

ZMIANY TEMPERATURY I WILGOTNOŚCI POWIETRZA  
NA PLANTACJI MALINY JESIENNEJ W ZALEŻNOŚCI OD STOPNIA  
ZAGĘSZCZENIA ŁANU

*Andrzej S. Samborski, Marcin Ciebień*

Zakład Ochrony i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Szczepkowska 102, 22-400 Zamość  
e-mail: andrzej.samborski@up.lublin.pl

**Streszczenie.** W ramach badań mikroklimatu plantacji maliny jesiennej określono zmiany temperatury i wilgotności powietrza w zależności od typu pogody, wysokości pomiaru nad powierzchnią gruntu oraz zagęszczenia łanu maliny. W pracy przedstawiono przebieg wartości średniej, maksymalnej i minimalnej temperatury oraz wilgotności powietrza podczas pogody wyżowej oraz pogody niżowej, w różnych wariantach zagęszczenia łanu malin i wysokości pomiaru. Badania prowadzono na plantacji malin w Deszkowicach Pierwszych. Pomiar temperatury powietrza wykonywano przy pomocy automatycznej stacji meteorologicznej 24 razy w ciągu doby. Czujniki umieszczone były na wysokości 5, 50 oraz 100 cm nad powierzchnią gruntu. Badania wykazały zróżnicowanie temperatury powietrza w zależności od wysokości pomiaru, czasu obserwacji, stopnia zagęszczenia plantacji oraz typu pogody. Na przebieg temperatury powietrza istotny wpływ miało zagęszczenie łanu maliny. Wraz ze wzrostem wysokości w łanie malin oraz przy każdym z wariantów zagęszczenia wzrastała temperatura maksymalna. Dwuczynnikowa analiza wariancji przy poziomie istotności 0,05 potwierdziła istotne różnice maksymalnej temperatury powietrza w zależności od wysokości pomiaru oraz zagęszczenia łanu maliny. Wraz ze wzrostem wysokości w łanie malin, przy każdym z wariantów zagęszczenia, temperatura minimalna obniżała się. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice wartości minimalnych temperatury powietrza w zależności od wysokości pomiaru. Średnia i maksymalna wartość temperatury powietrza w okresie pogody niżowej na poszczególnych poziomach pomiarowych wraz ze wzrostem wysokości malała. Ze wzrostem wysokości malała minimalna temperatura powietrza w każdym wariantcie zagęszczenia. Dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała istotne różnice wartości minimalnych temperatury powietrza w zależności od zagęszczenia łanu oraz wysokości pomiaru nad gruntem. W okresie pogody wyżowej wilgotność powietrza wyraźnie malała w ciągu dnia, natomiast podczas pogody niżowej wilgotność powietrza pozostawała na tym samym poziomie przez całą dobę.

**Słowa kluczowe:** malina, stratyfikacja temperatury powietrza, zagęszczenie łanu

## WSTĘP

Atmosfera w strefie kontaktu z podłożem zyskuje lub traci ciepło na ogół na skutek przewodnictwa molekularnego oraz turbulencyjnej wymiany ciepła. Procesy te są przyczyną zmian wartości temperatury w miarę oddalania się (w górę lub w dół) od powierzchni czynnej. Zdaniem Kaczmarka i Tamulewicza (2004) wspomniane procesy wymiany ciepła powodują, że w określonym miejscu i czasie możemy mieć do czynienia z charakterystycznym rozkładem temperatury w miarę wzrostu wysokości nad powierzchnią terenu. Według Knozova (2008) pionowy gradient temperatury zmienia się w czasie wraz ze zmianą warunków meteorologicznych. Jako normalny określa się stan, gdy temperatura obniża się od powierzchni ziemi ku górze o 0,6 K/100 m. Niemniej jednak równie naturalne są sytuacje, gdy temperatura rośnie wraz ze wzrostem wysokości albo jest stała w danej warstwie powietrza. Występowanie przyziemnych inwersji lub izotermii jest dość silnie związane z układami wysokiego ciśnienia i określoną porą cyklu dobowego. Proces powstawania i rozwoju inwersji radiacyjnych zaczyna się jeszcze przed zachodem słońca, a kończy najczęściej w porannych godzinach następnego dnia. Dynamika zjawiska zależy zarówno od warunków meteorologicznych, jak i od topografii danego terenu. Inwersja temperatury powietrza przy powierzchni gruntu hamuje rozwój prądów pionowych oraz przyczynia się do powstawania stanu równowagi termodynamicznej.

