



¹Agrotex Przemysław Adamowicz, Kostry 138B, 21-210 Milanów
e-mail: ciebien.marcin@interia.eu

² Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa
Wydział Agrobiotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
*e-mail: leszek.rachon@up.lublin.pl

MARCIN CIEBIEN¹, LESZEK RACHON²^{*}

Ocena plonowania malin odmian powtarzających owocowanie w zależności od zagęszczenia pędów w rzędach w warunkach Padolu Zamojskiego

Evaluation of the yield of raspberries of the cultivars repeating fruiting
depending on the density shoots in rows in the conditions of the Padół Zamojski

Streszczenie. W niniejszej pracy przedstawiono ocenę plonowania maliny odmian Polka i Polana w zależności od wariantów zagęszczenia. Analiza obejmowała następujące parametry: plon ogółem owoców (kg) z poletka o powierzchni 5 m² w latach 2012–2014; średnią masę pojedynczych owoców (g); odgałęzienia boczne owocujące pędu głównego. Doświadczenie założono metodą bloków losowych. Obiektami eksperymentalnymi były dwie odmiany – Polka i Polana – uprawiane w trzech wariantach zagęszczenia: I – malina w naturalnym zagęszczeniu, II – malina w zagęszczeniu zredukowanym o 40%, III – malina w zagęszczeniu zredukowanym o 70%. Stwierdzono istotne różnice w plonie ogólnym malin w poszczególnych latach dla wszystkich wariantów zagęszczenia. Ogólny plon malin był największy przy zagęszczeniu zredukowanym o 40% (14,97 t·ha⁻¹), istotnie mniejszy przy zagęszczeniu III (14,40 t·ha⁻¹) – redukcja o 70%, a najmniejszy plon malin odnotowano w ich naturalnym zagęszczeniu zredukowanym o 70% (13,21 t·ha⁻¹). Średnio w trzyleciu lepiej plonowała odmiana Polana. Najbardziej korzystny dla plonowania malin okazał się 2014 r. Masa pojedynczych owoców malin była największa przy zagęszczeniu zredukowanym o 70%, a najmniejsza przy zagęszczeniu naturalnym. Każdy stopień redukcji zagęszczenia pędów istotnie zwiększał liczbę odgałęzień bocznych.

Słowa kluczowe: malina powtarzająca owocowanie, plon, zagęszczenie

Cytowanie: Ciebien M., Rachon L., 2023. Ocena plonowania malin odmian powtarzających owocowanie w zależności od zagęszczenia pędów w rzędach w warunkach Padolu Zamojskiego. *Agron. Sci.* 78(2), 55–67. <https://doi.org/10.24326/as.2023.4600>

WSTĘP

Rośliny jagodowe to jeden z najważniejszych działów sadownictwa w Polsce. Ta grupa owoców to synonim pełni lata, kiedy przypada ich biologiczny okres owocowania. Owoce zawsze odgrywały istotną rolę w kształtowaniu jakości życia poprzez zaspokajanie podstawowych potrzeb. Szczególnie owoce sezonowe, które w formie świeżej są dostępne przez krótki czas, mocno zaznaczają swoją obecność w jadłospisie konsumentów poprzez świadomość żywieniową i regionalne tradycje. Do takich owoców zalicza się maliny, które swoją popularność zawdzięczają nie tylko bardzo wysokim walorom smakowym, ale również odżywczym i prozdrowotnym [Felke 2001, Waśkiewicz 2010, Bieniasz 2015]. Polskie sadownictwo ma największe w Europie możliwości rozwoju, ale żeby dobrze je wykorzystać, należy zmienić podejście do produkcji owoców. Przede wszystkim trzeba więcej uwagi zwracać na jakość owoców, a nie jak do tej pory – na ilość [Bernaciak i in. 2020]. Budowanie przewagi konkurencyjnej jest jednym z elementów kształtowania strategii długofalowej każdego przedsiębiorstwa [Grzebyk i Kryński 2011], w której zdaniem Wosia [2001] istotną rolę powinna odgrywać konkurencyjność wewnętrzna. W opinii Noseckiej [2012], w produkcji owoców jagodowych na rynek deserowy budowanie przewagi konkurencyjnej opiera się w dużej mierze na wprowadzaniu nowych technologii, poprawie wydajności oraz zapewnieniu wysokiej jakości i zdrowotności owoców.

Paszko i współautorzy [2017] na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzili, że produkcja malin pod osłonami może być opłacalna. Pomimo bardzo wysokich nakładów inwestycyjnych na konstrukcję tunelu i założenie plantacji (337,6 tys. zł·ha⁻¹) oraz kosztów uprawy w okresie plonowania (średnio 99,2 tys. zł·ha⁻¹) niezależnie od odmiany i sposobu uprawy produkcja malin była opłacalna.

Otrzymanie owoców dorodnych, wysokiej jakości uzależnione jest od wielu czynników, m.in. od zabiegów pielęgnacyjnych, dzięki którym uzyskujemy optymalną liczbę silnych, wyrównanych pędów, wyrastających z karpy lub w wąskim pasie rzędu. Dlatego na plantacji malin owocujących na pędach tegorocznych nie wolno dopuszczać do nadmiernego zagęszczenia. Na 1 mb rzędu nie powinno być więcej niż 20 pędów.

Celem tego opracowania jest ocena plonowania malin odmian powtarzających owocowanie Polana i Polka w zależności od zagęszczenia pędów maliny w rzędach w warunkach Padołu Zamojskiego.

Uwzględniając powyższe przesłanki, w przygotowywaniu niniejszej pracy przyjęto hipotezę, że redukcja zagęszczenia roślin w rzędach wpłynie pozytywnie na uzyskiwane plony poprzez lepszą kondycję roślin, większą odporność na niekorzystne warunki meteorologiczne, większą masę pojedynczych owoców, większy plon z pojedynczego krzaka maliny (długość strefy owocującej).

