plonowania papryki słodkiej w mniej korzystnych warunkach klimatycznych naszego kraju stosowano najczęściej zagęszczenie w zakresie od 3,4 do 4,5 roślin na 1 m<sup>2</sup> [Gajc-Wolska i Skąpski 2002, Jadczyk i in. 2010, Rożek i in. 2012, Buczkowska i in. 2014]. W opracowaniach przygotowanych w innych krajach wykazano, że uprawa papryki w zagęszczeniu roślin w zakresie 40 000–50 000 sztuk na 1 ha gwarantuje uzyskanie dużego plonu owoców [Khasmakhi-Sabet i in. 2009, Alam i in. 2011, Aminifard i in. 2012, Sharma i Kumar 2017, Salau i in. 2019, Jadama i in. 2021]. Należy jednak pamiętać, że uprawa papryki w większym zagęszczeniu jest bardziej kosztowna, co wiąże się z ko-

niecznością produkcji większej liczby rozsady i jest najczęściej praktykowana w różnych technologiach uprawy papryki słodkiej i systemach prowadzenia roślin w szklarniach i tunelach foliowych [Dobromilska 2000, Russo 2003, Satpute i in. 2013, Lal i in. 2014]. Rezultaty tego doświadczenia upoważniają do stwierdzenia, że przy ustalaniu rozstawy roślin papryki słodkiej w uprawie polowej powinno uwzględniać się zagospodarowanie plonu. Uprawa w mniejszej rozstawie zapewni uzyskanie większego plonu owoców jako surowca dla przemysłu przetwórczego, zaś w większej rozstawie – owoców o większej masie z przeznaczeniem na rynek świeżych warzyw.

#### PODSUMOWANIE

Największy plon handlowy owoców papryki słodkiej i największą liczbę owoców z jednostki powierzchni uzyskano, prowadząc uprawę w najmniejszej rozstawie (0,67 m × 0,30 m). W uprawie z zastosowaniem największej rozstawy (0,67 m × 0,60 m) owoce dorastały i dojrzewały wcześniej, a w zbiorze likwidacyjnym liczba owoców niewyrośniętych była najmniejsza. Ponadto owoce z roślin uprawianych przy tym zagęszczeniu (2,5 szt. m<sup>-2</sup>) charakteryzowały się większą masą jednostkową. Oceniane odmiany różniły się istotnie pod względem wielkości plonu handlowego owoców. Średnio największy otrzymano z uprawy odmiany Caryca F<sub>1</sub>. U tej odmiany stwierdzono największy wpływ rozstawy na wczesność plonowania. Statystycznie nie udowodniono istotnego wpływu rozstawy roślin na zawartość w owocach ekstraktu (%), kwasu L-askorbinowego (mg 100 g<sup>-1</sup>) oraz cukrów ogółem (%). Średnio więcej suchej masy (%) oznaczono w owocach z roślin uprawianych w największej rozstawie (0,67 m × 0,60 m). Oceniane w tym doświadczeniu odmiany papryki słodkiej różniły się pod względem parametrów plonowania. Największy plon handlowy owoców uzyskano z roślin Caryca F<sub>1</sub>, ale nieznacznie późniejszy w porównaniu z plonami odmian Roberta F<sub>1</sub> i Mino. Owoce ocenianych odmian różniły się pod względem masy, grubości perykarpu oraz zawartości wybranych składników chemicznych. Największą masą owocu i grubością owocni odznaczała się odmiana Caryca F<sub>1</sub>. Najmniej suchej masy (%) oznaczono w owocach odmiany Mino. Owoce odmiany Roberta F<sub>1</sub> zawierały więcej ekstraktu (%) i kwasu L-askorbinowego (mg 100 g<sup>-1</sup>), a odmiany Caryca F<sub>1</sub> były bardziej zasobne w cukry ogółem (%).

#### PIŚMIENNICTWO

- Abu N.E., Odo C.V., 2017. The effect of plant density on growth and yield of 'Nsukka Yellow' aromatic pepper (*Capsicum annuum* L.). Afr. J. Agric. Res. 12(15), 1269–1277. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11923>
- Ahmad F., Mehta D.K., Verma R., 2021. Effect of mulching and planting density on production of sweet banana pepper (*Capsicum annuum* L.). Int. J. Chem. Stud. 9(1), 1373–1378. <https://doi.org/10.22271/chemi.2021.v9.i1t.11413>
- Alabi E.O., Ayodele O.J., Aluko M., 2014. Growth and yield responses of bell pepper (*Capsicum annuum*, Rodo'Variety) to in-row plant spacing. J. Agric. Biolog. Sci. 9(11), 389–397.
- Alam M.S., Saha S.R., Salam M.A., Alam M.S., Alam M.K., 2011. Effect of sowing time and plant spacing on the yield attributes of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Bangladesh J. Agril. Res. 36(2), 271–278. <https://doi.org/10.3329/bjar.v36i2.9254>