Zauważalnym faktem obecności warstwy inwersyjnej przy podłożu jest mgła oraz efekty kondensacji pary wodnej – rosa i szron (Retallack 1991). Osady atmosferyczne mają wyraźny wpływ na vegetację roślin poprzez wzrost poziomu wilgotności. Wysoki poziom wilgoci utrzymujący się przez dłuższy okres przyczynia się do występowania chorób grzybowych. Najgroźniejsze choroby grzybowe malin to zamieranie pędów oraz szara pleśń. Występują one na plantacjach zagęszczonych i w latach wilgotnych. Choroby atakują pędy, liście, pąki kwiatowe i owoce. Prażone pąki i kwiaty brunatnieją i zasychają. Zakażone pędy słabo rosną, a w przypadku dużego nasilenia choroby zamierają (Rusnak 2011).

Łany maliny rosnące w naturalnym zagęszczeniu tworzą charakterystyczny dla siebie mikroklimat, który w opinii Rojka (1993) kształtują zjawiska zachodzące w około 2-metrowej warstwie powietrza przylegającej do powierzchni gruntu oraz na powierzchni styku z podłożem, związane przede wszystkim z warunkami lokalnymi powierzchni terenu (ekspozycja, szata roślinna itp.). Ścisła zależność od niejednorodności powierzchni podłoża powoduje, że mikroklimat, nawet w obrębie tego samego topoklimatu, cechuje duża zmienność, zarówno w kierunku pionowym, jak i poziomym.

Badając mikroklimat plantacji maliny jesiennej możemy określić zachodzące zmiany wartości temperatury i wilgotności powietrza w zależności od rodzaju

frontu atmosferycznego, wysokości pomiaru na powierzchni gruntu oraz zagęszczenia łąnu maliny.

Celem opracowania była ocena ilościowa zjawiska, czyli określenie wartości temperatury maksymalnej, minimalnej i średniej podczas pogody wyżowej i pogody niżowej, w różnych wariantach zagęszczenia łąnu malin i wysokości pomiaru, a także przedstawienie przebiegu wilgotności powietrza wewnątrz łąnu i ocena zmian wartości obserwowanych elementów na wzrost, rozwój i plonowanie roślin, ich kondycję i stan zdrowotny.

#### MATERIAŁ I METODY

W pracy wykorzystano materiał badawczy z sezonu letniego uprawy maliny jesiennej w 2012 roku. Badania prowadzono na plantacji malin w Deszkowicach Pierwszych – wsi położonej w północno-wschodniej części gminy Sułów, nad rzeką Wieprz, w obrębie Padołu Zamojskiego. Padoł Zamojski jest rozległym obniżeniem denudacyjnym, wypreparowanym w mało odpornych marglach górnokredowych i kredzie piszącej. Zajmuje powierzchnię około 870 km<sup>2</sup>. Od północy graniczy z wyniosłością Giełczewską i Działami Grabowieckimi, od południa z Roztoczem i zachodnim skrajem Grzędy Sokalskiej, od wschodu z Kotliną Hrubieszowską. Na tym terenie jest bardzo mało lasów, przeważają pola uprawne i łąki (Kondracki 2000).

Położenie obszaru badawczego wyklucza adwekcje mas powietrza z terenów przyległych. Plantacja maliny jesiennej „Polka” znajduje się na terenie płaskim i zajmuje powierzchnię 0,3 ha. Odmiana ta wydaje najwyższy plon wśród odmian jesiennych, dlatego jest polecana do uprawy w Polsce (Król i in. 2008).

Pomiary temperatury powietrza wykonywano przy pomocy automatycznej stacji meteorologicznej 24 razy w ciągu doby w trzykrotnym powtórzeniu. Do badań użyto sześć czujników pomiarowych, które były umieszczone na wysokościach: 5 cm, 50 oraz 100 cm nad powierzchnią gruntu.