MATERIAŁY I METODY

Doświadczenie polowe prowadzono w latach 2012–2014 na towarowej plantacji maliny w Deszkowicach Pierwszych koło Szczepieszyna (woj. lubelskie). Miejscowość jest usytuowana na wysokości ok. 230 m n.p.m. o współrzędnych $\varphi = 50^{\circ}74'N$ i $\gamma = 22^{\circ}98'E$. Wieś położona jest w północno-wschodniej części gminy Sulów, nad rzeką Wieprz, w obrębie Padołu Zamojskiego.

Obiekty badawcze znajdowały się na terenie płaskim, z dala od zbiorników wodnych, z tego względu położenie obszaru badawczego wyklucza adwekcję mas powietrza z terenów przyległych. Doświadczenie przeprowadzono na glebie należącej do klasy I kompleksu pszennego dobrego o następujących właściwościach: pH = 7,56; zawartość węgla organicznego (metoda I.W. Tiurina) – 7,6 g·kg⁻¹; zawartość substancji próchnicznych (metoda I.W. Tiurina) – 13,1 g·kg⁻¹; skład mechaniczny: piasek 3%, pył 58%, części sypkawe 38%. Analizy gleby zostały wykonane w laboratorium Odnawialnych Źródeł Energii Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Szymona Szymonowica w Zamościu.

Wskaźnik jakości warunków siedliskowych w 100-punktowej skali dla obszaru gminy Sułów wynosi 78,0, co świadczy o bardzo dobrych i dobrych warunkach siedliskowych [Szewczuk i in. 2006].

Obiektami badań były dwie odmiany maliny (*Rubus idaeus* L.) – Polana oraz Polka. W wyborze odmian kierowano się ich bardzo dużym znaczeniem gospodarczym i powszechnością wśród producentów tego gatunku.

Polana jest polską odmianą powtarzającą, wyhodowaną w Sadowniczym Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Brzeźnie. W 1991 r. została wprowadzona do Krajowego Rejestru Odmian (COBORU) i Księgi Wyłączonego Prawa. Jest odmianą powtarzającą, lecz owocuje głównie na jednorocznych pędach. W klimacie Polski dojrzewanie owoców rozpoczyna się w drugiej dekadzie sierpnia i trwa do początku listopada lub do przymrozków. Owoce są duże lub średniej wielkości, szeroko stożkowate, żywoczerwone z połyskiem, zwarte, smaczne. Odmiana jest mało wrażliwa na zamieranie pędów i średnio lub mało wrażliwa na gnicie owoców. Jest odporna na wirus krzaczastej karłowatości maliny. Znaczenie gospodarcze odmiany jest obecnie duże. Szczególnie przydatna jest do uprawy w ogrodach przydomowych oraz do uprawy towarowej – w pobliżu dużych rynków zbytu. Rozwinęła się też produkcja tych owoców do celów przemysłowych. W korzystnych warunkach uprawy plon uzyskiwany tylko z jednorocznych pędów sięga kilkunastu ton z hektara.

Polka odmiana polska wpisana do Rejestru Odmian (COBORU) w 2003 r. Wyhodowano ją w Sadowniczym Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa (obecnie Instytut Ogrodnictwa) w Brzeźnie. W warunkach klimatycznych Polski dojrzewanie owoców tej odmiany rozpoczyna się na przełomie lipca i sierpnia

(ok. 10 dni wcześniej niż Polany) i trwa zazwyczaj trzy miesiące. Owoce są duże lub średniej wielkości, lekko wydłużone, jędrne, barwy czerwonej z silnym połyskiem, smaczne i słodkie. Odmiana ta jest mało podatna na zamieranie pędów oraz gnicie owoców. Pędy i pąki mało podatne na przemarzanie. Polka jest odmianą bardzo cenną w uprawie towarowej oraz ogrodowej ze względu na wcześniejsze dojrzewanie oraz większe i smaczniejsze owoce, które są bardziej przydatne do mrożenia niż maliny odmiany Polana. Zaletą malin odmiany Polka jest to, że doskonale się sprawdza w uprawie przyspieszonej, czyli pod osłonami, z przeznaczeniem na owoce deserowe.

Doświadczenie założono metodą bloków losowych. Obiektem eksperymentalnym były poletka o powierzchni 5 m² (szerokość 1 m, długość 5 m) w trzech wariantach zagęszczenia:

I – malina w naturalnym zagęszczeniu (200 pędów na poletku),

II – malina w zagęszczeniu zredukowanym o 40% (120 pędów na poletku),

III – malina w zagęszczeniu zredukowanym o 70% (60 pędów na poletku).

Obiekty eksperymentalne występowały w 5 powtórzeniach dla obu odmian. Plantacja była prowadzona systemem zbiorów jesiennych (zrezygnowano ze zbioru letniego), rośliny prowadzono w formie wolnostojącej. Po zakończonych zbiorach wszystkie rośliny były wycinane i wywożone z plantacji. Pomiędzy rzędami utrzymywano często koszoną murawę, a w rzędach ugór herbicydowy. Zabiegi pielęgnacyjne, nawożenie i walkę ze szkodnikami jednakowo dla obu odmian prowadzono zgodnie z zaleceniami dla plantacji produkcyjnych. Ochrona przed chorobami grzybowymi została zredukowana do trzech zabiegów – dwóch wiosną (Mythos 300 SC w dawce $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz 14 dni później Rovral Aquaflo 500 SC w dawce $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) oraz jednego jesienią, po wywiezieniu ściętych roślin (Teldor 500 SC w dawce $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) [Ciebień i Rachoń 2021].

