



UNIwersytet  
PRZYRODNICZY  
WE WROCLAWIU

Wydział Przyrodniczo-Technologiczny

**mgr inż. Joanna Bykowsy**

**Badania nad doskonaleniem technologii uprawy pomidora  
polowego (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

Research on the improvement of field tomato cultivation  
technology (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

**Praca doktorska  
wykonana pod kierunkiem:  
prof. dr hab. inż. Katarzyny Adamczewskiej - Sowińskiej**

**Wrocław, 2023**

*Składam serdeczne podziękowania  
Wszystkim, którzy przyczynili się  
do powstania niniejszej pracy*

SPIS TREŚCI	
STRESZCZENIE .....	5
ABSTRACT .....	6
1. WSTĘP I CEL BADAŃ.....	7
2. PRZEGLĄD LITERATURY .....	8
2.1. Pochodzenie, historia uprawy i znaczenie gospodarcze pomidora.....	8
2.2. Systematyka i opis botaniczny .....	10
2.3. Wartość odżywcza i skład chemiczny .....	13
2.4. Odmiany pomidora.....	19
2.5. Uprawa pomidora.....	22
2.5.1. Wymagania klimatyczne i glebowe.....	22
2.5.2. Nawożenie .....	25
2.5.3. Sposoby uprawy pomidora .....	28
2.6. Zbiór i przechowywanie owoców pomidora .....	31
2.7. Choroby i szkodniki pomidora .....	34
2.7.1. Choroby .....	34
2.7.2. Szkodniki.....	36
2.8. Ograniczanie zachwaszczenia .....	37
2.8.1. Ściółki syntetyczne w uprawie pomidora.....	39
2.8.2. Ściółki organiczne w uprawie pomidora .....	46
3. METODA I PRZEBIEG BADAŃ .....	49
3.1. Metodyka badań .....	49
3.2. Przebieg badań .....	53
3.3. Pomiary biometryczne i analizy chemiczne .....	56
3.4. Przebieg pogody .....	58
4. WYNIKI BADAŃ.....	62
4.1. Seria I. Doświadczenie I. Zastosowanie ściółek syntetycznych w uprawie pomidora odmiany Awizo F <sub>1</sub> .....	62
4.1.1. Pomiary biometryczne.....	62
4.1.2. Plonowanie pomidora.....	66
4.1.3. Wartość biologiczna owoców.....	73
4.2. Seria I. Doświadczenie II. Zastosowanie ściółek syntetycznych w uprawie pomidora odmiany Barlo F <sub>1</sub> .....	76
4.2.1. Pomiary biometryczne pomidora.....	76
4.2.2. Plonowanie pomidora.....	80
4.2.3. Wartość biologiczna pomidora.....	88

4.3. Seria I. Doświadczenie III. Zastosowanie ściółek syntetycznych w uprawie pomidora odmiany Intrigo F <sub>1</sub> .....	91
4.3.1. Pomiary biometryczne pomidora.....	91
4.3.2. Plonowanie pomidora.....	92
4.3.3. Wartość biologiczna pomidora.....	100
4.3.4. Porównanie wartości biologicznej owoców trzech odmian pomidora uprawianego na ściółkach syntetycznych.....	103
4.4. Seria II. Doświadczenie I. Zastosowanie ściółek organicznych w uprawie pomidora odmiany Awizo F <sub>1</sub> .....	105
4.4.1. Pomiary biometryczne.....	105
4.4.2. Plonowanie pomidora.....	108
4.4.3. Wartość biologiczna pomidora.....	114
4.5. Seria II. Doświadczenie II. Zastosowanie ściółek organicznych w uprawie pomidora odmiany Barlo F <sub>1</sub> .....	117
4.5.1. Pomiary biometryczne.....	117
4.5.2. Plonowanie pomidora.....	121
4.5.3. Wartość biologiczna owoców.....	128
4.6. Seria II. Doświadczenie III. Zastosowanie ściółek organicznych w uprawie pomidora odmiany Intrigo F <sub>1</sub> .....	131
4.6.1. Pomiary biometryczne.....	131
4.6.2. Plonowanie pomidora.....	135
4.6.3. Wartość biologiczna owoców.....	140
4.6.4. Porównanie wartości biologicznej owoców trzech odmian pomidora uprawianego na ściółkach organicznych.....	140
5. DYSKUSJA.....	144
6. WNIOSKI.....	161
7. BIBLIOGRAFIA.....	165
8. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA.....	191

## STRESZCZENIE

Ściółkowanie gleby jest powszechnie stosowane w uprawie warzyw na całym świecie. Zabieg ten można wykonać różnymi materiałami organicznymi takimi, jak słoma lub materiałami nieorganicznymi np. folie z tworzyw sztucznych. Przyspiesza dojrzewanie owoców, zwiększa plon owoców, podnosi temperaturę oraz wilgotność gleby. Do uprawy na ściółkach nadaje się gatunek ciepłolubny pomidor zwyczajny (*Lycopersicon esculentum* Mill.), roślina jednoroczna z rodziny psiankowatych (*Solanaceae*).

W latach 2014-2017 przeprowadzono dwie serie doświadczeń polowych na temat uprawy pomidora na ściółkach syntetycznych oraz organicznych. W obrębie każdej serii wykonano po trzy doświadczenia dotyczące następujących odmian pomidora: Awizo F<sub>1</sub>, Barlo F<sub>1</sub> oraz Intrigo F<sub>1</sub>. Jednoczynnikowe doświadczenia założono metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach. W zależności od rodzaju zastosowanej ściółki, na podstawie wykonanych analiz chemicznych została określona wartość biologiczna owoców pomidora. Oceniono również plon i rozwój roślin - na podstawie pomiarów biometrycznych.

Rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej oraz organicznej miał istotny wpływ na jakość roślin trzech odmian pomidora gruntowego. Stwierdzono, że zastosowanie ściółki z folii PE czarnej, białej, czerwonej i aluminiowej oddziaływało na wysokość i zasięg boczny roślin oraz na średnicę łodygi i liczbę liści. W doświadczeniu ze ściółkami organicznymi na jakość roślin miał wpływ rodzaj ściółki, którymi były: słomy zbóż, biomasa z koniczyny białej oraz podłoże popieczarkowe. Zastosowanie ściółki syntetycznej i organicznej oraz panujące warunki atmosferyczne w czasie wegetacji oddziaływały w sposób istotny na plonowanie trzech odmian pomidora gruntowego. Stwierdzono istotny korzystny wpływ na plon owoców pomidora ściółki z folii PE czarnej, czerwonej oraz włókniny PP czarnej i brązowej. Ściółkowanie gleby słomą z miskanta, rzepakowej, podłożem popieczarkowym oraz biomasą koniczyny białej również poprawiało plonowanie pomidora. Ściółkowanie materiałami syntetycznymi i organicznymi oddziaływało w sposób istotny na zawartość suchej masy, cukrów ogółem, P, K, Mg, Ca oraz witaminy C, karotenoidów, polifenoli, likopenu, DPPH oraz N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> w owocach pomidora.

## ABSTRACT

Mulching is used in vegetable cultivation all over the world. Mulching can be used for organic materials such as straw or inorganic materials such as plastic foil. It accelerates fruit ripening, increases fruit yield, raises temperature and soil moisture. Tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) are tender and warm - season crops. This is an annual plant from the *Solanaceae* family is suitable for cultivation on mulches.

In the years 2014-2017, two series of field experiments were carried out on the cultivation of tomato on plastic and organic mulches. Within each series, three experiments were carried out on the following tomato varieties: Awizo F<sub>1</sub>, Barlo F<sub>1</sub> and Intrigo F<sub>1</sub>. One-way experiments were set up by randomized blocks in triplicate. Depending on the type of mulch used, the biological value of tomato fruit was determined on the basis of chemical analyses. Yield and plant development were also assessed - based on biometric measure

The type of synthetic and organic mulches had a significant impact on the quality of plants of three field tomato cultivars. It was found that the use of plastic mulch of black, white, red and aluminum PE foils affected the height and lateral range of plants as well as the diameter of the stem and the number of leaves of the plants. In the experiment with organic mulches, the quality of plants was affected by the type of mulch, which was: cereal straw, white clover biomass and mushroom substrate. Use of synthetic and organic mulches as well as the prevailing weather conditions during the growing season, had a significant effect on the yield of three field tomato cultivars. A significant beneficial effect of plastic mulch of black and red PE foil as well as black and brown PP non-woven fabric was found to have a significant beneficial effect on tomato fruit yield. Mulching with miscanthus straw, rapeseed straw, mushroom substrate and white clover biomass also improved tomato yield. Mulching with synthetic and organic materials had a significant effect on the content of dry matter, total sugars, P, K, Mg, Ca and vitamin C, carotenoids, polyphenols, lycopene, DPPH and N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in tomato fruits.

## 1. WSTĘP I CEL BADAŃ

Pomidor zwyczajny (*Lycopersicon esculentum* Mill.) jest rośliną jednoroczną z rodziny psiankowatych (*Solanaceae*). Charakteryzuje się długim okresem wegetacji. Ma wysokie wymagania cieplne oraz świetlne, natomiast umiarkowane wodne. Częścią użytkową jest owoc w fazie dojrzałości fizjologicznej. Owoce pomidora bogate są w antyoksydanty, karotenoidy, tokoferole, flawonole, witaminę C, w witaminy z grupy B, K, D oraz sole mineralne i błonnik. Znajdujący się w pomidorach chrom wpływa na poziom cukru i cholesterolu we krwi oraz reguluje przemianę tłuszczów w organizmie człowieka. Wartość biologiczna owoców oraz ich walory smakowe, a także szerokie zastosowanie, wpływają na jego znaczenie gospodarcze.

Pomidor wymaga nie tylko wysokiej temperatury powietrza, ale i gleby, dlatego w jego uprawie polowej zaleca się stosowanie ściółek. Do tego zabiegu używa się różnych materiałów pochodzenia naturalnego lub syntetycznego. Do materiałów naturalnych zaliczyć można słomę, korę, liście, natomiast do syntetycznych czarną folię polietylenową oraz czarną włókninę polipropylenową. Na rynku polskim pojawiły się ponadto materiały biodegradowalne, które nie zagrażają środowisku naturalnemu i dzięki mikroorganizmom występującym w glebie, a także czynnikom środowiska, rozkładają się do wody i dwutlenku węgla.

Ściółkowanie roślin ma również na celu ochronę uprawy przed chwastami oraz ograniczenie parowania wody z gleby. Wpływa korzystnie na zwiększenie plonu, wybarwienie się owoców oraz zwiększenie w nich zawartości cukrów. Wykorzystanie ściółek syntetycznych przyczynia się do podnoszenia bilansu promieniowania, który zależy od rodzaju zastosowanego materiału. Według Decoteau [2008] to ważna właściwość ściółek, gdyż udowodniono, że refleksja odbicia promieniowania z powierzchni ściółki syntetycznej wpływa bezpośrednio na nadziemny wzrost roślin.

Celem opisanych w niniejszej pracy doświadczeń było określenie wpływu rodzaju zastosowanych ściółek syntetycznych i organicznych na wzrost, plonowanie i skład chemiczny trzech odmian pomidora w uprawie polowej. Na podstawie analiz chemicznych została określona wartość biologiczna owoców pomidora oraz oceniono rozwój roślin w zależności od rodzaju zastosowanej ściółki na podstawie pomiarów biometrycznych.

## 2. PRZEGLĄD LITERATURY

### 2.1. Pochodzenie, historia uprawy i znaczenie gospodarcze pomidora

Za ojczyznę pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.) uważa się zachodnią część Ameryki Południowej. Można tam spotkać dzikie formy tego gatunku [Rumpel 2007]. Pomidor został przywieziony do Europy z Peru lub Meksyku przez konkwistadorów na początku XVI wieku. Roślina najpierw zdobyła uznanie w Hiszpanii, a następnie szybko dotarła do Włoch i rozprzestrzeniła się po całej Europie. Włosi nadali pomidorowi nazwę pomo d'oro co znaczy złoty owoc – prawdopodobnie ze względu na żółty kolor [Gentilcore 2010].

W Polsce pomidor pojawił się w pierwszej połowie XIX wieku, ale przełom w jego wykorzystywaniu nastąpił dopiero w XX wieku, po pierwszej wojnie światowej [Rumpel 2007]. Nazwa botaniczna pomidora zwyczajnego *Lycopersicon esculentum* nie zachęca nas do konsumpcji owoców, ponieważ co prawda *esculentum* oznacza „jadalny”, ale *Lycopersicon* to „wilcza jagoda” [Schumann 2011]. Rembert Dodoens w ‘Historie of plants’ z 1578 roku pisał: „To dziwna roślina, niespotykana w tym kraju poza ogrodami niektórych zielarzy, niebezpiecznie jej używać” [Muszyńska i in. 2013].

Produkcja warzywnicza jest ważną gałęzią krajowego rolnictwa i w Polsce zajmuje około 1,2% powierzchni zasiewów, a udział warzyw w wartości towarowej produkcji rolniczej stanowi 9%. Ważne miejsce zajmuje tu pomidor [Kapusta 2017]. W Polsce produkcja tego gatunku przez ostatnie 10 lat wzrosła prawie o 120 tysięcy ton i jest to spowodowane konsekwencją stabilizujących się zbiorów pomidorów gruntowych i wzrostu produkcji pod osłonami [Kapusta 2017]. W minionej dekadzie stabilna była również konsumpcja pomidorów w kraju. Według Głównego Urzędu Statystycznego w latach 2006-2008 każdy z nas zjadał ich rocznie 10,12 kg, natomiast w latach 2012-2014 około 9,88 kg [stat.gov.pl].

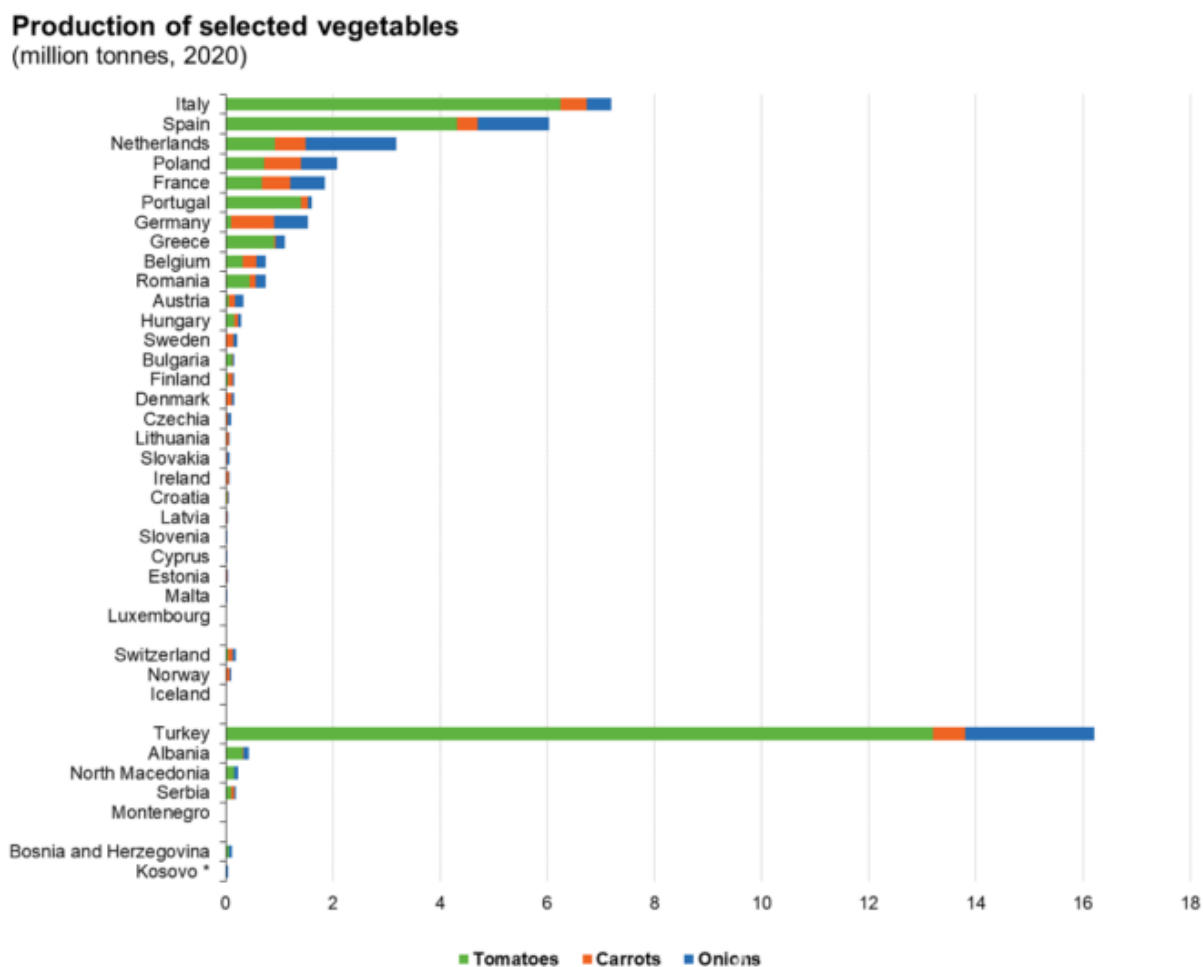
Według badań realizowanych przez Kantar dla Krajowego Związku Grup Producentów Owoców i Warzyw, najczęściej jedzonym przez Polaków gatunkiem warzyw są pomidory. W 2021 roku 91% badanych spożywało pomidory co najmniej raz w tygodniu, a tylko co setny (1%) nie jadł tego warzywa wcale. Natomiast 51% badanych oświadczyła, że w sezonie spożywa pomidory kilka razy w tygodniu, a 24% - codziennie lub prawie codziennie [kups.org.pl, wiadmoscispozywcze.pl].

Unijna produkcja świeżych warzyw w 2020 roku wyniosła 62,9 mln t i była o 0,3 mln t mniejsza w porównaniu do 2019 roku. Pomidory stanowiły 16,5 mln ton (rys.1).



W Unii Europejskiej Polska jest jednym z czołowych producentów pomidorów z rocznymi zbiorami wynoszącymi prawie 1 mln ton. Około 75% produkcji pomidorów pochodzi z upraw spod osłon [portalspozywczy.pl]. Natomiast prawie dwie trzecie unijnej produkcji tego warzywa w 2020 roku zebrano we Włoszech (6,2 mln ton) oraz w Hiszpanii ( 4,3 mln ton ) [ec.europa.eu].

Rys. 1 Produkcja wybranych warzyw (mln ton, 2020 rok) [Eurostat]



\* This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 1244 and the ICJ Opinion on the Kosovo Declaration of Independence.

Source: Eurostat (online data code: apro\_cpnh1)

eurostat

W Polsce produkcję warzyw gruntowych szacuje się obecnie na 4,0 mln t. W porównaniu do 2021 roku jest ona o 3% wyższa. Ocenia się, że produkcja pomidorów gruntowych może wynieść 172 tys. t w 2022 roku. W 2020 roku zbiory pomidorów w Polsce wynosiły 185 tys. t, przy średnim plonie 317 dt/ha [stat.gov.pl].

W 2020 roku powierzchnia upraw pomidorów wyniosła 5,9 tys. ha. Natomiast zbiory były niższe od tych w 2019 roku o 22,7 %, a plony wzrosły aż o 32,1 %. Zaś powierzchnia

uprawy zmalała o 41,4 % [stat.gov.pl, fresh-market.pl]. W Polsce szczególnym produktem są pomidory malinowe. Zajmują one około 53% powierzchni upraw pomidorów szklarniowych, 17% udział stanowią uprawy pomidorów czerwonych [podoslonami.pl].

Około 70 % powierzchni plantacji pomidorów gruntowych znajduje się na obszarze czterech województw: wielkopolskiego, mazowieckiego, lubelskiego oraz kujawsko-pomorskiego. Od 2004 roku zbiory pomidorów gruntowych zwiększyły się o 19 %, a pod osłonami o 74 %. Od przystąpienia Polski do Unii Europejskiej eksport pomidorów świeżych wzrósł z 45 tys. ton do 92 tys. t i stanowił średnio 10% produkcji [Rynek Warzyw w Polsce 2018].

W 2019 roku produkcja koncentratu pomidorowego wynosiła już 42 tys. t, a produkcja ketchupu oraz sosu pomidorowego - 135 tys. t [agronomist.pl].

W Polsce 2021 roku wyprodukowano 542 tys. t warzyw mrożonych. W pierwszym kwartale 2022 roku wyprodukowano 137 tys. t warzyw mrożonych oraz 2695 tys. hl soków owocowych i warzywnych. W tym roku wydzielono dwie podkategorie: sok jabłkowy oraz sok pomidorowy. Produkcja soku pomidorowego w I kwartale 2021 wynosiła 127 tys. hl [stat.gov.pl].

W naszym kraju uprawia się odmiany samokończące (karłowe). Stanowią one 75 % powierzchni uprawy pomidora. Resztę produkcji zajmuje pomidor wysokorosnący, przy palikach. Odmiany samokończące przeznaczone są do przetwórstwa, natomiast wysokorosnące do spożycia w stanie surowym [Biesiada i in. 2007, Rumpel 2007].

## **2.2. Systematyka i opis botaniczny**

Pomidor zwyczajny (*Lycopersicon esculentum* Mill.) należy do rodziny psiankowatych (*Solanaceae*). Dziko rosnące pomidory to rośliny zielne, a w swoim naturalnym środowisku w górskich Andach i na pustyniach, najprawdopodobniej zachowują się jak rośliny jednoroczne, ponieważ występujące tam mrozy i susza zabija je po pierwszym roku wzrostu [Liedl i in. 2013]. Jest to roślina zielna, w Polsce jednoroczna, natomiast w bezmroźnym klimacie wieloletnia. Wzrost rośliny może być nieograniczony, jak ma to miejsce u odmian wysokorosnących lub ograniczony – u odmian samokończących [Rumpel 2007, Adamczewska-Sowińska i in. 2008]. System korzeniowy roślin uprawianych z siewu, nie pikowanych jest typu palowego i może osiągać nawet 1,5 m. U roślin pikowanych i przesadzanych wierzchołek korzenia palowego jest uszkodzany i tworzy się wiele korzeni

bocznych, przez co system jest krótszy. Pomidor ponadto wytwarza korzenie przybyszowe z łodygi zagłębionej w ziemi. Ukorzeniać mogą się również łodygi pokładające się na ziemi [Borowiak 2007, Rumpel 2007].

Łodyga u roślin we wczesnym stadium rozwoju jest wiotka i okrągła. Z czasem staje się twarda i kanciasta, a pod koniec okresu wegetacji drewnieje. U odmian wysokorosnących i samokończących wiotkołodygowych łodyga ugina się pod swoim ciężarem. U odmian sztywnołodygowych zachowuje pokrój wzniesiony do końca okresu wegetacji [Borowiak 2007, Rumpel 2007]. Wyróżnić można dwa rodzaje odmian samokończących - o wiotkich oraz grubych, sztywnych łodygach. Owocowanie i kwitnienie jest bardziej skoncentrowane niż u odmian wysokorosnących. U odmian samokończących pierwsze grono kwiatowe roślina wytwarza po wykształceniu 2-3 liści, później co 1 lub 2 liście. Odmiany samokończące owocują szybciej niż odmiany wysokorosnące. Odmiany wysokie dorastają w warunkach polowych do 2 m, a odmiany samokończące do 80 cm [Rumpel 2007, Adamczewska-Sowińska i in. 2008]. U odmian wysokorosnących po wytworzeniu 7-11 liści, wierzchołek wzrostu tworzy grono kwiatowe i kończy się faza wegetatywna pędu głównego. Następnie rozpoczyna się wzrost sympodialny, a z kątów liści wyrastają pędy boczne i jeśli nie zostaną usunięte, powodują rozkrzewienie się łodygi [Rumpel 2007, Gajc-Wolska 2015].

Liście pomidora były zwykle uważane za pierzaste, natomiast obecność małej tkanki liściowej, która łączy rozwarstwienia blaszki wzdłuż głównej osadki liściowej, można interpretować jako prosty liść. Stopień rozwarstwienia liści jest zmienny wśród dziko rosnących pomidorów i jest to przydatne do rozróżniania jego odmian [Peralta i in. 2008]. Liście pomidora są złożone, nieparzystopierzastodzielne. Składają się z odcinków dużych, mniejszych i jednego szczytowego. Odcinki liścia są sercowato – jajowate, o brzegach powcinanych. Liście mają barwę od jasno- do ciemnozielonej, natomiast powierzchnia może być gładka lub karbowana. Ogonki są krótkie [Biesiada i in. 2007]. Większość odmian polowych pomidora ma liście powcinane lub ząbkowane, nieliczne tylko odmiany mają liście tzw. ziemniaczane o mniejszej licznie całobrzegich listków. Pędy i liście są owłosione, część włosków zawiera żółtozieloną, gęstą ciecz o charakterystycznym zapachu, która brudzi podczas kontaktu z rośliną [Dobromilska i Kujath 2006, Rumpel 2007, Adamczewska-Sowińska i in. 2008].

Kwiaty pomidora mają średnicę od 1,5 do 2 cm i należą do kwiatów aktynomorficznych (kwiaty o symetrii radialnej, można je podzielić na trzy lub więcej identycznych części) [van

Dam i in. 2005]. Kwiaty pomidora mają zabarwienie żółte, są obupłciowe, samopylne, zebrane w kwiatostany zwane sierpikami. Od momentu zapylenia do wykształcenia owocu mija 7 – 10 tygodni. Kwiaty na roślinie pojawiają się po 50-60 dniach od wschodów roślin. Grona mogą być pojedyncze, podwójne lub złożone o budowie ściślej lub złożonej. U niektórych odmian wystąpić może zjawisko partenokarprii, które polega na zdolności do wytworzenia się owocu bez zapłodnienia. Liczba kwiatów w gronie wynosi od 3 do 25 sztuk. Odmiany uprawne posiadają najczęściej pojedyncze grona kwiatowe mające po 5-10 kwiatów [Biesiada i in. 2007, Rumpel 2007, Adamczewska-Sowińska i in. 2008].

Kwiaty pomidora nie wytwarzają nektaru, dlatego obecność innych gatunków roślin nektarodajnych, rosnących w pobliżu pomidora, staje się dodatkową atrakcją dla zapylaczy [Gaglianone i in. 2015]. Zapylenie kwiatów zapewniają głównie wibracje owadów (zapylenie brzęczące, z ang. buzz pollination), które sprzyjają uwolnieniu się pyłku [Buchmann 1983]. W badaniu Morandina i in. [2001] udowodniono, że wibracje, które powoduje trzmiel (*Bombus impatiens*) na kwiecie pomidora, zwiększają liczbę pyłków ziarna na znamieniu, w rezultacie dając lepsze zawiązywanie owoców pomidora. Zapylenie kwiatów pomidora odbywa się najczęściej między godziną dziesiątą rano, a szesnastą po południu, w czasie kiedy znamię słupka jest bardzo wrażliwe [Del Sarto i in. 2005]. W uprawie polowej pomidorów zapyleniu kwiatów sprzyjają owady oraz wiatr. Natomiast uprawa szklarniowa lub w tunelach wymaga zapylenia tego warzywa przy użyciu hormonów, wibratorów lub przez ustawienie uli z trzmielami [Vergara i Fonseca-Buendía 2012].

Owocem pomidora jest mięsista i soczysta jagoda, która może być dwu - lub wielokomorowa. Owoce okrągłe i gładkie mają od 2 do 5 komórek nasiennych, a spłaszczone i żebrowane od 6 do 10 lub więcej. Komory nasienne mogą być rozmieszczone regularnie i nieregularnie. Nasiona pomidora są płaskie, kształtu nerkowatego, owłosione i aksamitne, natomiast masa tysiąca nasion wynosi 2,5-3,0 g, a w 1 g znajduje się 300-350 sztuk [Borowiak 2007]. Odmiany pomidora mogą się różnić między sobą sposobem rozmieszczenia kwiatostanów, np. wysokością umieszczenia na roślinie pierwszego grona oraz odległością między gronami. Grona mogą być rozmieszczone co 3 – 4 liście u odmian silnie rosnących, co 1 – 2 liście u odmian samokończących wzrost. Ze względu na termin wyrastania owoców w obrębie grona wyróżniono: grona regularne, w których owoce wykształcają się w kolejności od nasady ku szczytowi, a także grona nieregularne – kolejność wykształcania się owoców nie zależy od ich miejsca na gronie [Adamczewska – Sowińska i in. 2008].

Kształt owoców jest bardzo zróżnicowany i określa się go na podstawie współczynnika kształtu, który jest stosunkiem średnicy pionowej i poziomej [Borowiak 2007]. Powierzchnia owoców pomidora może być gładka, żebrowana lub zdeformowana. Różna także może być wielkość zagłębienia kielichowego. Barwa owoców jest czerwona o różnym odcieniu, biała, żółta, różowa, kremowa, czerwono – zielona i brunatna [Adamczewska – Sowińska i in. 2008].

Do popularnych odmian pomidora, przeznaczonych do uprawy polowej należą silnie rosnące lub samokończące, które mają owoce o średniej wielkości, duże lub bardzo duże. Zbierane są pojedynczo, w miarę wybarwienia. Z tych odmian wyodrębniono grupę do zbioru z całymi gronami. Coraz częściej uprawia się odmiany drobnoowocowe, które zalicza się do pomidorów koktajlowych, charakteryzujące się większą zawartością cukrów i lepszym smakiem. Pomidory tzw. groniaste i drobnoowocowe stanowią uatrakcyjnienie oferty handlowej, ponieważ występują wśród nich odmiany o nietypowej barwie (pomarańczowe), a także nietypowym kształcie (gruszkowate) [Wysocka-Owczarek 2001].

### **2.3. Wartość odżywcza i skład chemiczny**

Poziom spożycia pomidorów oraz ich przetworów z roku na rok wzrasta dzięki świadomości konsumentów na temat zdrowego odżywiania. Substancje, które zawarte są w świeżych owocach pomidora, a także w jego przetworach takich jak zupy, sosy oraz soki, odgrywają bardzo ważną rolę w profilaktyce chorób nowotworowych [Giovannucci 1999, Horbowicz i in. 2000, Li Y. i in. 2018]. Owoce pomidora zawierają wiele prozdrowotnych związków, w tym witaminy, karotenoidy oraz związki fenolowe i są łatwo integrowane jako odżywczy składnik zbilansowanej diety [Martí i in. 2016, Li i in. 2016]. Te bioaktywne związki posiadają szerokie spektrum właściwości fizjologicznych, w tym działają przeciwzapalnie, przeciwdrobnoustrojowo oraz przeciwalergiczne, a także wpływają przeciwzakrzepowo, rozszerzając naczynia krwionośne i przeciwutleniająco [Raiola i in 2014].

Skład chemiczny oraz cechy jakościowe owoców zależne są od odmiany, a także od warunków zewnętrznych takich jak opady, temperatura, nawadnianie, nawożenie oraz miejsce uprawy [Jabłońska-Ryś i in. 2013, Diouf i in. 2018]. Smak owoców jest bezpośrednio związany ze składem chemicznym i jest uzależniony od zawartości cukrów i kwasów organicznych [Baldwin i in. 1998].

Pomidor posiada niewielką wartość energetyczną, ponieważ 100 g świeżej masy to około 18-22 kcal [Rumpel 2007]. Jest to warzywo bogate w liczne związki biologicznie aktywne z grupy karotenoidów (likopen), a także występuje w nim ponad 500 różnych form

flawonoidów (kwas chlorogenowy, galusowy, kwercetyna, rutyna lub kempferol) [Hallmann 2012, Tamasi i in. 2019].

Dojrzałe owoce zawierają około 92-96 % wody, 0,8-1 % białka, 0,2-0,3 % tłuszczów, 2,8-3 % węglowodanów i 1,1-1,8 % błonnika pokarmowego. Sucha masa pomidora stanowi 4-8% świeżej masy owoców [Rumpel 2007, Adamczewska-Sowińska i in. 2008]. Khan i in. [2011] w swoich badaniach podają, że dobrze dojrzały owoc pomidora (100 g) zawiera wodę (94,1 %), energię (23 kcal), wapń (1,0 g), magnez (7,0 mg/kg), witaminę A (1000 j.m./kg) kwas askrobinowy (22 mg/kg), tiaminę (0,09 mg/kg) oraz ryboflawinę (0,03 mg) i niacynę (0,8 mg).

Dla mieszkańców Włoch pomidor jest źródłem od 50 % do 120 % zalecanego dziennego spożycia witaminy C, od 10 % do 30 % witaminy A oraz 12 % witaminy E [Raffo i in. 2006]. Jak podają Abushita i in. [1997] owoce pomidora są dobrym źródłem witaminy C (w 100 g części jadalnych jest od 15 do 25 mg), a także prowitaminy A, witamin z grupy B (około 45  $\mu$ g w 100 g świeżych owoców) i soli mineralnych. Zawartość kwasu L-askorbinowego w warzywach i przetworach zależy od gatunku (odmiany), miejsca i metody uprawy, warunków klimatycznych danego regionu, agrotechniki oraz stopnia dojrzałości w czasie zbioru, a także przechowywania i technologii przetwarzania i konserwowania [Lee i Kader 2000, Giovanelli i in. 1999]. Według badań Sablani i in. [2006] zawartość witaminy C w owocach pomidora wynosi około 23 mg  $\cdot$  100 g<sup>-1</sup> ś.m. W badaniach Hernandez a in. [2008], w owocach pomidora oznaczono następujące ilości kwasów organicznych: kwas cytrynowy (322-389 mg $\cdot$ 100 g<sup>-1</sup>), kwas jabłkowy (66-92 mg $\cdot$ 100 g<sup>-1</sup>), kwas szczawiowy (23,5-29,3 mg $\cdot$ 100 g<sup>-1</sup>), kwas askorbinowy (13,5-15,7 mg $\cdot$ 100 g<sup>-1</sup>), a także w niewielkich ilościach kwas pirogronowy i fumarowy. Ilość i forma kwasów zawartych w pomidorach powoduje, że pH surowca świeżego wynosi około 4,0-4,2. Taka wartość pH zalicza pomidory do żywności kwaśnej [USDA 2016]. Dlatego też pomidory mogą być wykorzystywane w procesie pasteryzacji, nawet w warunkach domowych [Gębczyński i in 2016]. Ważnym składnikiem suchej masy pomidora są także substancje tworzące błonnik [Causse i in. 2006]. Błonnik występuje w skórce i w nasionach pomidora, ale przepisy o jakości handlowej soków mówią, aby te części owoców oddzielić od soku w procesie jego wytwarzania i nie mogą wchodzić one w skład gotowego produktu [Gębczyński i in 2016].

Alkaloidy sterolowe są wytwarzane głównie przez rośliny z rodziny psiankowatych (*Solanaceae*). Występują w połączeniu z cukrami jako glikoalkaloidy. Spotyka się je we wszystkich organach rośliny, również w częściach jadalnych. Stwierdzono obecność ponad 100

glikoalkaloidów w tkankach pomidora [Tohge i Fernie 2015]. W owocach pomidora obecna jest  $\alpha$ -tomatyna i dehydrotomatyna [Ballester i in. 2016]. Niedojrzałe zielone pomidory zawierają do 500 mg tomatyny na kilogram suchej masy, a dojrzałe czerwone owoce mają zawartość tomatyny znacznie niższą (około  $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) [Friedman 2015]. Tomatyna wykazuje działanie toksyczne i spożycie niewielkich jej ilości może spowodować zaburzenia oraz ból przewodu pokarmowego. W badaniach przeprowadzonych na zwierzętach (szczury, myszy, króliki) dawkę śmiertelną tomatyny wykazano na poziomie  $1 \text{ g/kg}$  masy ciała [Cieślik 1997].