Pola pomiarowe, na których prowadzono pomiary, o różnym stopniu zagęszczenia maliny, rozmieszczono w odległości co 5 m. Prezentowane wyniki badań obejmują obserwacje temperatury i wilgotności powietrza prowadzone w okresie pogody wyżowej w dniach 23-27.06.2012 oraz pogody niżowej w dniach 11-15.06.2012, gdy malina jesienna osiągnęła wysokość 110 cm.

Pomiary prowadzono w trzech wariantach zagęszczenia łąnu maliny:

- I – malina w naturalnym zagęszczeniu,
- II – malina o zagęszczeniu zredukowanym o 40%,
- III – malina o zagęszczeniu zredukowanym o 70%.

Obliczono średnie i ekstremalne wartości temperatury powietrza w okresie pogody wyżowej i pogody niżowej i poddano je analizie statystycznej. Przepro-

wadzono dwuczynnikiemową analizę wariancji, aby potwierdzić istotność różnic. Podobnie uczyniono z danymi z pomiarów wilgotności powietrza.



**Fot. 1.** Rozmieszczenie czujników w łanie maliny

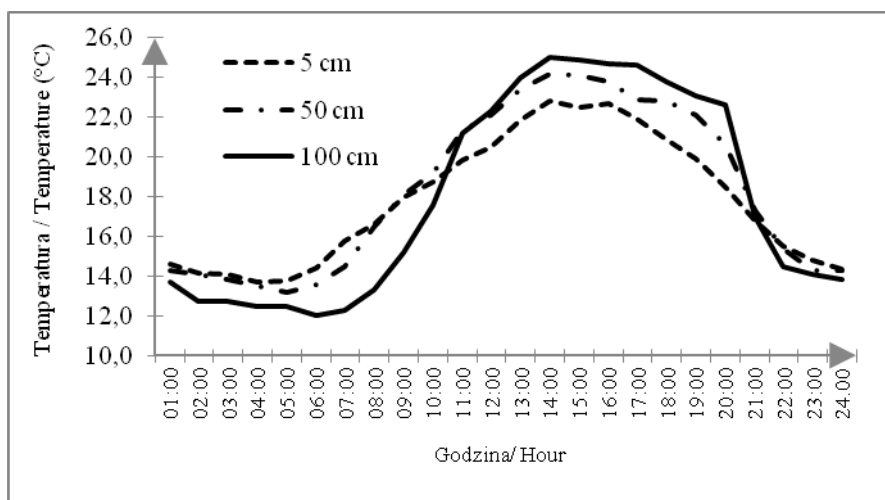
**Photo.1.** Deployment of sensors in the canopy raspberries

Źródło : fotografia własna – Source : photograph by the author.

## WYNIKI BADAŃ

W okresie z pogodą wyżową w ciągu dnia najwyższe wartości temperatury notowano na powierzchni łanu maliny (100 cm nad gruntem), a najniższe wewnątrz łanu przy powierzchni gruntu (5 cm). Wieczorem i w nocy było odwrotnie – najcieplej na wysokości 5cm i najchłodniej 100 cm nad gruntem (rys. 1).

Sytuacja taka występuje, ponieważ największą ilość ciepła otrzymuje powierzchnia Ziemi w godzinach południowych, gdy wysokość Słońca nad horyzontem jest największa (Wołoszyn 2009). Najwyższe wartości temperatury powietrza występują między 13:00-15:00 godz. czasu miejscowego, a najniższe po wschodzie Słońca. Przesunięcie dobowego maksimum temperatury wynika stąd, iż mimo malejącej wysokości Słońca nad horyzontem dopływ energii przewyższa jej utratę.



**Rys. 1.** Przebieg temperatury powietrza w uprawie maliny w zależności od wysokości pomiaru w zagęszczeniu zredukowanym o 40% podczas pogody wyżowej

**Fig. 1.** Air temperature in raspberry plantation in relation to measurement height at canopy density reduced by 40%, in high-pressure weather

Źródło: opracowanie własne – Source: own study.