Ocenę plonowania przeprowadzono osobno dla odmian i wariantów zagęszczenia. Obejmowała ona następujące parametry:

- plon ogółem owoców ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$):
 - w 2012 r. był efektem 14 zbiorów (od 03.08.2012 do 15.09.2012),
 - w 2013 r. był efektem 15 zbiorów (od 03.08.2013 do 19.09.2013),
 - w 2014 r. był efektem 20 zbiorów (od 28.07.2014 do 04.10.2014);
- średnią masę pojedynczych owoców (g),
 - przed rozpoczęciem owocowania oznaczono po dwa pędy, w trakcie każdego zbioru z wcześniej oznaczonych pędów zbierano po pięć owoców i ważono je pojedynczo;
- odgałęzienia boczne owocujące pędu głównego
 - po rozpoczęciu wegetacji w każdym wariantcie zagęszczenia i każdym powtórzeniu oznaczono po 10 pędów. Po zbiorach oznaczone pędy wycięto i zliczono odgałęzienia boczne. Z uzyskanych pomiarów wyliczono średnią liczbę odgałęzień bocznych pędów malin z podziałem na odmianę i wariant zagęszczenia.

Tak zebrane dane poddano analizie statystycznej. Zastosowano analizę wariancji trójczynnika z uwzględnieniem badań interakcji pomiędzy czynnikami. Powyższą analizę poprzedzono sprawdzeniem założeń analizy wariancji: normalności rozkładów dla badanych obiektów i jednorodności wariancji tych rozkładów. W tym celu wykonano test normalności Shapiro-Wilka oraz test jednorodności Levene'a oraz Brown-Forsythe'a. Testem Tukeya zbadano istotność różnic dla porównań parami pomiędzy poszczególnymi grupami. Ze względu na istotne odchylenie od rozkładu normalnego zmiennej wyrażającej liczbę odgałęzień bocznych, analizę statystyczną oparto na miarach pozycyjnych – mediana, kwantyle (Q25%, Q75%) oraz testach nieparametrycznych (test U Manna-Whitneya, test ANOVA Kruskala-Wallisa).

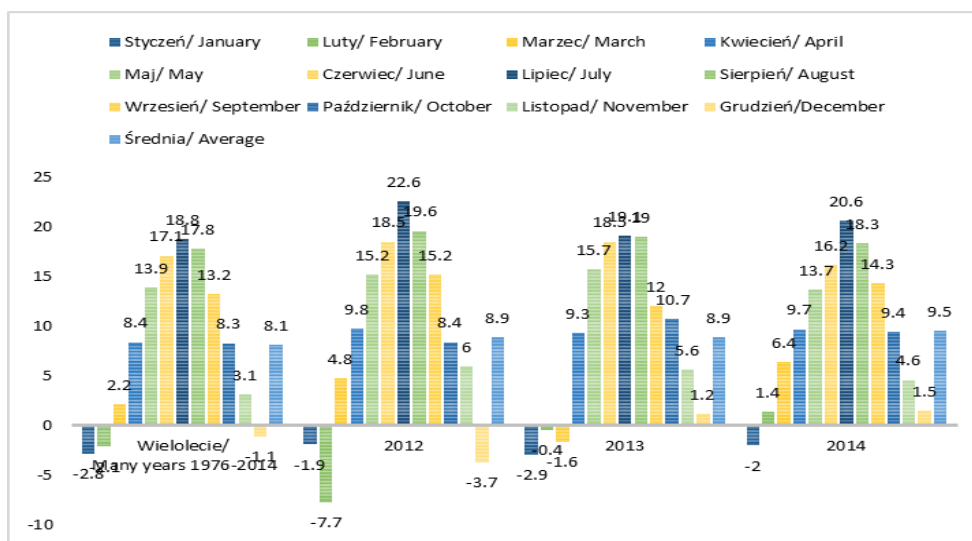
WYNIKI BADAŃ

Analiza wariancji wykazała istotne różnice dla wszystkich badanych czynników, a także istotność interakcji między czynnikami.

Tabela 1. Plon ogólny malin ($t \cdot ha^{-1}$) w zależności od odmiany, wariantu zagęszczenia i lat
 Table 1. Total yield of raspberries ($t \cdot ha^{-1}$) in depending on the cultivar, density variant and years

Lata Years	Wariant zagęszczenia Density variant			Średnia dla odmian Average for cultivars ($t \cdot ha^{-1}$)
	I	II	III	
Polana				
2012	13,41 ^e	13,68 ^f	14,42 ^h	13,84 ^C
2013	14,30 ^g	16,69 ^m	16,34 ^l	15,78 ^D
2014	15,08 ^j	18,45 ^p	15,32 ^k	16,28 ^E
Średnia dla lat ($t \cdot ha^{-1}$) Average for years	14,26^D	16,27^F	15,36^E	15,24
Polka				
2012	10,94 ^b	10,63 ^a	11,29 ^c	10,95 ^A
2013	10,84 ^b	12,47 ^d	10,87 ^b	11,39 ^B
2014	14,68 ⁱ	17,95 ⁿ	18,09 ^o	16,91 ^F
Średnia dla lat ($t \cdot ha^{-1}$) Average for years	12,15^A	13,68^C	13,41^B	13,08
Średnia dla zagęszczenia ($t \cdot ha^{-1}$) Average for density	13,21^C	14,97^D	14,40^D	14,19

Różne litery oznaczają wartości średnie różniące się statystycznie istotnie między sobą.
 Different letters indicate mean values differing statistically among themselves.



