



¹Agrotex Przemysław Adamowicz
e-mail: ciebien.marcin@interia.eu

²Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa
Wydział Agrobiotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20–950 Lublin

MARCIN CIEBIEŃ¹, LESZEK RACHOŃ² 

Warunki meteorologiczne Padółu Zamojskiego i ich wpływ na straty plonu maliny (*Rubus idaeus* L.) odmian powtarzających owocowanie w zależności od zagęszczenia roślin

Meteorological conditions of Padół Zamojski and their impact
on the yield losses of raspberry (*Rubus idaeus* L.) varieties repeating fruiting
depending on plant density

Streszczenie. W niniejszej pracy, w ramach badań wpływu warunków meteorologicznych na plonowanie maliny, określono wpływ ilościowy warunków termicznych oraz opadowych Padółu Zamojskiego na straty w plonie maliny ‘Polka’ i ‘Polana’ w latach 2012–2014. Warunki termiczne w okresie badań określono na podstawie średniej, maksymalnej i minimalnej temperatury powietrza oraz średniej temperatury powietrza z wielolecia 1976–2014 z Zamościa. Warunki opadowo-termiczne w czasie badań określono na podstawie miesięcznych sum opadów, średnich temperatur powietrza, różnic pomiędzy sumą opadów a średnią sumą opadów z wielolecia 1966–2014 w Zamościu. Do analizy strat w plonie maliny spowodowanych niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi, konieczne było przeprowadzenie pomiarów osobno dla odmian i wariantów zagęszczenia analizy plonowania. Powyższa metoda obejmowała parametry: plon ogółem owoców, straty w plonie z podziałem na ich przyczynę (z oznakami poparzenia słonecznego, bez turgoru wskutek suszy, zniszczone przez kilkunastodniowe opady deszczu powiązane z silnym wiatrem, porażone szarą pleśnią). Średni procent strat w plonie malin charakteryzował się istotnymi różnicami w poszczególnych latach. Największy średni procent strat odnotowano w 2013 r. (13,74%). Odmiana ‘Polka’ miała istotnie większy procent strat. Zmniejszały się one istotnie przy każdej redukcji zagęszczenia. Największe straty spowodowane były długotrwałymi opadami deszczu połączonymi z silnym wiatrem, czego efektem było rozcieranie dojrzałych owoców.

Słowa kluczowe: plon, straty, malina powtarzająca owocowanie, warunki meteorologiczne, redukcja zagęszczenia

WSTĘP

Pomiary temperatury powietrza prowadzone są od ponad dwóch stuleci. Największe i najistotniejsze zmiany temperatury powietrza zachodzą z reguły w przygruntowej warstwie powietrza od 0 do 150–200 cm nad gruntem. Informacje o średnich i ekstremalnych temperaturach powietrza w ww. warstwie są istotne ze względu na plonowanie i prognozowanie plonów roślin uprawnych (uprawy rolnicze, ogrodnicze i przemysłowe, gospodarka leśna), ponieważ ich główna masa znajduje się w tej warstwie. Z tego względu analiza warunków termicznych panujących w przygruntowej warstwie powietrza może mieć istotne znaczenie praktyczne [Kołodziej i in. 1985, Skiba i in. 2009].

Malina jest krzewem owocowym szeroko rozpowszechnionym w strefie klimatu umiarkowanego. Znakomicie nadaje się do uprawy w ogrodach i na plantacjach. Uprawa maliny czerwonej jest bardzo powszechna w Europie. Obejmuje obszar od Szkocji i Norwegii na północy, po Włochy i kraje byłej Jugosławii na południu. W Polsce regiony uprawy zmieniały się często. W ostatnich latach największy i najbardziej dynamiczny pod względem powierzchni uprawy jest region lubelski [Ciebień 2014]. Na tym obszarze malina jest uprawiana na dobrych glebach lessowych, o korzystnych właściwościach fizycznych, które sprawiają, że roślina nie cierpi na nadmiar wody po wiosennych roztopach i wolniej niż na słabszych glebach odczuwa jej niedobór [Smolarz 1996].

Celem niniejszego opracowania jest ocena wpływu warunków termicznych, opadowych oraz wilgotnościowych na straty w plonie przy zróżnicowanym zagęszczeniu plantacji maliny.

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 około 230 m n.p.m. o współrzędnych $\varphi = 50^{\circ}74'$ szerokości geograficznej i $\gamma = 22^{\circ}98'$ długości geograficznej. Wieś jest położona w północno-wschodniej części gminy Sulów, nad rzeką Wieprz, w obrębie Padołu Zamojskiego.

Obiekty badawcze znajdują 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; procentowa zawartość węgla organicznego (metoda I.W. Tiurina): 0,76; procentowa zawartość substancji próchnicznych (metoda I.W. Tiurina): 1,31; skład mechaniczny: piasek 3%, pył 58%, części spławiane 38%. Analizy gleby wykonane zostały 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 Sulów 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. 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 o zagęszczeniu zredukowanym o 40% (120 pędów na poletku),
- III – malina o 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 walka ze szkodnikami, prowadzono jednakowo dla obu odmian zgodnie z zaleceniami dla plantacji produkcyjnych. Ochrona przed chorobami grzybowymi została zredukowana do trzech zabiegów, dwa wykonano wiosną (Mythos 300 SC w dawce $1,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz 14 dni później Rovral Aquaflo 500 SC w dawce $1,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$), a trzeci jesienią po wywiezieniu ściętych roślin (Teldor 500 SC w dawce $1,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$). W okresie wegetacji bezpośrednio na poletkach prowadzono pomiary elementów meteorologicznych na wysokości 2 m przy pomocy profesjonalnej, automatycznej stacji meteorologicznej Davis Vantage Pro 2. Dzięki nim określono warunki termiczne na podstawie średniej, maksymalnej i minimalnej temperatury powietrza, które kolejno porównano ze średnią temperaturą powietrza z wielolecia 1976–2014 z Zamościa (dane z Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Szymona Szymonowica w Zamościu). Ponadto ważnym parametrem charakteryzującym warunki termiczne są dni charakterystyczne: dni bardzo mroźne $T_{\text{max}} \leq -10^{\circ}\text{C}$; dni mroźne $T_{\text{max}} < 0^{\circ}\text{C}$; dni przymrozkowe $T_{\text{min}} < 0^{\circ}\text{C}$; dni gorące $T_{\text{max}} \geq 25^{\circ}\text{C}$; dni upalne $T_{\text{max}} \geq 30^{\circ}\text{C}$ [Lorenc 2005].