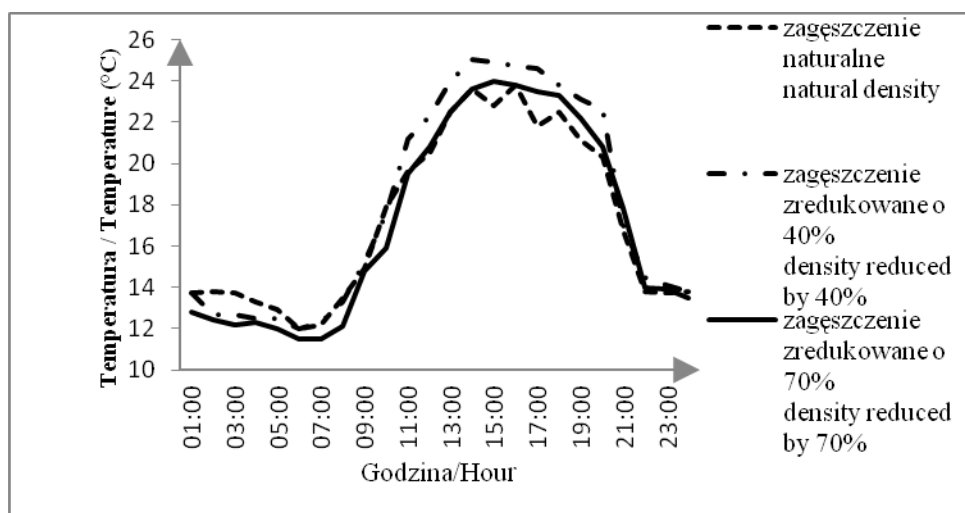
W przypadku analizowanej plantacji malin najwięcej energii cieplnej w dzień otrzymała najwyższa część łąnu, przepuszczając w głąb zredukowane ilości ciepła. W szacie roślinnej zachodziło wielokrotne odbicie i rozproszenie promieniowania słonecznego. Promienie odbite przez jedno liście mogą być pochłonięte przez inne. Promieniowanie odbite maleje wraz z głębokością szaty roślinnej. Natomiast w nocy powierzchnia gruntu ogrzana podczas dnia oddawała ciepło dolnym częściom łąnu maliny.

Na przebieg temperatury istotny wpływ miało zagęszczenie łąnu. Największe różnice wartości temperatury między zagęszczeniem naturalnym a zredukowanym o 70% zaobserwowano przy pomiarze na wysokości 5 cm nad powierzchnią gruntu, wynosiła ona 0,9°C (tab. 1).

Na powierzchni (100 cm nad gruntem) najwyższe wartości temperatury powietrza w ciągu 24 godzin notowano przy zagęszczeniu łąnu maliny zredukowanym o 40% w stosunku do naturalnego. W godzinach porannych najniższe wartości temperatury powietrza 11,5°C obserwowano przy zagęszczeniu łąnu maliny zredukowanym o 70% (rys. 2).

Najwyższe wartości średniej temperatury powietrza przy zagęszczeniu łąnu zredukowanym o 70% występowały na wysokości 5 cm – 18,1°C. Przy zagęsz-

czeniu zredukowanym o 40% najwyższe wartości temperatury powietrza 18,3°C notowano na wysokości 50 cm nad gruntem (tab. 1).



**Rys. 2.** Przebieg temperatury powietrza w uprawie maliny w zależności od stopnia zagęszczenia łąnu na wysokości 100 cm podczas pogody wyżowej

**Fig. 2.** Air temperature in raspberry plantation at the height of 100 cm in relation to the density of canopy, in high-pressure weather

Źródło: jak na rys. 1 – Source: see Fig. 1.

**Tabela 1.** Wartości średnie, maksymalne i minimalne temperatury powietrza (°C) w zależności od zagęszczenia i wysokości pomiaru podczas pogody wyżowej

**Table 1.** Average, maximum and minimum air temperature (°C) in relation to canopy density and measurement height, in high-pressure weather

Zagęszczenie Density	Naturalne Natural			Zredukowane o 40% Reduced by 40%			Zredukowane o 70% Reduced by 70%		
	5	50	100	5	50	100	5	50	100
Wysokość Height (cm)									
Średnia – Average	17,2	17,6	17,3	17,8	18,3	17,9	18,1	17,6	17,1
Temperatura maksymalna Maximum temperature	21,7	23,6	23,8	22,8	24,2	25,0	23,6	23,8	24,0
Temperatura minimalna Minimum temperature	13,6	13,0	12,0	13,7	13,2	12,0	13,6	12,7	11,5

Źródło: opracowanie własne – Source: own study.