Rysunek 1. Średnie miesięczne wartości temperatury ($^{\circ}C$) powietrza w latach 2012–2014 i 1976–2014
 Figure 1. Average monthly air temperature values ($^{\circ}C$) in 2012–2014 and 1976–2014

Tabela 2. Warunki opadów w okresie wegetacji maliny w latach 2012–2014
 Table 2. Precipitation conditions during the raspberry vegetation period in 2012–2014

Miesiąc Month	Suma opadów Total precipitation (mm)			Klasyfikacja miesiąca wg Skowery i Puły [2004] Classification of the month according to Skowera and Puła [2004]		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
IV	31,5	38,5	33,4	dość suchy quite dry	optymalny optimal	dość suchy quite dry
V	55,3	82,8	205	dość suchy quite dry	dość wilgotny quite wet	skrajnie wilgotny extremely wet
VI	79,6	143,5	44,2	optymalny optimal	bardzo wilgotny very wet	suchy dry
VII	33,8	44,4	117,8	bardzo suchy very dry	suchy dry	dość wilgotny quite wet
VIII	62,3	7,0	78,4	dość suchy quite dry	skrajnie suchy extremely dry	optymalny optimal
IX	39,5	60,4	46,4	suchy dry	dość wilgotny quite wet	dość suchy quite dry
X	67,4	4,8	33,8	bardzo wilgotny very wet	skrajnie suchy extremely dry	dość suchy quite dry
Średnia w okresie wegetacji Average during the growing season	369,4	381,4	559	dość suchy quite dry	dość suchy quite dry	dość wilgotny quite wet

Niezależnie od roku badań i stosowanego zagęszczenia plon ogólny odmiany Polana ($15,24 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) był istotnie większy w porównaniu z plonem odmiany Polka ($13,08 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) – tabela 1. Analiza interakcji między latami badań i odmianami pozwala zauważyć odmienną reakcję na warunki atmosferyczne porównywanych odmian. Odmiana Polana okazała się odmianą bardziej „stabilną” pod względem wpływu warunków atmosferycznych na plony, podczas gdy odmiana Polka okazała się bardziej podatna. Odmiana Polka w dość suchym 2014 r. wydała większy plon w porównaniu z odmianą Polana, w pozostałych latach lepiej plonowała odmiana Polana.

Odnotowano także istotne różnice w plonie ogólnym malin dla wszystkich wariantów zagęszczenia łąn (tab. 1). Ogólny plon malin był największy przy zagęszczeniu II ($14,97 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) – redukcja o 40%, niższy przy zagęszczeniu III ($14,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) – redukcja o 70%, a istotnie najmniejszy plon malin odnotowano w ich naturalnym zagęszczeniu

(13,2 t·ha⁻¹). Interakcja między latami badań (warunkami atmosferycznymi) i wariantami zagęszczenia wykazała, że w latach 2013–2014 największy plon uzyskano przy zagęszczeniu II (zredukowanym o 40%), natomiast w 2012 r. przy zagęszczeniu III (redukcja o 70%).

Efekt interakcyjny między odmianami i zagęszczeniami polegał na większym wzroście plonów przy wariantcie II – redukcji o 40%, w odmianie Polana w porównaniu z odmianą Polka, a także większym spadku plonu tejże odmiany przy III wariantcie (redukcji o 70%).

Odnotowano istotne różnice w plonie ogólnym malin w poszczególnych latach (tab. 1). Niezależnie od odmiany i zagęszczenia najwyższy plon malin 16,6 t·ha⁻¹ uzyskano w 2014 r. Rok ten obfitował w opady na poziomie 559 mm (tab. 2) w sezonie wegetacyjnym, tj. o 129 mm więcej niż wynosiła średnia suma opadów z wielolecia. Według klasyfikacji Skowery i Puły [2004] był to rok „dość wilgotny”, a rozkład opadów sprzyjał wzrostowi malin, natomiast poprzednie sezony 2012 i 2013 klasyfikowane były jako „dość suche”. Średnie miesięczne temperatury także korzystnie oddziaływały na plonowanie i jakość malin (rys. 1).

Analizując plony malin między wszystkimi badanymi czynnikami, możemy stwierdzić, że w latach 2012–2013 reakcja odmian na redukcję zagęszczenia była podobna, natomiast w 2014 r. plon odmiany Polka wzrastał wraz ze wzrostem redukcji zagęszczenia do 70%, podczas gdy plon odmiany Polana wzrósł przy 40% redukcji, a następnie znacznie się obniżył przy 70% redukcji (rys. 3). Najwyższy plon (18,45 t·ha⁻¹) zanotowano w 2014 r. w odmianie ‘Polana’ przy zagęszczeniu zredukowanym o 40%.

Analiza wariancji masy pojedynczych owoców malin wykazała istotne różnice dla wszystkich badanych czynników, a także istotność interakcji między czynnikami.

Odnotowano istotne różnice w wielkości pojedynczych owoców w poszczególnych latach (tab. 3). Niezależnie od odmiany i zagęszczenia owoce o największej masie – 4,45 g uzyskano w 2014 r., zaś o najmniejszej w 2012 r. Efekt 2014 r. związany był podobnie jak w przypadku plonu malin ze sprzyjającymi warunkami meteorologicznymi (optymalny rozkład opadów).

Tabela 3. Masa pojedynczych owoców (g) w zależności od odmiany, wariantu zagęszczenia oraz roku badań

Table 3. Single fruit weight (g) depending on the cultivar, density variant and year of research

Badane czynniki Factors studied		2012	2013	2014	Średnia Average
Odmiana Cultivar	Polana	3,54 ^a	3,69 ^b	3,92 ^c	3,72 ^A
	Polka	4,22 ^d	4,38 ^e	4,98 ^f	4,53 ^B
Wariant zagęszczenia Density variant	I	3,43 ^a	3,39 ^a	3,39 ^a	3,41 ^A
	II	3,89 ^b	4,00 ^c	4,70 ^e	4,20 ^B
	III	4,33 ^d	4,72 ^e	5,24 ^f	4,76 ^C
Średnia Average		3,88 ^A	4,04 ^B	4,45 ^C	4,12

Różne litery oznaczają wartości średnie różniące się statystycznie istotnie między sobą
Different letters indicate mean values differing statistically among themselves.