Warunki opadowe w okresie badań scharakteryzowano na podstawie miesięcznych sum opadów (od kwietnia do października). Dodatkowo określono liczbę dni z opadem w poszczególnych miesiącach, stosując kryterium Olechnowicz-Bobrowskiej [1970]:

klasy opadu (mm)	dni z opadem
0,1–1,0	bardzo słabym
1,1–5,0	słabym
5,1–10,0	umiarkowanym
10,1–20,0	umiarkowanie silnym
20,1–30,0	silnym
>30,1	bardzo silnym.

Warunki opadowo-termiczne w czasie badań określono na podstawie zebranych pomiarów bezpośrednio na plantacji, miesięcznych sum opadów, średnich temperatur powietrza, różnic pomiędzy sumą opadów a średnią sumą opadów z wielolecia 1966–2014 w Zamościu (dane z Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Szymona Szymonowica w Zamościu), a także za pomocą klasyfikacji pluwiotermicznej wg Skowery i Puły [2004], z wykorzystaniem współczynnika hydrotermicznego Sielanianowa w postaci: $k = P / 0,1 \Sigma t$ gdzie: P – suma miesięcznych opadów atmosferycznych w mm, Σt – miesięczna suma temperatur powietrza $> 0^{\circ}\text{C}$.

W pracy wykorzystano podział na 10 klas wartości współczynnika k, umożliwiającą wyodrębnienie zarówno warunków ekstremalnie suchych, jak i ekstremalnie wilgotnych: skrajnie suchy (ss) $k \leq 0,4$; bardzo suchy (bs) $0,4 < k \leq 0,7$; suchy (s) $0,7 < k \leq 1,0$; dość suchy (ds) $1,0 < k \leq 1,3$; optymalny (o) $1,3 < k \leq 1,6$; dość wilgotny (dw) $1,6 < k \leq 2,0$; wilgotny (w) $2,0 < k \leq 2,5$; bardzo wilgotny (bw) $2,5 < k \leq 2,5$; skrajnie wilgotny (sw) $k > 3,0$.

W celu analizy strat w plonie maliny spowodowanych niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi konieczne było przeprowadzenie pomiarów osobno dla odmian i wariantów zagęszczenia analizy plonowania.



Rys. 1. Zniszczone owoce na skutek długotrwałych opadów powiązanych z porywami wiatru
Fig. 1. Damaged fruit as a result of long-term rainfall related to gusts of wind



Rys. 2. Owoce maliny z widocznymi oznakami poparzenia słonecznego
Fig. 2. Raspberry fruits with visible signs of sunburn

Powyższa metoda obejmowała parametry: plon ogółem owoców (w kg) z poletka o powierzchni 5 m², plon handlowy owoców (w kg) z poletka o powierzchni 5 m² i straty w plonie – w trakcie każdego zbioru oddzielnie zbierano owoce (z oznakami poparzenia słonecznego, bez turgoru wskutek suszy, zniszczone przez kilkudniowe opady deszczu połączone z porywami wiatru, porażone szarą pleśnią).

Tak zebrane dane poddano analizie statystycznej przy pomocy programu Statistica. Zastosowano analizę wariancji trójczynnika z uwzględnieniem badań interakcji pomiędzy czynnikami, aby wykazać istotne różnice pomiędzy plonem oraz stratami w plonie w zależności od odmiany, stopnia zagęszczenia i lat badań. Założono próg istotności $\alpha = 0,05$. 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 Browna-Forsythe'a, których wyniki nie odrzuciły założonych hipotez. Testem Tukeya zbadano istotność różnic dla porównań parami pomiędzy poszczególnymi grupami.

Ze względu na istotnie odchylenia od rozkładu normalnego zmiennej wyrażającej średnie straty w plonie spowodowane poparzeniami słonecznymi, suszą, długotrwałym deszczem z porywami wiatru, szarą pleśnią analizę statystyczną dla tych cech oparto na miarach pozycyjnych: medianie, kwartylach (Q25%, Q75%) oraz testach nieparametrycznych (test ANOVA Kruskala-Wallisa).

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W okresie badań (2012–2014) najcieplejszy okazał się rok 2014 ze średnią temperaturą powietrza $9,5^{\circ}\text{C}$ wyższą o $1,4^{\circ}\text{C}$ od średniej z wielolecia 1976–2014. W latach 2012 i 2013 średnia temperatura powietrza wynosiła $8,9^{\circ}\text{C}$ i również była wyższa od średniej z wielolecia o $0,4^{\circ}\text{C}$. W 2012 r. zanotowano zarówno najniższą ($-7,7^{\circ}\text{C}$ w lutym), jak i najwyższą ($22,6^{\circ}\text{C}$ w lipcu) średnią miesięczną temperaturę powietrza w całym badanym okresie, przez co osiągnął on największą amplitudę roczną temperatury wynoszącą aż $30,3^{\circ}\text{C}$. Najmniejszą amplitudą charakteryzował się rok 2013, wynosiła ona 22°C (tab. 1).

Wzrost temperatury powietrza w badanym okresie w porównaniu ze średnią z wielolecia wystąpił niemalże w całym okresie badawczym. Spadek temperatury powietrza odnotowano w nielicznych miesiącach, w 2012 r.: luty i grudzień; w 2013 r.: styczeń, marzec i wrzesień; w 2014 r.: maj i czerwiec. Największy wzrost o $4,2^{\circ}\text{C}$ obserwowano w marcu 2014 r., natomiast największy spadek o $5,6^{\circ}\text{C}$ był w lutym 2012 r. (tab. 1).

Dużą zmienność warunków termicznych na badanym terenie potwierdzają także dni z określonymi wartościami progowymi temperatury powietrza – dni charakterystyczne. W przebiegu rocznym dni bardzo mroźne występują w styczniu i lutym. W badanym okresie najwięcej dni bardzo mroźnych (aż 14) zanotowano w 2012 r. Dla porównania w 2013 r. nie zanotowano dni z temperaturą maksymalną poniżej -10°C , natomiast w 2014 r. odnotowano tylko 3 (tab. 2). Dni mroźne występowały od grudnia do marca i również najwięcej było ich w 2012 r. Dni przymrozkowe charakteryzują się długim okresem występowania, w badanym okresie pierwsze przymrozki (pomiaru na wysokości 2 m) pojawiły się już we wrześniu, a kończyły się w kwietniu.