Doświadczenia Hallmann i in. [2013] wykazały, że odmiana pomidora znacząco determinuje ogólną zawartość kwasów fenolowych i flawonoidów oraz ilości poszczególnych związków. Owoce odmian cherry charakteryzowały się większymi zawartościami tych związków w porównaniu do odmian wielkoowocowych. Dorais i in. [2008] stwierdzili, że pomidory cherry ze względu na większy stosunek skórki do miąższu zawierają większe ilości flawonoidów, które znajdują się właśnie w skórce. Ponadto w swoich badaniach Piesiewicz [2010] zaobserwował, że owoce pomidora typu cherry zawierają od 22 do 922 mg kwercetyny z grupy flawonoidów, a ich ilość w pomidorach standardowych wynosi od 0,8 do 2,1 mg w 100 g produktu. Martí i in. [2016] podają, że zawartość kwercetyny w różnych odmianach pomidora wynosi od 0,7 do  $4,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . W badaniu Campestrini i in. [2019] porównano odmianę pomidora Red Cherry z odmianą Micro-Tom o purpurowej skórce. W skórce pomidora Micro-Tom stwierdzono większą zawartość luteiny, likopenu i  $\beta$ -karotenu w porównaniu do Red Cherry. Wykazano, że badane odmiany pomidora są bardzo dobrym źródłem karotenoidów w diecie o właściwościach prozdrowotnych. Bojarska i in. (2020) wykazali, że rodzaj i odmiana pomidora były zróżnicowane pod względem właściwości fizycznych oraz składu chemicznego. Stwierdzono, że pomidory drobnoowocowe charakteryzowały się mniejszą twardością i jędrnością w porównaniu do owoców średnich i dużych. Ponadto pomidory drobnoowocowe zawierają więcej związków fenolowych (około 30%) oraz likopenu oraz  $\beta$ -karotenu w porównaniu do owoców średnich i dużych. Dlatego też dodatkowo do walorów dekoracyjnych, mają wysoką wartość zdrowotną.

W doświadczeniach Borowskiego i in. [2008] oznaczono aktywność zmiatania wolnych rodników DPPH (jako  $\text{EC}_{50}$  wyrażone w mg produktu), która wynosiła 157 mg. Pomidor stanowi bardzo dobre źródło karotenoidów. Karotenoidy to naturalna grupa związków odżywczych pochodzenia roślinnego, które rozpuszczają się w tłuszczach i rozpuszczalnikach. Są to barwniki roślinne, które charakteryzują się zabarwieniem od żółtego poprzez pomarańczowe do czerwonego [Maoka 2009]. Owoce pomidora zawierają m.in.:  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -

karoten, likopen, luteinę i zeaksantynę. Największy udział z wymienionych karotenoidów mają likopen i  $\beta$ -karoten [Grajek 2007]. Betakaroten znajduje się w miąższu i skórce, a likopen w miąższu [Rumpel 2007]. W badaniach Grajek [2007] to skórka pomidora zawierała około pięć razy więcej likopenu niż miąższ. Okazało się również, że na zawartość likopenu w pomidorach ma wpływ temperatura wzrostu owoców. Przyjęto, że optymalna temperatura to 16-25 °C, a w temperaturze powyżej 35 °C likopen przekształca się w  $\beta$ -karoten. Likopen jest ponadto wykorzystywany w przemyśle spożywczym. Jest dodawany m.in.: do mięsa i jego przetworów, napojów bezalkoholowych, kandyzowanych owoców, lodów, wyrobów cukierniczych, serów topionych. Przemysłowa ekstrakcja likopenu ma również znaczenie dla przemysłu paszowego [Skiepmo i in. 2015, Shi i Maguer 2000].

Jak podaje Grajek [2007] zawartość  $\alpha$ -karotenu w owocach pomidora waha się w granicach 0,11-0,15 mg·100 g<sup>-1</sup> ś.m., a zawartość  $\beta$ -karotenu 0,21-0,89 mg·100 g<sup>-1</sup> ś.m. W pomidorach cherry ilość  $\beta$ -karotenu wynosi 0,92-1,05 mg·100 g<sup>-1</sup> ś.m., natomiast zawartość luteiny i zeaksantyny 0,076-0,43 mg·100 g<sup>-1</sup> ś.m. Według Clintona (1998) owoce pomidora, w zależności od odmiany zawierają od 3,1 do 7,74 mg likopenu w 100 g. Compos in. [2010] określają tę ilość w świeżych owocach, w granicach od 0,88 do 7,74 mg·100<sup>-1</sup>. Badania Martí i in. [2016] potwierdzają, że stężenie likopenu w owocach pomidora, w zależności od odmiany waha się pomiędzy 7,8 do 18,1 mg · 100<sup>-1</sup> świeżej masy, natomiast stężenie  $\beta$ -karotenu jest znacznie niższe i wynosi do 1,2 mg · 100<sup>-1</sup> świeżej masy.

W doświadczeniu Góreckiej i in. [2020] wykazano, że najwyższą zawartość likopenu oszacowano w koncentracji pomidorowym niezależnie od pory zbioru – 211,73 mg /100 g s.m. w sierpniu oraz 184,29 mg/100 g s.m. we wrześniu, a najmniejszą w świeżych wytlókach pomidorowych – 20,45 i 16,11 mg/100 g s.m. odpowiednio w sierpniu i we wrześniu. To badanie wykazało, że odpady z pomidorów można uznać za obiecujące źródło likopenu do produkcji żywności funkcjonalnej. Podobne rezultaty w swoim doświadczeniu otrzymali Silva i in. (2019) potwierdzając, że wytlóki pomidorowe zachowują duże ilości związków antyoksydacyjnych po przetworzeniu, zwłaszcza likopenu oraz błonnika pokarmowego. Dlatego też liofilizowane wytlóki pomidorowe mają potencjał do wykorzystania jako składnik żywności funkcjonalnej, przyczyniając się do ograniczenia wpływu produkcji żywności na środowisko.

W badaniu Bhat i in. [2020] oceniono wpływ dodatku proszku pomidorowego (2 i 4/100 g mąki) i surowego likopenu (50 i 100 mg/100 g mąki), które wykazują silne działanie



przeciwutleniające i mogą pozytywnie wpływać na jakość żywieniową produktów piekarniczych (w doświadczeniu wykorzystano ciastka przygotowane z mąki pełnoziarnistej).

Likopen jest otrzymywany z materiału roślinnego poprzez ekstrakcję rozpuszczalnikami organicznymi w wysokiej temperaturze i pod zwiększonym ciśnieniem [Jun 2006]. Wykazuje silne właściwości przeciwutleniające. Związane jest to z obecnością w jego cząsteczce 11 sprzężonych wiązań podwójnych [Basu i in. 2010]. Dzięki temu substancja ta wpływa korzystnie na spadek występowania niektórych chorób nowotworowych, szczególnie na prostatę u mężczyzn [Zelga i Szostak-Węgierek 2013]. Likopen wykazuje podwójną szybkość eliminowania wolnych rodników tlenowych w porównaniu do innych karotenoidów. To sprawia, że jego obecność w pożywieniu jest bardzo ważna [Nowak i Żmudzińska-Żurek 2009]. Zawartość likopenu uzależniona jest od stopnia dojrzałości pomidora oraz jego odmiany [Sharma i Maguer 1996]. Toor i in. [2006] stwierdzili, że wysoka temperatura oddziałuje negatywnie na tworzenie się likopenu, gdyż jego zawartość w owocach pomidora była o 30 % mniejsza w miesiącach letnich w porównaniu do miesięcy zimowych. Likopen występuje także w świeżych owocach papai, gujawy, brzoskwini, różowego grejpffruta, dzikiej róży, arbuza oraz przetworach pomidorowych (sokach, przecierach i pastach) (tab.1) [Wawrzyniak i in. 2005, Mangels i in.1993].

Badania wykazują, że likopen znacznie łatwiej wchłania się w postaci przetworzonej [Shi 2000], dzięki czemu ketchup jest bardziej wartościowy niż świeże pomidory, ale musi spełniać najwyższe standardy jakości [Kowalczyk i Baraniak 2012]. Badania Marx i in. [2003] potwierdzają, że likopen jest lepiej przyswajalny przez organizm człowieka po zastosowaniu obróbki termicznej, która stosowana jest podczas prowadzonych procesów przetwórczych, w trakcie wytwarzania produktów pomidorowych. Wysoka temperatura towarzysząca obróbce technologicznej oraz do utrwalania gotowych wyrobów sprawia, że ściana komórkowa świeżych owoców pomidora ulega zniszczeniu, przez co likopen uwalniany jest z soku komórkowego [Ostasiewicz i Piecyk 2009, Nguyen i in. 2001].

Badania Ferrís-Tortajada i in. [2012] potwierdzają, że likopen jest jedną z kilku substancji roślinnych, które występują w tradycyjnej diecie śródziemnomorskiej i mogą ograniczyć ryzyko wystąpienia raka gruczołu krokowego. Najnowsze obserwacje udowadniają, że spożywanie pomidorów i likopenu stwarza możliwość zmniejszenia śmiertelności z powodu różnych chorób nowotworowych [Mazidi i in. 2020]. Mirowski [2020] potwierdza, że likopen wzbudza duże zainteresowania w dietoprofilaktyce chorób nowotworowych. Jest zaliczany do

substancji antyoksydacyjnych, dzięki czemu stwarza możliwość ochrony zwierząt i mięsa przed procesami oksydacyjnymi. Ponadto uwzględnienie likopenu w dawce pokarmowej w okresie laktacji może polepszyć właściwości antyoksydacyjne mleka.

Tab.1 Zawartość likopenu w produktach pomidorowych [źródło: Food Ingredients Brasil 2008].

<b>Produkty pomidorowe</b>	<b>Zawartość likopenu (<math>\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}</math>)</b>
Świeże pomidory	8,8-42
Gotowane pomidory	37,0
Koncentrat pomidorowy	62,0
Pasta pomidorowa	54,0-1500,0
Zupa pomidorowa	79,9
Proszek pomidorowy	1126,3-1264,9
Sok pomidorowy	50,0-116,0
Sos pomidorowy do pizzy	127,1
Ketchup	99,0-134,4

Owoce, które posiadają większą zawartość suchej masy są bardziej przydatne do przetwórstwa na soki, koncentraty oraz inne przetwory. Cukry zawarte w owocach, głównie fruktoza i glukoza stanowią 50 % s.m., kwas cytrynowy - około 13 % s.m. Pozostałe składniki tj. aminokwasy, sole mineralne, pektyny, witaminy, karotenoidy i związki aromatyczne rozpuszczalne w wodzie stanowią około 17-27 % suchej masy. nierozpuszczalne składniki, do których należą błony komórkowe, blaszki międzykomórkowe, frakcje pektyn nierozpuszczalne w wodzie oraz skórki i nasiona owoców zajmują około 10-20 % suchej masy [Biesiada i in. 2007]. Pektyny, które nie rozpuszczają się w wodzie zwiększają twardość owoców pomidora i poprawiają ich konsystencję oraz lepkość przetworów. Kwasy organiczne i cukry odpowiedzialne są za smak oraz przydatność w przetwórstwie. Im wyższa zawartość kwasów i cukrów tym smak jest lepszy [Biesiada i in.2007, Rumpel 2007].

Pomidory są cennym źródłem makro- i mikrośladników, głównie potasu (K), ale również magnezu (Mg), wapnia (Ca), miedzi (Cu), żelaza (Fe), kobaltu (Co) i manganu (Mn) [Giovannucci 2002]. W badaniach Jarosza i Dzidy [2011] stwierdzono, że zawartość fosforu w owocach pomidora wynosi około  $3,10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  s.m. W 100 g dojrzałych owoców jest od 200 do 330 mg potasu, który wpływa dobrze na pracę serca i działanie układu moczowego człowieka. W owocach pomidora znajduje się również chrom. W badaniach Bratakos i in. [2002] pierwiastek ten w owocach pomidora został oznaczony w stężeniu  $0,006\text{-}0,01 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Według Grembeckiej i in. [2008] zawartość niklu wynosiła  $0,0003 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Innymi ważnymi składnikami dla człowieka są sód (6 mg), wapń (10-25 mg), magnez (8-20 mg), żelazo (0,51 mg) oraz cynk (0,2 mg), witamina B<sub>1</sub> (0,05 mg), witamina B<sub>2</sub> (0,03 mg), witamin a B<sub>3</sub> (PP oraz niacyna 0,53 mg) [Biesiada i in. 2007, Rumpel 2007].

Pomidor należy do pierwszych roślin jadalnych, w których została wykryta obecność melatoniny. Wysokie stężenie tej aminy występuje w dojrzałych owocach oraz w liściach, które również są jadalne [Stürtz i in. 2011]. Najwyższe stężenie melatoniny znajduje się w nasionach pomidora. Jej zawartość u odmiany 'Micro-Tom' wyniosła  $66,6 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$  s.m. [Okazaki i Ezura 2009]. Pacholek i Małecka [2001] w swoich badaniach stwierdziły, że również nasiona pomidorów są bogatym źródłem przeciwutleniaczy. Ekstrakty etanolowe z odtłuszczonych nasion charakteryzują się właściwościami przeciwutleniającymi zarówno w emulsjach jak i oleju rzepakowym.

Możdżeń i in. [2016] badając wykorzystanie roślin do masek kosmetycznych, stwierdzili, że sok z owoców pomidora ma działanie oczyszczające, wybielające oraz ściągające (wybrana maska kosmetyczna do badań to Christina – Tomato Mask, Pell-Off Mask).

#### **2.4. Odmiany pomidora**

Jednym z najważniejszych czynników, które decydują o jakości produktów przetworzonych jest odmiana. Ważna jest dojrzałość owoców, a także miejsce i warunki uprawy oraz warunki procesu przetwórczego. Odmiany pomidora, które przeznaczone są do przetwórstwa powinny charakteryzować się dużą plennością, dobrą jakością, dużym udziałem plonu handlowego w plonie całkowitym oraz odpornością na najważniejsze choroby [Zalewska-Korona i Jabłońska-Ryś 2010]. Owoce pomidora powinny być intensywnie wybarwione, twarde i o dużej zawartości suchej masy. Twardość i barwa są to cechy uwarunkowane genetycznie. Dzięki wysokiej twardości jest możliwy transport owoców luzem,

ponieważ są one odporne na zgniatanie. Odmiany, które zalecane są do przetwórstwa mają kształt kulisty i podłużny oraz różnią się pokrojem i siłą wzrostu. Do celów przemysłowych wybiera się odmiany karłowe o wysokim plonie [Babik 2000, Rożek 1999]. W Polsce doceniane są odmiany wczesne, które dojrzewają przed pojawieniem się zarazy ziemniaka *Phytophthora infestans* [Zalewska-Korona i Jabłońska-Ryś 2010]. Na wartość użytkową pomidorów, które wykorzystywane są w przetwórstwie, wpływa zawartość składników rozpuszczalnych w wodzie, tzw. ekstraktu, w tym cukrów i kwasów oraz zawartość i skład witamin oraz karotenoidów [Gwóźdź i Gębczyński 2015].

Uwzględniając zastosowanie przemysłowe pomidory zostały podzielone na dwie grupy, tj. obierane, przeznaczone do konserwowania w całości oraz przeznaczone do produkcji koncentratu. Pomidory przeznaczone do konserwowania w całości powinny być o podłużnym kształcie, wysokiej jakości oraz bez uszkodzeń mechanicznych. Pomidory przeznaczone do produkcji koncentratu nie muszą mieć określonego kształtu oraz mogą posiadać niewielkie uszkodzenia mechaniczne. Zbiory wykonuje się kiedy owoce pomidora są właściwie wybarwione i charakteryzują się odpowiednim wskaźnikiem ekstraktu [Arazuri i in. 2007, Elkner i Krajewski 1999, Garcia i Barrett 2006].

W przetwórstwie owoców pomidora wytwarza się duże ilości produktów ubocznych (głównie nasion i skórek), a ze względu na ochronę środowiska, powinny zostać one zutylizowane [Calvo i in. 2008]. Jedną z możliwości utylizacji tych części jest pozyskiwanie z nich likopenu [Papaioannou i Karabelas 2012]. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2011 roku [Dz. U. 2011 r. Nr 91, poz. 525.], w celu pozyskania likopenu z czerwonych pomidorów dopuszcza się stosowanie rozpuszczalników takich jak: ditlenek węgla, aceton, octan etylu, propan-2-ol, etanol, metanol oraz heksan.

W Polsce pomidor jest warzywem sezonowym, więc mrożenie jego owoców może być dobrą metodą na wzbogacenie diety w czasie sezonu zimowego, kiedy na rynku brakuje świeżych owoców [Hallmann i in 2013]. Zapakowane owoce muszą być po rozmrożeniu możliwie najwyższej jakości. Metoda pakowania próżniowego stosowana jest w dystrybucji oraz w krótkoterminowym przechowywaniu warzyw i owoców, które są minimalnie przetworzone. Taki sposób pakowania w połączeniu z modyfikowaną atmosferą, powinien ograniczać straty związane z procesami oddychania oraz utratą wilgotności, które zachodzą w czasie dojrzewania w warzywach i owocach po zbiorze [Gunes i Lee 1997, Rocha i in. 2003].

Pomidor nadaje się do mrożenia w całości lub we fragmentach tzn. w kostkach lub w ćwiartkach [Lisiewska i Kmiecik 2000]. Badania przeprowadzone przez Hallmann i in. [2013] polegały na sprawdzeniu dwóch systemów pakowania pomidorów: pakowanie zwykłe, które polegało na użyciu torebek polietylenowych z suwakiem oraz pakowanie próżniowe. Do doświadczenia wybrano trzy standardowe odmiany pomidora oraz dwie odmiany drobnoowocowe. Owoce zostały poddane mrożeniu, a po sześciu miesiącach zostały zliofilizowane. Wyniki przeprowadzonego doświadczenia pokazują, że mrożone pomidory, które zostały zapakowane próżniowo zawierały więcej witaminy C, kwasów organicznych i kwercetyny w porównaniu do mrożonych pomidorów zapakowanych w woreczki z suwakiem. Pomidory zapakowane w zwykłe woreczki charakteryzowały się natomiast większą zawartością suchej masy, cukrów ogółem i redukujących oraz likopenu i wszystkich kwasów fenolowych oraz flawonoidów oprócz kwercetyny w porównaniu z pomidorami pakowanymi próżniowo.

Spożycie pomidorów świeżych i ich przetworów wzrasta. Na rynku dostępne są m.in. takie produkty jak: pomidory suszone, mrożone, dżem z pomidorów zielonych, a także soki z różnymi dodatkami [Oszmiański 2009].

Na liście odmian roślin warzywnych wpisanych do krajowego rejestru w Polsce, w roku 2018 figuruje 99 odmian pomidora [www.coboru.pl]. Są to odmiany polecane do uprawy polowej oraz pod osłonami.

Odmianą polecaną do przetwórstwa oraz mrożenia i do bezpośredniego spożycia jest Awizo F<sub>1</sub>. Odmiany Barlo F<sub>1</sub> i Intrigo F<sub>1</sub> polecane są do świeżego spożycia. Poniżej został przedstawiony opis odmian, które zostały wykorzystane w doświadczeniach.

**Awizo F<sub>1</sub>** (PlantiCo Zielonki) – to odmiana średnio wczesna o pokroju roślin luźnym do średnio zwartego, gronach pojedynczych lub podwójnych, średnio długich. Owoce są czerwone, wydłużone, gładkie i lekko żebrowane, bez zielonej piętki, bardzo mięsiste, o masie 80-90 g, średnio twarde. Uprawiany jest z rozsady. Zbiór owoców tej odmiany przypada na około 70-75 dni po posadzeniu na polu. Największy udział w plonie mają okazy o średnicy 4,5 do 6 cm. Owoce przeznaczone są do przetwórstwa ze względu na wysoką zawartość suchej masy (powyżej 6%) oraz do bezpośredniego spożycia. Wykazuje wysoką odporność na zarazę ziemniaka i tolerancję na bakteryjną cętkowatość pomidora. Owoce są odporne na zgniatanie [Borowiak 2007, Zalewska-Korona i in. 2013, Gajc-Wolska 2015, www.rynek-rolny.pl].

**Barlo F<sub>1</sub>** (Bakker Brothers) – jest odmianą wczesną, samokończącą, bardzo plenną. Charakteryzuje się dużymi owocami (300-350 g), kulistymi, lekko spłaszczonymi oraz dobrze wypełnionymi. Grona są gęsto osadzone. Owoce są bardzo dobrej jakości o intensywnej czerwonej barwie, bez piętki i twarde o przedłużonej trwałości (LSL). Odmiana dobrze zawiązuje owoce nawet w trudnych warunkach uprawowych. Nadaje się do uprawy na 8 gron wiosną i jesienią pod osłonami oraz latem w polu przy palikach. Posiada silny system korzeniowy, który jest odporny na nicienie występujące w glebie. Ze względu na bardzo wysoki plon owoców, odmiana wymaga dobrego zasilania nawozami wieloskładnikowymi [www.alseed.pl, www.nasiona-holenderskie.pl].

**Intrigo F<sub>1</sub>** (Cora Seeds) – to odmiana drobnoowocowa, średnio wczesna, wysokorosnąca. Przeznaczona jest do zbioru z całym gronem lub luzem. Średni ciężar owocu to 25 g. Owoce są bardzo twarde, nadają się do długiego przechowywania. Wykazuje wysoki poziom odporności na mozaikę pomidorową, fuzariozę pomidora oraz na nicienie, a średni poziom odporności na wirus żółtej mozaiki pomidora [www.nasionaholenderskie.pl].

## **2.5. Uprawa pomidora**

### **2.5.1. Wymagania klimatyczne i glebowe**

Temperatura jest czynnikiem decydującym o wielkości plonu pomidora w uprawie polowej. Roślina ta jest bardzo wrażliwa na niską temperaturę oraz jej wahania w okresie wegetacyjnym [Gajc-Wolska 2015]. Według Rumpła [2007] nasiona pomidora w temperaturze podłoża 22-26 °C kiełkują po upływie 4-6 dni od siewu, a w temperaturze 10°C dopiero po upływie 6 tygodni. Olson i in. [2012] stwierdzili, że optymalna temperatura gleby w czasie kiełkowania nasion pomidora to 29,5 °C (kiełkowanie rozpoczęło się między 5, a 7 dniem od siewu). Jones [2013] podaje, że minimalna wymagana temperatura do kiełkowania nasion to 8-10 °C, z optymalnym zakresem 16-29,5 °C oraz maksymalna tolerowana temperatura to 35 °C. Od wschodów do sadzenia roślin w pole, temperatura powietrza powinna wynosić 18-20°C w ciągu dnia i 14-16°C w nocy. Podczas sadzenia rozsady temperatura gleby powinna wynosić nie mniej niż 12°C, natomiast temperatura powietrza nie mniej niż 14°C. W okresie wegetacji optymalna temperatura wzrostu dla pomidora wynosi 20-26°C w ciągu dnia i 16-18°C podczas nocy, a temperatura gleby 18-23°C. W temperaturze mniejszej niż 10°C rośliny narażone są na przechłodzenie i przestają wydawać owoce [Biesiada i in. 2007, Rumpel 2007]. Jak podaje Rumpel [2007] największy przyrost masy wegetatywnej u roślin stwierdzono w temperaturze

22°C. Zaobserwowano również zaburzenia w dojrzewaniu owoców oraz w ich wybarwianiu przy zbyt wysokiej temperaturze tj. powyżej 28°C. W temperaturze ponad 32°C likopen (czerwony barwnik) przestaje być wytwarzany i owoc pozostaje żółty. B-karoten (barwnik żółty) przestaje być produkowany w temperaturze powyżej 40°C, co powoduje że owoc pozostaje zielony.

Zauważono, że rośliny pomidora posiadają zdolność dostosowania się do odbiegających od optymalnych warunków termicznych, a plon ogólny roślin, które są narażone na ciągłe wahania temperatur, często nie różni się istotnie od plonu roślin rosnących w stałej temperaturze, ale o tej samej średniej [Adams i in. 2011]. Dzięki możliwościom adaptacyjnym pomidora oraz wzrastająca temperatura powietrza, mogą mieć korzystny wpływ na uprawę tego ciepłolubnego warzywa [Skowera i in. 2014].

Badania Jędrszczyk i in. [2012] pokazują, że pomidor uprawiany w okolicach Krakowa dobrze znosił różnicowane warunki termiczne, natomiast czynnikiem, który determinuje wielkość i jakość plonu, były nadmierne lub niskie opady.

Optymalna wilgotność powietrza w uprawie pomidora to 60-65% wilgotności względnej [Gajc-Wolska 2015]. Według Rumpla [2007] najlepszy plon owoców uzyskuje się podczas lat suchych i ciepłych. Zbyt wysoka wilgotność powietrza powoduje u roślin nadmierny wzrost zielonej masy i przyczynia się do opóźnienia i ograniczenia kwitnienia, a także zawiązywania owoców przez co rośliny są mniej odporne na choroby [Rumpel 2007, Grześkowiak 2012]. Pomidor nie posiada zbyt wielkich wymagań co do wilgotności gleby. Dobremu rozwojowi sprzyja umiarkowana wilgotność. Duże zapotrzebowanie na wodę przypada zaraz po posadzeniu na miejsce stałe. Świeżo posadzonej rozsadzce służy podlewanie lub nawadnianie przy pomocy deszczowni, co przyspiesza przyjęcie się jej. Potem, aż do momentu zakwitnięcia, roślina dobrze reaguje na lekki niedobór wody, a wilgotność gleby może wynosić około 60% ppw [Borowiak 2007, Rumpel 2007].

W badaniach Kaniszewskiego i Elknera [1988] przy nawadnianiu pomidora uzyskano o 42% wyższy plon ogólny i o 64% wyższy plon handlowy w porównaniu do obiektów nienawadnianych. Ponadto zaobserwowano, że na skutek niedostatecznej wilgotności gleby w kombinacji nienawadniającej zwiększył się udział w plonie ogólnym owoców porażonych przez suchą zgniliznę wierzchołkową. W doświadczeniu Skowery i in. [2014] stwierdzono, że wzrost występowania niedoborów i nadmiarów opadów może wpłynąć niekorzystnie na

plonowanie pomidora. Niedobory wody można uzupełniać przez nawadnianie, natomiast w przypadku zbyt obfitych odpadów nie można podjąć konkretnych środków zaradczych.

W okresie zawiązywania owoców wzrasta zapotrzebowanie rośliny na wodę i wilgotność powinna być utrzymywana na poziomie 70-80 %, ponieważ następuje w tym czasie silny przyrost masy owoców. Krótszy okres nawadniania pomidorów dla przetwórstwa zmniejsza masę owoców oraz plon, jednakże owoce są lepiej wybarwione i zawierają więcej ekstraktu [Karczmarczyk i Nowak 2006]. W okresie kwitnienia i zawiązywania owoców niedobór wody powodować może zrzucanie zawiązków owoców oraz wystąpienie suchej zgnilizny wierzchołków owoców pomidora. Pod koniec września w polowej produkcji zapotrzebowanie na wodę znów maleje [Rumpel 2007].

Nadmiernie zwilżanie deszczowanych pomidorów sprzyja porażaniu ich przez choroby grzybowe. Zaleca się deszczowanie w godzinach przedpołudniowych, aby zapewnić roślinom szybkie obsychanie w najcieplejszych godzinach dnia. W uprawach polowych coraz częściej stosuje się nawadnianie kropłowe, które oszczędza wodę i energię, stając się przez to efektywniejsze oraz pozwala na precyzyjne nawodnienie i nawożenie [Durau 2015]. Nawadnianie kropłowe polega na bezpośrednim podawaniu wody do systemu korzeniowego rośliny, nie zwilżając jej, więc zmniejsza ryzyko chorób grzybowych. Pozwala również na znaczną oszczędność wody i nawozów [Karczmarczyk i Nowak 2006]. W uprawie pomidora polowego nawadnianego kropłowo ściółka zwiększa ilość dostępnej dla korzeni wody, pozwalając uzyskać wyższy plon owoców oraz większą wydajność zużytej wody [Mukherjee i in. 2010].

Natężenie światła to następny czynnik, który decyduje o plonie pomidora. Wiosną niedobór światła może powodować wybiegnięcie roślin czyli nadmierny przyrost rośliny na długość. Pomidor należy do roślin fotoperiodycznie obojętnych, to znaczy, rośnie i rozwija się zarówno w warunkach krótkiego jak i długo dnia. Wymaga jednak dużej ilości światła i nie toleruje zacienionych miejsc [Borowiak 2007, Rumpel 2007]. Niedostateczna intensywność światła w okresie produkcji rozsady wpływa na nieprawidłowy przebieg późniejszego rozwoju kwiatów oraz na zmniejszenie ilości żywotnego pyłku. W temperaturze powietrza 24-25 °C, optymalne napromieniowanie powinno wynosić 45 tys. luxów (lx). Przy produkcji rozsady, pomidor potrzebuje do prawidłowego wzrostu natężenia oświetlenia około 4 tys. lx, a najlepiej rośnie oraz plonuje przy 14 – 16 tys. lx [Woźny 2015].



Natężenie promieniowania ma duży wpływ na rozwój rośliny i decyduje o prawidłowym wzroście oraz wysokości osadzenia pierwszego grona i prawidłowym wykształcaniu kwiatów i zawiązywaniu owoców [Wysocka-Owczarek 2001, Gajc-Wolska 2015].

Pomidor jest rośliną, która nie ma zbyt dużych wymagań glebowych. Można uprawiać go na większości gleb, nawet klasy IV. Gleba musi być zasobna w próchnicę, składniki pokarmowe, niezbyt ciężka, żyzna oraz łatwo się nagrzewająca. Pomidor nie toleruje gleb zlewnych oraz chłodnych. Odpowiednim odczynem jest pH 5,2 – 6,0. Jednakże niskie pH gleby powoduje pogorszenie jej struktury oraz ogranicza roślinom dostępność składników pokarmowych [Gajc-Wolska 2015]. Dla pomidorów również odpowiednia jest gleba gliniasto-piaszczysta lub gliniasta, na której mogą szybciej owocować i są bardziej odporne na choroby. Najbardziej wymagające co do gleby są odmiany samokończące, sztywnoładogowe, o ograniczonym zasięgu systemu korzeniowego. Najlepiej plonują one na glebach cięższych [Borowiak 2007, Grześkowiak 2012].

### **2.5.2. Nawożenie**

Pomidor ma wysokie wymagania pokarmowe i nawozowe, co związane jest z tworzeniem dużej masy nadziemnej i długim okresem wzrostu. Pomidor najintensywniej pobiera składniki pokarmowe w okresie silnego rozwoju wegetatywnego oraz równoczesnego wiązania owoców. Optymalna zawartość składników pokarmowych w 1dm<sup>3</sup> gleby wynosi: 90-120 mg N, 60-80 mg P, 200-250 mg K, 60-90 mg Mg i 1200-1500 mg Ca [Robak i in. 2013].

W integrowanej uprawie pomidora nawożenie mineralne ustala się na podstawie analizy chemicznej gleby. Jeśli nie wykonano takiej analizy kierować się trzeba żyznością gleby [Gajc-Wolska 2015]. Stosowane w takich przypadkach dawki na hektar wynoszą dla pomidora uprawianego z rozsady: 100-150 kg azotu (N), 80-100 kg fosforu (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), i 160-150 kg potasu (K<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), natomiast w uprawie z bezpośredniego siewu: 100-120 kg azotu (N), 100-150 kg fosforu (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i 180-200 kg potasu (K<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Azotem nawozi się jednorazowo – przed sadzeniem lub bezpośrednim siewem pomidora, czyli przedwegetacyjnie lub też przedwegetacyjnie i pogłównie – dzieląc ogólną dawkę na dwie lub trzy. Nawożenie pogłowne stosuje się w okresie intensywnego wzrostu roślin i wiązania owoców w pierwszych gronach. Przy jednorazowym dokarmianiu roślin składnik ten wprowadza się do gleby w dawce 40-60

kg·ha<sup>-1</sup> w okresie intensywnego rozwoju roślin. W przypadku dwukrotnego dokarmiania pierwszą dawkę stosuje się po ukorzeniu roszady, natomiast drugą w okresie kwitnienia i zawiązywanie owoców [Borowiak 2007, Gajc-Wolska 2015]. Dawki w stosowaniu nawozów azotowych w uprawie pomidora są ogólnie wysokie, o wydajności N na poziomie około 30-50% [Souri i Roemheld 2009]. Do nawożenia przedwegetacyjnego polecany jest saletrzak, a następnie saletra amonowa [Rumpel 2007]. Nawozy fosforowe i potasowe stosowane są w całości przedwegetacyjnie, co najmniej na dwa tygodnie przed planowanym sadzeniem roszady lub siewem nasion. Najczęściej stosuje się superfosfat potrójny i siarczan potasu, który nie zawiera chlorków, ponieważ pomidor jest na nie wrażliwy [Rumpel 2007, Gajc-Wolska 2015].

Nawozy organiczne zwiększają i stabilizują żyzność gleby oraz poprawiają jej właściwości chemiczne, fizyczne i biologiczne. Wpływają również korzystnie na efektywność nawożenia mineralnego, ponieważ wzbogacają glebę w próchnicę i mikroorganizmy [Gajc-Wolska 2015]. Ustawa z 10 lipca 2007 roku (Dz.U. 2007 nr. 147 poz. 1033) określa dawkę nawozu naturalnego takiego jak obornik, gnojówka, gnojowica, którą można zastosować w ciągu roku na nie więcej niż 170 kg azotu (N) w czystym składniku na ha użytków rolnych [isap.sejm.gov.pl]. PIORIN [2020] podaje, że działanie nawozowe obornika rozłożone jest na trzy lata. Średnio, 50% wykorzystywane jest w pierwszym sezonie, 30% w drugim, a 20% w trzecim roku. Pomidory odmian wysokich udają się nawet w drugim i trzecim roku po nawożeniu obornikiem, natomiast odmian karłowych lub pomidory uprawiane z siewu wprost do gruntu, najlepiej rosną w pierwszym roku po oborniku. Terminem optymalnym do nawożenia obornikiem jest wczesna wiosna, natomiast zastosowany jesienią musi być natychmiast przyorany. Pod pomidor, bardzo dobrze rozłożony obornik można zastosować wczesną wiosną, a jeżeli jest mniej rozłożony to lepsze jest przyoranie go jesienią.

W uprawie polowej warzyw, zwłaszcza ekologicznej i integrowanej stosuje się również nawozy zielone. Szczególne znaczenie mają one w gospodarstwach, w których występuje niedobór obornika i kompostów. Podstawowym czynnikiem użyźniającym w nawozach zielonych jest masa organiczna, która wprowadzana do gleby ulega w niej rozkładowi na drodze humifikacji i mineralizacji. Rolą nawozów zielonych jest kompleksowe oddziaływanie uprawianych roślin i mikroorganizmów glebowych na właściwości fizyczne, chemiczne, fizykochemiczne i biologiczne gleby. Po zastosowaniu nawozów zielonych wzrasta aktywność biologiczna gleby na skutek rozkładu przyoranej masy przez mikroorganizmy glebowe. Spośród różnych gatunków częściej polecane są rośliny bobowate drobnonasienne, które uważane są za korzystniejsze niż grubonasienne [Wójcik i in. 2014]. Nawozy zielone

charakteryzują się wysoką zawartością azotu, dzięki czemu ogranicza się rywalizacja o azot mineralny pomiędzy następczą uprawą warzywną, a mikroorganizmami glebowymi [Babik i in. 2015].

Nawozy zielone można uprawiać jako międzyplon, ponieważ najczęściej wysiewa się je po zbiorze plonu głównego i przyorywuje przed uprawą następnej rośliny. Ważne jest aby do uprawy dobrać takie gatunki, które zapewniają jak najdłuższe okrycie gleby. Dzięki uprawie nawozów zielonych we właściwym zagęszczeniu ogranicza odchwaszczenie gleby [Tein in. 2013]. Ponadto nawozy zielone zmniejszają występowanie szkodników i chorób, mają również działanie fitosanitarne, to znaczy że obniżają poziom zainfekowania gleby mikroorganizmami patogenicznymi przez stwarzanie warunków, które sprzyjają rozwojowi innych mikroorganizmów [Ochiai i in. 2008]. Badania Piekutowskiej i Lenartowicza [2017] wykazały, że rośliny międzyplonowe (z rodzaju aksamitka, facelia błękitna, wyka kosmata, rzodkiew oleista i gorczyca sarepska) polecane do wysiewu na stanowisku przed ziemniakami, ograniczają populację szkodliwych nicieni w glebie. Natomiast Jabłońska – Ceglarek i Rosa [2002] w przeprowadzonym doświadczeniu wykazali korzystny następczy wpływ nawozów zielonych wysiewanych i przyorywanych wiosną na zawartość witaminy C w korzeniach buraków ćwikłowych.