Niezależnie od lat badań i wariantów zagęszczenia masa pojedynczych owoców odmiany Polka (4,53 g) była istotnie większa od masy owoców odmiany Polana (3,72 g) – tabela 3. Odnotowano także istotne różnice w masie owoców malin dla wszystkich wariantów zagęszczenia. Masa pojedynczych owoców była największa przy zagęszczeniu III (4,76 g) – redukcja o 70%, istotnie mniejsza przy zagęszczeniu II (4,20 g) – redukcja o 40%, a najmniejszą masę owoców odnotowano przy naturalnym zagęszczeniu malin (3,41 g) – wariant I.

Tabela 4. Masa pojedynczych owoców (g) w zależności od odmiany, wariantu zagęszczenia i roku badan

Table 4. Single fruit weight (g) depending on the cultivar, density variant and year of research

Lata Years	Wariant zagęszczenia Density variant			Średnia Average
	I	II	III	
Polana				
2012	2,99 ^b	3,64 ^c	3,99 ^f	3,54 ^A
2013	2,82 ^a	3,76 ^d	4,50 ⁱ	3,69 ^B
2014	2,98 ^b	4,15 ^g	4,62 ^j	3,92 ^C
Średnia Average	2,93 ^A	3,85 ^B	4,37 ^D	3,72
Polka				
2012	3,87 ^e	4,14 ^g	4,66 ^j	4,22 ^D
2013	3,96 ^f	4,24 ^h	4,95 ^k	4,38 ^E
2014	3,81 ^{de}	5,62 ^l	5,86 ^m	4,98 ^F
Średnia Average	3,88 ^C	4,54 ^E	5,16 ^F	4,53

Różne litery oznaczają wartości średnie różniące się statystycznie istotnie między sobą.
Different letters indicate mean values differing statistically among themselves

We wszystkich latach badań masa pojedynczych owoców wzrastała wraz ze wzrostem redukcji zagęszczenia, zarówno u odmiany Polana jak i Polka – tabela 4.

Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic dla liczby odgałęzień bocznych w poszczególnych latach i odmianach, natomiast każdy stopień redukcji zagęszczenia pędów w sposób istotny zwiększał liczbę odgałęzień bocznych (tab. 5).

Największy wzrost zanotowano między zagęszczeniem naturalnym a zagęszczeniem zredukowanym o 70%. W odmianie Polana w 2012 r. był to wzrost z 3,1 sztuk w zagęszczeniu naturalnym do 17,2 sztuk (wzrost o 455%) w zagęszczeniu zredukowanym o 70%. W 2013 r. odnotowano wzrost z 3,20 sztuk do 19,8 sztuk (wzrost o 520%), a w 2014 r. odpowiednio z 4,1 sztuk do 20 sztuk (wzrost o 390%).

W odmianie Polka w 2012 r. zanotowano wzrost z 3,6 sztuk w zagęszczeniu naturalnym do 16,6 (wzrost o 370%) w zagęszczeniu zredukowanym o 70%. W 2013 r. był to wzrost o 382% odpowiednio z 3,5 sztuk do 16,6, a w 2014 r. wzrost o 401% z 4,0 sztuk do 19,9.

Tabela 5. Statystyki opisowe dla liczby odgałęzień bocznych (N) względem czynników: rok, odmiana, zagęszczenie
 Table 5. Descriptive statistics for the number of side branches (N) by factors: year, variety, density

Rok Year	Odmiana Cultivar	Wariant zagęszczenia Density variant	N	Mediana	Q25%	Q75%
2012	Polana	I	5	3,1	3,1	3,2
		II	5	11,4	11,3	11,5
		III	5	17,2	17,2	17,2
	Polka	I	5	3,6	3,5	3,6
		II	5	8,8	8,8	8,8
		III	5	16,6	16,6	16,7
2013	Polana	I	5	3,2	3,2	3,2
		II	5	11,8	11,8	11,8
		III	5	19,8	19,6	20,0
	Polka	I	5	3,5	3,4	3,5
		II	5	8,8	8,8	8,8
		III	5	16,6	16,6	16,6
2014	Polana	I	5	4,1	4,1	4,1
		II	5	13,9	13,9	13,9
		III	5	20,0	20,0	20,0
	Polka	I	5	4,0	3,9	4,0
		II	5	13,8	13,8	13,8
		III	5	19,9	19,8	19,9

DYSKUSJA

Malina (*Rubus idaeus* L.) jest jednym z ważniejszych gatunków roślin sadowniczych w klimacie umiarkowanym. Do uprawy malin zachęca producentów duży popyt na owoce deserowe i przeznaczone do przetwórstwa, niezawodność uprawy, a także szybkie wejście krzewów w okres owocowania [Danek 2014].

Niezależnie od odmiany i roku badań największy plon ogólny malin 16,6 t·ha⁻¹ uzyskano w 2014 r. Był to rok obfity w opady deszczu, a ich rozkład sprzyjał rozwojowi i wzrostowi malin. Plon ogólny odmiany Polana (15,24 t·ha⁻¹) był istotnie większy od plonu odmiany Polka (13,08 t·ha⁻¹). Plonowanie odmian Polana i Polka badano wielokrotnie w zależności od różnych zmiennych m.in. przez Mikos-Bielak [2004], Danek [2014], Rolbieckiego i in. [2005] oraz Krawca i Rybczyńskiego [2010]. Mikos-Bielak [2004] największe różnice w plonowaniu stwierdziła u odmiany Polana, której rośliny kontrolne w zależności od warunków pogodowych w latach prowadzonych doświadczeń plonowały na poziomie 8,6–11,52 t·ha⁻¹, natomiast Krawiec i Rybczyński [2010] w swoich badaniach osiągnęli plon odmiany Polana na poziomie 9,52 t·ha⁻¹, a Polka 11,6 t·ha⁻¹. Baranowska i Zarzecka [2014] w swoich badaniach uzyskały plony odmiany Polka 6,25 t·ha⁻¹, natomiast odmiany Polana – 6,1 t·ha⁻¹ [Baranowska i Zarzecka 2013].