Dni gorące występowały w okresie od kwietnia do października, z największą ich liczbą w lipcu, a dni upalne od maja do września (maksimum również w lipcu). Dni z temperaturą powietrza powyżej 25°C najwięcej było w 2012 r. (98 dni), a najmniej w 2014 r. (zaledwie 46 dni). Z dniami upalnymi było podobnie, w 2012 r. temperatura powyżej 30°C pojawiły się w ciągu 48 dni, w 2014 r. – zaledwie 11 dni (tab. 2).

Tabela 1. Średnie miesięczne wartości temperatury powietrza w latach 2012–2014
 Table 1. Average monthly air temperature values in 2012–2014

Miesiąc Month	2012		2013		2014		Wielolecie Many years 1976–2014
	średnia average	różnica od wielolecia difference from a multi-year period	średnia average	różnica od wielolecia difference from a multi-year period	średnia average	różnica od wielolecia difference from a multi-year period	średnia average
Styczeń January	-1,9	+0,9	-2,9	-0,1	-2,0	+0,8	-2,8
Luty February	-7,7	-5,6	-0,4	+1,7	1,4	+3,5	-2,1
Marzec March	4,8	+2,6	-1,6	-3,8	6,4	+4,2	2,2
Kwiecień April	9,8	+1,4	9,3	+0,9	9,7	+1,3	8,4
Maj May	15,2	+1,3	15,7	+1,8	13,7	-0,2	13,9
Czerwiec June	18,5	+1,4	18,5	+1,4	16,2	-0,9	17,1
Lipiec July	22,6	+3,8	19,1	+0,3	20,6	+1,8	18,8
Sierpień August	19,6	+1,8	19,0	+1,2	18,3	+0,5	17,8
Wrzesień September	15,2	+2,0	12,0	-1,2	14,3	+1,1	13,2
Październik October	8,4	+0,1	10,7	+2,4	9,4	+1,1	8,3
Listopad November	6,0	+2,9	5,6	+2,5	4,6	+1,5	3,1
Grudzień December	-3,7	-2,6	1,2	+2,3	1,5	+2,6	-1,1
Średnia Average	8,9	+0,8	8,9	+0,8	9,5	+1,4	8,1

Podsumowując, rok 2012 odznaczał się największymi odchyleniami temperatury powietrza od normy w ujęciu miesięcznym. Ponadto był to rok z największą liczbą dni bardzo mroźnych, mroźnych, gorących i upalnych w porównaniu z latami 2013 i 2014.

Przeprowadzone doświadczenie zlokalizowane było na obszarze charakteryzującym się średnią sumą opadów wynoszącą 572 mm. Opad jest w czasie i przestrzeni zmiennym elementem meteorologicznym w naszych warunkach klimatycznych, stąd też nawet sąsiednie lata mogą się istotnie różnić wielkością zmierzonych sum. W analizowanym

Tabela 2. Liczba dni charakterystycznych pod względem termicznym w poszczególnych miesiącach w latach 2012–2014

Table 2. Number of thermal days in individual months in 2012–2014

Thermal characteristic of day	Styczeń January	Luty February	Marzec March	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	Październik October	Listopad November	Grudzień December	Suma Total
2012													
Bardzo mroźne Very frosty	5	9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	14
Mroźne Frosty	11	18	2	–	–	–	–	–	–	–	–	18	49
Przymrozkowe Frost	23	25	12	4	–	–	–	–	1	10	6	26	107
Gorące Hot	–	–	–	4	12	16	28	22	15	1	–	–	98
Upalne Very hot	–	–	–	–	2	10	19	13	4	–	–	–	48
2013													
Bardzo mroźne Very frosty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
Mroźne Frosty	16	7	12	–	–	–	–	–	–	–	1	3	39
Przymrozkowe Frost	25	21	25	6	–	–	–	–	1	2	7	22	109
Gorące Hot	–	–	–	2	8	13	16	17	–	–	–	–	56
Upalne Very Hot	–	–	–	–	1	3	17	–	–	–	–	–	21
2014													
Bardzo mroźne Very frosty	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3
Mroźne Frosty	13	4	–	–	–	–	–	–	–	–	4	10	31
Przymrozkowe Frost	21	20	7	2	–	–	–	–	–	8	8	19	85
Gorące Hot	–	–	–	–	5	5	21	11	4	–	–	–	46
Upalne Very hot	–	–	–	–	–	1	4	6	–	–	–	–	11

okresie (2012–2014) najsuchszy sezon wegetacyjny wystąpił w 2012 r. z sumą opadów 369,4 mm – mniejszą o 60,6 mm w porównaniu ze średnią sumą opadów z wielolecia 1966–2014 w Zamościu. Natomiast najbardziej zasobny w opady był sezon w 2014 r., kiedy to spadło aż 559 mm deszczu, tj. o 129 mm więcej niż wynosi średnia suma opadów z wielolecia (tab. 3).

W badanym okresie największe sumy opadów wystąpiły w maju 2014 r. (205 mm), natomiast najmniejsze w październiku (4,8 mm) i sierpniu (7,0 mm) 2013 r. W ujęciu dobowych sum opadów maksymalny opad wynoszący 66,6 mm zmierzono 16 maja 2014 r.

Tabela 3. Warunki opadowe w okresie wegetacji maliny w latach 2012–2014
Table 3. Precipitation conditions during the raspberry vegetation period in 2012–2014

Miesiąc Month	Suma opadów Total precipitation (mm)	Różnica pomiędzy sumą miesięczną a sumą z wielolecia The difference between the monthly sum and the multiannual sum (mm)	Wskaźnik Sielianinowa Sielianinov index	Klasyfikacja miesiąca wg Skowery i Puły [2004] Classification of the month according to Skowera and Puła [2004]
2012				
IV	31,5	-11,8	1,07	dość suchy/ quite dry
V	55,3	-9,1	1,17	dość suchy/ quite dry
VI	79,6	+4,0	1,43	optymalny/ optimal
VII	33,8	-52,5	0,48	bardzo suchy/ very dry
VIII	62,3	+2,3	1,02	dość suchy/ quite dry
IX	39,5	-19,3	0,86	suchy/ dry
X	67,4	+25,8	2,64	bardzo wilgotny/ very wet
Suma Total	369,4	-60,6	1,1	dość suchy/ quite dry
2013				
IV	38,5	-4,8	1,4	optymalny/ optimal
V	82,8	+18,4	1,7	dość wilgotny/ quite wet
VI	143,5	+67,9	2,6	bardzo wilgotny/ very wet
VII	44,4	-41,9	0,7	suchy/ dry
VIII	7,0	-53,0	0,1	skrajnie suchy/ extremely dry
IX	60,4	+1,6	1,7	dość wilgotny/ quite wet
X	4,8	-36,8	0,2	skrajnie suchy/ extremely dry
Suma Total	381,4	-48,6	1,2	dość suchy/ quite dry
2014				
IV	33,4	-9,9	1,2	dość suchy/ quite dry
V	205	+140,6	4,8	skrajnie wilgotny/ extremely wet
VI	44,2	-31,4	0,9	suchy/ dry
VII	117,8	+31,5	1,8	dość wilgotny/ quite wet
VIII	78,4	+18,4	1,4	optymalny/ optimal
IX	46,4	-12,4	1,1	dość suchy/ quite dry
X	33,8	-7,8	1,2	dość suchy/ quite dry
Suma Total	559	+129	1,8	dość wilgotny/ quite wet