W przebiegu temperatury w nocy na wysokości 100 cm (rys. 2) zaznaczają się nieco przesunięte w stosunku do opisanych przez Gołaszewskiego (2004) trzy fazy oziębiania powietrza: okres przejściowy (w godzinach 19:00-22:00) – charakteryzujący się szybkim spadkiem temperatury przechodzącym w okres tłumienia spadku (godziny 22:00-3:00), ze znacznie mniejszą prędkością obniżania się temperatury oraz okres zanikania spadku temperatury (w godzinach od 3:00 do 5:00).

Strumień energii pojawiający się po wschodzie słońca nie powodował znaczących zmian w rozkładzie temperatury powietrza. Dopiero od godziny 7:00 obserwowano wyrównanie się temperatury w analizowanym profilu, a od godziny 8:00 stwierdzono ocieplający wpływ docierającej energii słonecznej.

Średnia wartość temperatury powietrza w okresie panowania pogody wyższej przy naturalnym oraz zredukowanym o 40% zagęszczeniu malin, wzrastała do wysokości 50 cm, zaś na wysokości 100 cm obserwowano jej spadek. W zagęszczeniu naturalnym temperatura powietrza wzrastała z 17,2°C do 17,6°C, następnie obniżała się do 17,3°C. Przy zagęszczeniu malin zredukowanym o 70%, średnia wartość temperatury obniżała się z 18,1°C na wysokości 5 cm, do 17,6°C na wysokości 50 cm i do 17,1°C na wysokości 100 cm (tab. 1).

Wraz ze wzrostem wysokości w łanie malin i przy każdym z wariantów zagęszczenia wzrastała wartość temperatury maksymalnej. Przy zagęszczeniu naturalnym z 21,7°C do 23,8°C, a przy zagęszczeniu łanu zredukowanym o 40%, z 22,8°C do 25,0°C. Przy wariacie III – zagęszczeniu zredukowanym o 70% obserwowano wzrost temperatury z 23,6°C do 24,0°C (tab.1). Natomiast wartość temperatury minimalnej wraz ze wzrostem wysokości w łanie malin i przy każdym z wariantów zagęszczenia obniżała się. Największy spadek wartości temperatury minimalnej powietrza przy wzroście wysokości zaobserwowano w łanie maliny przy zagęszczeniu zredukowanym o 70%, z 13,6°C do 11,5°C (tab. 1).

Dwuczynnikowa analiza wariancji potwierdziła istotne różnice w wartościach maksymalnej temperatury powietrza w zależności od wysokości pomiaru i zagęszczenia łanu maliny ( $p = 0,02$ ). Istotne różnice wystąpiły pomiędzy zagęszczeniem naturalnym a zredukowanym o 40% ( $p = 0,034$ ). Analiza statystyczna wartości minimalnej temperatury powietrza wykazała istotne różnice w zależności od wysokości pomiaru ( $p = 0,001$ ).

Jednym z czynników modyfikujących dobowy przebieg wartości temperatury powietrza jest zachmurzenie nieba. Chmury wpływają na zmniejszenie natężenia promieniowania słonecznego, obniżając m.in. maksymalną temperaturę, utrudniają wypromieniowanie w nocy, podwyższają minimalną temperaturę powietrza. Istnieje pogląd, że im większe zachmurzenie, tym amplituda temperatury powietrza mniejsza i odwrotnie, w dni bezchmurne wartość amplitudy dobowej jest większa (Matuszko 2001).

W okresie pogody niżowej w zredukowanym zagęszczeniu łąnu maliny na wysokości 5cm nad gruntem średnia temperatura powietrza była jednakowa. Niewielki spadek wartości średniej temperatury powietrza wynoszący 0,2°C obserwowano na wysokości 50 cm i spadek o 0,5°C na wysokości 100cm (tab. 2).