Spośród badań innych autorów najwyższy plon odmiany Polana $13,65 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ uzyskali Konopiński i Żuber [2013]. Wyniki uzyskane przez wymienionych autorów są mniejsze w porównaniu z badaniami własnymi. Król i in. [2008] wykazały, że odmiany Polka i Polesie, niezależnie od roku badań, wydawały największy plon wśród odmian jesiennych, dlatego mogą być polecane do uprawy w Polsce.

Na podstawie wyników badań wykazano istotne różnice w plonie ogólnym malin dla wszystkich stopni zagęszczenia łanu. Ogólny plon malin był największy przy zagęszczeniu II (redukcja o 40%) – 24 pędy na 1 m^2 , istotnie mniejszy przy zagęszczeniu III (redukcja o 70%) – 12 pędów na 1 m^2 , a najmniejszy plon malin odnotowano w ich naturalnym zagęszczeniu – 40 pędów na 1 m^2 .

Interakcja między warunkami atmosferycznymi i wariantami zagęszczenia wykazała, że w latach 2013–2014 największy plon uzyskano przy zagęszczeniu II (zredukowanym o 40%), natomiast w 2012 r. przy zagęszczeniu III (redukcja o 70%).

Wielu autorów prac naukowych zgodnie stwierdziło, że plonowanie maliny zależy od zagęszczenia pędów na planacji [Martin i Nelson 1986, Buskene i Uselis 2008]. Qydrvin [1986] uznał za optymalne zagęszczenie 10 sztuk pędów owocujących na metrze bieżącym rzędu. Nes i in. [2008] na podstawie badań wykazali, iż plon z plantacji maliny odmiany Glen Ample wzrastał wraz ze wzrostem zagęszczenia pędów, ale do granicy 10 pędów na metr rzędu. Zdaniem Oliveira i in. [2004, 2007] powyżej pewnej granicy występuje negatywna liniowa korelacja pomiędzy plonem, a liczbą pędów na poletku. W doświadczeniach dla odmiany powtarzającej Autumn Bliss wyżej wymienieni autorzy zastosowali różne zagęszczenia pędów (8, 16, 24 i 32 pędów na metr bieżący rzędu). Przy najmniejszym zagęszczeniu uzyskali największy plon z pędów, najlepsze nasłonecznienie i tempo asymilacji CO_2 . Pozostawiając 16, 24 pędy zanotowali najlepsze plonowanie malin. Podobnie Vanden Heuvel i in. [2000] przy zagęszczeniu 30 pędów na 1 m^2 otrzymali największą wydajność, ponadto stwierdzili, że pędy w systemie V miały znacznie dłuższe boczne pędy w części środkowej niż te rosnące w szpalerze oraz procentowo nieco więcej pąków owocowych w środkowej części pędu, a także tendencję do tworzenia pędów bocznych bardziej licznych i dłuższych w górnej (trzeciej) części pędu głównego. Te zalety dotyczące wzrostu doprowadziły do większego potencjalnego obszaru owocowania w systemie V niż w szpalerze ze względu na większe natężenie światła zarówno dla pędów jednorocznych, jak i dwuletnich we wcześniejszej części sezonu. Dostępność światła jest jednym z ważniejszych czynników warunkujących produktywność roślin. Qydrvin [1986] dowiódł, że nadmierne zagęszczenie pędów prowadzi do spadku plonu w przeliczeniu na jeden pęd oraz może mieć ujemny wpływ na wielkość owoców i wczesność ich dojrzewania.

Niezależnie od lat badań i wariantów zagęszczenia masa pojedynczych owoców odmiany Polka (4,53 g) była istotnie wyższa od masy owoców odmiany Polana (3,72 g). Średnia masa pojedynczych owoców malin wzrastała wraz ze stopniem redukcji zagęszczenia łanu, większym wzrostem masy owoców charakteryzowała się odmiana Polana, w 2013 r. zanotowano wzrost masy pojedynczych owoców o 59,5% pomiędzy zagęszczeniem naturalnym łanu a zredukowanym o 70%. Zdaniem Gwozdeckiego [1996] w warunkach Polski średnia masa 100 owoców malin odmiany Polana wahała się od 300 do 320 g. Mikos-Bielak [2004] z odmiany Polana uzyskała pojedyncze owoce o masie 2,86 g, natomiast Heflebower i in. [2013] – 2,24 g. Grajkowski i Ochman [2007] oraz Heflebower i in. [2013] z odmiany Polka uzyskali owoce o masie 2,62 g.

W warunkach kontrolowanych Sønsteby i Heide [2012] otrzymali owoce o masie 6,2 g, natomiast Zorenc i in. [2017] u odmiany Polka 4,65 g.

Plonowanie malin warunkowane jest jakością pędów. Wysokość uzyskiwanych plonów uzależniona była od długości i średnicy pędów, liczby i siły wzrostu owocujących odgałęzień bocznych, liczby owoców na bocznych pędach owoconośnych i wielkości owoców. Długość bocznych pędów owocujących wzrasta w kierunku od wierzchołka do podstawy pędu, podczas gdy liczba owoców na pędzie zmniejsza się [Sønsteby i Heide 2012].