- Aminifard M.H., Aroiee H., Karimpour S., Nemati H., 2010. Growth and yield characteristics of paprika pepper (*Capsicum annuum* L.) in response to plant density. *Asian J. Plant Sci.* 9(5), 276–280.
- Aminifard M.H., Aroiee H., Ameri A., Fatemi H., 2012. Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth, yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Afr. J. Agric. Res.* 7(6), 859–866. <https://doi.org/10.5897/AJAR10.505>
- Ansa J.E.O., Woke C., 2018. Effect of spacing and poultry manure rates on growth, yield and quality of cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L.) in Southern Rain Forest of Nigeria. *Int. J. Environ. Agric. Biotech.* 3(4), 1234–1240. <http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/3.4.13>
- Buczowska H., 2007. Evaluation of yielding of Polish sweet pepper cultivars in the field cultivation in the aspect of breeding progress. W: Katarzyna Niemiriwicz-Szczytt (red.), *Progress in research on capsicum & eggplant*. Warsaw University of Life Sciences Press, 257–265.
- Buczowska H., Najda A., 2002. A comparison of some chemical compounds in the fruit of sweet and hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *Folia Hort.* 14(2), 59–67.
- Buczowska H., Sałata A., Rożek E., 2014. Diversity of the utility and biological value of fruits of some sweet pepper cultivars. *Acta Sci. Pol., Hort. Cult.* 13(4), 49–62.
- Charłampowicz Z., 1966. *Analizy przetworów z owoców, warzyw i grzybów*. Wyd. Przemysłu Lekkiego i Spożywczego, Warszawa.
- Deepa N., Charanjit K., Balraj S., Kapoor H.C., 2006. Antioxidant activity in some red sweet pepper cultivars. *J. Food Comp. Analysis* 19(6–7), 572–578. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.03.005>
- Dobromilska R., 2000. Wpływ sposobu sadzenia rozsady roślin na wzrost, plonowanie i wartość biologiczną papryki odmiany Mayata F1. *Annales UMCS, sec. EEE Horticultura* 8, 333–339.
- Edgar O.N., Gweyi-Onyango J.P., Korir N.K., 2017. Plant row spacing effect on growth and yield of green pepper (*Capsicum annuum* L.) in Western Kenya. *Arch. Cur. Res. Inter.* 7(3), 1–9. <https://doi.org/10.9734/ACRI/2017/33101>
- Gajc-Wolska J., Skąpski H., 2002. Yield of field-grown sweet pepper depending on cultivars and growing conditions. *Folia Hort.* 14(1), 95–103.
- Gajc-Wolska J., Zielony T., Łyszkowska M., 2007. The effect of Gotoo and BM 86 on field and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars in the field production. W: K. Niemiriwicz-Szczytt (red.), *Progress in research on capsicum & eggplant*, Warsaw University of Life Sciences Press, 267–274.
- Golcz A., Kozik E., 2004. Effect of several agrotechnical factors on vitamin C content in pepper (*Capsicum annuum* L.) and lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Rocz. Akad. Rol. Pozn., Ogrodnictwo* 37, 67–74.
- Islam M., Saha S., Akand H., Rahim A., 2011. Effect of spacing on the growth and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Cent. Eur. Agric.* 12(2), 328–335. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/12.2.917>
- Jadama L., Jammeh P.T., Cham A.K., Diedhiou I., 2021. Effect of different spacing on the growth and yield of California Wonder bell pepper (*Capsicum annuum* L.) on sandy loam soil in the Gambia. *Asian J. Biol.*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.9734/AJOB/2021/v12i130152>
- Jadczak D., Grzeszczuk M., Kosecka D., 2009. Ocena wielkości i jakości plonu wybranych odmian papryki ostrej w zależności od liczby sadzonych roślin w gnieździe. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 539(1), 221–228.
- Jadczak D., Grzeszczuk M., Kosecka D., 2010. Quality characteristics and content of mineral compounds in fruit of some cultivars of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Elementol.* 15(3), 509–515.
- Khasmakhi-Sabet A., Sedaghatoor Sh., Mohammady J., Olfati J.A., 2009. Effect of plant density on bell pepper yield and quality. *Int. J. Veg. Sci.* 15(3), 264–271. <https://doi.org/10.1080/19315260902830793>