Tabela 4. Liczba dni z opadem w latach 2012–2014
 Table 4. Number of days with precipitation in 2012–2014

Opad Precipitation	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	Październik October	Suma Total
2012								
≥0,1 mm	15	12	13	14	2	7	17	80
Bardzo słaby/ Very weak	7	3	1	3	–	–	7	21
Słaby/ Weak	7	5	5	10	–	3	7	37
Umiarkowany/ Moderate	1	3	4	1	–	3	–	12
Umiarkowanie silny/ Moderately strong	–	–	3	–	–	1	3	7
Silny/ Strong	–	1	–	–	1	–	–	2
Bardzo silny/ Very strong	–	–	–	–	1	–	–	1
2013								
≥0,1 mm	12	13	16	9	6	17	12	85
Bardzo słaby/ Very weak	4	4	3	4	3	5	11	34
Słaby / Weak	7	3	5	3	3	9	1	31
Umiarkowany/ Moderate	–	3	3	1	–	2	–	9
Umiarkowanie silny/ Moderately strong	1	2	4	–	–	1	–	8
Silny/ Strong	–	1	–	1	–	–	–	2
Bardzo silny/ Very strong	–	–	1	–	–	–	–	1
2014								
≥0,1 mm	14	19	12	11	21	13	11	101
Bardzo słaby/ Very weak	6	7	4	1	9	8	7	42
Słaby / Weak	7	4	5	3	5	3	2	29
Umiarkowany/ Moderate	–	3	2	5	5	1	1	17
Umiarkowanie silny/ Moderately strong	1	2	1	–	2	–	1	7
Silny/ Strong	–	1	–	1	–	1	–	3
Bardzo silny/ Very strong	–	2	–	1	–	–	–	3

W przypadku opadów atmosferycznych ważna jest nie tylko ich suma, ale także rozkład w czasie. W rozkładzie miesięcznych sum opadów porównanych ze średnią sumą z wielolecia w regionie zamojskim największa różnica wystąpiła w lipcu: $-52,5$ mm. Analogicznie w 2013 r. w czerwcu było więcej opadów o $67,9$ mm, a w lipcu i sierpniu mniej odpowiednio o $41,9$ mm i $53,0$ mm. Z kolei w 2014 r. w maju suma opadów była o 146 mm wyższa niż w tym samym miesiącu w wieloleciu (tab. 3).

Według klasyfikacji pluwiotermicznej Skowery i Puły [2004], okres wegetacyjny 2012 r. i 2013 r. były sklasyfikowane jako „dość suche”. Natomiast okres wegetacyjny w 2014 r. zaliczony został jako „dość wilgotny”, co związane było z wystąpieniem w maju i lipcu obfitych opadów (tab. 3).

Biorąc pod uwagę liczbę dni z opadem, należy stwierdzić, że w badanym okresie największą liczbę dni z opadem zanotowano w sierpniu 2014 r., a najmniejszą w sierpniu 2012 r. (tab. 4).

Analizując liczbę dni z opadem wg kryterium Olechnowicz-Bobrowskiej [1970], stwierdzono, że najmniejszą liczbą dni z opadem charakteryzował się okres badawczy w 2012 r., opad deszczu zanotowano w 80 dniach na 214 dni okresu wegetacyjnego maliny. Natomiast największą liczbą dni z opadem (101 dni) charakteryzował się 2014 r.

Dni z opadem bardzo słabym było najczęściej (42) w 2014 r., z kolei najmniej (21) w 2012 r. Dni z opadem słabym przeważały w okresie badawczym 2012 r., natomiast dni z opadem umiarkowanym przeważały w 2014 r.

W okresach badawczym w 2012 i 2013 r. wystąpiły dwa dni z opadem silnym, a w 2014 r. trzy takie dni. Opady bardzo silne (>30 mm na dobę) w okresie badawczym w 2014 r. wystąpiły trzykrotnie, w dwóch pozostałych latach zanotowano je tylko po jednym razie (tab. 4).

Odnotowano istotne różnice w plonie ogólnym malin w poszczególnych latach (tab. 5). Niezależnie od odmiany i zagęszczenia najwyższy plon malin $24,90$ kg z poletka 5 m² ($16,6$ t·ha⁻¹) uzyskano w 2014 r. Rok ten obfitował w opady o wysokości 559 mm w sezonie wegetacyjnym, tj. o 129 mm więcej niż wynosiła średnia suma opadów z wielolecia.

Tabela 5. Plon ogólny malin (w kg z poletka) w zależności od odmiany, wariantu zagęszczenia oraz lat badań [źródło: opracowanie własne na podstawie programu Statistica]
Table 5. Total yield of raspberries (in kg per plot) depending on the variety, density variant and years of research

Badane czynniki Factors		2012	2013	2014	Średnia Average
Odmiany Varieties	‘Polana’	20,75 ^c	23,68 ^d	24,43 ^c	22,95^B
	‘Polka’	16,43 ^a	17,09 ^b	25,36 ^f	19,63^A
Zagęszczenie Density	I	18,26 ^a	18,85 ^b	22,32 ^f	19,81^A
	II	18,23 ^a	21,86 ^c	27,30 ^h	22,46^C
	III	19,29 ^c	20,44 ^d	25,06 ^g	21,63^B
Średnia Average		18,59^A	20,38^B	24,90^C	21,30

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

Niezależnie od roku badania i stosowanego zagęszczenia plon ogólny odmiany ‘Polana’ (22,95 kg) był istotnie wyższy w porównaniu z plonem odmiany ‘Polka’ (19,63 kg). Odmiana ‘Polana’ okazała się mieć plony bardziej odporne na wpływ warunków atmosferycznych, podczas gdy ‘Polka’ – bardziej podatne. Odmiana ‘Polka’ w 2014 r. określaną jako „dość mokry” wydała wyższy plon w porównaniu z odmianą ‘Polana’, w pozostałych latach wyżej plonowała odmiana ‘Polana’.