W trakcie badań nie stwierdzono istotnych różnic dla liczby odgałęzień bocznych dla obu odmian, jak również dla poszczególnych lat. Jednakże każdy stopień redukcji zagęszczenia pędów w łanie malin istotnie zwiększał liczbę odgałęzień bocznych, a tym samym wzrost udziału strefy owocującej w długości pędu malin. Największy wzrost liczby odgałęzień bocznych zanotowano w 2013 r. w odmianie Polana między zagęszczeniem naturalnym a zredukowanym o 70% – wzrost z 3,2 do 19,8 odgałęzień bocznych. Pędy o większej liczbie węzłów są bardziej wydajne. W przypadku niektórych odmian malin występuje w węźle dwa boczne pędy owocujące lub większa ich ilość, co zwiększa znacznie potencjał plonowania. Wielu autorów zgodnie stwierdza, że jedna trzecia długości pędu począwszy od wierzchołka stanowi 55% długości strefy owocującej pędu, zaś połowa długości pędu stanowi 78% długości strefy owocującej pędu [Rebandel i in. 1992]. Według Sønsteby i Heide [2012] najważniejszą cechą wpływającą na wielkość plonu z pędu jest długość bocznych pędów owoconośnych. Sprawdzalność tej cechy jest bardzo wysoka i wynosi 82%.

WNIOSKI

1. Plon ogólny owoców malin zależał istotnie od odmiany, wariantów zagęszczenia oraz warunków pogodowych panujących w latach badań. Plon odmiany Polana był większy o 14,4% w porównaniu z plonem odmiany Polka.

2. Największy plon malin zebrano z wariantu o zagęszczeniu zredukowanym o 40%, a najmniejszy przy naturalnym zagęszczeniu roślin. Plonowaniu najbardziej sprzyjał sezon 2014 r.

3. Stwierdzono interakcję odmian z latami badań i odmian z wariantami zagęszczenia. Odmiana Polana dawała większe plony w latach określonych jako dość suche (2012–2013), natomiast odmiana Polka w dość wilgotnym 2014 r. Efekt interakcyjny wykazał, że najlepsze efekty odnotowano w uprawie odmiany Polka w zagęszczeniu zredukowanym o 40%.

4. Masa pojedynczych owoców odmiany Polka była istotnie większa niż owoców odmiany Polana oraz przy zagęszczeniu zredukowanym o 70%. Owoce o największej masie zebrano w 2014 r., zaś najmniej dorodne w 2012 r.

5. Każdy stopień redukcji zagęszczenia pędów istotnie zwiększał liczbę odgałęzień bocznych, a największy ich wzrost zanotowano w odmianie Polka w 2013 r.

6. Przedstawione rezultaty badań wskazują, iż duże znaczenie w uprawie roślin jagodowych mają warunki pogodowe, które niejednokrotnie w większym stopniu wpływają na plonowanie niż czynniki agrotechniczne.

7. Wprowadzenie redukcji zagęszczenia pędów malin w rzędach może być alternatywą dla plantacji malin deserowych bez konieczności stosowania osłon czy tuneli.

PIŚMIENNICTWO

- Baranowska A., Zarzecka K., 2013. Opłacalność produkcji malin odmiany Polana. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 53(2), 235–239.
- Baranowska A., Zarzecka K., 2014. Koszty uprawy malin odmiany Polesie. *Rocz. Nauk. Stow. Ekon. Agrobiz.* 16(6), 15–19. Bernaciak M., Bil W., Dyguś Sz., Figiel-Kroczyńska M., Krupa-Małkiewicz M., Ochmian I., 2020. Plonowanie i jakość owoców dwóch polskich odmian maliny (*Rubus idaeus* L.) po dolistnym zastosowaniu biostymulatorów. W: *Nauki przyrodnicze – flora i fauna. Seria: Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce*. Poznań, 26–34.
- Bieniasz M., 2015. Nowe technologie w uprawie roślin jagodowych. W: J. Schönthaler (red.), *Nowe możliwości w produkcji owoców miękkich*. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu, 5–7.
- Buskene L., Uselis N., 2008. The influence of nitro gen and potassium fertilizers on the growth and field of raspberries cv. ‘Polana’. *Agron. Res.* 6, 27–35.
- Ciebień M., Rachoń L., 2021. Warunki meteorologiczne Padołu Zamojskiego i ich wpływ na straty plonu maliny (*Rubus idaeus* L.) odmian powtarzających owocowanie w zależności od zagęszczenia roślin. *Agronomy Science*, vol. LXXVI (1), 49,66 doi.org/10.24326as.2021.1.4.
- Danek J., 2014. *Uprawa maliny i jeżyny*. Wyd. Hortpress, Warszawa.
- Felke M.J., 2001. The role of fruit in the diet. *J. Environ. Radioact.* 52(2–3), 147–157. [https://doi.org/10.1016/s0265-931x\(00\)00030-8](https://doi.org/10.1016/s0265-931x(00)00030-8)
- Grajkowski J., Ochmian I., 2007. Influence of three biostimulants on yielding and fruit quality of three primocane raspberry cultivars. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 6(2), 29–36.
- Grzebyk M., Kryński Z., 2011. Konkurencja i konkurencyjność przedsiębiorstw. Ujęcie teoretyczne. *Zesz. Nauk. Uniw. Rzesz.* 20, 107–118.
- Gwozdecki J., 1996. Malina i jeżyna. *Zesz. Pomologiczne, Skierniewice*, 5–9. Heflebower R., Hunter B., Olsen S., Black B., Alston D., Lindstrom T., 2013. A comparison of 10 fall bearing raspberry cultivars for northern Utah. *Horticulture*, 01.
- Krawiec P., Rybczyński R., 2010. Efektywność fertygacji w malinach odmian powtarzających. *Acta Agrophys.* 16(2), 347–358.
- Król K., Orzeł A., Jagła J., 2008. Ocena dwudziestu odmian maliny i jeżyny w warunkach Polski południowej. *Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac. Skiern.* 16, 125–134.
- Konopiński M., Żuber S., 2013. Response of raspberry (*Rubus idaeus* L.) on soil mulching and foliar nutrition with manganese. *Mod. Phytomorphol.* 3, 119–124. <https://doi.org/10.5281/zenodo.162000>
- Martin L.W., Nelson E., 1986. Effects of between-row spacing and training method on yield and plant characteristics of mechanically harvested ‘Meeker’ red raspberry. *Acta Hort.* 183, 167–170. <https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.1986.183.24>
- Mikos-Bielak M., 2004. Bioregulacja plonowania i chemicznej jakości plonu malin jako efekt zastosowania Asahi. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sec. E, Agricultura* 59(3), 1471–1479.
- Nes A., Hageberg B., Haslestad J., Hagelund R., 2008. Influence of cane density and height on productivity and performance of redraspberry (*Rubus idaeus* L.) cultivar ‘Glen Ample’. *Acta Hort.* 777, 231–235. <https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2008.777.34>
- Nosecka B. (red.), 2012. Czynniki konkurencyjności sektora rolno-spożywczego we współczesnym świecie. Program Wieloletni 2011–2014. Raport nr 54. IERiGŻ–PIB, Warszawa.
- Oliveira P.B., Oliveira C.M., Monteiro A.A., 2004. Pruning date and cane density affect primocane development and yield of ‘Autumn Bliss’ red raspberry. *HortScience* 39(3), 520–524.
- Oliveira P.B., Silva M.J., Ferreira R.B., Oliveira C.M., Monteiro A.A., 2007. Dry matter partitioning, carbohydrate composition, protein reserves and fruiting in ‘Autumn Bliss’ red raspberry vary in response to pruning date and cane density. *HortScience* 42, 77–82.
- Qydvin J., 1986. The Gjerde method for training raspberry. Effect of increasing cane number and cane height. *Acta Hort.* 183, 173–174.