Międzyplony ozime wysiewa się od połowy sierpnia do połowy września oraz można je uprawiać po roślinach plonu głównego później schodzących z pola (samokończące karłowe odmiany pomidora, ziemniak, warzywa korzeniowe, ogórek). Międzyplony ozime przyorywane są pod koniec kwietnia lub w pierwszej połowie maja. W związku z tym uprawia się po nich warzywa późnego siewu lub sadzenia, przypadającego na drugą połowę maja i czerwiec. Są to m.in. gatunki warzyw ciepłolubnych wymagające sadzenia z rozsady w nagrzaną glebę np. kawon, melon, oberżyna, pomidor. W uprawie roślin na zielony nawóz istnieje ryzyko przesuszenia gleby na skutek wykorzystania zapasów wody glebowej przez rośliny międzyplonowe oraz wprowadzenie zbyt dużej ilości masy organicznej, która stanowi warstwę utrudniającą podsiąkanie wody z głębszych warstw gleby. Wpływ wysuszenia gleby na wzrost rośliny następczej zależy od pory roku, w której następuje przeoranie nawozu zielonego [Zaniewicz – Bajkowska i in. 2012].

W czasie wegetacji można zastosować także dolistnie dokarmianie pomidora. Najszybciej pobierany przez liście jest azot, a wolniej magnez i większość mikroelementów. Takie nawożenie jest polecane, gdy po posadzeniu roślin nastąpi nagłe ochłodzenie powietrza

i gleby. Niska temperatura gleby utrudnia pobieranie fosforu, co prowadzi do słabszego wzrostu rośliny uprawnej. Profilaktycznie rośliny powinno się opryskać nawozami dolistnymi po 3 lub 4 dniach chłódów. Nawozy dolistne najskuteczniej działają temperaturze 12 – 25 °C. Zbyt niska temperatura powietrza ogranicza wchłanianie, a wysoka może wzmacniać wrażliwość roślin na stężenie roztworów nawozów. Nawożenia dolistnego nie łączy się z herbicydami. W połowie okresu wegetacji do nawożenia dolistnego zastosować można nawozy wieloskładnikowe [Gajc-Wolska 2015, Baranowski i in. 2020].

### **2.5.3. Sposoby uprawy pomidora**

Uprawa z bezpośredniego siewu (z pominięciem produkcji rozsady) jest uproszczoną technologią z dość niskimi kosztami produkcji. Przynosi dobre wyniki w ciepłych latach, a w latach zimniejszych jest bardziej zawodna niż uprawa z rozsady [Rumpel 2007]. Stanowi uzupełnienie uprawy z rozsady, głównie w rejonach o dobrych warunkach glebowych i klimatycznych [Rumpel 2007]. Pomidor uprawiany z siewu nasion wprost na pole charakteryzuje się silnym i dobrze rozwiniętym systemem korzeniowym w porównaniu z produkowanym z rozsady [Gajc-Wolska 2015].

Uprawa z rozsady to podstawowy sposób uprawy pomidora w Polsce, a metoda ta pozwala na wydłużenie okresu wegetacji roślin o około 50 dni. Pomidor uprawiany jest w okresie bezprzymrozkowym trwającym od maja do września. Owoce zbierane są w najgorętszym okresie lata, przez co są najlepszej jakości [Borowiak 2007, Rumpel 2007].

Do produkcji rozsady wykorzystywane są ogrzewane tunele foliowe lub szklarnie. Podczas produkcji wymagany jest bardzo dobry dostęp do światła, odpowiednia wilgotność i temperatura powietrza oraz wietrzenie [Rumpel 2007]. Rozsadę pomidora przygotowuje się również w obiektach mniej nowoczesnych, ale wyposażonych w centralne ogrzewanie lub ogrzewanych czasowo. W Polsce rozsadę pomidora produkuje się również usługowo, pod konkretne zamówienie klienta [Gajc-Wolska 2015].

Wybór podłoża jest szczególnie ważny na wczesnych etapach produkcji pomidorów. Osiągnięcie zdrowych i silnych roślin jest głównym czynnikiem determinującym jakość i plonowanie pomidora. Dobre warunki wzrostu w okresie kiełkowania, wpływają korzystnie na dalszy rozwój roślin. Jakość podłoża ogrodniczego wykorzystanego do uprawy odgrywa istotną

rolę w dynamice wschodów, a także na wysokość roślin, liczbę liści i inne cechy morfologiczne oraz na plon owoców pomidora [Vivek i Duraisamy 2017].

Do produkcji rozsady stosuje się odpowiednie podłoża np. substrat torfowy, kompost obornikowo – darniowy lub ziemię ogrodniczą. Najczęściej w produkcji stosuje się substrat torfowy, czyli odkwaszony torf wysoki wymieszany z nawozami mineralnymi [Chohura 2007]. Podłoże do produkcji rozsady powinno być wolne od patogenów, nasion chwastów oraz substancji toksycznych, zasobne w składniki pokarmowe oraz charakteryzować się dobrą strukturą, przepuszczalnością i dobrymi warunkami powietrznymi [Borowiak 2007, Gajc-Wolska 2015]. Rosnąca świadomość ekologiczna producentów nawozów, podłoży ogrodniczych i plantatorów wymaga działań proekologicznych ukierunkowanych na zrównoważony rozwój. Uczymy się jak oszczędzać dostępne zasoby naturalne oraz ich przetwarzania i ponownego wykorzystania. Badania Zawadzińskiej i in. [2022] wykazały pozytywny wpływ podłoży uprawowych, które zostały wzbogacone kompostem z różnych odpadów (pulpą papierową, odpady warzywno-owocowe, podłoże popieczarkowe, posiekana słoma żytnia) na plonowanie i jakość owoców pomidora. Produkcja roślin w podłożach zawierających kompost, włókno drzewne oraz zmniejszoną ilość torfu wysokiego w porównaniu do powszechnie stosowanych podłoży ogrodniczych, zapewniła zadowalający plon oraz skład chemiczny badanych owoców pomidora. Natomiast badania przeprowadzone przez Adamczewską – Sowińską i in. [2021] wykazały przydatność kompostu wierzbowego jako substratu ogrodniczego do produkcji rozsady pomidora. Wyniki powyższego doświadczenia udowodniły wysoką wartość biotransformowanego materiału roślinnego oraz potwierdziły możliwość jego wykorzystania jako podłoże w różnych modyfikacjach wraz z torfem do produkcji rozsady pomidora.

Tradycyjnym sposobem produkcji rozsady jest siew nasion do skrzynek i pikowanie siewek do doniczek lub do gruntu, zazwyczaj w tunelu foliowym. Warunkiem uzyskania dobrej jakości rozsady jest używanie nasion wysokiej jakości. Nasiona pomidora powinny zostać zaprawione przed siewem, mieć zdolność kiełkowania na poziomie nie mniejszym niż 90%, a te używane do bezpośredniego wysiewu nawet powyżej 95%. Obecnie popularną metodą produkcji rozsady w naszym kraju jest siew nasion bezpośrednio do wielodoniczek. Tace wielokomorowe napełnia się substratem torfowym, a po siewie nasion przykrywa się je cienką warstwą piasku, podłoża, wermikulitu lub perlitu [Borowiak 2007, Rumpel 2007, Gajc-Wolska 2015].

Długość okresu produkcji rozsady zależy od terminu siewu nasion oraz od miejsca, w którym będzie produkowana. W zależności od czynników, czas produkcji rozsady może trwać od 40 do 55 dni. Jako pierwsze, pod koniec marca lub na początku kwietnia wysiewa się nasiona odmian przeznaczonych do uprawy wczesnej w nieogrzewanych tunelach foliowych oraz w polu bez osłon. Nasiona w produkcji rozsady pikowanej w tunelu sieje się w I dekadzie kwietnia. Podobnie postępuje się w przypadku rozsady niepikowanej. Jako ostatnie wysiewa się nasiona bezpośrednio do wielodoniczek (około 15 kwietnia) [Borowiak 2007, Rumpel 2007].

Wyróżnia się 4 rodzaje rozsady: rozsada pikowana „rwana”, rozsada doniczkowana, rozsada w wielodoniczkach oraz rozsada niepikowana „rwana”. Pomidory pikować należy po pojawieniu się na siewkach między liścieniami dwóch pierwszych liści właściwych [Borowiak 2007, Rumpel 2007].

Kilka godzin przed posadzeniem rozsady powinno się ją obficie podlać. Odpowiednim terminem sadzenia w pole jest okres po 15 maja, jednak wszystko zależy od panującej w danych latach pogody. Aby rozsada była bardziej odporna na warunki atmosferyczne powinna być wcześniej zahartowana. Jest to bardzo ważny zabieg, który ma na celu dostosowanie roślin do warunków zewnętrznych. Rozpoczyna się go zazwyczaj na 10-14 dni przed posadzeniem roślin w pole. Naika i in. [2005] podają, że proces hartowania odbywa się przez redukcję aplikacji wody, natomiast do przesadzenia na miejsce stałe nadają się sadzonki pomidora, które mają 15-25 cm wysokości oraz 3-5 liści właściwych. Sadzenie roślin powinno odbywać się w godzinach po południowych lub w pochmurny dzień, aby zmniejszyć szok rośliny związany z jej przesadzeniem. Opóźnianie terminu sadzenia rozsady powoduje przesunięcie się w czasie owocowania, co oznacza większe prawdopodobieństwo pogorszenia się jakości owoców [Rumpel 2007, Gajc-Wolska 2015].

Przed posadzeniem rozsady na pole należy glebę spulchnić poprzez zastosowanie kultywatorowania i bronowania na głębokość około 15 cm, a glebę suchą należy nawodnić. Często konieczne jest dwukrotne bronowanie poprzez rozbicie brył oraz usunięcie resztek poźniwnych. Pomidora gruntowego można uprawiać na podwyższonych grządkach, redlinach lub bruzdach, ponieważ ułatwia to odprowadzenie wody i nawadnianie. Mimo to, uprawa odbywa się zazwyczaj przy nawadnianiu powierzchniowym [van Dam i in. 2005].

Odmiany samokończące prowadzi się bez użycia podpór, natomiast wysokorosnące wymagają palikowania. Podpieranie roślin ma na celu ich ochronę przed pokładaniem się oraz

przed kontaktem owoców z glebą. Najczęściej do podpierania roślin stosuje się paliki bambusowe, które wbija się przy każdej roślinie, zwykle od strony północnej, w odległości około 10 cm [Rumpel 2007, Gajc-Wolska 2015].

## **2.6. Zbiór i przechowywanie owoców pomidora**

W uprawie polowej najszybciej dojrzewają owoce odmian najwcześniejszych (od połowy lipca). Zbiór owoców odmian późnych rozpoczyna się na początku lub w połowie sierpnia. Przeznaczone do przechowywania zbiera się od końca sierpnia lub od początku września [Gajc-Wolska 2015]. W naszym kraju dominuje ręczny zbiór, przeprowadzony kilkukrotnie. Odmiana przeznaczona do takiego zbioru powinna charakteryzować się łatwym odrywaniem owoców od szypulek oraz mieć stosunkowo duże, twarde i trwałe owoce, które po osiągnięciu dojrzałości mogą leżeć na polu bez obawy mięknięcia. Owoce przemysłowe są często transportowane luzem na przyczepie. Podczas zbioru powinno usuwać się wszystkie te, które mają objawy chorobowe. Ostatni zbiór należy wykonać przed wystąpieniem przymrozków. Owoce pomidora z uprawy jesiennej mogą zostać zakwalifikowane do przechowywania. Ich trwałość zależy przede wszystkim od odmiany i stadium dojrzałości [Gajc-Wolska 2015].

Jak podaje Gajc-Wolska [2015], ze względu na stopień dojrzałości wyróżnia się owoce:

1. zielone i wyrosnięte,
2. bielejące – z przeznaczeniem do przechowywania,
3. zapalone – miejscowo tworzy się czerwony barwnik (likopen),
4. zapalone i różowe – z przeznaczeniem na rynek świeży,
5. czerwone – z przeznaczeniem do przetwórstwa lub do produkcji nasiennej.

Zbiór mechaniczny jest możliwy w przypadku odmian pomidora, którego owoce równocześnie dojrzewają tak, by zbioru można było dokonać jednorazowo [Jarczyk i Berdowski 1999]. Taki zbiór powinien nastąpić, gdy owoce będą wybarwione w jak największym procencie – ok. 90% [Arazuri i in. 2007]. W warunkach klimatycznych Polski plantacja do zbioru mechanicznego powinna być opryskiwana środkami przyspieszającymi dojrzewanie. Owoce powinny trzymać się mocno na łodygach, ponieważ kombajn pobiera całe rośliny i dopiero później je oddziela [Borczyński 2007]. W badaniach Rożek i in. [2011] stwierdzono, że w przypadku odmian o dłuższym okresie wegetacji, do których zaliczane są odmiany polecane do przemysłu przetwórczego, nie zawsze jest możliwy zbiór całego plonu. W pierwszym roku badań owoce dojrzałe stanowiły 94,9%, natomiast w drugim roku – 80,7%.

Duża liczba niedojrzałych owoców znacznie utrudnia przeprowadzenie mechanicznego zbioru pomidora.

Pomidory do przechowywania powinny być zbierane ręcznie, delikatnie pakowane do skrzynek tak, aby nie uszkodzić owoców. Zalecane jest układanie ich w niskich skrzynkach, w jednej lub w dwu warstwach. Owoce, które są całkowicie wybarwione przechowuje się w temperaturze + 6 °C do + 8 °C i wilgotności względnej powietrza 85-90% [Adamicki i Czerko 2002]. Owoce z produkcji polowej przechowują się gorzej niż z produkcji spod osłon. Zbierane z pola pod koniec wegetacji są z reguły bardziej porażone przez choroby i odznaczają się większą podatnością na uszkodzenia chłodowe, które polegają na pojawianiu się nieregularnych przebarwień na skórce, zagłębionymi plamkami, wzmożonym mięknięciem, zmianą zapachu i zwiększoną podatnością na gnicie [Biswas i in. 2012]. Według Biswasa i in. [2012] odmiana pomidora i warunki w czasie wegetacji wpływają na powstawanie i rozwój uszkodzeń chłodowych w czasie przechowywania.

W badaniach Grzegorzewskiej i Badełek [2012] wykorzystano odmianę pomidora z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej, którą zebrano w czasie całkowitego wybarwienia. Owoce zostały ułożone jedną warstwą w skrzynkach plastikowych, wyłożonych folią PE. W badaniach dotyczących przydatności opakowań jednostkowych do składowania owoców pomidora były testowane woreczki o wymiarach 20 x 20 cm z następujących rodzajów folii: PE bez perforacji, PE z perforacją oraz PET z mikroperforacją. Woreczki zostały zgrzane termicznie. Pomidory były przechowywane w temperaturze 6 °C przez okres dwóch tygodni. Wyniki przeprowadzonych doświadczeń pokazują, że owoce pomidora z uprawy konwencjonalnej, które były przechowywane luzem (w skrzynkach plastikowych) charakteryzowały się lepszą jakością niż owoce z uprawy ekologicznej. Na owocach z uprawy ekologicznej pojawiły się intensywne uszkodzenia chłodowe. Porównując 4 typy opakowań jednostkowych, najlepszą jakość miały owoce pomidora zapakowane w woreczkach z folii PE bez perforacji. W tych opakowaniach po 14 dniach przechowywania w temperaturze 6 °C, stwierdzono najkorzystniejszą koncentrację O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>.

Ważnymi cechami jakościowymi owoców pomidora są jędrność i wytrzymałość na zgniatanie, a określenie tych parametrów może być pomocne w ocenie trwałości owoców podczas transportu oraz w czasie krótkotrwałego przechowywania (Gajewski i Gajc-Wolska 2000, Jackman i in. 1990).



Owoce pomidora przeznaczone do przechowywania powinny charakteryzować się wysoką zawartością suchej masy, grubą owocnią i dużą odpornością na patogeny. Podczas przechowywania obniżenie temperatury spowalnia procesy biochemiczne, które związane są z dojrzewaniem, ale zbyt niska temperatura (poniżej 10 °C) może doprowadzić do szybkiego mięknięcia owoców oraz zwiększa ich podatność na porażenie przez patogeny [Borowiak 2007, Gajc-Wolska 2015].

Badania przeprowadzone przez Idaszewską i in. [2014] polegały na sprawdzeniu jak warunki przechowywania wpływają na dojrzewanie owoców pomidora. Wyniki badań pokazują, że sposób przechowywania wpływa na dojrzewanie pomidorów. W celu przyspieszenia dojrzewania owoców konieczne jest zastosowanie wyższych temperatur i naświetlania, natomiast zmiany biochemiczne w owocach pomidora, które związane są z procesem dojrzewania zachodzą wolniej w niższych temperaturach oraz bez dostępu do światła. W przypadku przechowywania owoców w niższej temperaturze nie ma możliwości rozwinięcia się wszystkich pożądaných konsumpcyjnie cech pomidorów, ale doprowadziło to do zepsucia się owoców zanim uzyskały stopień pełnej dojrzałości.

Długotrwałe przechowywanie może wiązać się z wystąpieniem zmian teksturalnych oraz organoleptycznych. Temperatura i czas składowania, a także stopień dojrzałości mają wpływ na odczucia sensoryczne, takie jak zmiana jędrności oraz rozpadu struktury wewnętrznej surowca. Skórka owoców pomidora nie wykazuje skłonności do twardnienia, ale z czasem staje się delikatna i podatna na uszkodzenia [Ciupak i Gładyszewska 2010].

Badania przeprowadzone przez Wrzodak [2010] polegały na sprawdzeniu wpływu uprawy ekologicznej i konwencjonalnej na wartość odżywczą i sensoryczną oraz trwałość przechowalniczą owoców pomidora. Owoce zielone i wybarwione jednej odmiany pomidora były przechowywane w normalnej atmosferze w temperaturze 12,5 °C i 20 °C, przy zachowaniu wilgotności względnej powietrza na poziomie 85-90%. Wyniki badań wykazały, że wyższą wartością handlową po przechowaniu odznaczały się zielone owoce pomidora z uprawy ekologicznej składowane przy temperaturze 12,5 °C. Natomiast jakość sensoryczna badanych owoców pomidora zależała od sposobu uprawy oraz temperatury przechowywania. Najwyższą ocenę zapachu pomidorowego i kwaśnego oraz najlepszą mięsistość miąższu i ocenę ogólną jakości miały zielone owoce pomidora z uprawy ekologicznej, które były przechowywane w temperaturze 20 °C.

Najlepsze przechowywanie owoców pomidora uzyskuje się w temperaturze 12,7 °C przy składzie atmosfery w pomieszczeniu przechowalniczym – 5% CO<sub>2</sub> i 2,5% O<sub>2</sub>. Owoce pomidora w stadium dojrzałości „zielone i wyrośnięte” oraz „zapalone” najlepiej jest przechowywać w temperaturze 12,5-13 °C. Zwiększone stężenia CO<sub>2</sub> powyżej 5% powoduje uszkodzenia oraz gnicie owoców. Wskazane jest również dodawanie do atmosfery tlenu węgla (CO), który ogranicza rozwój chorób [Gajc-Wolska 2015].

## 2.7. Choroby i szkodniki pomidora

### 2.7.1. Choroby

Pomidor gruntowy jest szczególnie podatny na choroby infekcyjne wywoływane przez grzyby, wirusy i bakterie oraz na choroby fizjologiczne pojawiające się w wyniku niekorzystnych warunków pogodowych, a także przez błędy agrotechniczne popełniane w uprawie [Gajc-Wolska 2015].

Do chorób abiotycznych należy **sucha zgnilizna wierzchołkowa owoców pomidora** pojawiająca się na wierzchołkach i zawiązkach owoców pod postacią początkowo białych, później brunatnych, czarnych wklęsłych plam, które się powiększają i mogą sięgać do połowy owocu. Porażona tkanka ma tendencję do gnicia [Rumpel 2007]. Owoce porażone dojrzewają przedwcześnie, jednak nie nadają się do spożycia. Przyczyną choroby jest niedobór wapnia. Rozwojowi tej choroby sprzyja również uprawa pomidora na glebach lekkich, brak nawadniania oraz nadmierne nawożenie azotowe i potasowe. Po zauważeniu pierwszych objawów zaleca się kilkukrotne opryskiwanie gron nawozami wapniowymi np. saletrą wapniową w stężeniu 0,5-0,7% [Gajc-Wolska 2015].

**Nierównomierne wybarwienie się owoców** tzw. piętka żółta lub zielona w części przyszypułkowej owocu. Na powierzchni owocu pojawiają się zielonożółte plamy. Przyczyną tej choroby fizjologicznej są błędy w nawożeniu, zwłaszcza przenawożenie azotem przy zbyt niskim nawożeniu potasem i magnezem, oraz zbyt wysoka temperatura podczas dojrzewania owoców (powyżej 32 °C) [Rumpel 2007]. Przy zbyt wysokiej temperaturze nie zachodzi w owocach pomidora synteza likopenu i bardzo wolno zanika chlorofil [Gajc-Wolska 2015].

**Pęknięcie owoców** charakteryzuje się poprzecznymi lub podłużnymi spękaniem mięszu lub skórki u owoców wyrośniętych. Przyczyną spękań są: zmienne uwilgotnienie gleby, opady lub deszczowanie po zbyt długim niedoborze wody [ Rumpel 2007].

**Oparzeliny słoneczne** tworzą się przy zbyt dużym nasłonecznieniu całej powierzchni owoców. Na owocach powstają białawe, skórzaste, czasami nekrotyczne plamy. Plamy podczas dojrzewania owoców nie wybarwiają się. Uszkodzeniu ulegają najczęściej odmiany pomidora o słabym ulistnieniu lub te, które na skutek chorób utraciły liście [Rumpel 2007, Gajc-Wolska 2015].

Do chorób wirusowych należy **Mozaika pomidora** (*Tomato mosaic virus*, ToMV), która może występować na różnych roślinach żywicielskich. Wirus przenosi się łatwo w trakcie zbiorów, obrywania liści i pędów, a także nasionami, z glebą, kompostem i wodą [Rumpel 2007, Gajc-Wolska 2015]. Mozaika pomidora może występować pod wieloma postaciami, m.in. mozaiki zielonej (łagodna forma choroby, nierównomierne zabarwienie liści) oraz mozaiki żółtej lub mozaiki aukuba (w postaci żółtych lub białych plam na liściach) [Gajc-Wolska 2015, Panno i in. 2021].

Groźną chorobą jest **Bakteryjna cętkowość pomidora** powodowana przez bakterię *Pseudomonas syringa*. Źródłem choroby mogą być resztki roślinne pozostawione w glebie i porażone nasiona. Bakterie przedostają się do liści przez aparaty szparkowe i uszkodzoną skórę owocu [Gajc-Wolska 2015, Panno i in. 2021]. Objawy występują na wszystkich częściach nadziemnych roślin łącznie z owocami [Nawrocka i in. 2006]. Do najważniejszych zabiegów zalecanych w profilaktyce przed tą chorobą zalicza się stosowanie płodozmianów, zapobiegawczo stosowanie zabiegów z użyciem mieszanin środków zawierających miedź w postaci np. wodorotlenku miedzi 50% [Gajc-Wolska 2015].

Najgroźniejszą chorobą grzybową pomidora w uprawie polowej i pod osłonami jest **zaraza ziemniaka** (*Phytophthora infestans*). W okresie wegetacji, przy niskiej temperaturze oraz wysokiej wilgotności doprowadzić może do całkowitego zniszczenia uprawy [Gajc-Wolska 2015]. Na łodygach, owocach i liściach pojawiają się wodniste szarozielone, a z czasem brunatne przebarwienia pokryte jasną grzybnią. Ogonki liściowe, łodygi oraz liście z czasem ulegają nekrozie [Nawrocka i in. 2006, Rumpel 2007]. W warunkach klimatycznych Polski zarodniki przetrwalnikowe *Phytophthora infestans* zimują w resztach roślin [Nawrocka i in. 2006]. Opryskiwanie roślin fungicydami może opóźnić pierwsze infekcje zarazy ziemniaka oraz ograniczyć jego rozprzestrzenianie i dalszy rozwój [Shailbala i Pundhir 2008].

Występowaniu **szarej pleśni** (*Botrytis cinerea*) sprzyja wysoka wilgotność i temperatura powietrza około 15 °C [Gajc-Wolska 2015]. Najbardziej wrażliwe części rośliny to łodyga, kwiaty i owoce, które mogą zostać zainfekowane podczas prac związanych z uprawą

lub przez bezpośrednią penetrację grzyba [Panno i in. 2021]. Porażone organy roślin gniją i zamierają. Choroba rozwija się w miejscach o słabym nasłonecznieniu, przy niedoborze azotu, potasu i wapnia w glebie [Nawrocka i in. 2006, Rumpel 2007]. Po wystąpieniu pierwszych objawów należy zastosować wybrane preparaty chemiczne, które zawierają substancje czynne z takich grup jak, np.: strobiluryny, acetyloaniny, amidy [Gajc-Wolska 2015].

### 2.7.2. Szkodniki

Pomidory atakowane są przez różne szkodniki, głównie gatunki wielożerne, które występują na innych uprawach. Do najgroźniejszych szkodników, które powodują znaczące szkody na pomidorze polowym należą mszyce, stonka ziemniaczana, wciornastek tytoniowiec oraz słonecznica orężówka, a także ślimaki [Nawrocka i in. 2006, Borowiak 2007, Gajc-Wolska 2015].

**Mszyce** (*Aphididae*) to pluskwiaki występujące na nadziemnych częściach, głównie na młodych organach. Ogładzają rośliny i powodują zahamowanie ich wzrostu poprzez wysysanie soków. Wydzielają spadź, która pokrywa różne części rośliny. Na jej powierzchni rozwijają się grzyby sadzakowe powodujące nieprawidłową asymilację [Gajc-Wolska 2015]. Mogą także przenosić wirusy, które wywołują różne choroby. Należy wykonywać opryski na roślinach lub stosować biologiczne metody ochrony roślin poprzez wprowadzanie pasożyta lub drapieżcy szkodnika na roślinę [Nawrocka i in. 2006, Rumpel 2007].

**Stonka ziemniaczana** (*Leptinotarsa decemlineata*) jest to chrząszcz uszkadzający rośliny poprzez podgryzanie młodych pędów i zjadanie liści, co skutkuje zmniejszeniem plonów. Uszkadza pomidory w uprawie polowej, gdy po przezimowaniu nie znajduje w pobliżu ziemniaków [Sikora 2005]. Podczas masowych nalotów chrząszczy należy wykonywać zabiegi ochronne, które niszczą osobniki dorosłe i larwy. Progiem zagrożenia są 3 lub 4 kolonie jaj na jednej roślinie lub żerowanie około 15 larw na jednej roślinie [Gajc-Wolska 2015].

**Pomrowy** z rodziny pomrowatych (*Limacidae*) są ślimakami nagimi, dość dużymi o długości około 6 cm. Żerują głównie nocą oraz w ciepłe, pochmurne i deszczowe dni. Wgryzają się w dojrzałe owoce pomidora w uprawie polowej. Zwalczanie ich polega na zastosowaniu preparatu ślimakobójczego [Nawrocka i in. 2006]. Kudrycka [2019] zaleca, na ograniczenie występowania ślimaków, przyorywanie resztek poźniwnych, drenowanie mokrych gruntów, usuwanie kompostów oraz wykaszanie rowów i między. Zabiegi chemicznego zwalczania

ślimaków w uprawach polowych powinno wykonać się po przekroczeniu ekonomicznego progu szkodliwości, po stwierdzeniu progowej liczby ślimaków. Wyróżnia się dwa progi, na które wskazuje ilość ślimaków odłowionych do pułapek oraz procent zniszczonych roślin.

## 2.8. Ograniczanie zachwaszczenia

Rośliny niepożądane występujące na plantacjach uprawianych roślin wbrew woli człowieka, potocznie nazywane chwastami, stanowią nieodłączny składnik agrofitocenozy [Dobrzański 2013]. Bardzo ważnym zabiegiem w polowej uprawie pomidora jest zwalczanie lub ograniczenie zachwaszczenia. Szybko rosnące chwasty konkurują z pomidorami o składniki pokarmowe, wodę oraz światło [Borowiak 2007]. Zwalczanie chwastów poprzez podstawową uprawę roli oraz inne zabiegi agrotechniczne niechemiczne, pełni rolę prewencyjną, a także jest elementem ekologicznych i integrowanych sposobów regulacji zachwaszczenia [Adamczewski i Dobrzański 2012]. W uprawie pomidora występują chwasty o zróżnicowanym przebiegu i długości okresu wegetacji oraz nasileniu szkodliwego działania. Do chwastów jednorocznych, które są szczególnie uciążliwe w zwalczaniu należą m.in.: chwastnica jednostronna (*Echinochla crus-galli* L. P. Beauv.), przytulia czepna (*Galium aparine* L.), tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris* L. Medik.), tobołki polne (*Thlaspi arvense* L.), wiechlina roczna (*Poa annua* L), do chwastów dwuletnich: mleczyk polny (*Sonchus arvensis*), gwiazdnica pospolita (*Stellaria media* L. Vill.), mniszek pospolity (*Taraxacum officinale* F.H. Wiggers coll.), perz właściwy (*Agropyron repens* L. P. Beauv.) [Dobrzański 1999, Dobrzański 2013, Gajc-Wolska 2015]. Chwasty w uprawie pomidora są przyczyną rozprzestrzeniania się szkodników (zwłaszcza nicieni) i chorób. Zwalczanie mechaniczne chwastów rozpoczyna się jesienią w roku poprzedzającym uprawę. Zaleca się wykonać kilkukrotne bronowanie i kultywatorowanie, aby zniszczyć skielkowane chwasty. Orka przedzimowa i uprawki takie, jak włókovanie, kultywatorowanie i bronowanie, które wykonuje się wiosną przed posadzeniem roślin w pole, są skuteczne w walce z chwastami [Dobrzański 1999, Gajc-Wolska 2015]. Dobrzański i Adamczewski [2013] podają, że dla pomidora z rozsady wymagany okres wolny od chwastów wynosi od 4 do 6 tygodni po posadzeniu. Odmiany karłowe, samokończące, uprawiane bez palikowania, są bardziej wrażliwe na zachwaszczenia od odmian, które charakteryzują się silnym wzrostem i uprawianych przy palikach. Krytyczny okres konkurencji dla pomidora z siewu przypada bezpośrednio po wschodach. Gdy rośliny rozrosną się i osiągną 10 cm wysokości, łatwiej radzą sobie z chwastami [Dobrzański 1999].

Na dużych areałach, do zwalczania chwastów pomocne są herbicydy. Program Ochrony Pomidora Gruntowego [Golian i in. 2022] zaleca wiosną, przed wschodami roślin, na większość

jednorocznych od fazy kiełkowania i liścieni do 2-4 liści, zastosować środek ochrony roślin Buzzin (triazinony) – doglebowo i dolistnie. Bezpośrednio przed sadzeniem rozsady, na chwasty roczne jednoliścienne i niektóre dwuliścienne w fazie kiełkowania należy zastosować Devrinol 450 S.C. oraz Colzamid (Acetamidy) – doglebowo. Na chwasty dwuliścienne i niektóre jednoliścienne od fazy kiełkowania do fazy 2-4 liści zaleca się zastosowanie środków chemicznych takich jak: Aurelit 70 WG, Mistral 70 WG, Raba 70 WG, Sencor Liquid 600 SC oraz Solanum 600 SC (triazinony) – doglebowo i dolistnie. Po posadzeniu rozsady, w fazie od 1 do 8 liścia, na chwasty roczne jednoliścienne w fazie 1-3 liści oraz dwuliścienne w fazie 2-4 liści, zaleca się użycie pochodnych sulfonilomocznika: Mambo 25 WG + Trend 90 EC, Ramzes 25 WG, Titus 25 WG, Twist 25 WG + Vivolt – dolistnie. Po posadzeniu rozsady, w fazie 4-6 liści pomidora, na większość jednorocznych chwastów od fazy kiełkowania i liścieni do 2-4 liści poleca się zastosować: Aurelit 70 WG, Mistral 70 WG, Raba 70 WG (Triazinony) – doglebowo i dolistnie. Od fazy 4 rozwiniętego liścia na pędzie głównym do fazy, gdy widocznych jest 9 lub więcej pędów bocznych pierwszego rzędu, na chwasty jednoliścienne (np. chwastnica jednostronna, owies głuchy, włośnica sina) i samosiewy zbóż, od fazy 2 liści do końca krzewienia, zaleca się użycie pochodnych kwasu arylofenoksypropionowego: Achiba 05 EC, Targa Super 05 EC, Pilot 10 EC – dolistnie. Po przyjęciu się rozsady od fazy 2 liści pomidora do fazy gdy widocznych jest 9 lub więcej pędów bocznych, w odpowiedniej fazie wzrostu chwastów jednoliściennych, na roczne jednoliścienne (chwastnica jednostronna, owies głuchy) i samosiewy zbóż w fazie 2-5 liści oraz perz w fazie 4-6 liści należy zastosować: Cegorian Extra 120 EC, GramiGuard i Select Super 120 EC (Cykloheksanodiony) – dolistnie.

Zachwaszczenie można ograniczyć w sposób naturalny i jednocześnie przyjazny dla środowiska wprowadzając uprawę międzyplonów przeznaczonych na przyoranie lub pozostawionych jako ściółka (mulcz), w którą wysiewa się lub sadi rośliny uprawne [Duer 1994]. Przeciwdziałać zachwaszczeniu w uprawie polowej warzyw można również przez ściółkowanie gleby, które zapewnia wiele korzyści takich, jak ograniczenie parowania wody z powierzchni gleby, zwiększenie lub zmniejszanie temperatury gleby, ograniczanie erozji gleby oraz możliwość zahamowania przez ściółkę przenoszenia chorób z gleby na roślinę [Barche i Nair 2014]. W celu ograniczenia zachwaszczenia wykorzystać można także ściółkę organiczną z zielonej masy różnych roślin takich jak koniczyna czerwona. Takie ściółki tworzą fizyczną barierę, która nie dopuszcza do przerastania przez ich warstwę chwastów, ale również hamują ich rozwój poprzez działanie allelopatyczne [Liebman i Davis 2000, Kaczmarek 2009]. Do ograniczenia zachwaszczenia stosuje się ściółki martwe z materiałów organicznych np.: trocin,

z kory, pociętej słomy, które wyklada się w międzyrzędziach. Głównie stosuje się je w uprawie roślin ogrodniczych rosnących w szerokich międzyrzędziach [Adamczewski i Dobrzański 2012]. Zachwaszczenie można ograniczyć także poprzez zastosowanie w uprawie warzyw ściółek żywych, które rosną współrzędnie rośliną uprawną. Ściółka wytworzona przez rośliny okrywowe zmienia barwę pola oraz wpływa na temperaturę gleby i może zawierać związki o działaniu allelopacyjnym. Oddziałuje również na występowanie owadów w łanie rośliny uprawnej [Masiunas 1998]. Powszechnie wykorzystuje się ponadto ściółki syntetyczne wykonane z materiału nieprzepuszczającego światło np. czarną folię z polietylenu lub polichlorku winylu lub czarną włókninę polipropylenową. W rolnictwie ekologicznym stosuje się folię, która wytworzona jest z niezmodyfikowanej genetycznie skrobi kukurydzianej [Adamczewski i Dobrzański 2012]. Ściółki z tworzyw sztucznych oraz biodegradowalnych chronią rośliny uprawne przed zachwaszczeniem w pasach, które są nimi zakryte. Chwasty mogą jednak wyrastać w pasach, które są nieosłonięte oraz w przecięciach folii tuż u podstawy roślin. Niektóre chwasty wieloletnie takie jak np. skrzyp polny, przebijają folię biodegradowalną, ponieważ jest słabsza w porównaniu do folii z tworzyw sztucznych [Dobrzański i Adamczewski 2013].