**Tabela 2.** Wartości średnie, maksymalne i minimalne temperatury powietrza (°C) w zależności od zagęszczenia i wysokości pomiaru podczas pogody niżowej

**Table 2.** Average, maximum and minimum air temperature (°C) in relation to canopy density and measurement height, in low-pressure weather

Zagęszczenie Density	Naturalne Natural			Zredukowane o 40% Reduced by 40%			Zredukowane o 70% Reduced by 70%		
	5	50	100	5	50	100	5	50	100
Wysokość – Height (cm)	5	50	100	5	50	100	5	50	100
Średnia – Average	15,7	15,8	15,7	15,8	15,6	15,3	15,8	15,6	15,3
Temperatura maksymalna Maximum temperature	18,6	18,9	18,9	19,2	19,1	18,9	19,2	19,1	19
Temperatura minimalna Minimum temperature	13,7	13,5	13	13,3	12,9	12,7	13,3	12,4	12,2

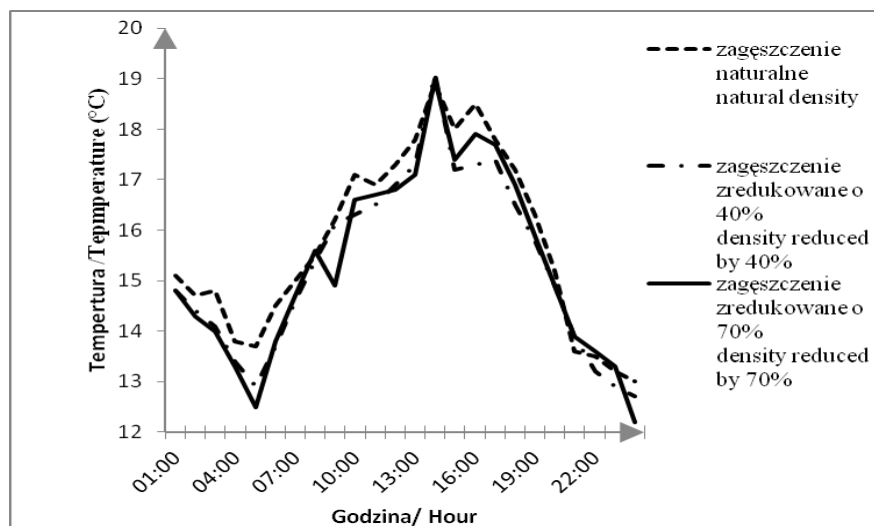
Źródło: opracowanie własne – Source: own study.

Maksymalna temperatura powietrza w łąnie maliny o zagęszczeniu zredukowanym o 40% wraz z wysokością pomiaru obniżyła się o 0,3°C. Gdy zagęszczenie zredukowano o 70% wartość ta zmalała o 0,2°C. Ze wzrostem wysokości malała minimalna temperatura powietrza w każdym wariantcie zagęszczenia. W naturalnym zagęszczeniu maliny minimalna temperatura powietrza obniżyła się o 0,7°C, z kolei o zagęszczeniu zredukowanym o 40% obniżyła się o 0,6°C. Największy spadek temperatury powietrza, o 1,1°C, wystąpił w zagęszczeniu zredukowanym o 70% (tab. 2).

Dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała istotne różnice wartości minimalnych temperatur powietrza w odniesieniu do zagęszczenia łąnu ( $p = 0,02$ ) i wysokości pomiaru ( $p = 0,02$ ).

Podczas pogody niżowej w przebiegu dobowym temperatury powietrza na wysokości 100 cm nad gruntem najniższe wartości obserwowano rano i wieczorem w łąnie malin o gęstości zredukowanej do 70%, zaś najwyższe w ciągu dnia przy zagęszczeniu naturalnym. Dobowy przebieg temperatury powietrza na wysokości 100 cm w łąnie maliny zredukowanym o 40% jest podobny do przebiegu temperatury w łąnie maliny zredukowanym o 70% (rys. 3).





**Rys. 3.** Przebieg temperatury powietrza w uprawie maliny w zależności od stopnia zagęszczenia ładu na wysokości 100 cm podczas pogody niżowej

**Fig. 3.** Air temperature in raspberry plantation at the height of 100 cm in relation to the density of canopy, in low-pressure weather