Straty w plonie stanowiły owoce niedopuszczone do sprzedaży. Mogą one wynikać z deformacji lub uszkodzenia owoców na skutek niekorzystnych warunków meteorologicznych.

Straty w plonie ogółem stanowią o plonie handlowym, im większe straty, tym niższy plon handlowy.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ badanych czynników na straty w plonach, a także istotność interakcji między czynnikami. Odnotowano istotne różnice w stratach plonu malin w poszczególnych latach, niezależnie od odmiany i wariantu zagęszczenia. Najmniejsze straty miały miejsce w 2012 r. (4,74%), zaś największe w 2013 r. (13,74%) – tabela 6. Istotnie większy procent strat zaobserwowano w odmianie ‘Polka’ – 9,79% (niezależnie od roku badania i wariantu zagęszczenia).

Tabela 6. Procentowe straty w plonach malin w zależności od odmiany, wariantu zagęszczenia oraz lat badań [źródło: opracowanie własne na podstawie programu Statistica]

Table 6. Percentage losses in raspberry yields depending on the variety, density variant and years of research

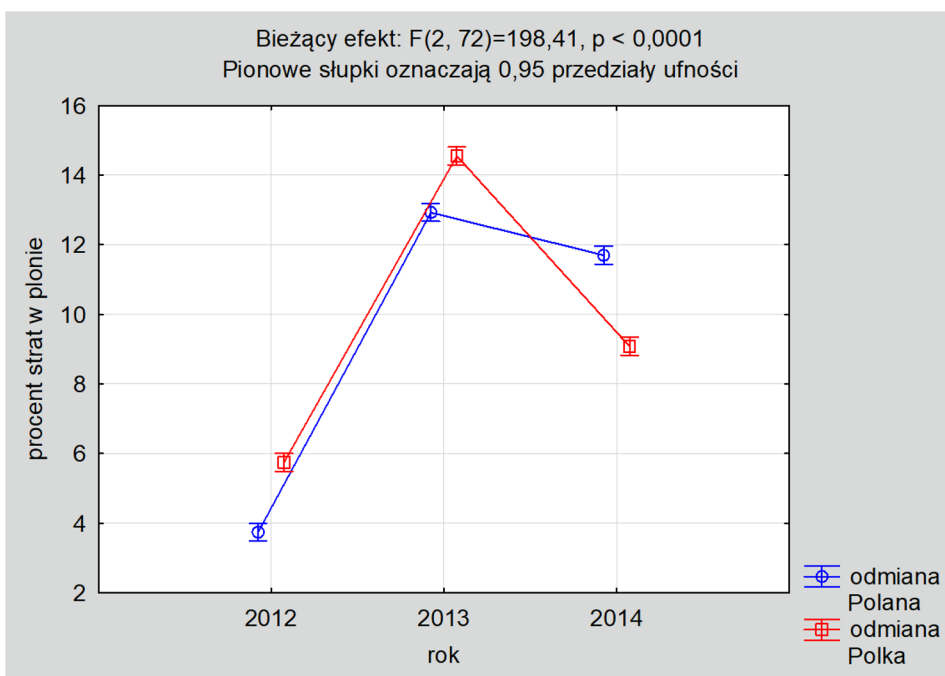
Badane czynniki Factors		2012	2013	2014	Średnia Average
Odmiany Varieties	‘Polana’	3,74 ^a	12,92 ^{cd}	11,70 ^{bc}	9,46^A
	‘Polka’	5,75 ^a	14,55 ^d	9,08 ^b	9,79^B
Zagęszczenie Density	I	6,66 ^c	14,76 ^f	15,50 ^g	12,31^C
	II	4,82 ^b	13,23 ^e	9,03 ^d	9,03^B
	III	2,75 ^a	13,21 ^e	6,64 ^c	7,53^A
Średnia Average		4,74^A	13,74^B	10,39^C	9,62

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

Interakcja między latami badań i odmianami wykazała, że w pierwszych dwóch latach większy procent strat w plonach zaobserwowano dla odmiany ‘Polka’, natomiast w ostatnim roku straty dla tej odmiany były niższe.

Straty w plonie malin istotnie zmniejszały się przy każdej redukcji zagęszczenia, od 12,31% w I wariantcie do 7,53% w III wariantcie (tab. 7).

Interakcja między odmianami i wariantami zagęszczenia polegała na widoczniejszym zmniejszeniu strat plonu przy 70% redukcji zagęszczenia dla odmiany ‘Polana’ w porównaniu z odmianą ‘Polka’.



Rys. 3. Interakcja między latami badań (warunkami atmosferycznymi) a odmianami dla strat w plonie malin [źródło: opracowanie własne na podstawie programu Statistica]

Fig. 3. Interaction between study years (atmospheric conditions) and with varieties for raspberry yield losses

Interakcja między odmianami, stosowanymi zagęszczeniami i latami badań polegała na nieco znaczniejszym zmniejszeniu strat plonu przy pierwszej redukcji zagęszczenia dla odmiany ‘Polka’ w porównaniu z odmianą ‘Polana’ w 2012 i 2013 r. W 2014 r. wskazana zależność była odwrotna.

Zgodnie z wynikami analiz stwierdzono istotny wzrost plonu ogólnego w kolejnych latach badań.

W poszczególnych latach zaobserwowano istotne straty w plonie ogólnym (test ANOVA Kruskala-Wallisa $\chi^2 = 55,90, p < 0,0001$). Największe straty zaobserwowano w 2013 r., który charakteryzował się wyjątkowo małymi opadami w okresie zbiorów i najniższą średnią temperaturą w tym okresie (tab. 7). Istotnie mniejsze straty wystąpiły w 2014 r., a najmniejsze w 2012 r. o okresie zbiorów przy największych opadach i wysokiej temperaturze powietrza.

W 2014 r. nie zaobserwowano strat wynikających z poparzenia słonecznego. W pozostałych latach 2012–2013 straty te były istotnie większe (test ANOVA Kruskala-Wallisa $\chi^2 = 61,67, p < 0,0001$). Nie zaobserwowano istotnych różnic między wpływem zagęszczenia oraz odmiany maliny.