- Paszko D., Krawiec P., Pawlak J., Wróblewska W., 2017. Ocena kosztów i opłacalności produkcji maliny pod osłonami w kontekście budowania przewagi konkurencyjnej na przykładzie wybranego gospodarstwa. *Rocz. Nauk. Stow. Ekon. Roln.* 19(3), 218–223.
- Rebandel Z., Przypiecka M., Cofta H., 1992. Wpływ nawadniania na wzrost i plonowanie maliny odmiany Norna. *Pr. Inst. Sad. Ser. C.* 115–116(3–4), 69–70.
- Rolbiecki S., Rolbiecki R., Rzekanowski C., 2005. Nawadnianie jako czynnik przeciwdziałającym skutkom posuch w uprawie maliny na glebie piaszczystej. *Woda, Śr., Obsz. Wiej.* 5(14), 243–260.
- Skowera B., Puła J., 2004. Skrajne warunki pluwiotermiczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971-2000. *Acta Agroph.* 3(1), 171-177.
- Sønsteby A., Heide O.M., 2012. Effects of photoperiod and temperature on growth, flowering and fruit yield in annual-fruited red raspberry cultivars (*Rubus idaeus* L.). *Europ. J. Hort. Sci.* 77(3), 97–108.
- Szewczuk Cz., Sugier D., Sugier P., 2006. Możliwość uprawy roślin przemysłowych w regionie zamojskim z uwzględnieniem warunków siedliskowych. *Acta Agrophys.* 8(2), 489–499.
- Vanden Heuvel J.V., Proctor J., Sullivan J.A., 2000. Trellising system and cane density affect yield and fruit quality of red raspberry. *Hortscience* 35(7), 1215–1219. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.7.1215>
- Waśkiewicz A., 2010. Jakość żywienia i poziom wiedzy zdrowotnej u młodych Polaków – badania WOBASZ. *Probl. Hig. Epidemiol.* 91(2), 233–237.
- Woś A., 2001. Konkurencyjność wewnętrzna rolnictwa. IERiGŻ, Warszawa.
- Zorenc Z., Verberic R., Koron D., Mikulic- Petkovsek M., 2017. Impact of raspberry (*Rubus idaeus* L.) primocane tipping on fruit yield and quality. *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoka* 45(2), 417–424. <https://doi.org/10.15835/nbha45210876>

Źródło finansowania: Praca wykonana w ramach projektu Młodzi Naukowcy UP w Lublinie RKS/MN/21.

Summary. In this study, an evaluation of the yielding of raspberry of the Polka and Polana cultivars, depending on the density variants, was performed. The analysis covered the following parameters: total fruit yield in kg per plot with an area of 5 m² in 2012–2014, average weight of single fruits (g), main shoot fruiting side branches. The experiment was established using the random block method. The experiment objects were 2 cultivars Polka and Polana cultivated in 3 variants of density: I – raspberry in natural density, II – raspberry with density reduced by 40%, III – raspberry with density reduced by 70%. Significant differences were found in the total yield of raspberries in individual years for all levels of compaction. The overall yield of raspberries was the highest at compaction II (14.97 t·ha⁻¹) – reduction by 40%, significantly lower at compaction III (14.40 t·ha⁻¹) – reduction by 70%, and the lowest yield of raspberries was recorded in their natural compaction (13.21 t·ha⁻¹). Regardless of the density – on average in three years – the Polana cultivar yielded higher. The year 2014 turned out to be the most favorable for the raspberry yield. The weight of single raspberry fruits was the highest at the reduced compaction by 70% and the lowest for natural compaction. Each degree of reduction of shoots density significantly increased the number of side branches.

Key words: repeated fruiting raspberry, yield, density

Otrzymano/Received: 07.03.2022
Zaakceptowano/Accepted: 16.03.2023
Opublikowano/Published: 26.09.2023