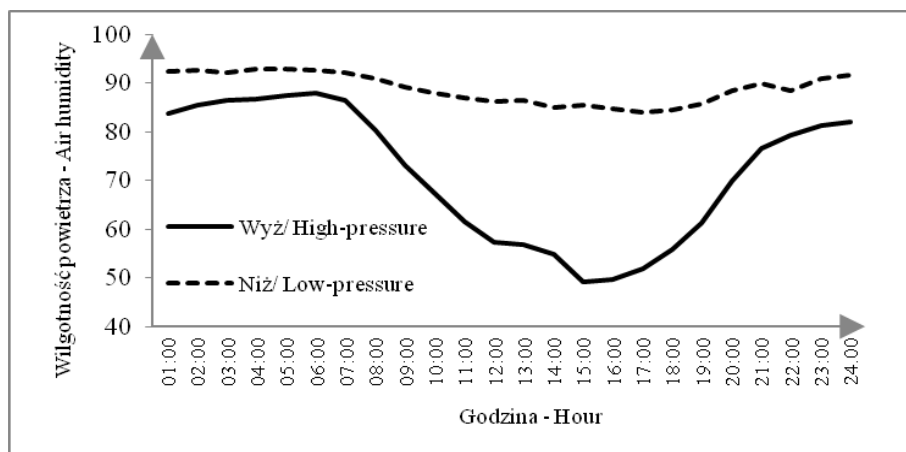
Źródło: jak na rys. 1 – Source: see Fig. 1.

W trakcie badań, poza temperaturą powietrza, prowadzono obserwacje wilgotności powietrza. W przypadku pól uprawnych, plantacji maliny jesiennej, para wodna powstaje na powierzchni gruntu oraz roślin. Wilgotność powietrza w łąnie zależy od intensywności parowania, temperatury powietrza oraz od jego ruchów pionowych i poziomych. Analizując przebieg wilgotności względnej podczas pogody chłodnej i deszczowej, stwierdzono wysoką wartość wilgotności względnej i niewielkie wahania w ciągu doby (rys. 4).

Z kolei podczas pogody wyżowej przebieg wilgotności charakteryzował się postępującym obniżeniem od godziny 7:00 do 15:00, po czym następował wzrost wilgotności powietrza do godzin nocnych. Spadek wilgotności względnej w dzień spowodowany był wzrostem temperatury powietrza, a tym samym spadkiem nasycenia powietrza parą wodną. Rośliny w okresie występowania wysokich temperatur ograniczały transpirację aby zachować turgor w komórkach. Obniżenie temperatury po południu oraz wzmożona transpiracja roślin w godzinach popołudniowych skutkowały wzrostem wilgotności.

Duża wilgotność powietrza utrzymująca się przez dłuższy czas wywiera negatywny wpływ na rośliny, zwłaszcza rosnące w znacznym zagęszczeniu, gdzie ruch powietrza jest ograniczony. W takich warunkach rośliny są narażone na porażenie patogenami grzybowymi. Porażone pędy malin słabiej plonują, a w skraj-

nych przypadkach obumierają (Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, 2010).



**Rys. 4.** Przebieg wilgotności względnej powietrza w łanie maliny zredukowanym o 40% na wysokości 50 cm w trakcie pogody wyżowej i niżowej

**Fig. 4.** Relative air humidity in the canopy of raspberry with density reduced by 40%, at the height of 50 cm, during high-pressure and low-pressure weather

Źródło: jak na rys. 1 – Source: see Fig. 1.

#### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badania wykazały zróżnicowanie wartości temperatury powietrza na plantacji maliny jesiennej w zależności od wysokości pomiaru, czasu obserwacji, stopnia zagęszczenia plantacji i typu pogody.

1. W okresie z pogodą wyżową w ciągu dnia najwyższe wartości temperatury powietrza notowano na powierzchni łanu maliny (100 cm nad gruntem), a najniższe wewnątrz łanu przy powierzchni gruntu (5 cm). Wieczorem i w nocy było odwrotnie.

2. Na przebieg temperatury powietrza podczas pogody wyżowej duży wpływ miało zagęszczenie łanu maliny. Największe różnice wartości temperatury obserwowano między zagęszczeniem naturalnym łanu a zredukowanym o 70%.

3. W okresie z pogodą niżową jedynie w łanie maliny o zagęszczeniu naturalnym stwierdzono niewielki wzrost temperatury powietrza wraz ze wzrostem wysokości pomiaru, natomiast w łanach malin o zagęszczeniu zredukowanym o 40% i o 70% temperatura powietrza była jednakowa w całym profilu.