Największe straty spowodowane suszą wystąpiły w 2012 roku. W kolejnych latach zaobserwowano istotnie coraz mniejsze procentowe straty wynikające z suszy (test ANOVA Kruskala-Wallisa $\chi^2 = 78,59, p < 0,0001$).

Tabela 7. Warunki meteorologiczne w okresie zbiorów w latach 2012–2014
[źródło: opracowanie własne na podstawie programu Statistica]

Table 7. Meteorological conditions during the harvest period in 2012–2014

Rok Year	Suma opadów w mm w okresie zbiorów Total rainfall in mm during the harvest season	Średnia temp. (w °C) w okresie zbiorów Average temperature (in °C) during the harvest period
2012	169,2	14,4
2013	72,2	13,9
2014	158,6	14,0
2012–2014	133,3	14,1

Tabela 8. Średnie straty w plonie (%) spowodowane poparzeniami słonecznymi
w latach 2012–2014 [źródło: opracowanie własne na podstawie programu Statistica]

Table 8. Average yield losses (%) due to sunburn in years 2012–2014

Rok Year	Średnie Average	Odchylenie standardowe Standard deviation	Q25	Mediana Median	Q75
2012	0,022 ^a	0,009	0,015	0,020	0,030
2013	0,022 ^a	0,007	0,017	0,020	0,025
2014	0,000 ^b	0,000	0,000	0,000	0,000
Ogół Total	0,015	0,012	0,000	0,016	0,024

Objaśnienia jak w tabeli 6/ Explanations as in Table 6

Tabela 9. Średnie straty w plonie (%) spowodowane suszą w latach 2012–2014
[źródło: opracowanie własne na podstawie programu Statistica]

Table 9. Average yield losses (%) caused by drought in 2012–2014

Rok Year	Średnie Average	Odchylenie standardowe Standard deviation	Q25	Mediana Median	Q75
2012	0,026 ^a	0,011	0,018	0,027	0,032
2013	0,007 ^b	0,004	0,004	0,006	0,011
2014	0,000 ^c	0,000	0,000	0,000	0,000
Ogół Total	0,011	0,013	0,000	0,006	0,018

Objaśnienia jak w tabeli 6/ Explanations as in Table 6

Długotrwałe opady deszczu połączone z porywami wiatru powodują rozcieranie owoców maliny o siebie nawzajem, o liście lub lodygi, tak uszkodzone owoce nie nadają się do sprzedaży. Tylko w 2013 r. zaobserwowano straty w plonach wynikające ze zniszczenia owoców przez intensywne opady deszczu (test ANOVA Kruskala-Wallisa $\chi^2 = 84,32$, $p < 0,0001$).

Tabela 10. Średnie straty w plonie (%) spowodowane kilkudniowym deszczem w latach 2012–2014 [źródło: opracowanie własne na podstawie programu Statistica]
Table 10. Average yield losses (%) caused by several days of rain in 2012–2014

Rok Year	Średnie Average	Odchylenie standardowe Standard deviation	Q25	Mediana Median	Q75
2012	0,000 ^b	0,000	0,000	0,000	0,000
2013	0,108 ^a	0,007	0,104	0,108	0,111
2014	0,000 ^b	0,000	0,000	0,000	0,000
Ogół Total	0,036	0,051	0,000	0,000	0,104

Objaśnienia jak w tabeli 6/ Explanations as in Table 6

Tabela 11. Średnie straty w plonie (%) spowodowane szarą pleśnią w latach 2012–2014 [źródło: opracowanie własne na podstawie programu Statistica]
Table 11. Average yield losses (%) due to gray mold in 2012–2014

Rok Year	Średnie Average	Odchylenie standardowe Standard deviation	Q25	Mediana Median	Q75
2012	0,000 ^b	0,000	0,000	0,000	0,000
2013	0,000 ^b	0,000	0,000	0,000	0,000
2014	0,100 ^a	0,035	0,081	0,088	0,139
Ogół Total	0,033	0,051	0,000	0,000	0,081

Objaśnienia jak w tabeli 6/ Explanations as in Table 6

Straty wynikające z występowania szarej pleśni zaobserwowano tylko w roku 2014 (test ANOVA Kruskala-Wallisa $\chi^2 = 84,32$, $p < 0,0001$).

Jednym z czynników decydującym o wysokości i jakości plonu malin są warunki pogodowe. W okresie prowadzenia doświadczeń były one zróżnicowane. Rok 2012 charakteryzował się najniższymi i najwyższymi średnimi, minimalnymi i maksymalnymi temperaturami powietrza. Średnia temperatura powietrza od kwietnia do października włącznie wynosiła 8,9°C i była wyższa o 0,4°C od średniej z wielolecia 1966–2014. Był to rok z największą liczbą dni bardzo mroźnych, mroźnych, gorących i upalnych. W klasyfikacji Skowery i Puły [2004] został uznany jako rok „dość suchy”, z sumą opadów w okresie wegetacyjnym wynoszącą 369,4 mm, mniejszą o 60,6 mm od średniej sumy opadów z wielolecia. W 2012 r. ciepły styczeń przebudził maliny, a następnie mroźny luty przyczynił się do wymarznienia części roślin. Wiosną nastąpiły nierównomierne wschody. Wyjątkowo ciepłe lato ze średnią temperaturą powietrza w lipcu 22,6°C wyższą o 3,8°C od średniej wieloletniej – oraz niewielkimi opadami deszczu (33,8 mm, suma niższa o 52,5 mm od średniej wieloletniej sumy) skutkowało niskimi plonami i wysokimi stratami w plonie spowodowanymi poparzeniami słonecznymi oraz zasychaniem owoców. W opinii Paszko [2013] był to już kolejny niekorzystny sezon dla producentów malin. Miało na to wpływ wiele niezależnych od siebie czynników, m.in. mroźna zima, która

przyniosła poważne uszkodzenia pędów na wielu plantacjach, zwłaszcza na krzewach odmiany 'Polka', zbyt wysokie temperatury w okresie kwitnienia, szczególnie odmian jesiennych, i duże wahania temperatury w okresie dojrzewania. W efekcie w tym roku było mało owoców, wiele z nich słabo zapylonych, przez co były zdeformowane, małe, nierównomiernie wypełnione, z widocznymi poparzeniami.