- Korenman I.M., 1973. Analiza fitochemiczna. Metody oznaczania związków organicznych. WNT, Warszawa.
- Kumar A., Rana S.S., 2018. Effect of spacing and nitrogen level on growth and yield of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under dry temperate climate of western Himalayas. *J. Crop Weed* 14(1), 78–81.
- Lal M., Kanwar H.S., Kanwar R., 2014. Impact of spacing and training on seed yield of capsicum, *Capsicum annuum* L. under protected conditions. *Int. J. Farm Sci.* 4(3), 42–48.
- Lee S.K., Kader A.A., 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharv. Biol. Technol.* 20(3), 207–220. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00133-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00133-2)
- Navarro J.M., Flores P., Garrido C., Martinez V., 2006. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chem.* 96(1), 66–73.
- Orłowski M., Grzeszczuk M., Jadczak D., 2004. The estimation of the yield and content of some chemical compounds in the fruits of chosen hot pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *Folia Hort.* 16(2), 11–16.
- PN-90/A-75101.02. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości ekstraktu. Polski Komitet Normalizacyjny: Warszawa, Polska, 2002.
- Pramanik K., Mohapatra P.P., Pradhan J., Acharya L.K., Jena C., 2020. Factors influencing performance of capsicum under protected cultivation: A review. *Int. J. Environ. Clim. Chang.* 10(12), 572–588. <https://doi.org/10.9734/IJECC/2020/v10i123033>
- Rekowska E., 2007. Produkcja rozsady warzyw. W: M. Knaflewski (red.), *Ogólna uprawa warzyw*. PWRiL, Poznań, 181–189.
- Różek E., Nurzyńska-Wierdak R., Kosior M., 2012. The yield structure and technological traits of fruits of several sweet pepper cultivars from a single harvest. *Acta Sci. Pol., Hort. Cult.* 11(5), 31–41.
- Roy S., Kumar N., Singh D.K., Srivastava A.K., 2011. Effect of organic growing media and crop geometry on growth and yield of *Capsicum* var. California wonder under protected condition in North West Himalayas. *Veg. Sci.* 38(1), 53–57.
- Russo V.M., 2003. Planting date and plant density affect yield of pungent and nonpungent jalapeño peppers. *Hort. Sci.* 38(4), 520–523.
- Salau A.W., Hammed O.B., Makinde E.A., Olosunde O.M., 2019. Growth and fruit yield of pepper species as affected by plant spacing. *Int. J. Veg. Sci.* 25(2), 164–175. <https://doi.org/10.1080/19315260.2018.1489931>
- Sandhu R.K., Boyd N.S., Zotarelli L., Agehara S., Peres N., 2021. Effect of planting density on the yield and growth of intercropped tomatoes and peppers in Florida. *Hort. Sci.* 56(2), 286–290. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI15567-20>
- Santos H.C.A., de Lima jr, J.A., da Silva A.L.P., de Castro G.L.S., Gomes R.F., 2020. Yield of fertigated bell pepper under different soil water tensions and nitrogen fertilization. *Rev. Caatinga* 33(1), 172–183. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n119rc>
- Satpute P., Bharad S.G., Korde S., 2013. Effect of spacing and plant architecture on yield and economics of *Capsicum* under net house conditions. *HortFlora Resc. Spectrum* 2(2) 150–152.
- Sharma R., Kumar R., 2017. Growth, flowering and yield of chilli, *Capsicum annuum* L. as influenced by spacing and growing conditions. *Int. J. Pure App. Biosci.* 5(5), 524–527. <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.5858>
- Silva A.W.B., da Silva B.D.N., da Costa A.L., Cêzar K.C., Gomes L.A.A., de Oliveira C.L., 2021. Planting density and yield of sweet pepper grown in an organic system. *Pesq. agropec. bras.* 56. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.02470>

**Źródło finansowania:** Badania zostały sfinansowane przez MEiN w ramach działalności statutowej Katedry Warzywnictwa i Zielarstwa UP w Lublinie.

**Summary.** Sweet pepper is one of the most frequently cultivated vegetable in the world. Sweet pepper has high environmental requirements and it needs to be grown from seedlings. In this experiment, the effect of plant spacing on the yield of three Polish sweet pepper cultivars was evaluated: Caryca F<sub>1</sub>, Mino, Roberta F<sub>1</sub>. Four spacing's were used: 0.67 m × 0.30 m; 0.67 m × 0.40 m; 0.67 m × 0.50 m; 0.67 m × 0.60 m. The highest marketable yield and the highest number of fruits were obtained from cultivation at the smallest spacing (0.67 m × 0.30 m), while the earliest was obtained at the largest spacing (0.67 m × 0.60 m). Plant spacing had no significant effect on the content of selected chemical components. Regardless of the spacing used, the evaluated cultivars differed in yield parameters and content of selected chemical components.

**Key words:** density, planting, yield, chemical components

Otrzymano/Received: 2.12.2022

Zaakceptowano/Accepted: 13.06.2023

Online first: 15.11.2023

Opublikowano/Published: 21.12.2023