### **2.8.1. Ściółki syntetyczne w uprawie pomidora**

Ściółkowanie gleby należy do zabiegów pielęgnacyjnych stosowanych na dużą skalę w uprawie warzyw ciepłolubnych takich jak: oberżyna, pomidor, papryka, ogórek, melon, arbuz [Adamczewska-Sowińska, Kołota 2010]. Na początku XXI wieku, na prawie 13 mln ha na całym świecie, stosowano ściółki syntetyczne [Timsina i Connor 2001]. Korzyści jakie wynikają z ich stosowania to szybkie dojrzewanie owoców, zwiększenie plonu, zapobieganie erozji gleby, wzrost temperatury i wilgotności gleby, zmniejszenie strat wymywania azotu oraz ograniczanie zachwaszczenia, a w konsekwencji zmniejszenie stosowania herbicydów [Tarara 2000, Steinmetz i in. 2016, Gao i in. 2019, Li S. i in. 2022]. Ponadto zabieg ściółkowania zapewnia utrzymanie dobrej struktury gleby oraz lepsze wykorzystanie składników pokarmowych przez rośliny [Lamont 1993]. Dzięki tym zaletom, stosowanie ściółek z tworzyw sztucznych stanowi zdecydowanie największą część objętych nimi powierzchni rolnych w Europie - 4270 km<sup>2</sup>, obszar czterokrotnie większy od powierzchni pokrytej szklarniami oraz sześciokrotnie większy od obszaru pokrytego tunelami niskimi [Scarascia-Mugnozza i in. 2011]. Mormile i in. [2017] stwierdzili, że całkowita powierzchnia ziemi rolnej na świecie, która jest ściółkowana wynosi około 18 000 000 ha. Powierzchnia rolna, która pokryta jest ściółkami syntetycznymi wykazuje nieznacznie rosnące trendy na całym świecie (5,7%

rocznego wzrostu do 2019 roku) [Transparency Market Research, 2013]. W Chinach ściółkowanie tworzywami sztucznymi odgrywa znaczącą rolę w rolnictwie. Według Yan i in. [2021] obszar objęty ściółkowaniem z folii stanowi około 12,7% całkowitej powierzchni upraw, a obszar przekraczający 160 mln ha jest każdego roku ściółkowany tworzywami sztucznymi. Taka ilość zastosowanej folii do ściółkowania doprowadziła jednak w Chinach do szeregu zagrożeń spowodowanych zanieczyszczeniem środowiska. Pozostawione części tworzyw syntetycznych na polu wpływają na strukturę gleby, transport wody i składników odżywczych, a także na wzrost roślin uprawnych [Liu i in. 2014].

Folie syntetyczne wykonywane są z różnych polimerów termoplastycznych za pomocą procesu wytłaczania. Polietylen (PE) wchodzi w skład budowy folii syntetycznej i jest odporny chemicznie [Haapala i in. 2014]. Szerokość folii dochodzi zwykle do 3 m, a grubość waha się pomiędzy 12 a 80 mikronów. Jak podaje Scarascia-Mugnozza i in. [2011] polietylen występuje w dwóch głównych postaciach: pierwszy to polietylen o wysokiej gęstości (z ang. HDPE – high density PE =  $0,94-0,96 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ), a drugi to polietylen o małej gęstości (z ang. LDPE – low density PE =  $0,92-0,93 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ). Ponadto do produkcji folii o minimalnej grubości i wysokich właściwościach mechanicznych, wykorzystuje się niskociśnieniowy liniowy PE o niskiej gęstości (z ang. LLDPE – linear low density PE). Polietylen o małej gęstości (LDPE) jest wykorzystywany m.in. do produkcji folii ściółkującej [Espinoza i in. 2006, Wang i in. 2021].

Do najczęściej stosowanych ściółek należy: czarna folia polietylenowa oraz włóknina polipropylenowa [Siwek i in. 2007]. Pierwszą ściółką syntetyczną była wyprodukowana w 1939 roku czarna folia polietylenowa [Lamont 1993]. Jak podaje Lamont [1993] w USA w większości używa się ściółki o grubości 0,031 mm oraz 122 cm szerokości, sprzedawane są one w rolkach o długości 731 m. Szerokość folii może wahać się od 91 do 152 cm i zależy ona przede wszystkim od uprawianej rośliny i sposobu uprawy.

Włóknina wykonana jest z polipropylenu (PP) i jest drugim najczęściej stosowanym liniowym polimerem termoplastycznym z grupy poliolefin. Otrzymywana jest w wyniku niskociśnieniowej polimeryzacji propenu. W porównaniu do PE jest bardziej wytrzymała na rozciąganie [Scarascia-Mugnozza i in. 2011]. W ogrodnictwie włóknina może być użyta wielokrotnie i każdego roku po zakończeniu uprawy musi być zebrana z pola [Dobrzański 2013]. Na polskim rynku dostępne są włókniny ściółkujące o gramaturze 30, 50, 80, 100 oraz  $150 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  i szerokości od 0,80 do 1,60 m i 250 m długości [www.geocover.pl]. W badaniach Kohut i in. [2013] całkowite zniszczenie chwastów nastąpiło po osłonięciu gleby włókniną



ściółkującą, która wpłynęła także na zwiększenie plonów główek kapusty czerwonej i strąków fasoli szparagowej. W doświadczeniach Anyszka i in. [2012] wysoką skutecznością charakteryzowała się ściółka z włókniny, która zapobiegała zachwaszczeniu na zakrytej powierzchni gleby, z wyjątkiem odsłoniętych miejsc wokół roślin uprawnych. Natomiast w badaniach Kosterny [2014a] zastosowanie ściółki z włókniny wpłynęło na podwyższenie temperatury gleby, co przyczyniło się do zwiększenia plonu ogólnego pomidora gruntowego.

Wielokrotne mechaniczne pielienie chwastów na polach uprawnych wiąże się z dużymi pokładami energii oraz wysokimi kosztami. Przyczynia się również do nadmiernego wysuszenia powierzchni gleby, naruszając jej strukturę. Ręczne odchwaszczanie jest problematyczne ze względu na przerastanie płytkiego systemu korzeniowego rośliny uprawnej (np. warzywa dyniowate) z korzeniami chwastów, powodując szkody w uprawie. Dlatego też ściółkowanie powierzchni gleby różnymi materiałami, jest efektywną i skuteczną metodą w walce z chwastami [Abouziena i Haggag 2016]. Według Abouziena i in. [2014] obecność chwastów może obniżyć plon nawet o 50%. Wpływ ściółki na ograniczenie populacji zachwaszczenia, polega na stworzeniu fizycznej bariery i blokowaniu promieniowania fotosyntetycznie czynnego (PAR). Ściółka przenosi również fale ciepła w zakresie dalekiej podczerwieni, hamując wzrost niepożądanych roślin we wcześniejszej fazie ich rozwoju [Nguouajio i Ernest 2004].

Wykorzystanie ściółek syntetycznych przyczynia się do podnoszenia bilansu promieniowania, który zależy od rodzaju zastosowanego materiału. Ściółka może transmitować, absorbować lub odbijać część promieniowania słonecznego [Loy i in. 1989]. To ważna właściwość ściółek, gdyż udowodniono, że refleksja odbicia promieniowania z powierzchni ściółki syntetycznej wpływa bezpośrednio na nadziemny wzrost roślin [Decoteau i in. 1986].

Najpopularniejszą ściółką syntetyczną wykorzystywaną w ogrodnictwie jest folia polietylenowa czarna, przezroczysta i biało-czarna [Schales 1990, Siwek i in. 2007]. Kolor folii ściółkującej decyduje o jej właściwościach fotoselektywnych i ma wpływ na mikroklimat wokół rośliny uprawnej. Oddziałuje również na temperaturę przy powierzchni gleby oraz pod powierzchnią gleby [Lamont 1993]. Czarna folia polietylenowa, która pokrywa powierzchnię gleby, zwiększa jej temperaturę w ciągu dnia średnio o 3-4 °C, a włóknina polipropylenowa o 1-2 °C [Siwek i Libik 2005].

Wpływ ściółek syntetycznych na temperaturę gleby i jej wilgotność zmniejsza się na głębokości poniżej 40 cm [Diaz-Hernández i Salmerón 2012]. Temperatura gleby pod powierzchnią ściółki zależy od właściwości termicznych (odbicia światła, chłonności, przepuszczalności) użytego materiału [Schales i Sheldrake 1963]. Folia przezroczysta pochłania mało promieniowania słonecznego, ale transmituje 85% do 95%, przy czym względna transmisja zależy od grubości i stopnia nieprzepuszczalności polietylenu. W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej folii przezroczystej używa się w zimniejszych rejonach kraju [Lamont 1993]. Folia przezroczysta zwiększa temperaturę gleby, co jest szczególnie korzystne w sytuacji kiedy uprawia się ciepłolubne gatunki warzyw w rejonie o krótkim i zimnym sezonie wegetacyjnym [Waterer 2010]. Badanie przeprowadzone przez Abdelrahmana i in. [2016] w warunkach, w których panuje ekstremalna susza (Sudan Środkowy, roczne opady < 400mm), ściółkowanie bezbarwną folią przyczyniło się do zmniejszenia utraty wody z gleby o około 6 do 11%. W wielu krajach (m.in. w Chinach i w Izraelu) duże obszary uprawowe są ściółkowane czarną folią i włókniną, ponieważ ciemny kolor silnie absorbuje światło słoneczne, powodując znaczne nagrzanie gleby [López i in. 2009]. Ciemne materiały do ściółkowania są szczególnie polecane do uprawy warzyw psiankowatych i dyniowatych. Dzięki takiemu ściółkowaniu, rośliny mogą być uprawiane w regionach o klimacie umiarkowanym (zachodnia część Wyżyny Tybetańskiej), gdzie zaobserwowano wzrost temperatury ściółkowanej gleby o 2-5 °C w okresie letnim [Stobdan 2015]. Badania przeprowadzone przez Amare i Desta [2021] pokazują, że kolor folii ściółkującej wpływa istotnie na temperaturę gleby, wilgotność i zdolność zatrzymywania wody. Podczas gdy folia czarna i niebieska PE zwiększają temperaturę gleby, to folie w kolorze jasnym i białym ją obniżają. Ponadto w doświadczeniu stwierdzono, że kolor folii ściółkującej wpływa korzystnie na skład chemiczny owoców warzyw i wzrost liczby korzeni rośliny uprawnej. W badaniach Rajablariani i in. [2012] wykorzystano w uprawie pomidora gruntowego następujące ściółki syntetyczne: folię przezroczystą, czarną, niebieską, czerwoną i srebrno-czarną. Wyniki doświadczeń pokazały, że temperatura gleby pod zastosowanymi ściółkami była od 3 °C do 6 °C większa w porównaniu do kontroli (bez ściółki). Najwyższa temperatura gleby została odnotowana pod folią niebieską w porównaniu do pozostałych zastosowanych ściółek i do kontroli. Najwyższy plon handlowy owoców pomidora zebrano z folii srebrno-czarnej w porównaniu do pozostałych zastosowanych ściółek i do kontroli. Ponadto zabieg ściółkowania zapewnia utrzymanie dobrej struktury gleby oraz lepsze wykorzystanie składników pokarmowych przez rośliny [Lamont 1993].

Zarówno ściółki syntetyczne i organiczne ograniczają parowanie wody z powierzchni gleby, które zależy od rodzaju i grubości wykorzystanego materiału ściółkującego. Szacuje się, że ściółkowanie pozwala zachować około 20-41% więcej wody w glebie [Abouziena i in. 2014, Ingman i in. 2015]. Abduk Kader i in. [2019] stwierdzili, że ściółkowanie jest metodą na oszczędzanie wody w nowoczesnej produkcji rolniczej, szczególnie w środowisku suchym i półpustynnym. Ściółka chroni powierzchnię gleby przed światłem słonecznym, zmniejszając parowanie wody oraz wpływa na temperaturę gleby. Wybór materiału ściółkującego zależy od dostępności materiału, trwałości, opłacalności oraz od klimatu. W związku z tym, stwierdzono że zastosowanie różnych rodzajów ściółek wpływa na oszczędzanie zasobów wodnych w rolnictwie, prowadząc do poprawy plonowania roślin uprawnych zasilanych opadem deszczowym.

Kolor folii ściółkującej ma wpływ na świeżą i suchą masę rośliny uprawnej oraz na liczbę jej liści [Decoteau 2008]. Doświadczenia pokazują, że rośliny pomidora rosnące na folii czarnej i folii białej charakteryzują się większą liczbą liści oraz dłuższymi łodygami w porównaniu do roślin rosnących na ściółce z folii czerwonej i srebrnej [Decoteau 2008]. Wyniki doświadczenia Mutoro [2021] wykazały, że ściółkowanie pomidora białą folią, wpłynęło na wysokość oraz liczbę łodyg rośliny. Badania Bhujbal i in. [2015] udowodniły, że kolor folii ściółkującej: czarny kolor na srebrnej folii, srebrny kolor na czarnej folii oraz folia przezroczysta - zwiększa kwitnienie, owocowanie i plon, a zmniejsza występowanie chorób na roślinach powodowanych przez szkodniki. Folia aluminiowa również charakteryzuje się tym, że odstrasza szkodniki i ogranicza roznoszone przez nie wektory wirusów, będące przyczyną chorób roślin uprawnych [Greer i Dole 2003]. Folia żółta i pomarańczowa są natomiast atrakcyjne dla mszycy brzoskwińowo-ziemniaczanej (*Myzus persicae*) oraz dla wciornastków (*Thrips tabaci*). Ściółka z folii żółtej może stanowić część zintegrowanej metody ochrony przed szkodnikami (IPM – Integrated Pest Management) przez zastosowanie jej do przyciągania szkodników, a następnie opryskanie rośliny uprawnej środkiem owadobójczym [Cizinszky i in. 1995, 1997]. Ściółka z folii białej wykorzystywana jest powszechnie w uprawie warzyw takich jak sałata, kalafior i brokuł, natomiast w uprawie pomidora stosowana jest w środku lata w krajach o cieplejszym klimacie, kiedy temperatura gleby jest wysoka na tyle, żeby można było ją korzystnie dla rośliny uprawnej obniżyć [Lamont 1993]. Folia polietylenowa o kolorze brązowym i zielonym zwiększa ilości ciepła przekazywanego do gleby, dodatkowo ograniczając występowanie chwastów, poprzez absorbowanie promieniowania fotosyntetycznie aktywnego [Purser 1993, Dobrzański i Adamczewski 2013]. Natomiast

badanie Adamczewskiej – Sowińskiej i in. [2016a] wykazało, że jeżeli najpierw zastosuje się herbicyd, a po nim zostaną rozłożone ściółki z czarnej folii PE lub z przezroczystej folii, to taki zabieg agrotechniczny wpływa na zwiększenie plonowania owoców oberżyny. Jak podają Fatemi i in. [2013] w suchym klimacie (Irak) zaobserwowano istotnie zwiększony plon ogólny dyni zwyczajnej, która była uprawiana na czerwonej i niebieskiej folii PE (odpowiednio o 100% i 31,5%) w porównaniu na glebie bez ściółkowania. Natomiast López – Tolentino i in. [2016] zauważyli, że liście ogórka rosnącego na ściółce oksydegradowalnej, mają zwiększoną powierzchnię asymilacyjną, co według autorów oznacza fizjologiczną reakcję rośliny na wzrost temperatury gleby.

W uprawie polowej warzyw można regulować skład chemiczny owoców pomidora przez dobór odmiany oraz zabiegi agrotechniczne takie jak ściółkowanie gleby folią PE lub włókniną PP [Winiarska i Kołota 2007, Siwek i in. 2007]. W badaniach Majkowskiej-Gadomskiej i in. [2014] nie stwierdzono wpływu ściółkowania gleby czarną włókniną PP na zawartość składników mineralnych w owocach różnych odmianach pomidora. Zarówno owoce pomidora rosnące na ściółce jak i bez okrywy charakteryzowały się prawidłowymi proporcjami wapnia do magnezu oraz wapnia do fosforu. Bucki i in. [2018] również nie zaobserwowali wpływu zastosowanej włókniny PP na jakość i skład chemiczny owoców cukinii. Natomiast w doświadczeniu Adamczewskiej – Sowińskiej i Turczuk [2016b] wykazano, że ściółkowanie białą folią PE w uprawie szczypiorku czosnkowego, sprzyjało w gromadzeniu się w roślinach witaminy C, karotenoidów, fosforu, potasu oraz azotanów. Kosterna i in. [2010] zaobserwowali wzrost suchej masy, cukrów ogółem i redukujących oraz witaminy C w owocach melona rosnącego na ściółce z czarnej folii polietylenowej. W doświadczeniu Zangouejad i in. [2018] stwierdzono najwyższą zawartość suchej masy w owocach pomidora gruntowego uprawianego na ściółce z czarnej folii PE w porównaniu do kontroli (bez ściółki, z zachwaszczeniem).

Głównym problemem wykorzystania ściółek syntetycznych w ogrodnictwie jest ich usunięcie z pola po zakończonej uprawie. Kawałki niezbranej folii będą zanieczyszczały środowisko przez wiele lat. W gospodarstwie mogą być problemy z utylizacją folii i włókniny, które są już zużyte po zakończonej uprawie [Dobrzański 2013]. Pozostałość folii lub włókniny wpływa na środowisko i ma negatywny skutek dla płodozmianu, w którym resztki tworzyw sztucznych na polu mogą spowodować zanieczyszczenie np. szpinaku (*Spinacia oleracea* L.) lub grochu (*Pisum sativum* L.) podczas zbioru. Rozkład folii polietylenowych zachodzi pod wpływem promieniowania UV, które degradowuje łańcuchy polimerowe. Szacuje się, że potrzeba

około 300 lat, żeby folia z PE małej gęstości o grubości 60 µm mogła ulec całkowitej degradacji [Kyrikou i Briassoulis 2007]. Wyniki badań Skórki i in. [2013] udowadniają również negatywny wpływ stosowanych ściółek syntetycznych na populacje ptaków ekosystemu rolniczego. Rozkładane na polu folie wczesną wiosną (kwiecień-maj) zaburzają naturalne siedliska ptaków oraz ograniczają im dostęp do pożywienia.

Liczne badania pokazują, że stosowanie czarnej folii polietylenowej do ściółkowania gleby, nie zapewnia skutecznego zahamowania zachwaszczenia w przypadku niektórych gatunków chwastów takich jak powój polny (*Convolvulus arvensis* L.) oraz cibory orzechowej (*Cyperus rotundus* L.). Ponadto problem stanowi również uzależnienie się od wykorzystywania paliw kopalnych w procesie produkcyjnym folii PE oraz uwalnianie się toksycznych składników do atmosfery podczas jej spalania w gospodarstwach po zakończonej uprawie roślin. Istnieją również obawy dotyczące pozostałości pestycydów na fragmentach ściółek z folii PE zanieczyszczających środowisko glebowe [Hayes i in. 2012, Li C. i in. 2014].

Kasirajan i Ngouajio [2012] zauważyli, że zaledwie 3,6% stosowanych folii do ściółkowania ulega biodegradacji, natomiast reszta stanowi tworzywa sztuczne, które stanowią problem z utylizacją i wpływają na środowisko.

Rozwiązaniem tego problemu jest zastosowanie ściółki biodegradowalnej produkowanej ze skrobi kukurydzianej i biodegradowalnych polimerów. Taka ściółka rozkładana jest przez mikroorganizmy występujące w glebie, ostatecznie przekształcając ją w dwutlenek węgla i wodę w warunkach tlenowych [Kasirajan i Ngouajio 2012, Anzalone i in. 2010]. Zbyt niska temperatura i mała wilgotność gleby mogą wpływać hamująco na proces rozkładu materiału biodegradowalnego. Degradacja może być spowolniona lub zahamowana gdy gleba nie wykazuje odpowiedniej aktywności biologicznej oraz gdy koncentracja drobnoustrojów jest za mała [Kyrikou i Briassoulis 2007]. Polimery biodegradowalne są otrzymywane na drodze naturalnej, biotechnologicznej syntezy związków wielkocząsteczkowych lub w wyniku napełniania czy modyfikowania substancjami biodegradowalnymi polimerów naturalnych zdolnych do biodegradacji. Do produkcji biomateriałów można wykorzystać żywe organizmy, u których występują biopolimery takie jak polisacharydy (chityna, celuloza, skrobia, kwas alginowy) poliestry bakteryjne, polipeptydy, polimery rozpuszczalne i polimery o szkielecie węglowym [Chandra i Rustgi 1998].

We Włoszech wykorzystuje się powszechnie ściółkę ulegającą biodegradacji pod nazwą Mater-Bi® (NOVAMONT), która jest produkowana w podobny sposób jak folia PE oraz ma

zbliżone właściwości fizyczne i chemiczne [Siwek i in. 2010, [www.novamont.com](http://www.novamont.com)]. W Polsce firma BASF oferuje biodegradowalną folię rolniczą Ecovio. Pod wpływem czynników atmosferycznych ulega ona procesom fermentacji i mineralizacji. Folia ułożona na glebie w czasie 40 dni ulega biodegradacji, zmieniając się w kompost [[tygodnik-rolniczy.pl](http://tygodnik-rolniczy.pl)].

Badania przeprowadzone przez Sekare i in. [2019] w południowych Włoszech na dwóch odmianach pomidora gruntowego, miało na celu zastąpienie konwencjonalnej ściółki polietylenowej materiałem biodegradowalnym ze skrobi kukurydzianej. Badane odmiany pomidora były lepszej jakości i zdrowotności na ściółce biodegradowalnej w porównaniu z czarną folią PE. Zaobserwowano również wzrost temperatury gleby pod ściółką biodegradowalną, a po skończonej uprawie brak negatywnego wpływu na środowisko oraz nie wymagała ręcznego usunięcia z pola.

Badania Shogren i David [2006] uwzględniają wykorzystanie biodegradowalnego papieru powlekanego w uprawie pomidora i papryki. Badana ściółka nie wpłynęła na plon roślin uprawnych, ale skutecznie przeciwdziałała rozwojowi chwastów w porównaniu do kontroli (bez ściółki), a po trzech miesiącach ściółka z papieru powlekanego rozłożyła się. Natomiast w doświadczeniach Moreno i Moreno [2008] stwierdzono, że temperatura gleby pod ściółką polietylenową jest wyższa w porównaniu do ściółki biodegradowalnej, co może być wadą w klimacie gorącym, ale zaletą w chłodniejszych warunkach uprawy.

### **2.8.2. Ściółki organiczne w uprawie pomidora**

W uprawach proekologicznych dużego znaczenia nabierają ściółki organiczne, takie jak: słoma, trociny i kora, które wpływają korzystnie na właściwości fizyczne gleby. Niedocenionym źródłem ściółki organicznej są trawniki, które regularnie koszone dostarczają dużą ilość biomasy traw [Błażewicz-Woźniak 2009]. Podobnie można postąpić z innymi roślinami: rośliny okrywowe takie jak koniczyna (*Trifolium* spp.), wyka (*Vicia* spp.) i bób (*Vicia faba* L.) mogą być uprawiane, przycinane, a ich biomasa następnie rozłożona między roślinami uprawnymi jako ściółka organiczna [Abdul-Baki i Teasdale 1993, Creamer i in. 1995]. Li R. i in. [2020] stwierdzili, że ściółka organiczna jest ważnym czynnikiem agronomicznym, który sprawdza się na całym świecie w ochronie gleby i wody. Jednakże odpowiednia warstwa oraz materiał, z którego wykonana jest ściółka są w dalszym ciągu badane. Ponadto ściółka organiczna może wpływać na poprawę właściwości gleby. Składniki odżywcze zawarte w glebie można skutecznie chronić przed ograniczeniem ich wymywania

stosując ściółkowanie w uprawie roślin. W wyniku rozkładania się ściółek zwiększa się zawartość materii organicznej oraz stają się dostępne składniki odżywcze [Jiménez i in. 2016].

Warstwa ściółki organicznej np. ze słomy, siana lub wiórów z drewna powinna wynosić 10 cm lub więcej w celu zapewniania ochrony przed chwastami [Makus i in. 1994]. Według Kibler [2010] minimalna grubość ściółki powinna wynosić 5-8 cm, gdyż zbyt gruba warstwa ściółki może stać się schronieniem dla ślimaków, a w czasie długotrwałych deszczów uniemożliwiać prawidłowe odparowywanie wody. Ściółki organiczne są jednak rzadko stosowane w uprawie warzyw ze względu na wysokie koszty, w tym dodatkowe koszty transportu i rozkładania ściółki między roślinami [Gaskell i in. 2000].

Do ściółek organicznych zalicza się również czarno – białe gazety. Arkusze gazet należy dodatkowo przykryć ściłą z trawy lub inną ściółką organiczną, aby lepiej przywierały do gleby. Wadą takiej ściółki jest jej lekkość i nietrwałość po deszczu. Przy wietrze zostaje naruszona i zdmuchnięta, a po opadach atmosferycznych jest mokra i łatwo przebijają się przez nią rosnące chwasty. Jednakże ściółka z gazety nie zawiera chloru i nie ma ryzyka przedostania się ołowiu z atramentu do gleby. Natomiast barwniki zawarte w atramencie w kolorowych gazetach są niebezpieczne dla mikroorganizmów glebowych [Pedda Ghouse Peera i in. 2020].

Doświadczenie przeprowadzone przez Alptekina i Gürbüza [2021] udowadniają, że wykorzystanie różnego rodzaju ściółek organicznych (materiał z lnu, torf, posiekany papier, słomę oraz świeżo skoszona trawa) w uprawie ogórka wpłynęło na wzrost jego plonu w porównaniu na obiektach bez ściółek oraz zaobserwowano, że wszystkie wykorzystane materiały opóźniały kiełkowanie i wschody chwastów. Najlepsze efekty uzyskano na ściółce z lnu (wysoki plon ogórka, bardzo dobra ochrona przed chwastami oraz wzrost temperatury gleby).

Badania przeprowadzone przez Gabryś i in [2021] pokazują, że materiały celulozowe, takie jak wiskoza, stają się coraz bardziej popularne w ściółkowaniu oraz do produkcji sadzonek roślin. Materiał ten charakteryzuje się dobrymi właściwościami sorpcyjnymi oraz szybką biodegradacją. Czas biodegradacji zależy od wielu czynników i może trwać od kilku do kilkunastu tygodni. W doświadczeniu ściółkowano rośliny pomidora gruntowego materiałem na bazie włókniny wiskozowej. Wyniki pokazują optymalne warunki termiczno – wodne oraz ochronę przed zachwaszczeniem. Badania opracowane przez Shaari i in. [2019] pokazują metodę wytwarzania biodegradowalnych pojemników z mieszanką włókien bawełnianych i wiskozowych, które ulegają biodegradacji w czasie 60 dni.

Ściółki organiczne nie tylko ograniczają rozwój chwastów, ale również ulegając rozkładowi, wzbogacają glebę w próchnicę, sprzyjając w ten sposób zaopatrzeniu roślin w składniki mineralne [Kęsik i Maskalaniec 2004]. Zawartość składników mineralnych w glebie zależy od materiału użytego do ściółkowania. Materiały takie jak kora lub trociny, rozkładają się wolno, pełniąc swoją rolę jeden sezon wegetacyjny i muszą być ciągle uzupełniane [Smolarz 1982]. Wykorzystując ściółkę z kory drzew iglastych oraz trocin, można spowodować obniżenie pH gleby [Kozłowski i Kropisz 1992]. Trociny, kora oraz igliwie z sosny są polecane w uprawie konwencjonalnej roślin sadowniczych, natomiast nie nadają się na ściółki w uprawie warzyw ze względu na stosunek C : N [Kibler 2010]. Badania przeprowadzone przez Kar i Kumar [2007] pokazują wzrost plonu i jakości ziemniaków uprawianych na ściółce ze słomy w porównaniu do kontroli bez ściółki organicznej. W badaniach Kosterny [2014c] zauważono ograniczenie zachwaszczenia na ściółce ze słomy w uprawie brokułu i pomidora. Błazewicz-Woźniak [2009] udowadnia natomiast, że zastosowanie ściółki ze skoszonej trawy wpływało na wzrost korzeni rzodkwi. Na podstawie przeprowadzonych badań przez Jodaugine i in. [2006] wykazano, że zastosowanie różnego rodzaju ściółek organicznych takich jak posiekana słoma pszenna, torf, trociny oraz trawa wymieszana z trocinami wpływały na ograniczanie kiełkowania nasion chwastów.

W doświadczeniu Kosterny [2014a] stwierdzono, że ściółka organiczna ze słomy wpływa na podwyższenie temperatury gleby, zapewniając lepsze warunki dla wzrostu roślin pomidora po posadzeniu na miejsce stałe. Zauważono również wyższe parametry fizjologiczne badanych roślin oraz zwiększoną biomasę części nadziemnych w porównaniu do roślin uprawianych bez ściółkowania.

W jednym z opisanych w niniejszej pracy doświadczeń jako ściółkę organiczną wykorzystano podłoże po produkcji pieczarki. Jak podają Baran i Łabędowicz [2011] masa wytwarzanych w gospodarstwach odpadów organicznych jest bardzo duża, z 1 ha zbóż otrzymuje się od 3 do 8 ton słomy. Rutkowska [2009] podaje natomiast, że produkcja podłoża po uprawie pieczarek wynosi w Polsce około 1500 tys. ton rocznie, stwarzając przy tym problem dla producentów. Na ogół nie posiadają oni gruntów rolnych, które ułatwiłyby zagospodarowanie podłoża popieczarkowego. W Polsce podłoże do uprawy pieczarki przygotowuje się z dobrej jakości słomy zbóż ozimych, pomiotu drobiowego, gipsu i wody. Jest to tak zwane podłoże zastępcze, które zastępuje klasyczny surowiec czyli nawóz koński, którego ilości są bardzo ograniczone w naszym kraju [Majchrowska-Safaryan i Tkaczuk 2013]. Powszechnym sposobem zagospodarowania zwiększających się ilości podłoża



popieczarkowego, powinno być wykorzystanie go do celów nawozowych w ogrodnictwie i rolnictwie [Rutkowska 2009]. W swoich badaniach Jordan i Mullen [2007] stwierdzają, że podłoże popieczarkowe może być wykorzystane jako ściółka w uprawie sadzonek roślin ozdobnych i dla warzyw, a także poprawiać chemiczne i fizyczne właściwości gleby oraz przyspieszać zadarnienia trawników. Badania Martyniak-Przybyszewskiej i Wierzbickiej [1996] dowodzą, że odpady po produkcji pieczarki można wykorzystać w produkcji warzyw np. pomidora i ogórka. Stwierdzono, że sprzyjają one w zwiększeniu plonu i jakości tych warzyw.

Odpady organiczne takie jak słoma (w zależności od gatunku rośliny) oraz podłoże popieczarkowe różnią się pod względem zawartości składników pokarmowych. Podłoże popieczarkowe w porównaniu ze słomą zawiera znacznie większe ilości azotu i fosforu, a słoma potasu [Trawczyński 2008, Smagacz 2009]. Jordan i in. [2007] stwierdzili, że w podłożu popieczarkowym występuje duża ilość makroskładników, które są przyswajalne i łatwo dostępne dla roślin.

Wadą stosowania ściółek organicznych jest ryzyko uszkodzenia roślin przez gryzonie, a także duży koszt i utrudniony dostęp do materiałów [Lipecki 1998]. Ponadto ściółki organiczne nie wyeliminują problemu związanego z chwastami wieloletnimi, takimi jak skrzyp, perz lub ostrożeń [Kibler 2010]. Jak podaje Dobrzański i Adamczewski [2013] mogą wystąpić również trudności z nawożeniem, ponieważ może dojść do biologicznej sorpcji azotu (ściółka z dużym udziałem zbóż), natomiast ściółka z roślin bobowatych może być dobrym źródłem azotu i innych składników. Wiele chwastów wieloletnich może bez problemu przerastać warstwę okrywową ściółki, która ma nawet 10 cm grubości. Ściółka organiczna z czasem staje się cieńsza i mogą pojawić się także chwasty roczne np.: komosa biała (*Chenopodium album* L.), żółtlica drobnokwiatowa (*Galinsoga parviflora* Cav.)

### **3. METODA I PRZEBIEG BADAŃ**

#### **3.1. Metodyka badań**

W latach 2014-2017 w Psarach, w Stacji Badawczo-Dydaktycznej Roślin Warzywnych i Ozdobnych Katedry Ogrodnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu przeprowadzono dwie serie doświadczeń polowych na temat: uprawy pomidora na ściółkach syntetycznych oraz organicznych. W obrębie każdej serii wykonano po trzy doświadczenia

dotyczące następujących odmian pomidora: Awizo F<sub>1</sub>, Barlo F<sub>1</sub> oraz Intrigo F<sub>1</sub>. Jednoczynnikowe doświadczenia założono metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach.

W 2017 roku powtórzono doświadczenia z udziałem ściółek organicznych ze względu na niekorzystne warunki pogodowe, które panowały w 2016 roku. Po ulewnych deszczach pole, na którym znajdowały się odmiany pomidora rosące na ściółkach organicznych zostało zalane, a rośliny uległy zniszczeniu.

**W serii I** badań porównywano następujące rodzaje ściółek syntetycznych: folię polietylenową (PE) o grubości 0,05 mm czarną oraz białą, a także folię PE czerwoną i aluminiową o grubości 0,025 mm, agrowłókninę polipropylenową (PP) o ciężarze 50 g·m<sup>-2</sup> czarną i brązową oraz folię biodegradowalną czarną BioAgri o grubości 0,025 mm, która produkowana jest z Mater-Bi®, bioplastycznego surowca wytwarzanego poprzez kompleksowanie skrobi z biodegradowalnymi poliestrami. BioAgri jest certyfikowany jako biodegradowalny i kompostowalny zgodnie z normą europejską EN 13432 i amerykańską normą ASTM D6400 [<https://biobagworld.com/products/agriculture/>]. Kontrolę stanowiły poletka bez ściółek.

Doświadczenia, każde dla odrębnej odmiany, liczyły po 24 poletka i zajmowały powierzchnię po 90 m<sup>2</sup> (24 x 3,75 m<sup>2</sup>) (rys.2). Powierzchnia jednego poletka wynosiła 3,75 m<sup>2</sup> (2,5 m x 1,5 m), uprawiano tu 8 roślin w rozstawie 80 x 50 cm. Folie i włókniny zostały rozłożone w pasach o długości 9 m i szerokości 2,5 m na 4 dni przed posadzeniem pomidora na miejsce stałe tj. 16 maja 2014 r., 22 maja 2015 r., 20 maja 2016 roku. Ściółki przymocowano do gleby za pomocą metalowych szpilek.

Przedplonami dla pomidora uprawianego w 2014 roku był patison (*Cucurbita pepo* L. var. *patisoniana*), w 2015 roku - cebula zwyczajna (*Allium cepa* L.) i w 2016 roku - gorczyca biała (*Sinapis alba* L.).

**W serii II** badano wpływ różnych ściółek organicznych na wzrost i plonowanie odmian pomidora Awizo F<sub>1</sub>, Barlo F<sub>1</sub>, Intrigo F<sub>1</sub>. Porównywano oddziaływanie takich rodzajów materiałów organicznych jak: pocięta słoma z miskanta olbrzymiego (*Miscanthus giganteus* L.), słoma rzepaku (*Brassica napus* L. var. *napus*), słoma z jęczmienia (*Hordeum vulgare* L.), podłoże po produkcji pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus*) oraz świeża biomasa koniczyny białej (*Trifolium repens* L.). Kontrolę stanowiły obiekty bez ściółki. Jedno

doświadczenie zajmowało powierzchnię 54 m<sup>2</sup>, obejmowało 18 poletek. Powierzchnia jednego poletka wynosiła 3,0 m<sup>2</sup> (1,5 x 2 m) (rys.3), na każdym uprawiono 6 roślin w rozstawie 80 x 50 cm. Ściółki organiczne rozkładano warstwą o grubości 10 cm po posadzeniu roślin pomidora na miejsce stałe. Ściółkę z biomasy ze ściętej koniczyny białej dokładano co 2 tygodnie, ściółkę z pociętego miskanta dosypano raz w ciągu sezonu wegetacyjnego. Biomasa koniczyny białej pochodziła z roślin okrywowych uprawianych na pobliskim polu.