Rok 2013 charakteryzował się średnią temperaturą powietrza 8,9°C, wyższą o 0,4°C od średniej z wielolecia. Według klasyfikacji Skowery i Puły [2004] rok 2013 uznany został jako „dość suchy” z opadami na poziomie 381,4 mm, mniejszymi o 48,6 mm od średniej z wielolecia. W 2013 r. po zimnym styczniu w lutym nastąpiło ocieplenie, co skutkowało przebudzeniem się malin do wzrostu. Zimny marzec przyczynił się do uszkodzeń mrozowych na pędach. Ciepła i bardzo wilgotna wiosna sprzyjała wzrostowi roślin. Lato z suchym lipcem i skrajnie suchym sierpniem negatywnie wpłynęło na wzrost i dojrzewanie owoców.

Malina jest gatunkiem o dużych potrzebach wodnych, wrażliwym na niedobór wody w glebie, zwłaszcza w okresie kwitnienia i dojrzewania owoców. Nawet krótkotrwałe okresy suszy wpływają negatywnie na wzrost i owocowanie maliny [Rebandel i in. 1992, Treder 1999, Koszański i Rumasz-Rudnicka 2008, Klamkowski i in. 2015].

Stres spowodowany suszą prowadzi do szeregu fizjologicznych i biochemicznych zmian w organizmie roślinnym. W wyniku hamowania wymiany gazowej, a więc i asymilacji CO₂, dochodzi do redukcji syntezy cukrów. Zmiana dystrybucji substancji pokarmowych powoduje konieczność ograniczenia energochłonnych procesów wzrostu, a w skrajnych przypadkach nawet rozwoju generatywnego. Zahamowanie wzrostu, obniżenie wielkości plonu, a czasem również pogorszenie jego jakości było obserwowane w warunkach niedoboru wody u różnych gatunków roślin uprawnych [Treder i Czynczyk 1997, Singer i in. 2003, Rolbiecki i Rolbiecki 2012, Rzekanowski i in. 2013, Klamkowski i in. 2015], w tym maliny [Stoll i in. 2002, Morales i in. 2013].

Rok 2014 charakteryzował się średnią temperaturą powietrza 9,5°C wyższą o 1,4°C od średniej temperatury powietrza z wielolecia. Według Skowery i Puły [2004] był to rok „dość wilgotny” z opadami deszczu na poziomie 559 mm, wyższymi o 129 mm od średniej ilości opadów z wielolecia. W 2014 r. zima była krótka, a wiosna bez większych przymrozków. Ciepła wiosna i dość ciepłe lato z wysokimi opadami sprzyjały wzrostowi malin, co skutkowało uzyskaniem najwyższych plonów w trzyletnim okresie badań.

Według Mizak i in. [2012] woda, a tym samym opady atmosferyczne, są podstawowym elementem środowiska, wykorzystywanym w każdej działalności człowieka. Jej dostępność warunkuje możliwość prowadzenia produkcji roślinnej oraz zwierzęcej. O stabilności plonowania roślin uprawnych decydują w znacznym stopniu warunki wodne, a jednym z głównych źródeł ryzyka w produkcji rolniczej jest duża zmienność sum opadu atmosferycznego w poszczególnych latach.

Plonowanie odmian 'Polana' i 'Polka' badano wielokrotnie w zależności od różnych zmiennych, m.in. przez Wieniarską i in. [1986], Mikos-Bielak [2004], Rolbieckiego i in. [2005], Krawca i in. [2010] oraz Danek [2014]. 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 osiągnął plon dla odmiany 'Polana' 9,52 t·ha⁻¹, a dla odmiany 'Polka' 11,6 t·ha⁻¹. Baranowska i Zarzecka w swoich licznych badaniach uzyskały plony dla odmiany 'Polka' 6,25 t·ha⁻¹ [2014], natomiast dla odmiany 'Polana' 6,1 t·ha⁻¹ [2013]. Spośród badań innych autorów najwyższy plon odmiany 'Polana' 13,65 t·ha⁻¹ uzyskali Konopiński i Żuber [2013]. Wy-

niki uzyskane przez powyższych autorów są wyraźnie niższe w porównaniu z prowadzonymi doświadczeniami.

WNIOSKI

Przedstawione rezultaty badań wskazują, iż decydujące znaczenie w uprawie roślin jagodowych mają warunki pogodowe, które niejednokrotnie w większym stopniu wpływają na wysokość plonów niż czynniki agrotechniczne. Wysokość plonu owoców poszczególnych odmian zależy w znacznym stopniu od pogody, zwłaszcza niskich temperatur w zimie i suszy w okresie wiosennym.

Warunki meteorologiczne, zwłaszcza opadowe w latach badań 2012 i 2013 nie sprzyjały wzrostowi i rozwojowi malin, co skutkowało niskim plonem owoców. W 2014 r. w okresie wegetacyjnym występowały opady powyżej średniej wieloletniej, a ich rozkład sprzyjał wzrostowi i wysokiemu plonowaniu.

Stwierdzono istotne różnice w plonie ogólnym malin w poszczególnych latach. Niezależnie od odmiany i zagęszczenia ładu najwyższy plon malin osiągnięto w 2014 r. 24,90 kg z poletka ($16,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Plon ogólny odmiany 'Polana' niezależnie od roku badań i stosowanego zagęszczenia był istotnie wyższy o 14,4% w porównaniu z plonem odmiany 'Polka'.

Pośród wielu zależności interakcyjnych na uwagę zasługuje fakt odmiennego plonowania obserwowanych odmian w badanych latach. Odmiana 'Polana' dawała wyższe plony w latach określonych jako „dość suche” (2012 i 2013), natomiast odmiana 'Polka' dała wyższe plony w wilgotnym 2014 r.

Najmniejsze straty w plonie miały miejsce w 2012 r., zaś największe w 2013 r. Istotnie większe straty stwierdzono dla odmiany 'Polka'. Procent strat w plonie malin znacząco się zmniejszał wraz z redukcją zagęszczenia.

Największe straty w plonie spowodowane były długotrwałym opadem deszczu i silnym wiatrem oraz szarą pleśnią. Za mniejszy procent strat odpowiadały poparzenia słoneczne owoców oraz susza.