4. Podczas pogody niżowej nie stwierdzono istotnych różnic temperatury powietrza w zależności od stopnia zagęszczenia łanu maliny.

5. W okresie pogody wyżowej w ciągu dnia wyraźnie malała wilgotność powietrza, natomiast podczas pogody niżowej wilgotność powietrza pozostawała na tym samym poziomie przez całą dobę.

#### PIŚMIENNICTWO

- Gołaszewski D., 2004, Stratyfikacja termiczna w przygruntowej warstwie powietrza w wiosenne noce przymrozkowi na stacji SGGW Ursynów, *Acta Agrophysica*, 3(2), 247-255.
- Kaczmarek L., Tamulewicz J., 2004, Z badań nad pionowym rozkładem temperatury powietrza w rejonie Jeziora Góreckiego (Wielkopolski Park Narodowy), Stan i przemiany środowiska przyrodniczego Wielkopolskiego Parku Narodowego. Wyd. Stacja Ekologiczna UAM w Jeziorach, 79-82.
- Knozová G., 2008, Inwersje temperatury powietrza na stacji aerologicznej Praga-Libuš (1975-2006). [w:] *Klimat i bioklimat miast*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 65-79.
- Kondracki J., 2000, *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Nauk. PWN Warszawa, 279-287.
- Król K., Orzeł A., Jagła J., 2008, Ocena dwudziestu odmian maliny i jeżyny w warunkach Polski południowej. *Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa*. Tom 16, 125-134.
- Matuszko D., 2001, Związek rodzajów chmur z dobowym przebiegiem temperatury powietrza (na przykładzie Krakowa). *Dokumentacja Geograficzna nr 23, Współczesne badania topoklimatyczne*. PAN Warszawa, 41-49.
- Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, 2010. *Metodyka integrowanej produkcji malin*. Warszawa.
- Retallack B.J., 1991. *Podstawy meteorologii*. IMGW Warszawa, 47-75.
- Rojek M., 1993. [W:] *Agrometeorologia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, 178-227.
- Rusnak J., 2011. *Ochrona malin przed chorobami i szkodnikami*. Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Karniowicach.
- Wołoszyn E., 2009. *Meteorologia i klimatologia w zarysie*, Wyd. Politechniki Gdańskiej, 61-64.

#### CHANGES OF AIR TEMPERATURE AND HUMIDITY IN A PLANTATION OF AUTUMN RASPBERRIES DEPENDING ON CANOPY COMPACTION

*Andrzej S. Samborski, Marcin Ciebień*

Department of Environment Protection and Management,  
University of Life Sciences in Lublin  
ul. Szczepkowska 102, 22-400 Zamość  
e-mail: andrzej.samborski@up.lublin.pl

**Abstract.** Within the scope of a study of the microclimate of autumn raspberry plantations determinations were made of changes in air temperature and humidity in relation to the type of weather, measurement height above the ground, and the density of the canopy of raspberries. The paper presents the mean, maximum and minimum values of air temperature and humidity during high-pressure and low-pressure weather, in different variants of canopy density and measurement heights. The study was conducted on a raspberry plantation in Deszkowice Pierwsze. Air temperature measurements were performed using an automatic weather station, 24 times a day. The sensors were placed at heights of 5, 50 and 100 cm above the ground. The study revealed variations in air

temperature values in relation to the height of measurement, observation time, degree of density of plantation, and weather type. The air temperature was significantly affected by canopy density of raspberries. The maximum air temperature increased with increasing height in the canopy, for each of the variants of canopy density. Two-factor analysis of variance Anova, at 0.05 significance level, confirmed significant differences in the values of maximum air temperature in relation to the height of measurement and to the canopy density of raspberries. With increase in height in the canopy of raspberries, in each of the variants of density, the minimum air temperature decreased. Statistical analysis revealed significant differences in the values of minimum air temperature in relation to the height of measurement. The mean and maximum air temperature values during low-pressure weather at the particular measurement heights decreased with increasing height. With increasing height the minimum air temperature decreased in each variant of canopy density. Two-factor analysis of variance showed significant differences in the values of minimum air temperature in relation to canopy density and to the measurement height above the ground. During high-pressure weather, air humidity decreased notably during the day, but during low-pressure weather the humidity remained at the same level 24 hours a day.

**Keywords:** raspberry, air temperature stratification, density