Przedplonami dla pomidora uprawianego w 2014, 2015 i 2017 roku były kolejno: patison (*Cucurbita pepo* L. var. *patisoniana*), por (*Allium ampeloprasum* L.) i gorczyca biała (*Synapis alba* L.)

Rys.2. Schemat doświadczenia serii I

	Awizo F <sub>1</sub>			Barlo F <sub>1</sub>			Intrigo F <sub>1</sub>		
Włóknina PP czarna	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Włóknina PP brązowa	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Folia PE czarna	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Folia PE biała	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Folia PE czerwona	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Folia aluminiowa	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Folia biodegradowalna	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Kontrola	I	II	III	I	II	III	I	II	III

13,5m

24m

Rys.3. Schemat doświadczenia serii II

	Awizo F <sub>1</sub>			Barlo F <sub>1</sub>			Intrigo F <sub>1</sub>		
Słoma z miskanta	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Słoma jęczmienna	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Słoma rzepakowa	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Podłoże popieczarkowe	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Biomasa z koniczyny	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Kontrola	I	II	III	I	II	III	I	II	III

18m

14m

### 3.2. Przebieg badań

Doświadczenia założono na czarnej ziemi zdegradowanej, wytworzonej z gliny lekkiej, słabo spiaszczonej na glinie średniej, o zawartości próchnicy 1,8%, klasy bonitacyjnej III a. Każdej jesieni na polu przeznaczonym pod doświadczenia wykonywano głęboką orkę przedzimową, a na wiosnę włókowanie, kultywatorowanie i spulchnianie glebogryzarką.

Przed założeniem doświadczeń wykonywano analizy chemiczne gleby określające pH, zasolenie oraz zawartość P, K, Mg, Ca i N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Wyniki analiz zostały przedstawione w tabeli 5. Ze względu na stwierdzone niedobory magnezu (w latach 2015 – 2017) oraz w latach 2014 – 2017 fosforu i potasu przeprowadzono nawożenie tymi składnikami. Doprowadzono ich zawartość w glebie do optymalnej, tzn.: 60-80 mg P·dm<sup>-3</sup>, 200-250 mg K·dm<sup>-3</sup> oraz 55-75 mg Mg·dm<sup>-3</sup>. Do nawożenia zastosowano superfosfat potrójny granulowany i siarczan potasu. Wiosną, przed posadzeniem pomidora stosowano nawożenie N w ilości 150 kg·ha<sup>-1</sup> w postaci saletry amonowej. Po 5 tygodniach wykonano nawożenie pogłównie dawką 50 kg N·ha<sup>-1</sup>.

Tab.2. Wyniki analizy chemicznej gleby wykonanej przed posadzeniem rozsady pomidora w latach 2014-2017

Analiza	Rok badań			
	2014	2015	2016	2017
pH	7,9	7,9	7,2	7,3
zasolenie [ $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ]	150,5	96	240	73,1
Ca [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]	1875	2250	1085	1640
Mg [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]	80	44	40	36
P [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]	46	35	50,5	10,5
K [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]	46	60	63	70
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]	17	29	14	15

Nasiona pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>, Barlo F<sub>1</sub> i Intrigo F<sub>1</sub> wysiewano w warunkach szklarniowych 10 kwietnia do skrzynek wysiewnych o wymiarach 30 x 40 cm wypełnionych substratem torfowym. Po wykształceniu liścieni i pojawieniu się pierwszego liścia właściwego siewki zostały przepikowane w dniach 27-29 kwietnia do doniczek o średnicy 10 cm, które uprzednio zostały zdezynfekowane 1 % roztworem HortiSeptu 402D. Rozsada została zasilona dwukrotnie 0,2 % roztworem wieloskładnikowego nawozu Florovit. W celu zahartowania, w dniach 9-10 maja rośliny przeniesiono do nieogrzewanego tunelu foliowego. Wykonano w tym czasie również pierwszy oprysk w celu zabezpieczenia przed chorobami bakteryjnymi i

grzybowymi preparatem Champion 50 WP (wodorotlenek miedzi II – 500 g·kg<sup>-1</sup>) - 2,5 kg·ha<sup>-1</sup> z dodatkiem Florovitu (0,4 %).

Rozsada pomidora została posadzona na pole w terminach: 21-26 maja 2014 r., 26-28 maja 2015 r, 25-27 maja 2016 r. oraz 29 maja 2017 r. Odmiany Barlo F<sub>1</sub> i Intrigo F<sub>1</sub> były uprawiane przy drewnianych palikach o wysokości 2 m. Rośliny odmiany Barlo F<sub>1</sub> prowadzono na jeden pęd główny, natomiast odmianę Intrigo F<sub>1</sub> na dwa pędy.

Do zabiegów pielęgnacyjnych przeprowadzonych w okresie wzrostu pomidora na polu należało nawadnianie, odchwaszczanie, obrywanie pędów bocznych oraz dolnych liści, a także ochrona przeciw chorobom i szkodnikom. Rośliny podlewano, w zależności od przebiegu pogody, przy użyciu jednorazowej dawki wody wynoszącej 30 mm. Odchwaszczanie ręczne przeprowadzano na bieżąco, w zależności od potrzeb. W uprawie na ściółkach syntetycznych odchwaszczanie prowadzono między pasami ściółek oraz na poletkach z kontrolą, a w doświadczeniach ze ściółkami organicznymi – dodatkowo usuwano chwasty sporadycznie pojawiające się na powierzchni ściółek. Ogławianie roślin pomidora, czyli usunięcie wierzchołka pędu głównego wykonano pod koniec sierpnia. Pozostawiono od dwóch do trzech liści nad ostatnim tj. ósmym rozwiniętym kwiatostanem u odmiany Barlo F<sub>1</sub> i Intrigo F<sub>1</sub>.

Po opadach deszczu każdorazowo wykonywano opryski przeciw zarazie ziemniaka – jednym ze środków grzybobójczych: Signum 33 WG (boskalid 627 mg·kg<sup>-1</sup>, piraklostrobina 67 g·kg<sup>-1</sup>) 100-150g w 75 l wody·1000 m<sup>-2</sup>; Tanos 50 WG (cymoksanil 250 g·kg<sup>-1</sup>, famoksat 250 g·kg<sup>-1</sup>) 0,5 kg·ha<sup>-1</sup>, w 700-800 l·ha<sup>-1</sup> wody, Mildex 71,1 WG (fenamidon 44 g·kg<sup>-1</sup>, fosetyl glinowy 667 g·kg<sup>-1</sup>) 2-2,5 kg·ha<sup>-1</sup>.

Zbiory owoców w **I serii doświadczeń** rozpoczęły się 1 sierpnia w 2014 r. i były następnie wykonywane: odmiana Awizo F<sub>1</sub>: 6.08., 11.08, 14.08., 18.08, 21.08., 25.08., 3.09; odmiana Barlo F<sub>1</sub>: 6.08., 12.08., 18.08., 21.08., 25.08., 3.09; odmiana Intrigo F<sub>1</sub>: 6.08., 18.08., 25.08., 8.09. Warunki pogodowe panujące w sezonie wegetacyjnym 2014 roku były niekorzystne dla uprawy polowej pomidora. Spowodowały, że w połowie sierpnia pojawiła się zaraza ziemniaka oraz ślimaki, które niszczyły dojrzewające owoce pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>.

W 2015 roku zbiory owoców trzech odmian pomidora rozpoczęły się 3 sierpnia i były następnie wykonywane systematycznie co tydzień: 10., 17., 24., 31., sierpnia, 7., 11., 14., 22., 28., 29., września, 5., października. W 2016 roku zbiory owoców trzech odmian pomidora

rozpoczęły się 2 sierpnia, a potem przeprowadzano je co 7 dni: 8., 12., 17., 28., 29., sierpnia, 7., 12., września.

20 lipca 2015 roku na wierzchołkach owoców odmiany Awizo F<sub>1</sub> i Barlo F<sub>1</sub> zaobserwowano czarne nekrotyczne plamy. W tym celu 21 lipca został przeprowadzony oprysk przeciwko suchej zgniliznie wierzchołkowej owoców pomidora. Oprysk wykonano 0,3% saletrą wapniową. Po tym zabiegu objawy choroby ustąpiły.

**W II serii doświadczeń** zbiory owoców odmiany Awizo F<sub>1</sub> rozpoczęły się 01. sierpnia 2014 r. i były następnie wykonywane: 07., 11., 18., 21., 25. sierpnia. i 05. września. Podobnie jak w przypadku doświadczenia na ściółkach syntetycznych, dojrzewające owoce były atakowane przez ślimaki. W 2015 roku zbiór rozpoczął się 03. sierpnia, a potem był wykonywany: 10., 18., 26., 31. sierpnia oraz 03., 07., 25. i 28. września. W 2017 roku zbiory wykonywano 01.08, 08.08., 11.08., 16.08., 22.08., 29.08. i 07.09.

Zbiory odmiany Barlo F<sub>1</sub> w roku 2014 r. wykonywano: 04., 06., 18., 21., 25. sierpnia oraz 04. września. W 2015 roku zbiory przeprowadzono: 03., 10., 18., 26., 31. sierpnia oraz 03., 07., 25. i 28. września. Zbiory w 2017 roku odbyły się 08., 11., 16., 22., 29. sierpnia.

Owoce odmiany Intrigo F<sub>1</sub> zbierano w 2014 roku: 06., 14., 19. i 21. sierpnia oraz 05. września. W 2015 roku: 03., 10., 18., 26. i 31 sierpnia oraz 11., 25. i 28 września. W 2017 roku zbiory rozpoczęły się 8 sierpnia i były kontynuowane 11., 16., 22. oraz 30.sierpnia.

Podczas każdego zbioru odmiany Awizo F<sub>1</sub> i Barlo F<sub>1</sub> określano wielkość plonu I wyboru z podziałem na frakcje o średnicy owoców > 6 cm i 4,5 – 6 cm; plonu wyboru II o średnicy owoców 3,5–4,5 cm oraz owoców poza wyborem o średnicy < 3,5 cm i chorych. Zbierano owoce w pełni wybarwione. U odmiany Intrigo F<sub>1</sub> określano natomiast liczbę i masę całych gron z owocami, liczbę i masę owoców czerwonych luźnych oraz liczbę i masę owoców zielonych luźnych. Na tej podstawie został obliczony plon handlowy i ogólny owoców pomidora oraz plon handlowy wczesny. Plon handlowy odmian Awizo F<sub>1</sub> i Barlo F<sub>1</sub> stanowiły owoce I i II wyboru, natomiast Intrigo F<sub>1</sub> – całe grona z dojrzałymi owocami. Zbiór wykonywano wówczas, gdy w obrębie grona prawie wszystkie owoce (oprócz 3-5 ostatnich) były w pełni wybarwione. Plon wczesny obejmował plon owoców z 3 pierwszych zbiorów.

### 3.3. Pomiary biometryczne i analizy chemiczne

Pomiary biometryczne roślin wykonywano dwukrotnie w lipcu i w sierpniu. W 2014 roku: 08.07 i 08.08; w 2015 r.: 07.07 i 07.08. W 2016r.: 07.07 i 08.08 oraz w 2017 roku: 05.07 i 07.08. Do pomiarów wybrano losowo z każdego poletka po dwie rośliny. Wysokość (cm) mierzona była od podstawy pędu do wierzchołka rośliny, średnicę pędu (mm) mierzono u podstawy rośliny (1 cm nad ziemią), natomiast zasięg boczny (cm) obejmował pomiar w połowie ich wysokości.

Pod koniec sierpnia każdego roku badań, w pełni okresu wegetacji, pobierano próby owoców pomidora z przeznaczeniem do analiz chemicznych. Do tego celu przeznaczono po 5 sztuk owoców dojrzałych z każdego poletka, natomiast u odmiany Intrigo F<sub>1</sub> po 30 sztuk dojrzałych owoców z każdego poletka. Oceniano w nich zawartość: suchej masy, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P, K, Mg, Ca, witaminy C, cukrów ogółem, polifenoli, karotenoidów ogółem i likopenu.

Analizy chemiczne wykonano następująco:

1. **sucha masa** – metodą suszarkowo - wagową. Próbkę suszono na szalkach Petriego w suszarce przez 3 dni, w temperaturze 105 °C. Następnie wysuszony materiał zmielono młynkiem elektrycznym. Posłużył on do oznaczenia zawartości pierwiastków – Mg, P, K, Ca.

Do oznaczenia pierwiastków w owocach pomidora potrzebne było 0,4 g suchego materiału roślinnego, który przeniesiono do plastikowych bidonów i dodano 100 ml 2% kwasu octowego oraz łyżeczkę węgla aktywnego. Bidony umieszczano na wytrząsarce i następnie roztwory sączono do kolbki Erlenmayera.

2. **P i Mg** – metodą kolorymetryczną (spektrofotometryczną) w s.m. (Nowosielski 1988). **Fosfor** - przy użyciu pipety automatycznej wlewano 20 ml uzyskanego jak powyżej roztworu i dodawano 5 ml odczynnika złożonego (kolor żółty). Wyniki odczytano przy pomocy spektrofotometru ustawionego na faktor o wartość 1,36 i przy długości fali 470 nm. Wynik odczytywano wobec wcześniej ustawionej próby zerowej. Odczynnikiem złożonym dla P była mieszanina metawanadu amonu z molibdenianem amonu w stosunku 1:1. **Magnez** - Przy użyciu pipety automatycznej wlewano 5 ml uzyskanego roztworu i dodawano 20 ml odczynnika złożonego. Odczyt prowadzono przy pomocy spektrofotometru przy długość fali 555 nm i faktorze o wartości 0,33. Wynik odczytano wobec wcześniej ustawionej próby zerowej.



Odczynniki do analizy zawartości Mg: 100 ml wody destylowanej, 10 ml chlorowodoru hydroksyloaminy, 25 ml alkoholu poliwinylowego, 25 ml żółcieni tytanowej, 40 ml normalnego NaOH.

3. **K i Ca** – metodą fotometrii płomieniowej w s.m. (Nowosielski 1988). Zawartość badanych pierwiastków oznaczono przy użyciu wzorca na fotometrze płomieniowym. Otrzymane wyniki dla analiz i wzorców służyły do stworzenia wykresu, z którego oznaczono ilość poszczególnych pierwiastków.
4. **N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** – metodą potencjometryczną w s.m. Materiały potrzebne do odczytu azotanów na jonometrze: 0,4 g suchego materiału roślinnego, łyżka węgla aktywnego oraz 100 ml 2% kwasu octowego.
5. **witamina C** – metodą Tillmansa w s.m. (PN-90/A-75101/11). Do cylindrów wiano po 200 ml kwasu szczawowego i odlano około 50 ml kwasu szczawowego do wcześniej przygotowanych zlewek. Odważono około 40 g materiału roślinnego, który dodano do 50 ml kwasu szczawowego i zmiksowano go na jednolitą masę. Następnie dodano do niej resztę kwasu szczawowego. Tak przygotowany materiał był sączony. Na koniec pobrano 10 ml przesączu i miareczkowano dichloroindofenolem. Do oznaczenia miana odważono 30 mg kwasu askorbinowego do 0,5 litra (500 ml) 2% kwasu szczawowego. Do miareczkowania pobrano 5 ml roztworu, który miareczkowano przy użyciu dichloroendofenolu. Miano oblicza się ze wzoru:  $0,3 / \text{ilość ml z biurety dichlorofenolu}$ .
6. **cukry ogółem i redukujące** – metodą Lane-Eynona w s.m. Metoda ta polega na redukcji na gorąco alkalicznego roztworu soli mineralnych przez bezpośrednie miareczkowanie roztworem sacharozy o znanym stężeniu w obecności błękitu metylowego jako wskaźnika. Białka w roztworze pozbywa się za pomocą roztworu Carreza, natomiast miareczkowanie odbywa się w obecności roztworu Fellingia.
7. **Polifenole** – metodą Folina Ciocalteu w s.m. (Slinkard i Singleton 1977). Naważono próbkę (naważka 2 g) do falkonu i dodano 20 ml metanolu 80%. Do przygotowanych kuwetek dodano 0,1 ml wyciągu, 0,2 ml odczynnika Folina-Ciocalteu, 2,0 ml wody redestylowanej i 1,0 ml 20% węglanu sodu. Następnie wykonano pomiar na spektrofotetrze przy długości fali 765 nm, wobec wody redestylowanej.
8. **karotenoidy ogółem** – metodą kolorymetryczną w s.m. Odważono 0,4 g materiału roślinnego, następnie przeniesiono go do moździerza, do którego dodano szczyptę piasku, szczyptę CaCO<sub>3</sub> i 80% aceton (do 10 ml) i ucierano do momentu roztarcia materiału. Następnie sączono przesącz do kolbki miarowej o pojemności 50 ml. Kolbkę

uzupełniono acetonem 80% do kreski. Odczytano absorbancję na spektrofotometrze wobec próby zerowej (aceton 80%) przy długości fali 663, 645 i 470 dla jednej próby.

9. **likopen** – metodą Fish'a (2002). Odważono do falkonu 1 g świeżego materiału roślinnego i dodano 5 ml 0,05% BHT (butylowany hydroksytoluen w acetonie), 5 ml 95% etanolu i 10 ml heksanu. Falkony następnie układano w bidonach z lodem i wytrząsano przez 15 minut. Po tym czasie dodano 3 ml wody redestylowanej i wytrząsano ponownie przez 15 minut. Absorbancję mierzono przy długości fali 503 nm, wobec próby zerowej – heksanu.

Oceniono aktywność antyoksydacyjną metodą DPPH w świeżej masie (Yen i Chen 1995). Do kuwetki dodano 0,5 ml wyciągu z badanego surowca oraz 1,5 ml EtOH i 0,5 ml roztworu DPPH (dla porównania użyto próbę ślepią z dodatkiem 0,5 ml wody). Po 10 minutach roztwór odbarwił się na kolor jasnofioletowy. Odczytu dokonano po 10 minutach przy długości fali 517 nm wobec EtOH 96%.

Analizy chemiczne zostały przeprowadzone w Laboratorium Katedry Ogrodnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Do analiz użyto następującą aparaturę: waga Axis AD1000, fotometr płomieniowy (CarlZeiss Jena), pehametr Elmetron CPI-551, jonometr Orion 142, jonometr Thermo Orion 5 Star, spektrofotometr Spectroquant Pharo 100 Merck, termomiks Thermomix Vorwerk, suszarka Binder, wirówka MPW – 350R Med. Instruments, kolorymetr HunterLab.

Uzyskane w doświadczeniach wyniki poddano analizie statystycznej, wyliczając przedziały ufności przy pomocy testu Tukey'a dla poziomu istotności  $\alpha = 0,05$ .

### **3.4. Przebieg pogody**

Rozsada pomidora została posadzona na pole w trzeciej dekadzie maja, kiedy w kolejnych latach uprawy średnia temperatura wynosiła 17,3 °C, 14,0 °C., 20,9 °C. oraz 19,5 °C. (tab. 3). W tym okresie opady były bardzo zróżnicowane (tab. 4). W 2015 r. wynosiły 0,5 mm, a w 2016 r. nie wystąpiły. W 2014 roku, w czasie sadzenia rozsady pomidora warunki sprzyjały szybkiemu przyjęciu się roślin. W pierwszej dekadzie czerwca nastąpił wzrost temperatury, jednak średnia temperatura tego miesiąca utrzymywała się na poziomie średniej wieloletniej (17,0 °C.). Średnia temperatura lipca była większa o 2,7 °C od średniej wieloletniej temperatury tego miesiąca. W czerwcu i lipcu zanotowano bardzo niskie opady. Stanowiły one odpowiednio 34,2% i 55,3% średnich wieloletnich sum opadów dla tych miesięcy. Niedobory wody były uzupełniane przez podlewanie. Niska temperatura w drugiej i trzeciej dekadzie sierpnia oraz

obfite opady w trzeciej dekadzie tego miesiąca przyczyniły się do pojawienia się zarazy ziemniaka na owocach pomidora.

W trzeciej dekadzie maja w 2015 roku niska temperatura powietrza (14,0 °C) zahamowała wzrost posadzonej rozsady pomidora. Przez następne dwa miesiące temperatura była optymalna do kwitnienia, zawiązywania, a następnie wzrostu owoców. Jedyne w 2 i 3 dekadzie czerwca zanotowano niższą od przeciętnych dla tego miesiąca (o 0,6 °C i o 1,2 °C) temperaturę powietrza. Opady w lipcu oraz w sierpniu były niewystarczające, w związku z czym niedobory wody uzupełniano przez podlewanie. Średnia temperatura sierpnia była o 6,7 °C większa niż średnia wieloletnia dla tego miesiąca. Wysokie temperatury powietrza i niska wilgotność w sierpniu oraz we wrześniu sprzyjały zdrowotności roślin. Nie zaobserwowano objawów zarazy ziemniaka. Ostatni zbiór owoców odbył się w pierwszej dekadzie października, kiedy temperatura powietrza wynosiła 14,3 °C, a suma opadów 3 mm. Był to najkorzystniejszy rok pod względem warunków środowiskowych dla rozwoju roślin pomidora.

W trzeciej dekadzie maja oraz pierwszej dekadzie czerwca 2016 roku temperatura powietrza była wyższa odpowiednio o 6,7 °C oraz o 4,1 °C w porównaniu ze średnimi wieloletnimi dla tych miesięcy, natomiast opady deszczu nie wystąpiły lub były bardzo niskie. Rozsada po posadzeniu wymagała intensywnego podlewania. W dwóch kolejnych miesiącach temperatura utrzymywała się na wyższym poziomie niż średnia wieloletnia dla tego okresu. Intensywne opady deszczu w drugiej dekadzie lipca (70,5 mm) spowodowały zalanie pola z doświadczeniami na ściółkach organicznych, rośliny zostały zniszczone i w związku z tym badania zostały powtórzone w 2017 roku. Opady w sierpniu oraz w pierwszej dekadzie września należały do niskich, natomiast temperatura w tym okresie, we wrześniu wynosiła 21,2 °C.

W 2017 roku, w trzeciej dekadzie maja, w czasie sadzenia pomidorów w doświadczeniu ze ściółkami organicznymi, średnia temperatura była większa od średniej wieloletniej miesięcznej o 5,3 °C, natomiast suma opadów wynosiła 25,5 mm. W czerwcu, lipcu i sierpniu temperatura przekraczała wieloletnią średnią miesięczną. Opady w tym okresie były rozłożone nierównomiernie. Intensywne, wyższe od przeciętnych opady zanotowano w trzeciej dekadzie czerwca i drugiej dekadzie lipca. Niskie opady deszczu oraz jego brak wystąpiły w drugiej dekadzie czerwca, trzeciej dekadzie lipca oraz sierpnia.

Tab. 3. Przebieg temperatury powietrza w trakcie prowadzenia badań polowych, w latach 2014-2017 [°C]

Miesiąc	Dekada	2014	2015	2016	2017	Średnia wieloletnia temperatura z miesiąca 1981 - 2010
maj	I	11,4	13,3	15,4	10,8	14,2
	II	12,2	13,0	15,5	18,7	
	III	17,3	14,0	20,9	19,5	
	<b>średnia miesięczna</b>	<b>13,8</b>	<b>13,4</b>	<b>17,3</b>	<b>16,3</b>	
czerwiec	I	18,4	18,1	21,1	19,9	17,0
	II	16,6	16,4	18,5	20,6	
	III	15,7	15,8	23,8	21,8	
	<b>średnia miesięczna</b>	<b>16,9</b>	<b>16,8</b>	<b>21,1</b>	<b>20,8</b>	
lipiec	I	20,5	20,5	20,5	20,4	19,2
	II	22,5	20,3	20,1	20,6	
	III	22,6	19,9	23,8	22,2	
	<b>średnia miesięczna</b>	<b>21,9</b>	<b>20,2</b>	<b>21,5</b>	<b>21,1</b>	
sierpień	I	21,7	27,2	20,4	24,6	18,5
	II	17,4	25,2	19,7	20,3	
	III	15,9	23,1	21,3	19,8	
	<b>średnia miesięczna</b>	<b>18,3</b>	<b>25,2</b>	<b>20,5</b>	<b>21,6</b>	
wrzesień	I	17,2	17,1	21,2	16,0	13,9
	II	18,6	18,8	19,3	13,7	
	III	14,0	14,1	15,0	13,5	
	<b>średnia miesięczna</b>	<b>16,6</b>	<b>16,7</b>	<b>18,5</b>	<b>14,4</b>	
październik	I	14,3	12,0	10,4	11,6	9,2
	II	14,4	7,2	8,3	14,8	
	III	7,1	8,7	8,4	9,8	
	<b>średnia miesięczna</b>	<b>11,9</b>	<b>9,3</b>	<b>9,0</b>	<b>12,1</b>	

Tab.4. Miesięczne sumy opadów w czasie trwania doświadczeń polowych, w latach 2014-2017 [mm]

Miesiąc	Dekada	2014	2015	2016	2017	Średnia wieloletnia miesięczna suma opadów 1981 - 2010
maj	I	30,3	12,3	14,0	28,8	57,0
	II	33,6	14,0	12,0	0,0	
	III	42,8	0,5	0,0	25,5	
	<b>suma miesięczna</b>	<b>106,7</b>	<b>26,8</b>	<b>26,0</b>	<b>54,3</b>	
czerwiec	I	8,2	11,0	9,4	19,0	69,9
	II	0,3	23,1	59,0	9,2	
	III	15,4	32,2	0,8	45,1	
	<b>suma miesięczna</b>	<b>23,9</b>	<b>66,3</b>	<b>69,2</b>	<b>73,3</b>	
lipiec	I	20,0	11,0	39,5	28,1	83,4
	II	0,0	38,9	70,5	37,4	
	III	26,1	3,3	24,5	11,8	
	<b>suma miesięczna</b>	<b>46,1</b>	<b>53,2</b>	<b>134,5</b>	<b>77,3</b>	
sierpień	I	17,5	0,0	5,8	13,5	71,0
	II	13,1	0,0	5,0	24,5	
	III	35,0	2,1	13,3	0,0	
	<b>suma miesięczna</b>	<b>65,6</b>	<b>2,1</b>	<b>24,1</b>	<b>38,0</b>	
wrzesień	I	24,1	16,4	11,5	36,1	45,2
	II	21,6	0,0	45,8	14,3	
	III	14,3	0,0	0,0	19,1	
	<b>suma miesięczna</b>	<b>60,0</b>	<b>16,4</b>	<b>57,3</b>	<b>69,5</b>	
październik	I	3,0	0,0	51,1	19,7	36,1
	II	22,0	19,4	12,8	1,9	
	III	33,5	0,0	7,7	46,2	
	<b>suma miesięczna</b>	<b>58,5</b>	<b>19,4</b>	<b>71,6</b>	<b>67,8</b>	

## **4. WYNIKI BADAŃ**

### **4.1. Seria I. Doświadczenie I. Zastosowanie ściółek syntetycznych w uprawie pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>**

#### **4.1.1. Pomiary biometryczne**

Analiza statystyczna wyników pomiarów biometrycznych wykonanych w lipcu wykazała, że wysokość roślin pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> oraz zasięg boczny i liczba liści zależała od warunków pogodowych panujących w czasie uprawy (tab.5). Stwierdzono, że w roku 2014 charakteryzującym się gorszymi warunkami termicznymi oraz większymi opadami deszczu w maju, wysokość roślin pomidora wynosiła średnio 76,4 cm. W tej samej grupie jednorodnej znalazła się wysokość roślin w 2016 roku, natomiast w 2015 r. była o około 10% większa. Rodzaj zastosowanej ściółki również wpłynął na wysokość roślin pomidora. Największą średnią wysokość zaobserwowano na ściółce z folii PE czarnej (88,3 cm), przy czym wysokość roślin z pozostałych obiektów ze ściółkami z folii była na tym samym poziomie istotności. Istotnie mniejszą wysokością (średnio o 86%) charakteryzowały się rośliny uprawiane na włókninie i w kontroli.

Średnica pędu głównego pomidora nie była zróżnicowana między kolejnymi latami badań. Stwierdzono, natomiast korzystne istotne oddziaływanie folii PE czarnej, czerwonej, aluminiowej oraz biodegradowalnej na zwiększenie średnicy pędu. W stosunku do pozostałych obiektów była ona średnio o 20,1% większa. Największą średnicą pędu charakteryzowały się rośliny rosnące na ściółce z folii PE czerwonej oraz na włókninie PP czarnej.

Istotnie większy (średnio o 86,2%) zasięg boczny rośliny pomidora miały w 2015 i 2016 r. Nie stwierdzono wpływu rodzaju ściółki na tą cechę. Zauważono jednak, że pomidor rosnący na folii PE czarnej, czerwonej i aluminiowej charakteryzował się większym zasięgiem bocznym.

Największą liczbę liści u roślin pomidora stwierdzono w 2015 roku (30,8 szt.), a najmniejszą w 2014 (14,3 szt.). Zastosowanie ściółek syntetycznych w sposób istotny wpłynęło na liczbę liści u roślin pomidora. Największą średnią liczbę liści stwierdzono na ściółce z folii PE czarnej (27,9 szt.), natomiast najmniejszą - w kontroli (18,8 szt.). W tej samej grupie jednorodnej znalazła się liczba liści u roślin uprawianych na folii biodegradowalnej, folii aluminiowej i białej oraz na włókninach. Rozpatrując dane dla lat badań zaobserwowano, że

największą liczbę liści miały rośliny pomidora rosnące na ściółce z folii PE czarnej w 2015 roku (41,7 szt.).

Stwierdzono, że ściółkowanie przyczyniło się do poprawy jakości roślin. Miały one, w porównaniu z roślinami kontrolnymi, średnio większy zasięg boczny (o 24%), średnicę pędu (o 34,6%), liczbę liści (o 20,1%) i były wyższe o 10,7%.

Na podstawie wyników analizy statystycznej dotyczącej pomiarów biometrycznych wykonanych w sierpniu stwierdzono, że wielkość roślin, średnica łodygi, rozpiętość i liczba liści pomidora w sposób istotny zależała od warunków pogodowych panujących w czasie uprawy (tab.6). Suma miesięcznych opadów w sierpniu, w 2014 roku była największa, a warunki termiczne gorsze w porównaniu do 2015 i 2016 roku. Spowodowało to, że rośliny pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> były w tym roku słabiej wyrosnięte oraz miały mniejszą rozpiętość i liczbę liści.

Największą wysokość osiągnęły rośliny pomidora w 2015 (101,4 cm), była ona większa o 22,5 % i o 9,0% w porównaniu do 2014 i do 2016 roku. Najwyższe rośliny rosły na ściółce z folii PE czarnej (102,8 cm) oraz na folii aluminiowej i biodegradowalnej. Istotnie najniższe rośliny zaobserwowano w kontroli oraz na włókninach. Zauważono, że corocznie rośliny pomidora rosnące na ściółce z folii PE czarnej należały do najwyższych.

Największą średnicę łodygi u roślin pomidora stwierdzono w 2014 roku (2,3 cm), a w 2015 i 2016 r. była ona średnio o 17,8% mniejsza. Największą średnicę łodygi miały rośliny pomidora z 2014 r. rosnące na ściółce z folii PE czarnej (2,8 cm), biodegradowalnej (2,7 cm) oraz włókninie PP czarnej (2,5 cm). Średnio najgrubszymi pędami charakteryzowały się rośliny na ściółkach z folii PE czarnej, PE czerwonej, folii biodegradowalnej, aluminiowej oraz na włókninie PP czarnej.

W roku 2015 i 2016 rozpiętość roślin wynosiła średnio 70,4 cm. W 2014 roku była o 38,1% mniejsza. Największym zasięgiem bocznym (średnio 64,7 cm) odznaczały się rośliny pomidora rosnące na ściółkach z folii PE czarnej, czerwonej i aluminiowej, a także z folii biodegradowalnej oraz włókniny PP brązowej. W obiektach ściółkowanych włókniną PP czarną, folią PE białą oraz w kontroli cecha ta miała o 13,6% mniejszą wartość

Porównywalna średnia liczba liści na roślinie została stwierdzona w 2015 i 2016 roku, a o 42,4% najmniejsza w 2014 r.

Tab.5. Wpływ ściółek syntetycznych na jakość roślin pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> w lipcu, w latach 2014 – 2016

Rodzaj ściółki syntetycznej	Wysokość rośliny (cm)				Średnica łodygi (cm)				Zasięg boczny (cm)				Liczba liści (szt.)			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	60,0	84,7	73,3	72,7	2,2	1,5	1,5	1,7	31,7	63,3	52,3	49,1	13,7	29,0	21,0	21,2
włóknina PP brązowa	68,3	76,7	71,7	72,2	1,7	1,4	1,4	1,5	33,3	60,0	57,0	50,1	11,7	34,0	22,3	22,7
folia PE czarna	95,0	95,0	75,0	88,3	2,5	1,8	1,5	1,9	45,0	69,3	50,7	55,0	16,7	41,7	25,3	27,9
folia PE biała	65,0	90,0	90,0	81,7	1,8	1,3	1,9	1,7	30,0	58,3	57,7	48,7	12,0	30,0	20,7	20,9
folia PE czerwona	81,7	85,0	80,0	82,2	2,2	1,8	1,9	1,9	46,7	65,0	57,7	56,4	20,3	34,0	17,0	23,8
folia aluminiowa	83,3	85,0	90,0	86,1	1,8	1,8	1,6	1,7	38,3	63,3	59,0	53,6	11,3	30,7	20,7	20,9
folia biodegradowalna	85,0	81,7	88,3	85,0	1,7	1,9	1,8	1,8	43,3	60,0	51,7	51,7	16,0	23,3	22,3	20,6
<b>średnia</b>	<b>76,9</b>	<b>85,4</b>	<b>81,2</b>	<b>81,2</b>	<b>2,0</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,7</b>	<b>38,3</b>	<b>62,8</b>	<b>55,1</b>	<b>52,1</b>	<b>14,5</b>	<b>31,8</b>	<b>21,3</b>	<b>22,6</b>
kontrola	73,0	75,0	73,3	73,8	1,3	1,2	1,5	1,3	26,7	50,0	49,3	42,0	12,3	24,0	20,0	18,8
<b>średnia</b>	<b>76,4</b>	<b>84,1</b>	<b>80,2</b>	<b>80,3</b>	<b>1,9</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,7</b>	<b>36,9</b>	<b>61,2</b>	<b>54,4</b>	<b>50,8</b>	<b>14,3</b>	<b>30,8</b>	<b>21,2</b>	<b>22,1</b>

NIR $\alpha$ = 0,05 dla:

lat (I)				5,13				n.i.				5,18				2,76
rodzaju ściółki (II)	13,96	n.i.	8,13	9,54	0,46	n.i.	n.i.	0,23	n.i.	n.i.	3,81	n.i.	4,42	n.i.	3,63	3,89
interakcji (IxII)				n.i.				0,40				n.i.				6,83



Tab.6. Wpływ ściółek syntetycznych na jakość roślin pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>, w sierpniu, w latach 2014 – 2016

Rodzaj ściółki syntetycznej	Wysokość rośliny (cm)				Średnica łodygi (cm)				Zasięg boczny (cm)				Liczba liści (szt.)			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	65,5	100,0	82,5	82,7	2,5	1,8	2,0	2,1	36,7	70,7	64,5	57,3	26,7	46,3	45,0	39,3
włóknina PP brązowa	76,0	98,3	77,8	84,1	2,0	1,7	1,9	1,9	39,3	68,3	75,2	60,9	21,7	44,7	50,7	39,0
folia PE czarna	103,3	109,0	79,5	97,3	2,8	2,0	1,9	2,2	54,7	76,7	71,8	67,7	28,7	51,7	45,0	41,8
folia PE biała	71,7	107,0	85,0	87,9	2,3	1,6	2,0	2,0	36,0	71,7	68,0	58,6	28,3	48,3	51,3	42,7
folia PE czerwona	79,3	100,7	78,0	86,0	2,0	2,0	1,8	1,9	48,3	72,7	74,0	65,0	26,0	50,0	49,0	41,7
folia aluminiowa	93,3	99,7	80,3	91,1	2,3	2,2	2,0	2,1	46,7	68,7	76,3	63,9	26,7	44,0	45,0	38,6
folia biodegradowalna	93,3	100,0	79,2	90,8	2,7	2,0	1,9	2,2	55,0	73,3	70,2	66,2	30,3	42,7	52,3	41,8
<b>średnia</b>	<b>83,2</b>	<b>102,1</b>	<b>80,3</b>	<b>88,5</b>	<b>2,4</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>	<b>45,2</b>	<b>71,7</b>	<b>71,4</b>	<b>62,8</b>	<b>26,9</b>	<b>46,8</b>	<b>48,3</b>	<b>40,7</b>
kontrola	79,3	96,3	78,3	84,7	1,7	1,6	1,8	1,7	31,7	57,7	66,0	51,8	27,0	40,0	41,3	36,1
<b>średnia</b>	<b>82,7</b>	<b>101,4</b>	<b>80,1</b>	<b>88,1</b>	<b>2,3</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>43,5</b>	<b>70,0</b>	<b>70,8</b>	<b>61,4</b>	<b>26,9</b>	<b>46,0</b>	<b>47,5</b>	<b>40,1</b>

NIR $\alpha$ = 0,05 dla:

lat (I)				4,94				0,12				3,95				3,87
rodzaju ściółki (II)	16,55	19,45	4,00	8,28	0,50	0,33	n.i.	0,20	n.i.	n.i.	4,48	7,22	n.i.	n.i.	6,46	n.i.
interakcji (IxII)				14,23				0,34				n.i.				n.i.