PIŚMIENNICTWO

- Baranowska A., Zarzecka K., 2013. Opłacalność produkcji malin odmiany 'Polana'. Prog. Plant Prot. 53(2), 235–239.
- Baranowska A., Zarzecka K., 2014. Opłacalność produkcji malin odmiany 'Polka'. Prog. Plant Prot. 54(4), 419–422.
- Ciebień M., 2014. Warunki klimatyczne a gospodarcze znaczenie uprawy maliny na Zamojszczyźnie. Mat. konf. Wpływ młodych naukowców na osiągnięcia polskiej nauki. Nauki Przyr. 9, 195–199.
- Danek J., 2014. Uprawa maliny i jeżyny. Wyd. Hortpress, Warszawa.
- Klamkowski K., Treder W., Orlikowska T., 2015. Wpływ długotrwałego deficytu wody w podłożu na parametry fizjologiczne roślin trzech odmian maliny. Infrastrukt. Ekol. Teren. Wiew. 3(1), 603–611.
- Kołodziej J., Liniewicz K., Samborski A., 1985. Z badań nad amplitudą temperatury w przygrunтовой warstwie powietrza w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie koło Lublina (1971–80). Folia Soc. Sci. Lubl., sec. D, Geogr. 28(2), 39–49.

- Konopiński M., Żuber S., 2013. Response of raspberry (*Rubus idaeus* L.) on soil mulching and foliar nutrition with manganese. *Modern Phytomorphol.* 3, 119–124.
- Koszański Z., Rumasz-Rudnicka E., 2008. Efekty nawadniania roślin jagodowych. *Acta Agrophys.* 11(2), 437–442.
- Krawiec P., Rybczyński R., 2010. Efektywność fertygacji w malinach odmian powtarzających. *Acta Agrophys.* 16(2), 347–358.
- Lorenc H. (red.), 2005. Atlas klimatu Polski. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Mikos-Bielak M., 2004. Bioregulation of yielding and chemical quality of raspberry as an effect due to Asahi. *Bioregulacja plonowania i chemicznej jakości plonu malin jako efekt zastosowania Asahi. Annales UMCS, Sec. E, Agricultura* 59(3), 1471–1479.
- Mizak K., Nieróbca A., Kozyra J., Doroszewski A., 2012. Straty w plonach różnych gatunków roślin powodowane niedoborem lub nadmiarem opadów.
- Morales C.G., Pino M.T., Pozo A. del, 2013. Phenological and physiological responses to drought stress and subsequent rehydration cycles in two raspberry cultivars. *Sci. Hort.* 162, 234–241.
- Olechnowicz-Bobrowska B., 1970. Częstość dni z opadem w Polsce. *Prace Geogr. IG PAN* 86, 1–75.
- Paszko D., 2013. Relacje kosztów produkcji i cen zbytu malin na różnych rynkach. Informator, IX Konferencja Sadownicza w Kraśniku. *Trendy w uprawie gatunków jagodowych i pestkowych. Biuletyn ZSRP*, 6–8.
- Rebandel Z., Przypiecka M., Cofta H., 1992. Wpływ nawadniania na wzrost i plonowanie maliny odmiany Norna. *Pr. Inst. Sad. Ser. C.*, (3–4), 69–70.
- Rolbiecki R., Rolbiecki S., 2012. Wpływ nawadniania kroplowego na plonowanie dyni olbrzymiej odmiany 'Rouge vif d'étampes' uprawianej na glebie bardzo lekkiej. *Infrastrukt. Ekol. Teren. Wiew.* 2(1), 191–197.
- Rzekanowski C., Rolbiecki S., Rolbiecki R., 2013. Rola deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotem w kształtowaniu plonu ziemniaka wczesnego odmiany 'Dorota' na glebie lekkiej w rejonie Bydgoszczy. *Infrastrukt. Ekol. Teren. Wiew.* 2(1), 31–41.
- Singer S.M., Helmy Y.I., Karas A.N., Abou-Hadid A.F., 2003. Influences of different water–stress treatments on growth, development and production of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Hort.* 614, 605–611.
- Skiba K., Kołodziej J., Cichoń M., 2009. Stratyfikacja ekstremalnych wartości temperatury powietrza w Felinie k. Lublina (1986–1995). *Cz. I. Amplitudy dobowe. Annales UMCS Lublin, sec. E* 64(2), 52–60.
- Skowera B., Puła J., 2004. Skrajne warunki pluwiotermiczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971–2000. *Acta Agrophys.* 3(1), 171–177.
- Smolarz K., 1996. Malina i jeżyna. PWRiL, Warszawa.
- Stoll M., Jones H.G., Infante J.M., 2002. Leaf gas exchange and growth in red raspberries is reduced when part of the root system is dried. *Acta Hort.* 585, 671–676.
- Szewczuk Cz., Sugier D., Sugier P., 2006. Możliwość uprawy roślin przemysłowych w regionie zamojskim z uwzględnieniem warunków siedliskowych. *Acta Agrophys.* 8(2), 489–499.
- Treder W., 1999. Nawadnianie truskawek. *Ogólnopolska Konferencja truskawkowa. Skierniewice*, 24–36.
- Treder W., Czynczyk A., 1997. Effect of drip irrigation on growth, flowering and yield of Lobo apple. *J. Fruit Ornament. Plant Res.* 5(2), 61–67.
- Wieniarska J., Lipecki J., Smolarz K., Gwozdecki J., 1986. Yield of ten raspberry cultivars at the time of full Bering in Lublin region. *Fruit Sci. Rep.* 13(4), 167–173.

Źródło finansowania: Badania zostały sfinansowane z programu Młodzi Naukowcy UP w Lublinie o numerze RKS/MN/2 RKS/MN/2.

Summary. In this study, as part of the research on the impact of meteorological conditions on raspberry yielding, the quantitative effect of thermal and precipitation conditions in the Zamość Paddle on the yield losses of 'Polka' and 'Polana' raspberries in the years 2012–2014 was determined. The thermal conditions during the research period were determined on the basis of the average, maximum and minimum air temperature and the average air temperature from the years 1976–2014 in Zamość. Precipitation and thermal conditions during the study period were determined on the basis of monthly sums of precipitation, average air temperatures, differences between the sum of precipitation and the average sum of precipitation in the years 1966–2014 in Zamość. In order to analyze the losses in the raspberry yield caused by unfavorable weather conditions, it was necessary to conduct measurements separately for varieties and variants of the compaction of the yield analysis. The above method included the following parameters: total fruit yield, yield losses broken down by their cause (with signs of sunburn, no drought turgor, damaged by several days of rainfall associated with strong wind, affected by gray mold). The mean percentage of raspberry yield loss was significantly different in individual years. The highest average percentage of losses was recorded in 2013 (13.74%). The 'Polka' variety had a significantly higher percentage of losses. They decreased significantly with each reduction in compaction. The greatest losses were caused by long-lasting rainfall combined with strong winds, which resulted in grinding ripe fruit.

Key words: yield, losses, repeated fruiting raspberry, meteorological conditions, reduction of compaction

Received: 1.02.2021

Accepted: 14.04.2021