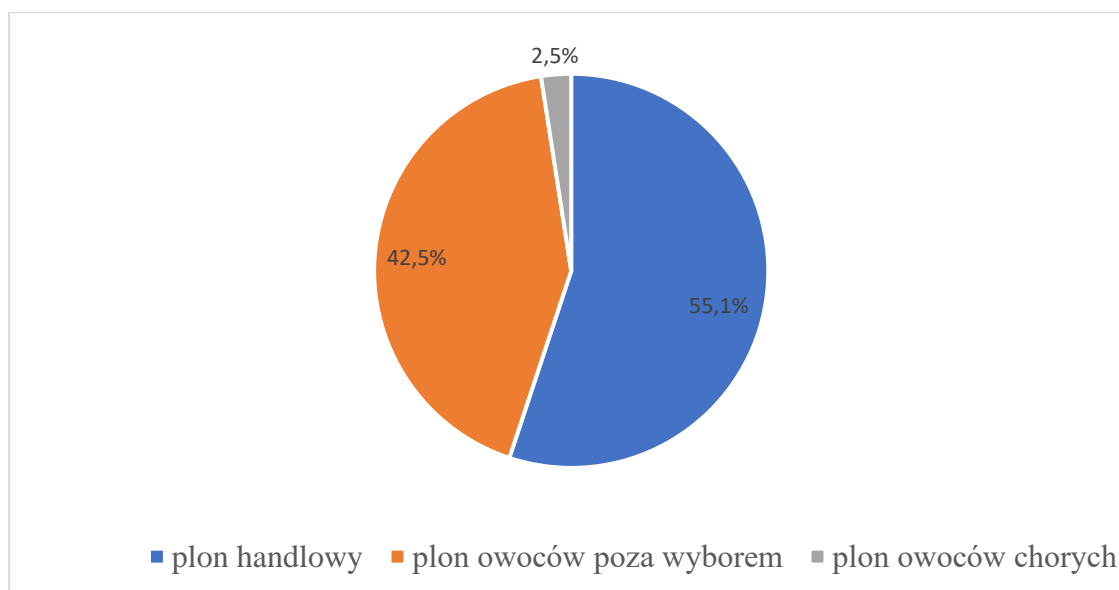
#### 4.1.2. Plonowanie pomidora

Wyniki badań poddane analizie statystycznej wykazały, że warunki uprawy oraz rodzaj zastosowanych ściółek syntetycznych miały istotny wpływ na plon ogólny owoców pomidora Awizo F<sub>1</sub> (tab.7). Plon ten wynosił w 2015 roku 51,10 t·ha<sup>-1</sup> i był większy o 43,9% oraz o 30,6% w porównaniu do pierwszego i trzeciego roku doświadczenia. Zastosowanie ściółek syntetycznych przyczyniło się do zwiększenia plonu owoców pomidora w porównaniu do kontroli, średnio o 10,6%. Największy plon ogólny stwierdzono na ściółce z folii PE czarnej (44,73 t·ha<sup>-1</sup>). W tej samej grupie jednorodnej znalazł się plon owoców pomidora (średnio 41,52 t·ha<sup>-1</sup>) z obiektów ściółkowanych folią PE białą, biodegradowalną i aluminiową. Najmniejszy plon ogólny zebrano w uprawie roślin na ściółce z włókniny brązowej (35,23 t·ha<sup>-1</sup>). Porównywalny do niego pod względem statystycznym, okazał się plon owoców z kontroli oraz z poletek ze ściółką z folii PE czerwonej i włókniny PP czarnej.

Plon handlowy owoców odmiany Awizo F<sub>1</sub> stanowił średnio 55,1% plonu ogółem (rys. 4). Wyniki badań wykazały istotne zróżnicowanie plonu handlowego między latami badań. Największy stwierdzono w 2016 (30,57 t·ha<sup>-1</sup>), a najmniejszy w 2014 r. (15,49 t·ha<sup>-1</sup>). W sierpniu 2014 r., kiedy odbywały się zbiory tej odmiany, zbyt niska temperatura oraz obfite opady deszczu, przyczyniły się do pojawienia na owocach pomidora zarazy ziemniaka. Stwierdzono, że plon odmiany Awizo F<sub>1</sub> w uprawie na ściółkach był średnio o 15% większy niż w kontroli. Wyróżniający się plon handlowy owoców zauważono w uprawie na ściółce z folii PE czarnej (24,47 t·ha<sup>-1</sup>) oraz czerwonej (23,98 t·ha<sup>-1</sup>). Analiza statystyczna nie wykazała jednak istotnego wpływu ściółek na wielkość tego plonu. Na poletkach ściółkowanych folią PE czerwoną stwierdzono największy udział plonu handlowego w ogólnym (61%), najmniejszy zaś na ściółce z folii biodegradowalnej (47,7%). W pozostałych obiektach wynosił on 55,0% - 56,9% (rys. 4). Na przestrzeni lat badań największy plon handlowy owoców stwierdzono w 2016 roku, na ściółce z folii PE czarnej, białej i czerwonej.

Stwierdzono również, że warunki pogodowe odegrały istotną rolę dla wielkości plonu wczesnego odmiany Awizo F<sub>1</sub>. W pierwszej dekadzie sierpnia w 2014 roku temperatura była zbyt niska, a suma miesięcznych opadów atmosferycznych była największa w porównaniu do pozostałych lat badań. 2015 rok charakteryzował się gorącą i suchą pogodą, temperatura była najwyższa w porównaniu do pozostałych lat badań. W 2016 roku, w pierwszej dekadzie sierpnia temperatura i opady atmosferyczne były optymalne dla dojrzewania owoców pomidora.

Rys.4. Udział plonu handlowego, owoców poza wyborem oraz owoców chorych w plonie ogólnym pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>, średnio dla lat 2014 – 2016 [%]



Plon handlowy wczesny owoców odmiany Awizo F<sub>1</sub> w 2014 roku był najmniejszy i wynosił 3,83 t·ha<sup>-1</sup>. Największy plon stwierdzono natomiast w 2016 roku (12,18 t·ha<sup>-1</sup>). Był on ponad 3-krotnie większy niż w pierwszym roku badań i 1,4-krotnie większy w porównaniu z plonem w drugim roku. Ściółkowanie materiałami syntetycznymi miało istotny wpływ na wielkość wczesnego plonu handlowego. Średnio, istotnie największy plon, mieszczący się w przedziale 9,80 – 8,62 t·ha<sup>-1</sup> zebrano w uprawie na ściółce z folii PE czerwonej i aluminiowej oraz na włókninie czarnej i brązowej. Korzystny wpływ folii PE czerwonej na wielkość tego plonu stwierdzono, zarówno w najmniej sprzyjającym roku 2014, jak również w roku 2016 o najlepszych warunkach dla wzrostu i plonowania pomidora.

Ocena plonu handlowego odmiany Awizo F<sub>1</sub> wykazała, że w jego skład wchodziło 71,8% plonu owoców o średnicy 3,5- 4,5 cm oraz 27,8% plonu owoców o średnicy 4,5- 6 cm (rys.6). Zaledwie 0,4% stanowił plon owoców o średnicy powyżej 6 cm. Była to znikoma ilość – w 2014 r. wynosił on 0,15 t ha<sup>-1</sup>, a w 2015 r. 0,10 t ha<sup>-1</sup>. W związku z tym pominięto opis oddziaływania czynników doświadczenia na plon owoców największych.

Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w plonie frakcji o średnicy owoców 4,5 – 6 cm między latami badań (tab.8.). Stwierdzono natomiast, że plon owoców zebranych z obiektów ściółkowanych był średnio 2,2-krotnie większy w porównaniu z plonem z uprawy bez ściółek. Rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej wpłynął w sposób istotny na plon frakcji

owoców o średnicy 4,5 – 6 cm, największy – stwierdzono na ściółce z folii czarnej ( $7,65 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Na pozostałych ściółkach plon pod względem statystycznym był na tym samym poziomie, wyjątek stanowił plon owoców zebranych z roślin ściółkowanych folią biodegradowalną. Rozpatrując wszystkie lata badań okazało się, że istotnie największy plon tej frakcji otrzymano: na wszystkich ściółkach w 2015 r., oraz na folii PE czarnej, czerwonej i włókninie czarnej w 2015 i 2016 r.

Plon owoców o średnicy 3,5- 4,5 cm w sposób istotny zmieniał się w zależności od roku badań. Największy plon tej frakcji stwierdzono w 2016 roku ( $24,81 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i był on średnio 2,2-krotnie większy niż w pozostałych latach. Nie stwierdzono natomiast wpływu rodzaju zastosowanej ściółki na wielkość tego plonu. Mieścił się on w granicach od  $13,43 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (włóknina PP brązowa) do  $7,32 - 17,43 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (folia PE aluminiowa i czarna).

Średnio 42,5% plonu owoców ogółem stanowił plon poza wyborem, natomiast 2,5% - owoce chore (rys.4). Do owoców poza wyborem zaliczono owoce małe, o średnicy  $< 3,5 \text{ cm}$ . Stwierdzono, że ich plon różnił się między latami badań (tab.9). Największy zebrano w 2015 roku i wynosił on  $31,47 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Prawdopodobnie spowodowane to było bardzo wysoką temperaturą oraz brakiem opadów atmosferycznych w sierpniu, w czasie dorastania i zbiorów owoców pomidora. W latach 2014 i 2016 plon ten był mniejszy, odpowiednio o 62,5% i 77,6%. Wyłącznie na folii biodegradowalnej plon poza wyborem był większy niż w obiekcie kontrolnym. Na pozostałych ściółkach pozostawał on na tym samym poziomie istotności jak w uprawie bez ściółek. Udział tej frakcji w plonie ogólnym wahał się w granicach od 36,3% (folia PE czerwona) do 47% (folia biodegradowalna) (rys.5).

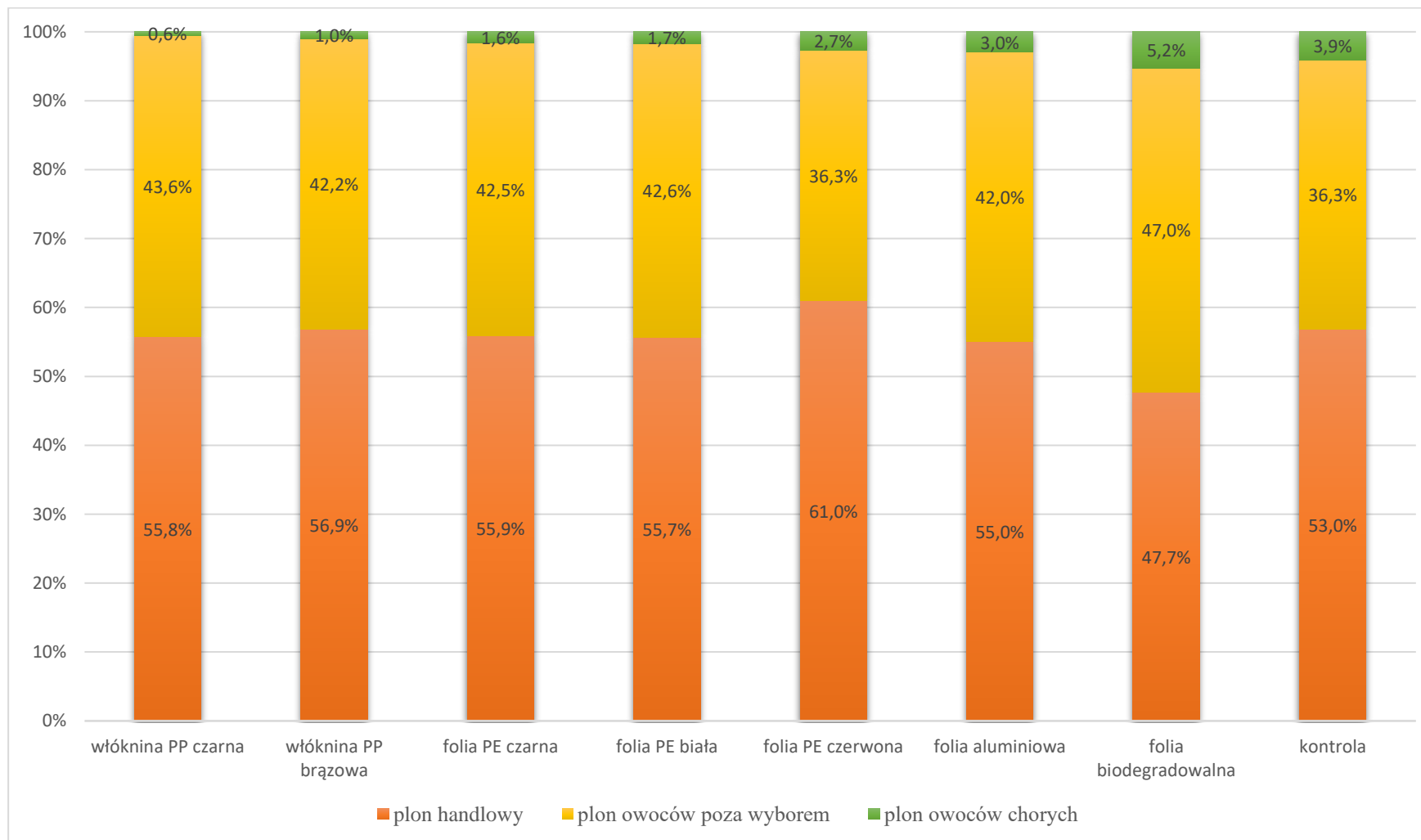
Tab. 7. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki syntetycznej na plon ogólny, handlowy i wczesny owoców pomidora odmiany Awizo, w latach 2014-2016 [t·ha<sup>-1</sup>]

Rodzaj ściółki syntetycznej	Plon ogólny				Plon handlowy				Plon handlowy wczesny			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	21,79	55,75	37,98	38,51	12,38	23,11	28,95	21,48	2,72	11,05	12,12	8,62
włóknina PP brązowa	23,65	49,09	32,95	35,23	13,65	20,48	25,83	19,99	3,59	10,67	11,93	8,73
folia PE czarna	30,64	54,76	48,81	44,73	16,14	18,76	38,5	24,47	3,17	8,83	10,95	7,67
folia PE biała	28,63	53,68	41,29	41,11	16,22	20,29	32,13	22,88	4,13	8,07	10,9	7,70
folia PE czerwona	28,89	42,55	41,77	37,74	17,46	21,20	33,28	23,98	7,23	8,78	13,38	9,80
folia aluminiowa	33,65	52,28	39,28	41,74	19,42	21,20	29,83	23,48	4,90	8,27	14,15	9,11
folia biodegradowalna	34,97	56,97	33,23	41,72	14,39	20,28	25,12	19,93	3,41	8,39	9,17	6,99
<b>średnia</b>	<b>28,89</b>	<b>52,15</b>	<b>39,33</b>	<b>40,11</b>	<b>15,75</b>	<b>20,08</b>	<b>30,52</b>	<b>22,12</b>	<b>4,16</b>	<b>9,15</b>	<b>11,8</b>	<b>8,37</b>
kontrola	27,42	43,75	37,63	36,27	13,64	13,09	30,95	19,23	1,51	7,41	14,85	7,92
<b>średnia</b>	<b>28,67</b>	<b>51,10</b>	<b>39,12</b>	<b>39,63</b>	<b>15,49</b>	<b>19,21</b>	<b>30,57</b>	<b>21,76</b>	<b>3,83</b>	<b>8,94</b>	<b>12,18</b>	<b>8,32</b>

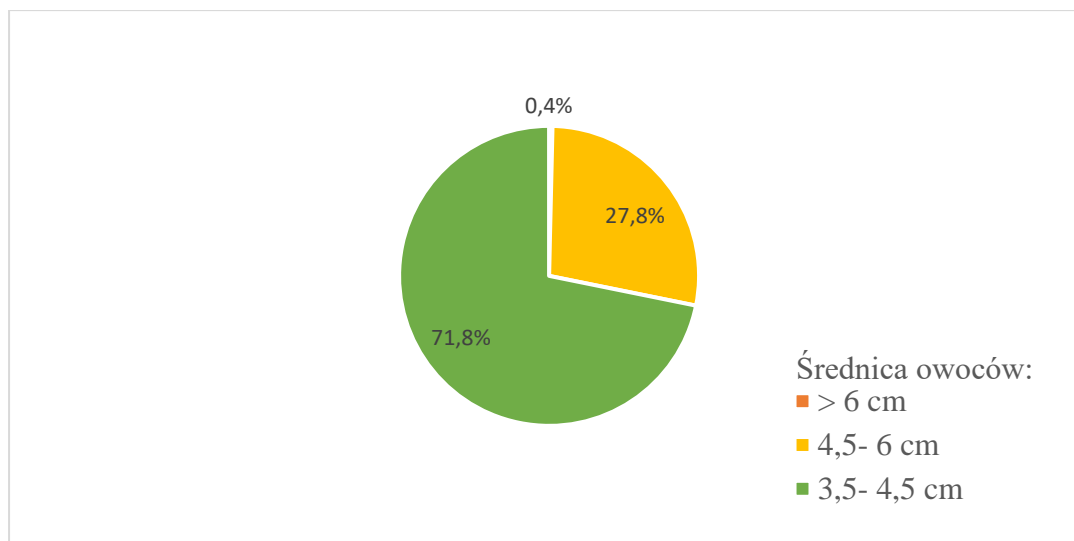
NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				5,48				3,38				2,65
rodzaju ściółki (II)	7,50	9,83	7,33	4,51	n.i.	5,12	n.i.	n.i.	2,01	n.i.	3,15	1,61
interakcji (IxII)				7,81				6,83				2,79

Rys. 5. Udział plonu handlowego, owoców poza wyborem i chorych w plonie ogólnym pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> w zależności od rodzaju ściółki syntetycznej i w kontroli, średnio dla lat 2014 – 2016 [%]



Rys.6. Struktura plonu handlowego owoców pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>,  
średnio dla lat 2014 - 2016 [%]



Plon owoców chorych zależał od warunków uprawy oraz rodzaju zastosowanej ściółki (tab.9). W roku 2014 i 2016 utrzymywał się na tym samym poziomie istotności i wynosił 1,35 t·ha<sup>-1</sup> oraz 1,51 t·ha<sup>-1</sup>. Natomiast 2015 roku zaledwie 0,06 t·ha<sup>-1</sup>. W 2014 roku w czasie zbiorów wystąpiły opady deszczu, co spowodowało pojawienie się choroby grzybowej - zarazy ziemniaka. W 2015 roku było gorąco oraz sucho i na owocach pojawiły się oparzeliny słoneczne. W 2016 roku wystąpiły intensywne opady deszczu w drugiej dekadzie lipca (70,5 mm). Intensywne opady deszczu w czasie dojrzewania owoców i zbiorów, spowodowały, że woda utrzymywała się zbyt długo na powierzchni ściółek syntetycznych. Odmiana Awizo F<sub>1</sub> jest pomidorem karłowym, uprawianym bez palików. Dojrzewające owoce leżały na zbyt wilgotnej syntetycznej powierzchni ściółkującej, co nie sprzyjało ich zdrowotności. Zauważono większą tendencję do pojawiania się chorych owoców na ściółkach z folii PE, nieprzepuszczalnych dla wody. Średnio, największy plon owoców chorych stwierdzono na ściółce z folii biodegradowalnej (2,19 t·ha<sup>-1</sup>), stanowił on 5,2% plonu ogólnego. Najmniejszy, natomiast plon (0,22 t·ha<sup>-1</sup>, 0,6% plonu ogólnego) otrzymano na włókninie czarnej. Wyniki z lat badań, pokazują, że najwięcej owoców chorych stwierdzono w 2014 roku na ściółce z folii biodegradowalnej (4,32 t·ha<sup>-1</sup>).

Tab.8. Wpływ rodzaju ściółki syntetycznej na plon owoców pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> o średnicy 4,5 – 6 cm oraz 3,5 – 4,5 cm, średnio w latach 2014 -2016 [t·ha<sup>-1</sup>]

Rodzaj ściółki syntetycznej	Plon owoców o średnicy 4,5 – 6 cm				Plon owoców o średnicy 3,5 – 4,5 cm			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	4,17	8,60	6,77	6,51	8,21	14,29	22,2	14,9
włóknina PP brązowa	5,05	9,01	5,13	6,40	8,60	10,98	20,7	13,43
folia PE czarna	7,39	8,46	6,82	7,65	10,41	10,19	31,68	17,43
folia PE biała	6,06	7,32	6,98	6,49	10,16	12,98	26,04	16,39
folia PE czerwona	5,86	6,82	8,23	6,97	11,19	9,62	25,05	15,29
folia aluminiowa	6,03	7,89	4,55	6,16	13,39	13,31	25,28	17,32
folia biodegradowalna	3,68	8,69	4,23	5,53	10,58	11,59	20,88	14,35
<b>średnia</b>	<b>5,46</b>	<b>8,11</b>	<b>6,10</b>	<b>6,56</b>	<b>10,36</b>	<b>11,85</b>	<b>24,55</b>	<b>15,59</b>
kontrola	0,68	3,82	4,32	2,94	12,96	9,29	26,64	16,29
<b>średnia</b>	<b>4,87</b>	<b>7,58</b>	<b>5,77</b>	<b>6,07</b>	<b>10,69</b>	<b>11,53</b>	<b>24,81</b>	<b>15,67</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				n.i.				2,54
rodzaju ściółki (II)	2,35	2,76	n.i.	1,52	2,01	n.i.	3,15	n.i.
interakcji (IxII)				2,63				5,26



Tab.9. Wpływ rodzaju ściółki syntetycznej na plon owoców poza wyborem i chorych pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>, w latach 2014-2016 [t·ha<sup>-1</sup>]

Rodzaj ściółki syntetycznej	Plon owoców poza wyborem				Plon owoców chorych			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	9,32	32,54	8,37	16,78	0,00	0,00	0,66	0,22
włóknina PP brązowa	9,79	28,58	6,12	14,83	0,00	0,03	1,00	0,34
folia PE czarna	14,33	32,91	8,55	18,60	0,17	0,17	1,76	0,70
folia PE biała	11,22	33,36	8,02	17,53	0,92	0,03	1,14	0,70
folia PE czerwona	10,10	26,01	6,77	14,29	1,33	0,10	1,72	1,05
folia aluminiowa	11,59	31,32	7,92	16,86	2,02	0,00	1,53	1,19
folia biodegradowalna	16,40	36,66	5,90	19,65	4,32	0,03	2,22	2,19
<b>średnia</b>	<b>11,82</b>	<b>31,64</b>	<b>7,38</b>	<b>16,93</b>	<b>1,25</b>	<b>0,05</b>	<b>1,43</b>	<b>0,91</b>
kontrola	11,71	30,56	4,64	15,64	2,07	0,10	2,04	1,40
<b>średnia</b>	<b>11,81</b>	<b>31,47</b>	<b>7,04</b>	<b>16,77</b>	<b>1,35</b>	<b>0,06</b>	<b>1,51</b>	<b>0,97</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				2,53				0,67
rodzaju ściółki (II)	n.i.	n.i.	n.i.	3,20	1,71	n.i.	n.i.	0,65
interakcji (IxII)				n.i.				1,13

#### 4.1.3. Wartość biologiczna owoców

Wyniki analiz chemicznych oraz analizy statystycznej dotyczące suchej masy, cukrów ogółem, P, K, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, witaminy C, karotenoidów, polifenoli, likopenu oraz aktywności antyoksydacyjnej DPPH w owocach pomidora Awizo F<sub>1</sub> wykazały, że średnio dla lat badań rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej miał istotny wpływ na ich zawartość (tab.10,11).

Zastosowanie ściółek syntetycznych sprzyjało gromadzeniu się w owocach średnio większej ilości suchej masy, potasu, karotenoidów, polifenoli, a także likopenu. Owoce pomidora uprawianego na ściółce z folii białej posiadały najwięcej suchej masy (6,24 %), cukrów ogółem (3,71 %), karotenoidów (38,90 μg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) oraz największą aktywność antyoksydacyjną (DPPH 58,75 %). Podobną aktywność antyoksydacyjną wykazywały owoce zebrane z folii czarnej. Najwięcej fosforu (0,43%) i witaminy C (21,14 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) w

owocach oznaczono w kontroli. Największą zawartość potasu w owocach oznaczono na włókninie brązowej i folii czerwonej. Na ściółce z folii czerwonej owoce pomidora posiadały największą ilość magnezu (0,21 %) oraz likopenu (21,87 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m.), w porównaniu do pozostałych zastosowanych ściółek i do kontroli. Największą zawartość Ca (0,28 %) w owocach oznaczono w obiekcie z włókniną brązową. Owoce pomidora rosnące na ściółce z włókniny czarnej charakteryzowały się największą zawartością polifenoli (16,76 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) w porównaniu do pozostałych ściółek i do kontroli.

Najmniejszą zawartością azotu azotanowego wyróżniały się owoce pomidora uprawianego na folii biodegradowalnej (45,60 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m.). Największą, natomiast miały owoce na ściółce z włókniny czarnej (106,17 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m.), była ona większa 3,2-krotnie w porównaniu do ilości w owocach z folii biodegradowalnej.

Tab.10. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki syntetycznej na zawartość suchej masy, cukrów ogółem, P, K, Mg i Ca w owocach pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>, średnio dla lat 2014-2016

Rodzaj ściółki syntetycznej	Sucha masa [%]	Cukry ogółem [%]	P [%]	K [%]	Mg [%]	Ca [%]
włóknina PP czarna	6,18	2,94	0,37	4,13	0,17	0,23
włóknina PP brązowa	5,83	2,57	0,37	4,74	0,18	0,28
folia PE czarna	5,77	2,99	0,37	4,31	0,20	0,25
folia PE biała	6,24	3,71	0,34	4,49	0,16	0,23
folia PE czerwona	5,51	2,25	0,41	4,79	0,21	0,26
folia aluminiowa	5,54	2,70	0,41	4,07	0,18	0,25
folia biodegradowalna	5,40	2,53	0,38	4,67	0,17	0,23
kontrola	5,74	2,26	0,43	4,04	0,16	0,21
<b>średnia</b>	<b>5,74</b>	<b>2,74</b>	<b>0,39</b>	<b>4,40</b>	<b>0,18</b>	<b>0,24</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

rodzaju ściółki                    0,17            0,13            0,20            0,15            0,03            0,03

Tab.11. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki syntetycznej na zawartość witaminy C, karotenoidów, polifenoli, likopenu, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> oraz wartość DPPH w owocach pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>, średnio dla lat 2014-2016

Rodzaj ściółki syntetycznej	Witamina C [mg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Karotenoidy [μg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Polifenole [mg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Likopen [mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.]	DPPH [%]	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.]
włóknina PP czarna	20,90	30,65	16,76	21,78	55,32	106,17
włóknina PP brązowa	17,91	22,72	13,81	20,00	54,24	93,41
folia PE czarna	17,97	29,59	11,96	15,55	57,12	79,37
folia PE biała	19,99	38,90	9,62	21,36	58,75	86,89
folia PE czerwona	18,88	32,69	8,84	28,23	56,39	93,46
folia aluminiowa	17,37	31,58	9,49	21,87	50,05	76,52
folia biodegradowalna	20,59	25,52	12,10	18,08	52,86	45,60
kontrola	21,14	30,20	9,80	18,84	52,46	94,79
<b>średnia</b>	<b>19,34</b>	<b>30,23</b>	<b>11,55</b>	<b>20,71</b>	<b>54,65</b>	<b>88,28</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

rodzaju ściółki	0,92	2,32	1,4	2,3	2,21	4,83
-----------------	------	------	-----	-----	------	------

## **4.2. Seria I. Doświadczenie II. Zastosowanie ściółek syntetycznych w uprawie pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>**

### **4.2.1. Pomiary biometryczne pomidora**

Analiza statystyczna wyników pomiarów biometrycznych odmiany Barlo F<sub>1</sub> wykonanych w lipcu wykazała, że jakość roślin w niewielkim stopniu zależała od warunków atmosferycznych w poszczególnych latach badań. Rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej wpływał na wysokość i ulistnienie roślin. Średnica pędu nie zmieniała się w ciągu lat badań i pod wpływem ściółkowania (tab.12).

Pomimo braku istotności różnic dla lat badań, można zauważyć, że w roku 2014 charakteryzującym się gorszymi warunkami termicznymi oraz większymi opadami deszczu w maju, rośliny pomidora były niższe i miały mniej liści niż w pozostałych latach. W tym samym roku równocześnie stwierdzono, że zasięg boczny roślin był istotnie, średnio o 39,6% mniejszy niż w 2015 i 2016 r.

Potwierdzony statystycznie wpływ czynnika badań dotyczył wysokości oraz liczby liści u pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>. Mniejszą wysokością charakteryzowały się rośliny ściółkowane folią PE białą. Różnica w porównaniu do pozostałych obiektów wynosiła około 9%. Na przestrzeni lat badań najniższe rośliny oznaczono w 2014 r. w uprawie na włókninie PP czarnej, folii PE czerwonej, aluminiowej i białej.

Stwierdzono, że średnio najwięcej liści miał pomidor rosnący na folii biodegradowalnej. Na pozostałych ściółkach liczba liści była istotnie mniejsza i wahała się w granicach 18,2 – 19,8 szt. W kontroli stwierdzono średnio 17,2 szt. liści na roślinie.

W drugim terminie pomiarów biometrycznych, w sierpniu wykazano, że wysokość roślin, średnica łodygi, rozpiętość i liczba liści pomidora w sposób istotny zależała od warunków pogodowych panujących w czasie uprawy (tab.13).

Największą wysokość roślin pomidora zaobserwowano w 2015 roku (104,6 cm). Wartość ta była większa o 14,9% i o 6,6% niż w 2014 i 2016 r. W większości obiektach wysokość roślin mieściła się w granicach 96,3 – 110,7 cm. Istotnie mniejszą wysokość miały rośliny uprawiane na ściółce z folii PE białej oraz w kontroli.

Największą średnicę łodygi u roślin pomidora stwierdzono w 2014 roku (2,6 cm). W pozostałych latach była mniejsza średnio o 16,5%. Zaobserwowano, że zastosowanie ściółki z

folii PE czarnej, czerwonej i aluminiowej oraz z włókniny PP brązowej spowodowało, że łodygi miały większą średnicę.

Największy zasięg boczny roślin pomidora zaobserwowano w 2016 roku (62,2 cm), był on o 76,3 % i o 15 % większy aniżeli w 2014 i 2015 roku. W większości wartość tej cechy mieściła się w granicach 51,9 – 54,9 cm. W obiektach ściółkowanych folią PE czarną, włókniną PP czarną oraz w kontroli rozpiętość roślin była istotnie mniejsza.

Największą liczbę liści u roślin stwierdzono w 2015 roku (28,5 szt.). W 2014 i 2016 r. było ich średnio o 14,3% mniej. Najlepiej ulistnione były rośliny ściółkowane folią biodegradowalną, aluminiową i PE czerwoną. W pozostałych obiektach rośliny miały o 11,5% liści mniej. Na przestrzeni lat badań największe ulistnienie odmiany Barlo F<sub>1</sub> było na ściółkach z folii PE czarnej, aluminiowej i folii biodegradowalnej.

Zastosowanie ściółek w uprawie tej odmiany pomidora spowodowało zwiększenie wysokości roślin, średnicy łodygi i zasięgu bocznego w porównaniu z kontrolą.

Tab.12. Wpływ ściółek syntetycznych na jakość roślin pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>, w lipcu, w latach 2014 – 2016

Rodzaj ściółki syntetycznej	Wysokość rośliny (cm)				Średnica łodygi (cm)				Zasięg boczny (cm)				Liczba liści (szt.)			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	76,7	88,3	82,3	82,4	1,9	1,8	1,9	1,9	28,3	46,7	49,3	41,4	16,0	18,0	20,7	18,2
włóknina PP brązowa	78,3	90,0	81,7	83,3	2,3	2,0	1,6	2,0	30,0	51,7	46,7	42,8	18,7	17,0	20,0	18,6
folia PE czarna	87,8	85,0	89,0	87,0	2,2	2,1	1,9	2,1	23,3	50,0	50,7	41,3	20,0	15,7	20,0	18,6
folia PE biała	60,0	86,7	81,3	76,0	1,9	1,9	2,0	1,9	30,0	48,3	52,0	43,4	16,0	16,3	22,3	18,2
folia PE czerwona	75,0	91,7	82,5	83,1	1,7	2,1	1,9	1,9	26,7	51,7	51,7	43,3	18,7	19,3	20,0	19,3
folia aluminiowa	71,7	86,7	91,7	83,3	1,9	1,9	1,8	1,9	26,7	51,7	46,2	41,5	16,7	20,0	22,7	19,8
folia biodegradowalna	86,7	78,3	87,5	84,2	2,3	1,6	1,9	2,0	41,7	45,0	52,0	46,2	24,3	23,0	20,0	22,4
<b>średnia</b>	<b>74,7</b>	<b>86,7</b>	<b>85,1</b>	<b>82,2</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>29,5</b>	<b>49,3</b>	<b>49,8</b>	<b>42,9</b>	<b>18,6</b>	<b>18,5</b>	<b>20,8</b>	<b>19,3</b>
kontrola	80,0	85,0	80,7	81,9	2,0	1,8	2,0	1,9	30,0	45,0	45,3	40,1	13,3	19,0	19,3	17,2
<b>średnia</b>	<b>77,0</b>	<b>86,5</b>	<b>84,7</b>	<b>82,7</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>29,6</b>	<b>48,8</b>	<b>49,2</b>	<b>42,5</b>	<b>18,0</b>	<b>18,5</b>	<b>20,7</b>	<b>19,1</b>

NIR $\alpha$ = 0,05 dla:

lat (I)				n.i.				n.i.				3,64				n.i.
rodzaju ściółki (II)	12,08	n.i.	3,97	5,80	0,4	n.i.	0,19	n.i.	7,49	n.i.	4,06	n.i.	3,43	n.i.	n.i.	2,25
interakcji (IxII)				13,72				0,33				n.i.				3,96

Tab.13. Wpływ ściółek syntetycznych na jakość roślin pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>, w sierpniu, w latach 2014 – 2016

Rodzaj ściółki syntetycznej	Wysokość rośliny (cm)				Średnica łodygi (cm)				Zasięg boczny (cm)				Liczba liści (szt.)			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	89,5	108,3	101,3	99,7	2,2	2,0	2,1	2,1	32,1	51,7	54,2	46,0	21,3	27,7	23,0	24,0
włóknina PP brązowa	98,0	105,7	96,3	100,0	2,9	2,4	2,0	2,5	34,5	57,3	64,2	52,0	23,7	27,7	21,7	24,3
folia PE czarna	96,3	106,7	98,7	100,6	2,7	2,3	2,5	2,5	36,7	55,7	54,7	49,0	26,7	26,0	23,0	25,2
folia PE biała	79,5	99,3	93,7	90,8	2,3	2,1	2,1	2,2	32,8	54,0	70,0	52,3	23,3	26,3	23,7	24,4
folia PE czerwona	88,0	110,7	102,7	100,4	2,4	2,4	2,2	2,3	34,5	57,0	73,3	54,9	27,3	30,0	24,3	27,2
folia aluminiowa	86,7	104,3	99,7	96,9	2,7	2,2	2,2	2,4	32,6	56,7	69,2	52,8	26,0	31,3	26,0	27,8
folia biodegradowalna	98,5	100,0	94,7	97,7	2,9	1,9	2,0	2,3	47,8	50,0	58,0	51,9	30,7	30,7	24,7	28,7
<b>średnia</b>	<b>90,9</b>	<b>105,0</b>	<b>98,1</b>	<b>98,0</b>	<b>2,6</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>35,9</b>	<b>54,6</b>	<b>63,4</b>	<b>51,3</b>	<b>25,6</b>	<b>28,5</b>	<b>23,8</b>	<b>26,0</b>
kontrola	91,7	101,7	94,7	96,0	2,6	2,1	2,0	2,2	31,0	50,0	53,7	44,9	26,0	29,3	21,0	25,4
<b>średnia</b>	<b>91,0</b>	<b>104,6</b>	<b>97,7</b>	<b>97,8</b>	<b>2,6</b>	<b>2,2</b>	<b>2,1</b>	<b>2,3</b>	<b>35,3</b>	<b>54,0</b>	<b>62,2</b>	<b>50,5</b>	<b>25,6</b>	<b>28,6</b>	<b>23,4</b>	<b>25,9</b>

NIR<sub>α</sub>= 0,05 dla:

lat (I)				4,85				0,15				5,72				1,28
rodzaju ściółki (II)	9,31	n.i.	5,31	4,21	n.i.	n.i.	n.i.	0,22	6,23	n.i.	3,78	4,92	4,19	2,76	2,46	1,75
interakcji (IxII)				8,28				n.i.				9,71				3,1

#### 4.2.2. Plonowanie pomidora

Wyniki badań poddane analizie statystycznej wykazały, że warunki pogodowe oraz rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej miały istotny wpływ na plonowanie odmiany Barlo F<sub>1</sub> (tab.14). Największy plon owoców ogółem zebrano w 2015 roku. W 2016 r. był on o 37% mniejszy, natomiast w 2014 roku 4- krotnie mniejszy. Spowodowane to było niekorzystnymi warunkami pogodowymi, które panowały w czasie zbiorów i doprowadziły do silnego porażenie roślin zarazą ziemniaka. Plon ogólny owoców pomidora rosnącego na ściółkach z włókniny PP czarnej, brązowej oraz w kontroli, bez ściółkowania wynosił średnio 25,52 t·ha<sup>-1</sup>, natomiast plon ze ściółek z folii PE czarnej, czerwonej oraz folii biodegradowalnej - 21,45 t·ha<sup>-1</sup>. Najmniejszy plon ogółem owoców stwierdzono na ściółce z folii czarnej (19,59 t·ha<sup>-1</sup>).

Stwierdzono, że średnio 61% plonu ogólnego odmiany Barlo F<sub>1</sub> stanowił plon handlowy (rys.8). W 2015 i 2016 roku był on bardzo zbliżony, wynosił odpowiednio 18,06 t·ha<sup>-1</sup> i 18,21 t·ha<sup>-1</sup>, natomiast w 2014 r. otrzymano ponad 3- krotnie mniejszy plon. Analiza statystyczna danych wykazała pozytywny wpływ ściółkowania materiałami syntetycznymi na wielkość plonu handlowego. Stwierdzono, że na ściółkach z włókniny czarnej i brązowej wyniósł on średnio 16,75 t·ha<sup>-1</sup>. Stanowiło to 66,1 i 65,4% plonu ogólnego (rys.7). Porównywalny pod względem statystycznym plon zebrano z obiektów kontrolnych. Istotnie mniejszy plon owoców niż na włókninach PP otrzymano w uprawie na folii aluminiowej (średnio o 17,4%), folii PE białej i czerwonej (średnio o 21,3%) oraz na folii PE czarnej i folii biodegradowalnej (średnio o 29,4%). W wymienionych powyżej obiektach udział plonu handlowego w ogólnym mieścił się w zakresie 53,7% (folia PE biała) – 61,9% (folia PE czarna). Największy plon handlowy na przestrzeni lat badań zaobserwowano w 2015 i 2016 roku na ściółce z włókniny PP brązowej oraz w 2016 r. na ściółkach z włókniny PP czarnej, w kontroli i na folii aluminiowej. Mieścił się on w granicach 23,42 t·ha<sup>-1</sup> – 19,82 t·ha<sup>-1</sup>.

Największy plon handlowy wczesny został oznaczony w 2016 roku (12,18 t·ha<sup>-1</sup>). W 2015 r. był on mniejszy o 20,2%, w 2014 r. – 22-krotnie mniejszy. Okazało się, że średnio dla lat badań, rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej nie miał istotnego wpływu na wielkość plonu. Natomiast, w poszczególnych latach badań, udowodniono wpływ tego czynnika. Stwierdzono również interakcję obydwu czynników. Na tej podstawie wykazano, że największy plon wczesny owoców odmiany Barlo F<sub>1</sub> wystąpił w 2016 roku, w kontroli oraz w uprawie na ściółce aluminiowej i PP czerwonej (14,85 t·ha<sup>-1</sup> – 13,38 t·ha<sup>-1</sup>).



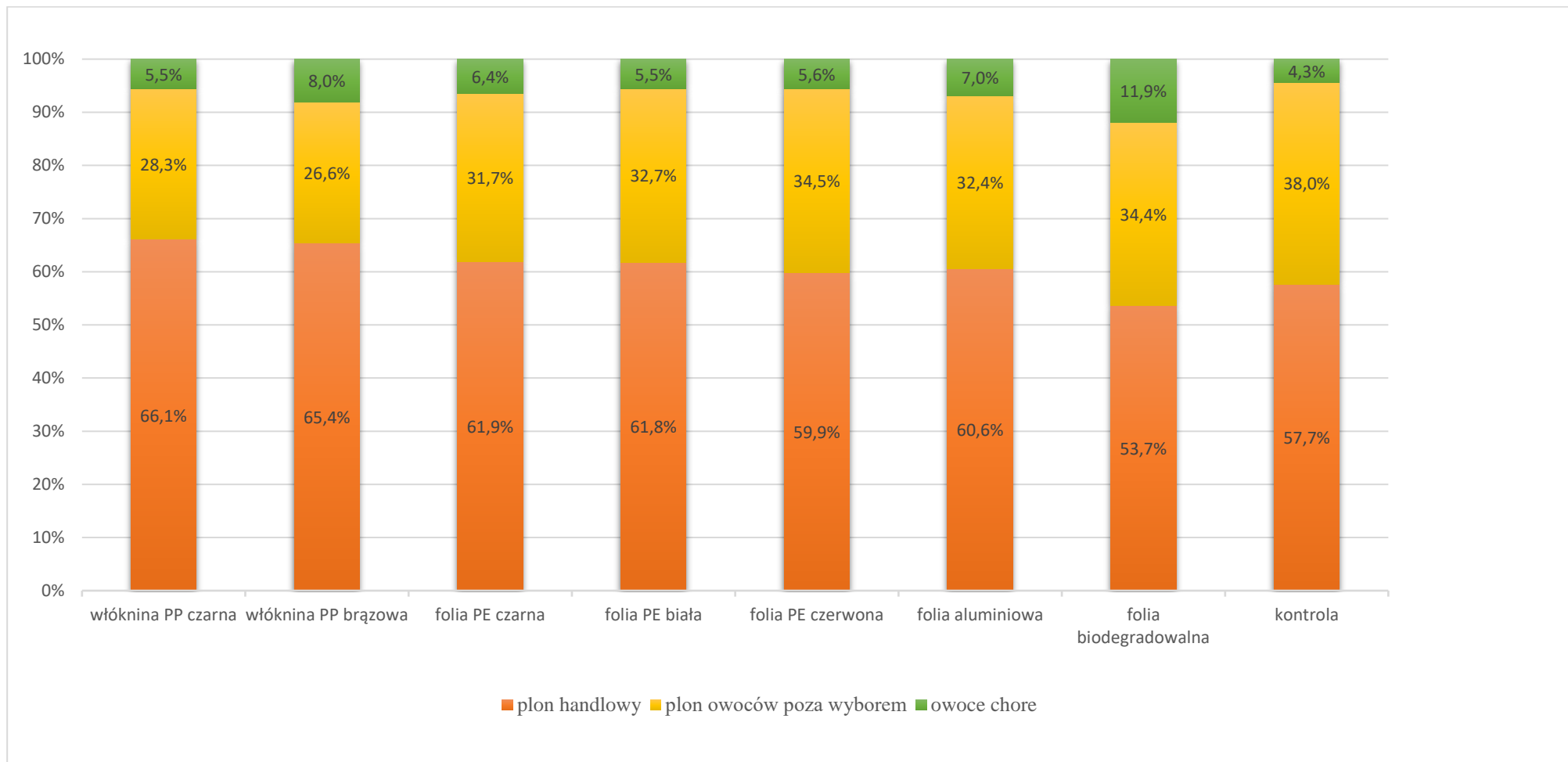
Tab.14. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki syntetycznej na plon ogólny, handlowy i wczesny owoców odmiany Barlo F<sub>1</sub>, w latach 2014-2016 [t·ha<sup>-1</sup>]

Rodzaj ściółki syntetycznej	Plon ogólny				Plon handlowy				Plon handlowy wczesny			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	16,73	32,82	26,20	25,25	11,40	18,28	20,38	16,69	0,12	9,90	12,12	7,38
włóknina PP brązowa	10,27	39,40	27,48	25,72	5,97	23,42	21,03	16,81	0,15	12,22	11,93	8,10
folia PE czarna	5,30	33,88	19,58	19,59	2,02	19,04	15,10	12,05	0,20	11,53	10,95	7,56
folia PE biała	6,03	36,67	21,81	19,59	3,89	17,81	18,18	13,29	0,17	10,35	10,90	7,14
folia PE czerwona	5,70	38,84	20,63	21,72	3,10	19,05	17,01	13,06	0,57	9,81	13,38	7,92
folia aluminiowa	7,07	37,36	25,37	23,27	4,15	17,54	19,82	13,83	1,80	9,34	14,15	8,43
folia biodegradowalna	8,31	36,32	18,80	21,14	5,13	17,16	12,55	11,61	0,63	10,24	9,17	6,68
<b>średnia</b>	<b>8,49</b>	<b>36,47</b>	<b>22,84</b>	<b>22,60</b>	<b>5,07</b>	<b>8,90</b>	<b>17,73</b>	<b>13,90</b>	<b>0,52</b>	<b>10,48</b>	<b>11,80</b>	<b>7,60</b>
kontrola	14,25	37,81	24,75	25,60	10,54	12,22	21,57	14,78	0,77	4,37	14,85	6,62
<b>średnia</b>	<b>9,21</b>	<b>36,64</b>	<b>23,08</b>	<b>22,97</b>	<b>5,77</b>	<b>18,06</b>	<b>18,21</b>	<b>14,01</b>	<b>0,55</b>	<b>9,72</b>	<b>12,18</b>	<b>7,48</b>

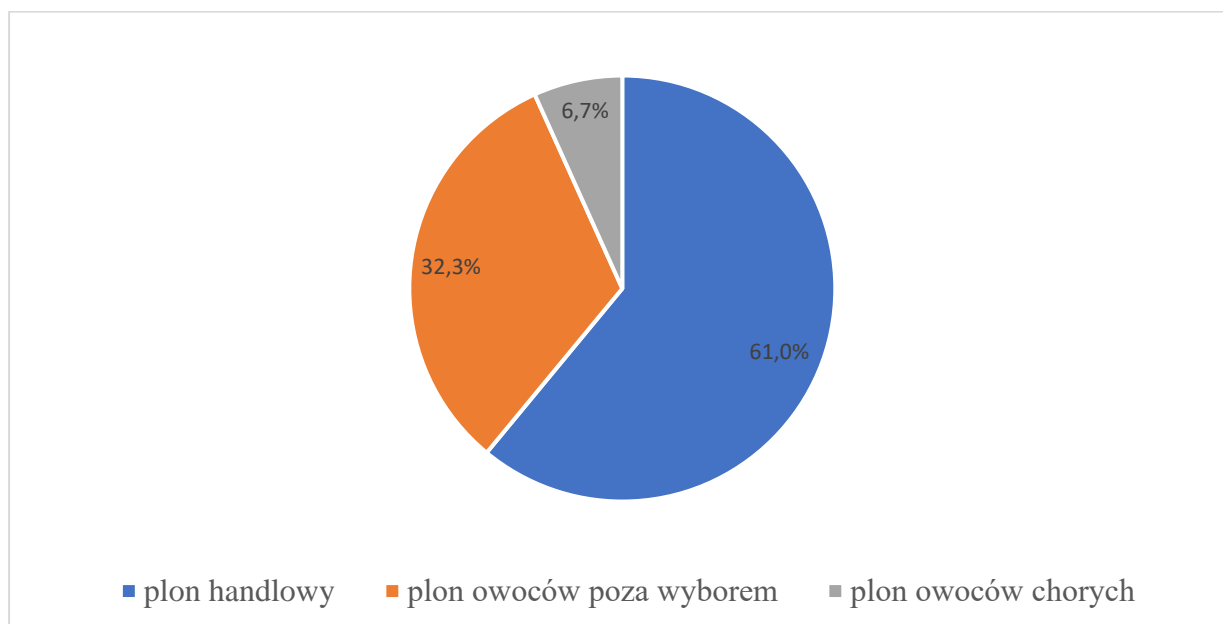
NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				4,21				2,61				1,21
rodzaju ściółki (II)	4,92	n.i.	3,58	3,59	3,46	5,01	2,95	2,12	0,69	2,68	3,15	n.i.
interakcji (IxII)				n.i.				3,67				2,28

Rys.7. Udział plonu handlowego, owoców poza wyborem i owoców chorych w plonie ogólnym pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> w zależności od rodzaju ściółki syntetycznej i w kontroli, średnio dla lat 2014 – 2016 [%]



Rys.8. Udział plonu handlowego, owoców poza wyborem i chorych odmiany Barlo F<sub>1</sub> w plonie ogólnym, średnio dla lat 2014 - 2016 [%]



Odmiana Barlo F<sub>1</sub> należy do odmian wielkoowocowych, z owocami o średniej masie 250 – 350 g. W przeprowadzonym doświadczeniu, największe owoce, o średnicy > 6 cm stanowiły 22,7% plonu handlowego (rys.9).

Wyniki badań wykazały, że wielkość plonu tej frakcji w sposób istotny zależała od warunków prowadzenia badań i zmieniała się w poszczególnych latach (tab.15). Największy plon zebrano w 2016 roku (5,00 t·ha<sup>-1</sup>). W roku 2015 był o 35% mniejszy, a w 2014 niemal 4-krotnie mniejszy. Udział tej frakcji w plonie handlowym, w kolejnych latach badań wynosił 22,5%, 18% oraz 27,5%.

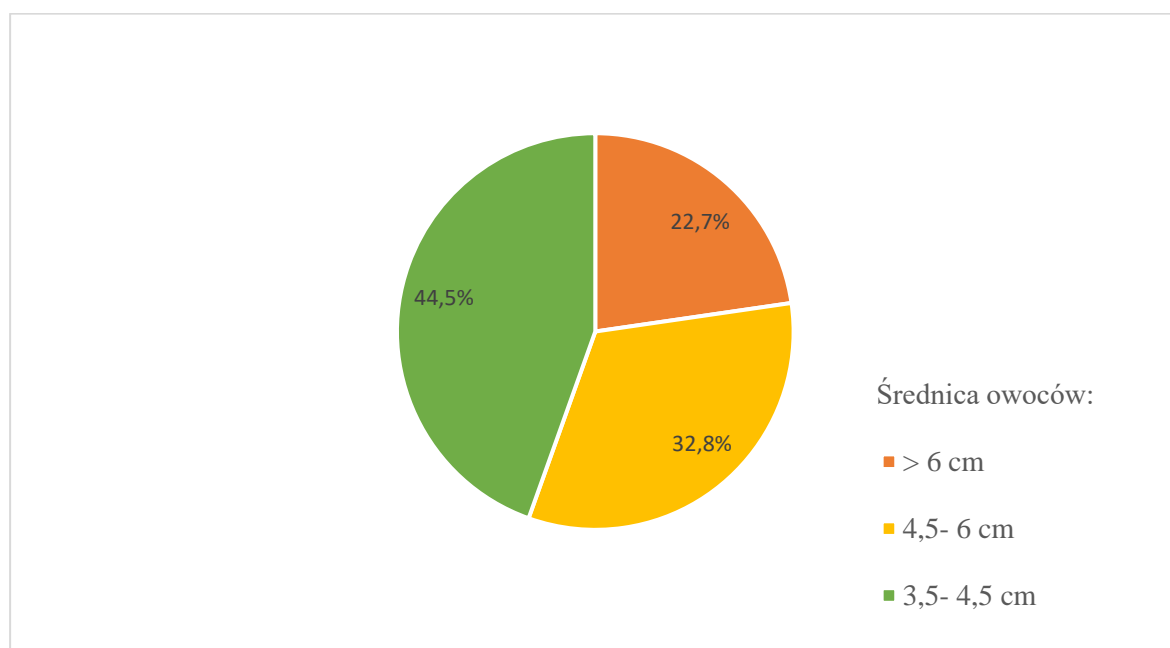
Okazało się, że ściółkowanie przyczyniło się do zwiększenia opisywanego plonu, średnio o 15,3% w porównaniu z plonem z obiektów nieściółkowanych, a rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej wpłynął w sposób istotny na ten plon. Największy plon owoców o średnicy powyżej 6 cm wystąpił na ściółce z włókniiny brązowej (4,37 t·ha<sup>-1</sup>). Do tej samej grupy jednorodnej należał plon roślin uprawianych na folii aluminiowej, włókninie PP czarnej i folii PE białej. Istotnie mniejszy plon, średnio o 42%, otrzymano w uprawie w kontroli oraz na folii PE czerwonej i czarnej oraz folii biodegradowalnej. Zaobserwowano, że największy plon owoców tej frakcji na przestrzeni lat wystąpił w 2016 roku na ściółce z folii aluminiowej (7,60 t·ha<sup>-1</sup>) oraz na włókninie brązowej w 2015 r. i w kontroli w 2016 r. (6,04 i 5,8 t·ha<sup>-1</sup>).

32,8 % plonu handlowego stanowił plon frakcji owoców o średnicy 4,5 – 6 cm. Wahał się on w granicach od 1,75 t·ha<sup>-1</sup> w 2014 r. do 6,12 t·ha<sup>-1</sup> w 2015 r. Udział tej frakcji w plonie handlowym, w kolejnych latach nie był zróżnicowany i wynosił 30,3%, 33,9% i 32,5%.

Nie potwierdzono istotności oddziaływania rodzaju zastosowanego materiału do ściółkowania na wielkość plonu owoców średniej wielkości. Mieścił się on w zakresie od 4,02 t ha<sup>-1</sup> na folii biodegradowalnej do 5,38 t ha<sup>-1</sup> na włókninie PP czarnej. Największe pod względem statystycznym plony owoców tej frakcji zebrano z folii czerwonej oraz z włókniny PP czarnej i brązowej w 2015 i 2016 roku oraz w obiekcie kontrolnym, w 2016 r. W 2015 r. ściółkowanie przyczyniło się do średnio 6-krotnego wzrostu plonu w porównaniu z plonem z obiektu kontrolnego.

Warunki uprawy pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> w latach prowadzenia doświadczenia modyfikowały plon owoców o średnicy 3,5 – 4,5 cm. Plon zebrany w latach 2015 i 2016 był średnio niemal trzykrotnie większy niż w 2014 r. Istotną różnicę zanotowano między plonem pomidora zebranych w obiekcie kontrolnym lub ściółkowanym włókniną PP czarną i brązową (średnio 7,54 t·ha<sup>-1</sup>), a plonem roślin uprawianych na pozostałych ściółkach syntetycznych (średnio 5,45 t·ha<sup>-1</sup>).

Rys.9. Struktura plonu handlowego owoców pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>, średnio dla lat 2014 - 2015 [%]



Udział plonu owoców poza wyborem w plonie ogółem wynosił średnio 32,3%, natomiast owoców chorych 6,7% (rys.8). Największy średni plon owoców o średnicy < 3,5 cm został oznaczony w 2015 roku ( $18,04 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Przyczyną drobnienia owoców u odmiany wielkoowocowej Barlo F<sub>1</sub> i tak wysokiego ich plonu były niesprzyjające warunki pogodowe w okresie zawiązywania, dorastania i zbiorów owoców, gdy średnia miesięczna temperatura wyniosła 25,1 °C, a suma miesięczna opadów atmosferycznych - 2,1 mm.

Największy średni plon owoców poza wyborem tej odmiany stwierdzono w kontroli ( $9,74 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (tab.16). Rozpatrując średnie dla lat badań stwierdzono pozytywny wpływ ściółkowania gleby na zmniejszenie plonu owoców najdrobniejszych, W obiektach tych był on średnio o 28,3 % mniejszy w porównaniu z kontrolą. Ponadto zaobserwowano, że na przestrzeni lat badań największy plon owoców poza wyborem był w 2015 roku również w kontroli ( $25,50 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). W tym roku badań potwierdzono statystycznie, że ściółkowanie materiałami syntetycznymi poprawiało warunki wilgotnościowe i spowodowało zmniejszenie tego plonu średnio o 33,5 %.

Plon owoców chorych mieścił się w zakresie od  $0,40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  w 2015 r. do  $2,68 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  w 2016 r. Średnio najmniejszy plon owoców chorych został zebrany w kontroli ( $1,11 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) oraz na tym samym poziomie pod względem statystycznym, w obiektach ze ściółką z folii PE czarnej, białej i czerwonej oraz aluminiowej i z włókniną PP czarną. Największy plon owoców chorych oznaczono w 2016 roku na ściółce z folii biodegradowalnej ( $6,00 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Tab.15. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki syntetycznej na plon poszczególnych frakcji owoców pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>, w latach 2014-2016 [t·ha<sup>-1</sup>]

Rodzaj ściółki syntetycznej	Plon owoców o średnicy > 6 cm				Plon owoców o średnicy 4,5 - 6 cm				Plon owoców o średnicy 3,5 – 4,5 cm			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	2,57	4,07	4,37	3,67	2,53	6,7	6,92	5,38	6,29	7,51	9,10	7,63
włóknina PP brązowa	2,08	6,04	4,98	4,37	1,63	7,04	7,00	5,22	2,26	10,33	9,05	7,21
folia PE czarna	0,32	3,68	3,52	2,51	0,04	6,52	5,8	4,12	1,65	8,84	5,78	5,42
folia PE biała	0,96	3,45	5,40	3,27	106	6,35	5,62	4,34	1,87	8,01	7,17	5,68
folia PE czerwona	0,62	2,57	4,97	2,72	1,25	8,09	6,33	5,22	1,24	8,40	5,72	5,12
folia aluminiowa	1,10	3,45	7,60	4,05	1,73	5,98	5,03	4,25	1,32	8,11	7,18	5,54
folia biodegradowalna	0,96	1,95	3,33	2,08	1,59	7,17	3,3	4,02	2,58	8,04	5,92	5,51
<b>średnia</b>	<b>1,23</b>	<b>3,60</b>	<b>4,88</b>	<b>3,24</b>	<b>1,4</b>	<b>6,83</b>	<b>5,71</b>	<b>4,65</b>	<b>2,46</b>	<b>8,46</b>	<b>7,13</b>	<b>6,02</b>
kontrola	1,81	0,82	5,80	2,81	4,12	1,12	7,27	4,17	4,55	10,28	8,50	7,78
<b>średnia</b>	<b>1,30</b>	<b>3,25</b>	<b>5,00</b>	<b>3,18</b>	<b>1,75</b>	<b>6,12</b>	<b>5,91</b>	<b>4,59</b>	<b>2,72</b>	<b>8,69</b>	<b>7,30</b>	<b>6,24</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				1,05					1,17				1,45
rodzaju ściółki (II)	1,36	1,45	3,58	1,11	1,56	3,03	2,14	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	1,67
interakcji (IxII)				1,93				2,17					n.i.

Tab.16. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki syntetycznej na plon owoców poza wyborem i chorych odmiany Barlo F<sub>1</sub>, w latach 2014-2016 [t·ha<sup>-1</sup>]

Rodzaj ściółki syntetycznej	Plon owoców poza wyborem				Plon owoców chorych			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	3,66	14,51	3,27	7,15	1,67	0,02	2,52	1,40
włóknina PP brązowa	1,07	15,61	3,87	6,85	3,23	0,37	2,58	2,06
folia PE czarna	1,75	14,75	2,03	6,18	1,53	0,09	2,12	1,25
folia PE biała	1,58	17,31	2,18	7,02	0,56	1,56	1,45	1,19
folia PE czerwona	1,22	19,68	1,68	7,53	1,38	0,35	1,93	1,22
folia aluminiowa	1,59	18,31	2,47	7,40	1,33	0,35	3,08	1,59
folia biodegradowalna	1,80	18,80	1,69	7,43	1,38	0,37	6,00	2,58
<b>średnia</b>	<b>1,81</b>	<b>16,97</b>	<b>2,46</b>	<b>6,98</b>	<b>1,58</b>	<b>0,44</b>	<b>2,81</b>	<b>1,61</b>
kontrola	2,31	25,50	1,40	9,74	1,46	0,08	1,78	1,11
<b>średnia</b>	<b>1,87</b>	<b>18,04</b>	<b>2,32</b>	<b>7,41</b>	<b>1,57</b>	<b>0,40</b>	<b>2,68</b>	<b>1,55</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				2,20				0,80
rodzaju ściółki (II)	n.i.	5,78	n.i.	1,94	n.i.	0,48	1,69	0,81
interakcji (IxII)				3,36				1,40

### 4.2.3. Wartość biologiczna pomidora

Stwierdzono, że badany czynnik doświadczenia miał istotny wpływ na wartość biologiczną owoców odmiany Barlo F<sub>1</sub> (tab.17,18). Średnio dla lat badań, największą zawartość suchej masy (6,41 %), cukrów ogółem (3,93 %), witaminy C (26,97 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) oraz polifenoli (15,18 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) oznaczono w owocach pomidora uprawianego na folii PE białej. Porównywalną ilość suchej masy oznaczono w owocach z obiektu z folią PE czarną. Największą ilość pierwiastków P i Ca miały owoce pomidora uprawiane na ściółce z włókniny brązowej. Oznaczono w nich natomiast najmniej Mg. W tych owocach również ilość witaminy C (26,63 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) i likopenu (22,97 mg kg<sup>-1</sup> ś.m.) należała do największych.

Największą zawartością karotenoidów (40,53 μg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) oraz likopenu (24,78 mg/kg ś.m.) charakteryzowały się owoce pomidora z obiektu z folią aluminiową. Badane owoce wyróżniały się największą wartością antyoksydacyjną na folii biodegradowalnej (58,79 % DPPH) w porównaniu do pozostałych zastosowanych ściółek i kontroli. Zawierały również dużo likopenu.

Owoce pomidora uprawianego na ściółce z włókniny brązowej i czarnej gromadziły najmniej azotanów (średnio 71,93 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>·kg<sup>-1</sup> ś.m.), najwięcej natomiast azotu azotanowego oznaczono w pochodzących ze ściółki z folii aluminiowej i z kontroli (średnio 81,58 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>·kg<sup>-1</sup> ś.m.).



Tab.17. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki syntetycznej na zawartość suchej masy, cukrów ogółem, P, K, Mg, Ca w owocach pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>, średnio dla lat 2014-2016

Rodzaj ściółki syntetycznej	Sucha masa [%]	Cukry ogółem [%]	P [%]	K [%]	Mg [%]	Ca [%]
włóknina PP czarna	5,90	3,01	0,29	3,84	0,19	0,27
włóknina PP brązowa	5,06	2,93	0,40	3,94	0,12	0,32
folia PE czarna	6,31	3,62	0,33	3,10	0,20	0,27
folia PE biała	6,41	3,93	0,36	3,85	0,15	0,26
folia PE czerwona	6,23	2,94	0,35	3,37	0,16	0,22
folia aluminiowa	6,11	3,59	0,35	3,83	0,17	0,31
folia biodegradowalna	5,66	2,95	0,33	4,15	0,15	0,29
kontrola	5,92	3,39	0,35	3,69	0,20	0,22
<b>średnia</b>	<b>5,95</b>	<b>3,29</b>	<b>0,35</b>	<b>3,72</b>	<b>0,17</b>	<b>0,27</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

rodzaju ściółki	0,15	0,11	0,02	0,16	0,05	0,02
-----------------	------	------	------	------	------	------

Tab.18. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki syntetycznej na zawartość witaminy C, karotenoidów, polifenoli, likopenu, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> oraz wartość DPPH w owocach pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>, średnio dla lat 2014-2016

Rodzaj ściółki syntetycznej	Witamina C [mg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Karotenoidy [μg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Polifenole [mg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Likopen [mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.]	DPPH [%]	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.]
włóknina PP czarna	18,45	25,15	11,17	21,99	50,75	73,91
włóknina PP brązowa	26,63	28,31	8,70	22,97	52,31	69,95
folia PE czarna	24,02	35,49	12,11	20,26	49,88	78,39
folia PE biała	26,97	37,55	15,18	20,94	53,45	83,77
folia PE czerwona	23,20	27,38	12,47	20,54	55,25	80,39
folia aluminiowa	25,34	40,53	8,16	24,78	51,82	81,92
folia biodegradowalna	21,26	35,96	6,15	23,24	58,79	76,78
kontrola	19,59	29,46	11,38	20,36	50,67	81,23
<b>średnia</b>	<b>23,18</b>	<b>32,48</b>	<b>10,67</b>	<b>21,89</b>	<b>52,87</b>	<b>78,29</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

rodzaju ściółki	0,48	1,66	1,19	2,22	2,21	4,99
-----------------	------	------	------	------	------	------

### **4.3. Seria I. Doświadczenie III. Zastosowanie ściółek syntetycznych w uprawie pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>**

#### **4.3.1. Pomiary biometryczne pomidora**

Na podstawie analizy wyników badań przeprowadzonych w lipcu stwierdzono, że warunki pogodowe oraz rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej wpłynęły w sposób istotny na wysokość roślin oraz na zasięg boczny rośliny odmiany Intrigo F<sub>1</sub>. Nie stwierdzono istotnego wpływu rodzaju zastosowanych ściółek syntetycznych na średnicę łodygi i liczbę liści u roślin pomidora (tab.19).

Największą wysokością (124,2 cm) i zasięgiem bocznym (39,6 cm) odznaczały się rośliny uprawiane w 2015 roku. W 2014 i 2016 r. rośliny były średnio o 10,4% niższe, o mniejszej rozpiętości, odpowiednio o 40,7% i o 17,3%. Rodzaj ściółki wpłynął tylko na wysokość roślin. Najwyższą średnią wysokość roślin zauważono na ściółce z folii PE czerwonej (119,4 cm) oraz porównywalną – na ściółkach z folii aluminiowej, z włókniny PP czarnej i brązowej oraz na folii PE białej. Zauważono, że na największy wzrost roślin pomidora w 2014 roku miały wpływ ściółki z folii PE czerwonej i folii aluminiowej (120,0 cm), natomiast w 2015 roku zastosowanie włókniny PP czarnej (130,0 cm).

Zasięg boczny roślin w lipcu mieścił się w granicach od 34,7 cm (włóknina PP brązowa) do 28,3 cm (kontrola), a liczba liści od 22,7 szt. (włóknina PP brązowa) do średnio 19,9 szt. (folia PE czarna, aluminiowa, kontrola).

Stwierdzono, że rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej oraz warunki pogodowe miały istotny wpływ na wyniki pomiarów biometrycznych wykonanych w sierpniu u roślin pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> (tab.20).

Zaobserwowano, że w 2014 r. pomidor charakteryzował się w porównaniu z 2015 i 2016 rokiem, mniejszą wysokością, średnio o około 3%, liczbą liści (średnio o 17,2%) oraz zasięgiem bocznym roślin (odpowiednio o 35,3% i o 29%).

Zastosowanie ściółki z folii PE czerwonej, czarnej oraz aluminiowej przyczyniło się do zwiększenia (średnio o 47%) wysokości roślin w porównaniu z wysokością na innych ściółkach i w kontroli. Na przestrzeni lat badań, największą wysokość miały rośliny pomidora rosące na ściółce z folii PE czerwonej (153,5 – 162,7 cm). Na tej ściółce stwierdzono również, największą średnicę pędu u roślin (2,6 cm). Na pozostałych zastosowanych ściółkach i w kontroli średnica pędu wynosiła 2,1 – 2,4 cm.

Zasięg boczny roślin w obiektach ściółkowanych wszystkimi materiałami był istotnie większy niż w kontroli. Różnica wynosiła średnio 23%. Stwierdzono natomiast, że istotnie lepszym ulistnieniem odznaczały się rośliny pomidora Intrigo F<sub>1</sub> uprawiane na ściółce z folii PE czerwonej. W pozostałych obiektach liczba liści była o 15,8% mniejsza.

#### **4.3.2. Plonowanie pomidora**

Wyniki badań poddane analizie statystycznej wykazały, że warunki pogodowe oraz rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej miały istotny wpływ na plonowanie pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> (tab.21). Najmniejszy średni plon ogółem owoców zebrano w 2014 roku (8,04 t·ha<sup>-1</sup>), co było spowodowane niekorzystnymi warunkami pogodowymi. W 2016 r. był on 2,3-krotnie większy, natomiast w 2015 roku ok. trzykrotnie większy w porównaniu do pierwszego roku doświadczenia. Analizując średnie dla lat badań stwierdzono, że największy plon ogółem owoców oznaczono na ściółce z włókniny PP czarnej (19,17 t·ha<sup>-1</sup>) oraz porównywalny – na folii aluminiowej. W pozostałych obiektach plon utrzymywał się na poziomie 15,70 – 17,54 t·ha<sup>-1</sup>. Na przestrzeni lat badań największy plon ogólny zaobserwowano w 2015 roku na ściółce z włókniny PP brązowej (28,45 t·ha<sup>-1</sup>), a najmniejszy w 2014 r. na folii PE czarnej (4,35 t·ha<sup>-1</sup>). W 2015 r., w czasie upalnego, suchego sezonu ściółki pozytywnie wpłynęły na wielkość plonu ogółem, który w uprawie w tych obiektach zwiększył się w stosunku do obiektu kontrolnego średnio o 67,6%.

Plon handlowy owoców odmiany Intrigo F<sub>1</sub> stanowił 67% plonu ogółem. Największy plon handlowy wystąpił w 2015 roku (17,45 t·ha<sup>-1</sup>), a najmniejszy w 2014 roku (6,67 t·ha<sup>-1</sup>). Analiza statystyczna danych wykazała pozytywny wpływ ściółkowania materiałami syntetycznymi na wielkość plonu handlowego owoców pomidora Intrigo F<sub>1</sub>. Wpływ ściółek nie był jednak taki sam w poszczególnych latach badań. Bardzo wyraźny wzrost plonu w stosunku do kontroli nastąpił w 2015 r., wynosił on 82,2%. Średnio dla lat badań w obiektach ściółkowanych plon wzrósł o 19,6%. Największy plon handlowy owoców stwierdzono na ściółce z włókniny czarnej (13,62 t·ha<sup>-1</sup>). W tym obiekcie oraz tam, gdzie zastosowano włókninę PP brązową plon handlowy stanowił średnio 70,4% (tab.21). Ponadto zauważono, że plon handlowy owoców pomidora zebranych z włókniny PP brązowej, folii PE czarnej, białej, biodegradowalnej i aluminiowej wyniósł średnio 11,60 t·ha<sup>-1</sup>. Najmniejszy plon handlowy owoców tej odmiany zebrano w kontroli (9,80 t·ha<sup>-1</sup>). Jego udział w plonie ogólnym wyniósł

Tab.19. Wpływ ściółek syntetycznych na jakość roślin pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>, w lipcu, w latach 2014 – 2016

Rodzaj ściółki syntetycznej	Wysokość rośliny (cm)				Średnica łodygi (cm)				Zasięg boczny (cm)				Liczba liści (szt.)			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	113,3	130,0	108,3	117,2	1,9	1,9	1,9	1,9	27,7	36,7	30,0	31,4	21,7	20,0	22,3	21,3
włóknina PP brązowa	107,3	133,3	114,3	118,3	1,7	2,1	2,0	1,9	26,7	46,7	30,7	34,7	18,7	24,7	24,7	22,7
folia PE czarna	100,0	126,7	115,0	113,9	1,7	1,9	1,9	1,8	23,3	41,7	27,0	30,7	18,7	20,7	20,0	19,8
folia PE biała	108,0	121,7	115,0	114,9	1,8	1,8	1,9	1,8	20,0	35,0	32,3	29,1	17,7	21,0	22,0	20,2
folia PE czerwona	120,0	125,0	113,3	119,4	2,0	1,9	1,8	1,9	20,0	41,7	35,7	32,4	19,7	22,3	18,7	20,2
folia aluminiowa	120,0	128,3	105,0	117,8	1,9	2,0	1,9	2,0	28,3	36,0	37,7	34,0	18,7	20,3	20,7	19,9
folia biodegradowalna	116,7	113,3	111,0	113,7	1,6	1,9	1,8	1,8	20,0	46,7	37,7	34,8	24,0	20,3	19,3	21,2
<b>średnia</b>	<b>112,2</b>	<b>125,5</b>	<b>111,7</b>	<b>116,5</b>	<b>1,8</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>23,7</b>	<b>40,6</b>	<b>33,0</b>	<b>32,4</b>	<b>19,9</b>	<b>21,3</b>	<b>21,1</b>	<b>20,8</b>
kontrola	110,0	115,0	101,7	108,9	1,9	1,7	1,8	1,8	21,7	32,3	31,0	28,3	18,7	21,3	19,7	19,9
<b>średnia</b>	<b>112,0</b>	<b>124,2</b>	<b>110,5</b>	<b>115,5</b>	<b>1,8</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>23,5</b>	<b>39,6</b>	<b>32,8</b>	<b>31,9</b>	<b>19,7</b>	<b>21,3</b>	<b>20,9</b>	<b>20,7</b>

NIR $\alpha$ = 0,05 dla:

lat (I)				4,01				n.i.				2,13				n.i.
rodzaju ściółki (II)	10,40	7,85	n.i.	5,04	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	4,9	n.i.	3,73	n.i.	n.i.	n.i.	2,8	n.i.
interakcji (IxII)				9,04				n.i.				8,53				3,89

Tab. 20. Wpływ ściółek syntetycznych na jakość roślin pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>, w sierpniu, w latach 2014 – 2016

Rodzaj ściółki syntetycznej	Wysokość rośliny (cm)				Średnica łodygi (cm)				Zasięg boczny (cm)				Liczba liści (szt.)			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	148,8	152,3	155,0	152,1	2,3	2,3	2,5	2,4	31,7	43,3	39,0	38,0	40,7	31,7	34,7	35,7
włóknina PP brązowa	149,8	157,3	151,8	153,0	2,0	2,5	2,3	2,3	33,3	51,3	42,3	42,3	48,3	37,7	33,7	39,9
folia PE czarna	153,2	161,7	148,5	154,4	2,1	1,9	2,4	2,1	33,3	47,7	45,5	42,2	45,0	32,0	32,3	36,4
folia PE biała	136,4	145,0	156,0	145,8	2,3	2,3	2,4	2,3	31,7	44,3	37,2	37,7	43,3	32,0	34,3	36,6
folia PE czerwona	153,5	162,7	158,7	158,3	2,8	2,6	2,4	2,6	26,7	48,7	43,7	39,7	54,7	42,7	42,0	46,4
folia aluminiowa	150,4	160,0	153,7	154,7	2,3	2,6	2,3	2,4	31,7	42,7	45,2	39,8	48,7	35,0	37,7	40,4
folia biodegradowalna	150,5	141,7	153,5	148,6	2,1	2,2	2,5	2,3	26,7	52,7	45,7	41,7	42,7	31,3	32,0	35,3
<b>średnia</b>	<b>149,0</b>	<b>154,4</b>	<b>153,9</b>	<b>152,4</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>	<b>30,7</b>	<b>47,2</b>	<b>42,6</b>	<b>40,2</b>	<b>46,2</b>	<b>34,6</b>	<b>35,2</b>	<b>38,7</b>
kontrola	145,2	139,3	149,7	144,7	2,3	2,1	2,2	2,2	23,3	37,7	37,0	32,7	48,0	31,3	30,7	36,7
<b>średnia</b>	<b>148,5</b>	<b>152,5</b>	<b>153,4</b>	<b>151,4</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>	<b>29,8</b>	<b>46,0</b>	<b>41,9</b>	<b>39,3</b>	<b>46,4</b>	<b>34,2</b>	<b>34,7</b>	<b>38,4</b>

NIR $\alpha$ = 0,05 dla:

lat (I)				2,55				n.i.				1,78				1,30
rodzaju ściółki (II)	9,19	6,45	5,41	3,91	n.i.	0,32	n.i.	0,18	5,23	n.i.	3,99	4,80	7,68	3,95	4,46	3,05
interakcji (IxII)				6,79				0,35				n.i.				n.i.

60,9%. Stwierdzono, że w ciągu lat badań największy plon handlowy owoców wystąpił w 2015 roku na ściółce z włókniny brązowej ( $20,65 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Plon wczesny owoców odmiany Intrigo F<sub>1</sub> zmieniał się w latach badań od  $1,70 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  w 2014 r. do średnio  $3,70 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  w pozostałych latach. Analiza statystyczna wykazała, że rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej miał istotny wpływ na ten plon. Istotnie największy plon wczesny zebrano w uprawie ze ściółką z folii aluminiowej oraz folii PE białej (średnio  $3,60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), a najmniejszy w obiektach ściółkowanych włókniną PP czarną i brązową oraz folią biodegradowalną (średnio  $2,62 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Największy wpływ ściółek na plon stwierdzono w 2015 r., kiedy to przyczyniły się do zwiększenia plonu w stosunku do uzyskanego z uprawy bez ściółkowania średnio o 22%. Stwierdzono, że na przestrzeni lat badań, największy plon wczesny owoców tej odmiany oznaczono w 2016 r. na ściółce z folii aluminiowej ( $5,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i zbliżony do niego – w 2015 r. na folii PE białej i folii aluminiowej.

Plon niehandlowy stanowił średnio 33% plonu ogółem (rys.10). W 2015 i 2016 r. wynosił średnio  $7,78 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , natomiast w 2014 r. był 5,7-krotnie mniejszy. Analiza statystyczna wykazała, że rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej nie miał istotnego wpływu na ten plon. Największy plon niehandlowy owoców tej odmiany stwierdzono w 2016 roku w kontroli ( $11,45 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Zauważono wówczas oraz w 2014 r., że ściółkowanie przyczyniło się do ograniczenia plonu niehandlowego w stosunku do kontroli odpowiednio o 31,4% i 39,2%.

Tab.21. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki syntetycznej na plon ogólny, handlowy, wczesny oraz niehandlowy owoców odmiany Intrigo F<sub>1</sub>, w latach 2014-2016 [t·ha<sup>-1</sup>]

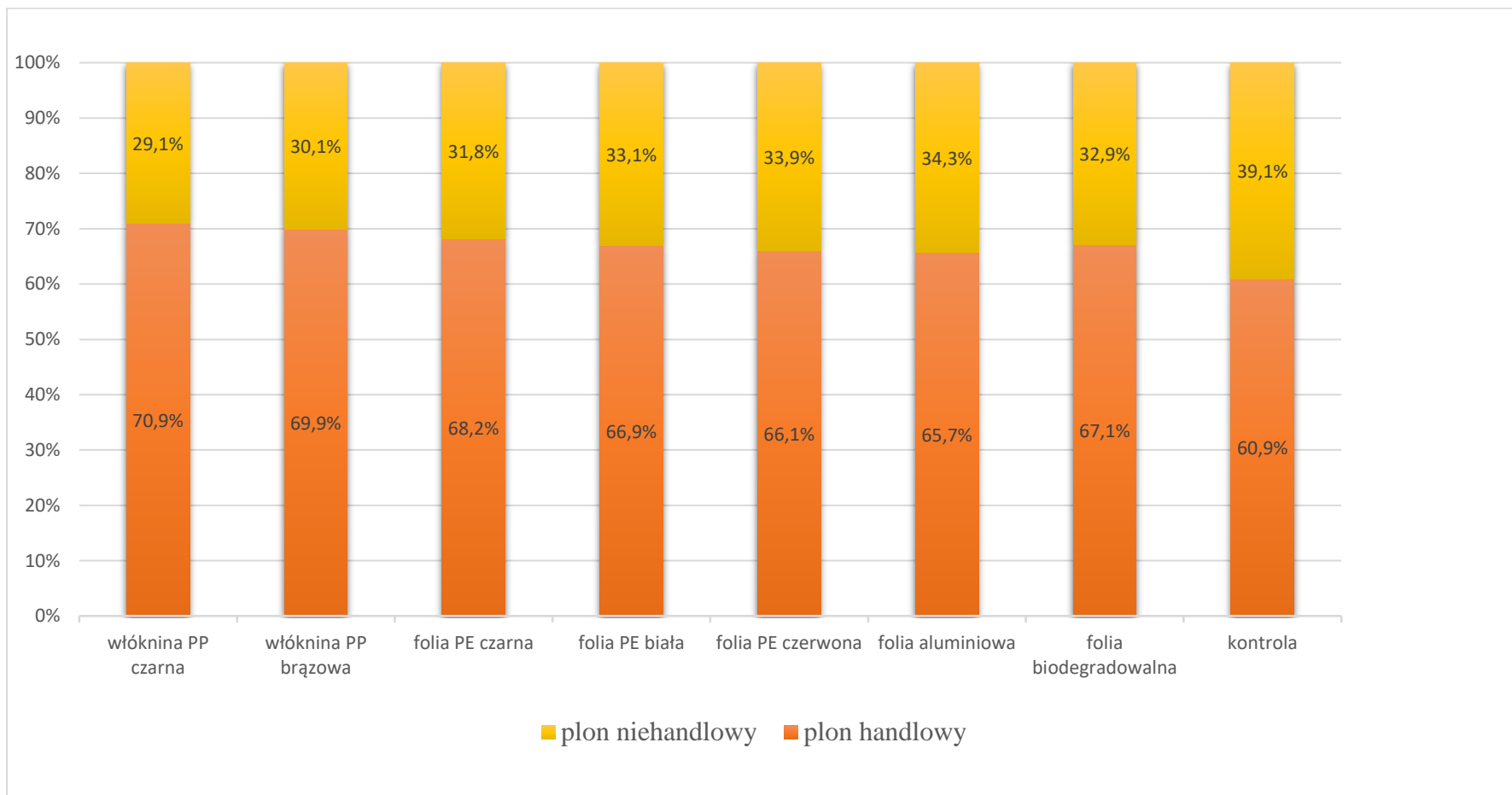
Rodzaj ściółki syntetycznej	Plon ogólny				Plon handlowy				Plon handlowy wczesny				Plon niehandlowy			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	11,36	26,96	19,30	19,71	9,95	19,59	11,33	13,62	1,44	3,53	3,22	2,73	1,41	7,37	7,97	5,58
włóknina PP brązowa	7,86	28,45	15,13	17,15	6,38	20,65	8,93	11,99	1,16	3,85	2,32	2,44	1,48	7,80	6,20	5,16
folia PE czarna	4,35	27,28	17,82	16,48	3,77	19,58	10,38	11,24	0,79	4,03	3,85	2,89	0,58	7,71	7,44	5,24
folia PE biała	8,23	25,31	19,08	17,54	6,49	17,87	10,87	11,74	1,71	4,56	4,08	3,45	1,74	7,44	8,22	5,80
folia PE czerwona	6,06	23,39	17,65	15,70	5,45	16,21	9,47	10,38	2,00	4,28	3,43	3,24	0,61	7,18	8,18	5,33
folia aluminiowa	6,73	27,09	20,88	18,23	5,58	18,20	12,33	11,97	1,83	4,41	5,02	3,75	1,15	8,89	8,75	6,26
folia biodegradowalna	8,59	23,49	17,38	16,49	6,72	17,34	9,12	11,06	2,17	3,88	2,00	2,68	1,87	6,15	8,27	5,43
<b>średnia</b>	<b>7,58</b>	<b>26,00</b>	<b>18,18</b>	<b>17,25</b>	<b>6,33</b>	<b>18,49</b>	<b>10,25</b>	<b>11,72</b>	<b>1,59</b>	<b>4,08</b>	<b>3,42</b>	<b>3,03</b>	<b>1,26</b>	<b>7,51</b>	<b>7,86</b>	<b>5,54</b>
kontrola	11,21	15,51	21,55	16,09	9,14	10,15	10,10	9,80	2,54	3,34	3,27	3,05	2,07	5,36	11,45	6,29
<b>średnia</b>	<b>8,04</b>	<b>24,69</b>	<b>18,60</b>	<b>17,10</b>	<b>6,67</b>	<b>17,45</b>	<b>10,29</b>	<b>11,48</b>	<b>1,70</b>	<b>3,99</b>	<b>3,40</b>	<b>3,03</b>	1,36	7,24	8,31	5,64

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				1,92				2,35					0,94				0,67
rodzaju ściółki (II)	3,14	3,39	n.i.	1,92	2,82	2,62	n.i.	1,45	0,78	0,72	0,77	0,41	0,59	1,70	2,44	n.i.	
Interakcji (IxII)				3,33				2,51				0,71					1,65



Rys.10. Udział plonu handlowego i niehandlowego w plonie ogólnym owoców pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> w zależności od rodzaju ściółki syntetycznej [%]



Wykazano, że rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej nie miał istotnego wpływu na liczbę gron z rośliny pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> oraz na masę owoców w gronie, czynnikiem ten, natomiast różnicował liczbę owoców z grona (tab.22)

Największą liczbę gron na roślinach zaobserwowano w 2015 roku (średnio 12 szt.). Było to niemal 3-krotnie więcej w porównaniu do 2014 roku. W czasie zbiorów w 2015 r. panowały bardzo korzystne warunki pogodowe - wysoka temperatura oraz brak obfitych opadów deszczu wpłynęły pozytywnie na plonowanie tej odmiany pomidora. W 2016 roku liczba gron z rośliny wynosiła 10,5 szt.

Największą masę owoców z każdego grona zebrano w 2015 roku (260 g), a najmniejszą w 2014 roku (193,0 g). Rodzaj zastosowanej ściółki syntetycznej nie wpłynął w sposób istotny na średnią masę owoców z grona pomidora. Nieco większą masę zauważono jednak u roślin rosnących na ściółce z włókny PP czarnej (253,3 g). Na przestrzeni lat badań największą masę owoców z gron zauważono w 2015 roku, na ściółce z włókny PP czarnej i PP brązowej oraz na folii PE czerwonej (średnio 280,0 g).

Największą liczbę owoców w gronach rośliny pomidora wytworzyły w 2015 roku (16,6 szt.). Natomiast w 2014 i 2016 roku było ich średnio o 31,4% mniej. Stwierdzono, że największą średnią liczbę owoców w gronach miały rośliny rosnące na ściółce z włókny PP czarnej (15,1 szt.), jednak porównywalną pod względem statystycznym ilość obserwowano na ściółce z włókny PP brązowej, folii PE czarnej i białej. Najwięcej (nie istotne statystycznie) owoców w gronach oznaczono w 2015 roku na ściółkach z włókny PP brązowej oraz z folii PE czarnej (średnio 19,0 szt.).

Tab.22. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki syntetycznej na liczbę gron z jednej rośliny, masę oraz liczbę owoców z jednego grona pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>, w latach 2014 - 2016

Rodzaj ściółki syntetycznej	Liczba gron z rośliny				Masa owoców z grona (g)				Liczba owoców z grona (szt.)			
	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia	2014	2015	2016	średnia
włóknina PP czarna	5,3	11,7	10,3	9,1	280,00	280,00	240,00	266,67	14,3	18,0	13,0	15,1
włóknina PP brązowa	4,7	12,7	8,7	8,7	260,00	280,00	240,00	260,00	11,0	19,0	11,0	13,7
folia PE czarna	3,0	13,0	11,7	9,2	180,00	260,00	200,00	213,33	12,0	19,0	11,0	14,0
folia PE biała	4,0	12,0	10,0	8,7	280,00	260,00	240,00	260,00	11,3	16,0	12,3	13,2
folia PE czerwona	3,3	11,0	10,0	8,1	230,00	280,00	230,00	246,67	8,7	16,0	11,7	12,1
folia aluminiowa	3,3	12,7	11,7	9,2	290,00	260,00	230,00	260,00	10,7	16,3	11,3	12,8
folia biodegradowalna	5,0	11,7	10,3	9,0	240,00	250,00	210,00	233,33	9,7	15,7	10,3	11,9
<b>średnia</b>	<b>4,1</b>	<b>12,1</b>	<b>10,4</b>	<b>8,9</b>	<b>251,43</b>	<b>267,14</b>	<b>227,14</b>	<b>248,57</b>	<b>11,1</b>	<b>17,1</b>	<b>11,5</b>	<b>13,3</b>
kontrola	4,0	11,0	11,3	8,8	390,00	180,00	220,00	263,33	13,0	12,7	10,7	12,1
<b>średnia</b>	<b>4,1</b>	<b>12,0</b>	<b>10,5</b>	<b>8,8</b>	<b>270,00</b>	<b>260,00</b>	<b>230,00</b>	<b>253,33</b>	<b>11,3</b>	<b>16,6</b>	<b>11,4</b>	<b>13,1</b>

NIR $\alpha$ = 0,05 dla:

lat (I)				1,14				0,03				3,16
rodzaju ściółki (II)	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	0,03	n.i.	n.i.	3,65	1,95	n.i.	1,90
interakcji (IxII)				2,07				0,06				n.i.

### 4.3.3. Wartość biologiczna pomidora

Wyniki analiz chemicznych owoców pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> wykazały, że rodzaj zastosowanej ściółki wpływał różnicująco na ich wartość biologiczną (tab.23,24). Stwierdzono, że owoce zebrane z obiektów ściółkowanych folią czerwoną charakteryzowały się największą ilością suchej masy (9,38 %) oraz likopenu (20,91 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m.). Odnaczyły się także podwyższoną zawartością cukrów ogółem (4,85%). Największą zawartością cukrów ogółem (5,41%) oraz największym wskaźnikiem DPPH (71,52%) charakteryzowały się owoce pomidora uprawianego na folii białej. W owocach tych ilość suchej masy, Mg, witaminy C oraz karotenoidów należała do największych. Jedną z największych ilości fosforu (0,35%), karotenoidów (41,44 µg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) oraz witaminy C (41,79 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) oznaczono również w pomidorach zbieranych z uprawy na ściółce z folii PE czarnej. Ściółkowanie, natomiast folią biodegradowalną przyniosło największą ilość K (3,82%) oraz likopenu (22,31 mg kg<sup>-1</sup> ś.m.). Owoce pomidora rosnącego na ściółce z folii aluminiowej i w kontroli zgromadziły ilość likopenu pozostającą na tym samym poziomie istotności, a zawartość Mg należała tu do największych. W uprawie na ściółce aluminiowej zaobserwowano największą zawartość polifenoli (36,46 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) oraz jedną z największych ilości witaminy C, i wysoką aktywność antyutleniającą. Zastosowane ściółki syntetyczne nie miały istotnego wpływu na zawartość Ca w owocach badanej odmiany pomidora.

Najmniej azotu azotanowego w owocach (98,86 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m.) stwierdzono na ściółce z folii białej. Na tym samym poziomie istotności pozostawała ilość zgromadzona w owocach z obiektów, gdzie zastosowano folię PE czarną, aluminiową i biodegradowalną, a także w kontroli. Najwięcej azotanów w owocach oznaczono na włókninie czarnej (120,33 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m.).

Tab.23. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki syntetycznej na zawartość suchej masy, cukrów ogółem, P, K, Mg, Ca w owocach pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>, średnio dla lat 2014-2016

Rodzaj ściółki syntetycznej	Sucha masa [%]	Cukry ogółem [%]	P [%]	K [%]	Mg [%]	Ca [%]
włóknina PP czarna	9,02	4,11	0,25	3,43	0,16	0,26
włóknina PP brązowa	8,71	4,32	0,31	3,00	0,22	0,27
folia PE czarna	8,48	4,09	0,35	3,48	0,20	0,25
folia PE biała	9,22	5,41	0,27	3,31	0,22	0,28
folia PE czerwona	9,38	4,85	0,32	3,31	0,19	0,28
folia aluminiowa	8,51	4,50	0,32	3,10	0,24	0,26
folia biodegradowalna	8,81	4,06	0,28	3,82	0,20	0,23
kontrola	8,57	4,71	0,33	3,25	0,20	0,29
<b>średnia</b>	<b>8,84</b>	<b>4,51</b>	<b>0,30</b>	<b>3,34</b>	<b>0,20</b>	<b>0,27</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

rodzaju ściółki	0,23	0,38	0,03	0,12	0,04	n.i.
-----------------	------	------	------	------	------	------

Tab.24. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki syntetycznej na zawartość witaminy C, karotenoidów, polifenoli, likopenu, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> oraz wartość DPPH w owocach pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>, średnio dla lat 2014-2016

Rodzaj ściółki syntetycznej	Witamina C [mg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Karotenoidy [μg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Polifenole [mg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Likopen [mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.]	DPPH [%]	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.]
włóknina PP czarna	36,81	38,22	16,19	19,10	58,73	120,33
włóknina PP brązowa	39,87	37,27	24,32	16,36	68,96	118,18
folia PE czarna	41,79	41,44	19,57	17,67	56,42	102,35
folia PE biała	41,88	39,26	21,11	18,65	71,52	98,86
folia PE czerwona	39,74	32,27	26,97	20,91	65,22	118,54
folia aluminiowa	40,59	30,10	36,46	20,33	70,45	106,69
folia biodegradowalna	37,84	31,11	30,69	22,31	59,61	107,57
kontrola	36,57	33,64	27,41	20,35	56,18	111,55
<b>średnia</b>	<b>39,39</b>	<b>36,67</b>	<b>25,34</b>	<b>19,46</b>	<b>63,39</b>	<b>110,51</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

rodzaju ściółki	0,79	2,59	1,72	2,84	1,76	12,79
-----------------	------	------	------	------	------	-------

#### **4.3.4. Porównanie wartości biologicznej owoców trzech odmian pomidora uprawianego na ściółkach syntetycznych**

Wyniki analiz chemicznych owoców badanych odmian pomidora uprawianego na ściółkach syntetycznych poddano analizie statystycznej metodą losowanych podbloków. Odmiany pomidora potraktowano tu jako czynnik doświadczenia obok rodzaju ściółek syntetycznych. Celem było porównanie wartości biologicznej tych odmian.

Analizy chemiczne owoców będących w pełnej dojrzałości wykazały duże zróżnicowanie między odmianami pod względem zawartości składników organicznych i mineralnych (tab.25). Zostało to potwierdzone statystycznie. Okazało się, że owoce odmiany Intrigo F<sub>1</sub> zawierały najwięcej suchej masy, cukrów ogółem, witaminy C, polifenoli i karotenoidów, oraz magnezu. Charakteryzowały się największą aktywnością antyoksydacyjną DPPH. Zawierały jednocześnie najwięcej azotanów. U odmiany Awizo F<sub>1</sub> i Barlo F<sub>1</sub> oznaczono mniej suchej masy o 3,1 pp. i 2,89 pp., cukrów ogółem mniej o 1,77 pp i o 1,22 pp. Zawartość witaminy C była mniejsza 2-krotnie i 1,7-krotnie, polifenoli było średnio 2,3-krotnie mniej, natomiast karotenoidów – średnio o 14,5%. Wartość DPPH tych odmian była średnio o 15,2% niższa. Jednocześnie zawartość N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> w owocach Awizo F<sub>1</sub> i Barlo F<sub>1</sub> była odpowiednio o 20,1% i o 29,2% mniejsza w porównaniu do odmiany Intrigo F<sub>1</sub>.

Odmiana Barlo F<sub>1</sub> charakteryzowała się istotnie większą zawartością likopenu (o 5,7% i o 12,5%) oraz wapnia (o 12,5% i o 3,8%) w porównaniu z Awizo F<sub>1</sub> i Intrigo F<sub>1</sub>. Odmiana Awizo F<sub>1</sub> wykazała się natomiast największą zawartością fosforu i potasu.

Tab.25 Porównanie wartości biologicznej odmian pomidora uprawianych na ściółkach syntetycznych, średnio w latach 2014 - 2016

<b>Składnik</b>	<b>Awizo F<sub>1</sub></b>	<b>Barlo F<sub>1</sub></b>	<b>Intrigo F<sub>1</sub></b>	<b>NIR<math>\alpha</math>=0,05</b>
Sucha masa (%)	5,74	5,95	8,84	0,11
Cukry ogółem (%)	2,74	3,29	4,51	0,08
Witamina C (mg·100 <sup>-1</sup> ś.m.)	19,34	23,18	39,39	0,56
Polifenole (mg·100 <sup>-1</sup> ś.m.)	11,55	10,67	25,34	0,47
Karotenoidy ( $\mu$ m·100 <sup>-1</sup> ś.m.)	30,23	32,48	36,67	0,91
Likopen (mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.)	20,71	21,89	19,46	1,16
DPPH (%)	54,65	52,87	63,39	1,13
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.)	88,28	78,29	110,51	12,1
P (%)	0,39	0,35	0,30	0,01
K (%)	4,40	3,72	3,34	0,06
Mg (%)	0,18	0,17	0,20	0,01
Ca (%)	0,24	0,27	0,26	0,01



#### **4.4. Seria II. Doświadczenie I. Zastosowanie ściółek organicznych w uprawie pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>**

##### **4.4.1. Pomiary biometryczne**

Wyniki badań poddane analizie statystycznej wykazały, że warunki pogodowe oraz rodzaj zastosowanej ściółki organicznej miały istotny wpływ na cechy jakościowe roślin pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> (tab.26). Istotnych różnic nie wykazano jedynie w przypadku wysokości roślin. W kolejnych latach utrzymywała się ona na poziomie 59,7 – 63,3 cm, a w zależności od rodzaju ściółki w granicach 59,5 – 63,9 cm. Największą średnicą pędu oraz liczbą liści odznaczały się rośliny w 2015 i w 2017 r. W porównaniu do 2014 r. wartości tych cech były średnio o 15,1% i 38% większe. Największy zasięg boczny rośliny pomidora (62,8 cm) osiągnęły w 2017 roku.

Największą średnicę pędu (średnio 1,9 cm) miały rośliny ze ściółki z miskanta oraz w uprawie bez ściółek. Większą od pozostałych rozpiętością charakteryzowały się natomiast rośliny z obiektów, gdzie zastosowano biomasę z koniczyny białej, słomę jęczmienną lub podłoże popieczarkowe, a także w kontroli. Stwierdzono również, że istotnie mniej liści (o 13,8%) miały rośliny uprawiane bez ściółek.

Analiza statystyczna wyników pomiarów biometrycznych wykonanych w sierpniu, dotyczących roślin pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> potwierdziła zmiany cech zarówno między latami badań, jak i pod wpływem rodzaju ściółki (tab.27). W 2015 i 2017 r. rośliny charakteryzowały się większą wysokością (średnio o 14,1%) i zasięgiem bocznym (średnio o 37,2%) aniżeli w 2014 r. Najlepiej ulistniony był pomidor w 2017 r. (52,6 szt. liści na roślinę). Okazało się, że w uprawie, w której powierzchnia była ściółkowana podłożem popieczarkowym rośliny osiągnęły największą wysokość. Istotnie niższe (średnio o 6,2%) były rośliny uprawiane na ściółce ze słomy rzepakowej, z biomasy z koniczyny oraz nieściółkowane, a także – o 12,4% niższe - ściółkowane słomą z miskanta i jęczmienną. Istotnie mniejszą średnicę pędu oznaczono u pomidora ściółkowanego biomasą z koniczyny oraz słomą jęczmienną. Jednocześnie jednak zasięg boczny tych roślin należał do największych.

Stwierdzono również, że wartość cech morfologicznych roślin kontrolnych jak średnica pędu i rozpiętość mieściły się w grupie najlepszych. Wyróżniały się one również największą liczbą liści. Średnio na jednej roślinie było ich o 18,5% więcej niż u pozostałych. Na przestrzeni lat badań najwięcej liści zaobserwowano w 2017 r. w obiektach ściółkowanych słomą z miskanta, rzepakową, podłożem popieczarkowym oraz w 2015 i 2017 r. w kontroli.

Tab.26. Wpływ ściółek organicznych na jakość roślin pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>, w lipcu, w latach 2014 – 2016

Rodzaj ściółki organicznej	Wysokość rośliny (cm)				Średnica łodygi (cm)				Zasięg boczny (cm)				Liczba liści (szt.)			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	55,0	60,0	75,0	63,3	1,8	2,0	1,9	1,9	21,7	38,3	65,0	41,7	14,3	17,7	18,3	16,8
słoma jęczmienna	60,0	56,7	61,7	59,4	1,6	1,8	1,8	1,7	21,7	46,7	70,0	46,1	12,3	15,7	22,3	16,8
słoma rzepakowa	56,7	60,0	66,7	61,1	1,6	2,2	2,2	2,0	21,7	45,0	55,0	40,6	9,7	18,0	15,7	14,4
podłoże popieczarkowe	61,7	70,0	60,0	63,9	1,7	1,9	1,9	1,8	20,0	55,0	63,3	46,1	11,7	14,3	17,7	14,6
biomasa z koniczyny białej	63,3	71,7	55,0	63,3	1,6	1,8	1,8	1,7	21,7	63,3	63,3	49,4	12,0	15,7	16,7	14,8
<b>średnia</b>	<b>59,3</b>	<b>63,7</b>	<b>63,7</b>	<b>62,2</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>1,8</b>	<b>21,3</b>	<b>49,7</b>	<b>63,3</b>	<b>44,8</b>	<b>12,0</b>	<b>16,3</b>	<b>18,1</b>	<b>15,5</b>
kontrola	61,7	61,7	61,7	61,7	1,9	1,9	2,1	2,0	21,7	60,0	60,0	47,2	12,3	12,7	15,0	13,3
<b>średnia</b>	<b>59,7</b>	<b>63,3</b>	<b>63,3</b>	<b>62,1</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>21,4</b>	<b>51,4</b>	<b>62,8</b>	<b>45,2</b>	<b>12,1</b>	<b>15,7</b>	<b>17,6</b>	<b>15,1</b>

NIR $\alpha$ = 0,05 dla:

lat (I)				n.i.				0,11				4,27				1,99
rodzaju ściółki (II)	n.i.	9,4	6,85	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	0,16	n.i.	9,05	n.i.	5,05	n.i.	n.i.	n.i.	2,40
interakcji (IxII)				7,12				n.i.				9,00				n.i.

Tab.27. Wpływ ściółki organicznych na jakość roślin pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>, w sierpniu, w latach 2014 - 2016

Rodzaj ściółki organicznej	Wysokość rośliny (cm)				Średnica łodygi (cm)				Zasięg boczny (cm)				Liczba liści (szt.)			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	76,7	91,7	95,0	87,8	2,1	2,0	2,0	2,0	44,3	65,2	80,3	63,3	37,7	37,3	60,0	45,0
słoma jęczmienna	80,0	86,7	90,0	85,6	1,8	2,0	1,9	1,9	51,7	67,0	81,8	66,8	39,0	32,7	38,3	36,7
słoma rzepakowa	80,0	95,0	98,3	91,1	1,9	2,2	2,2	2,1	56,8	70,3	67,0	64,7	34,0	44,7	55,7	44,8
podłoże popieczarkowe	90,0	101,7	105,0	98,9	1,9	2,0	2,0	2,0	56,9	78,0	70,3	68,4	36,0	36,7	58,3	43,7
biomasa z koniczyny białej	85,0	98,3	96,7	93,3	1,9	2,0	2,0	1,9	57,8	78,7	71,8	69,4	36,3	46,7	45,0	42,7
<b>średnia</b>	<b>82,3</b>	<b>94,7</b>	<b>97,0</b>	<b>91,3</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>53,5</b>	<b>71,8</b>	<b>74,3</b>	<b>66,5</b>	<b>36,6</b>	<b>39,6</b>	<b>51,5</b>	<b>42,6</b>
kontrola	91,7	95,0	95,0	93,9	2,0	2,0	2,2	2,1	52,7	78,0	70,2	66,9	37,3	56,0	58,0	50,4
<b>średnia</b>	<b>83,9</b>	<b>94,7</b>	<b>96,7</b>	<b>91,8</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>2,1</b>	<b>2,0</b>	<b>53,4</b>	<b>72,9</b>	<b>73,6</b>	<b>66,6</b>	<b>36,7</b>	<b>42,3</b>	<b>52,6</b>	<b>43,9</b>

NIR<sub>α</sub>= 0,05 dla:

lat (I)				7,38				n.i.				2,82				4,20
rodzaju ściółki (II)	5,16	n.i.	n.i.	4,80	n.i.	n.i.	n.i.	0,15	5,83	6,52	8,76	3,78	n.i.	10,85	11,26	5,24
interakcji (IxII)				n.i.				n.i.				6,57				9,23

#### 4.4.2. Plonowanie pomidora

Wyniki poddane analizie statystycznej wykazują, że warunki uprawy oraz rodzaj zastosowanych ściółek organicznych nie miał istotnego wpływu na plon ogólny owoców pomidora Awizo F<sub>1</sub> (tab.28). Plon ten wahał się w granicach od średnio 23,90 t·ha<sup>-1</sup> w 2014 i 2015 roku do 26,40 t·ha<sup>-1</sup> w 2017 roku. Nieco większy plon ogólny owoców stwierdzono wówczas, gdy jako ściółkę wykorzystano podłoże popieczarkowe (28,19 t·ha<sup>-1</sup>) i słomę jęczmienną (27,10 t·ha<sup>-1</sup>). W pozostałych obiektach wyniósł on średnio 23,28 t·ha<sup>-1</sup>. Najmniejszy plon ogółem owoców, na przestrzeni lat badań, zanotowano w 2017 roku w uprawie na ściółce ze słomy jęczmiennej (34,12 t·ha<sup>-1</sup>) oraz w 2015 roku po zastosowaniu podłoża popieczarkowego (31,18 t·ha<sup>-1</sup>).

61,4 – 62,9% plonu ogółem stanowił plon handlowy tam, gdzie zastosowano ściółki ze słomy z miskanta, jęczmienną oraz rzepakową. W kontroli udział tego plonu był najmniejszy – 46,8% (rys. 11). Wyniki badań wykazały istotne zróżnicowanie plonu handlowego owoców odmiany Awizo F<sub>1</sub> między latami badań. Najmniejszy plon (8,84 t·ha<sup>-1</sup>) zebrano w 2015 roku. W sierpniu, kiedy odbywały się zbiory tej odmiany, było bardzo ciepło i bardzo sucho. Spowodowało to pojawienie się na owocach oparzelin słonecznych. W 2014 roku plon handlowy był o 40,2 % większy, a w 2017 roku 2,5 – krotnie większy.

Stwierdzono, że ściółkowanie materiałami organicznymi spowodowało zwiększenie tego plonu w stosunku do kontroli średnio o 13,4 % (po zastosowaniu biomasy koniczyny białej) – 73,8 % (przy ściółkowaniu słomą rzepakową). Różnice te nie zostały jednak potwierdzone statystycznie.

Jedynie w 2017 roku stwierdzono istotny wpływ ściółkowania na wielkość plonu handlowego. Pozostawał on na tym samym poziomie istotności u roślin uprawianych bez ściółek oraz ściółkowanych biomasą koniczyny białej. W pozostałych obiektach plon był średnio o 45,9 % - 75,9 % większy.

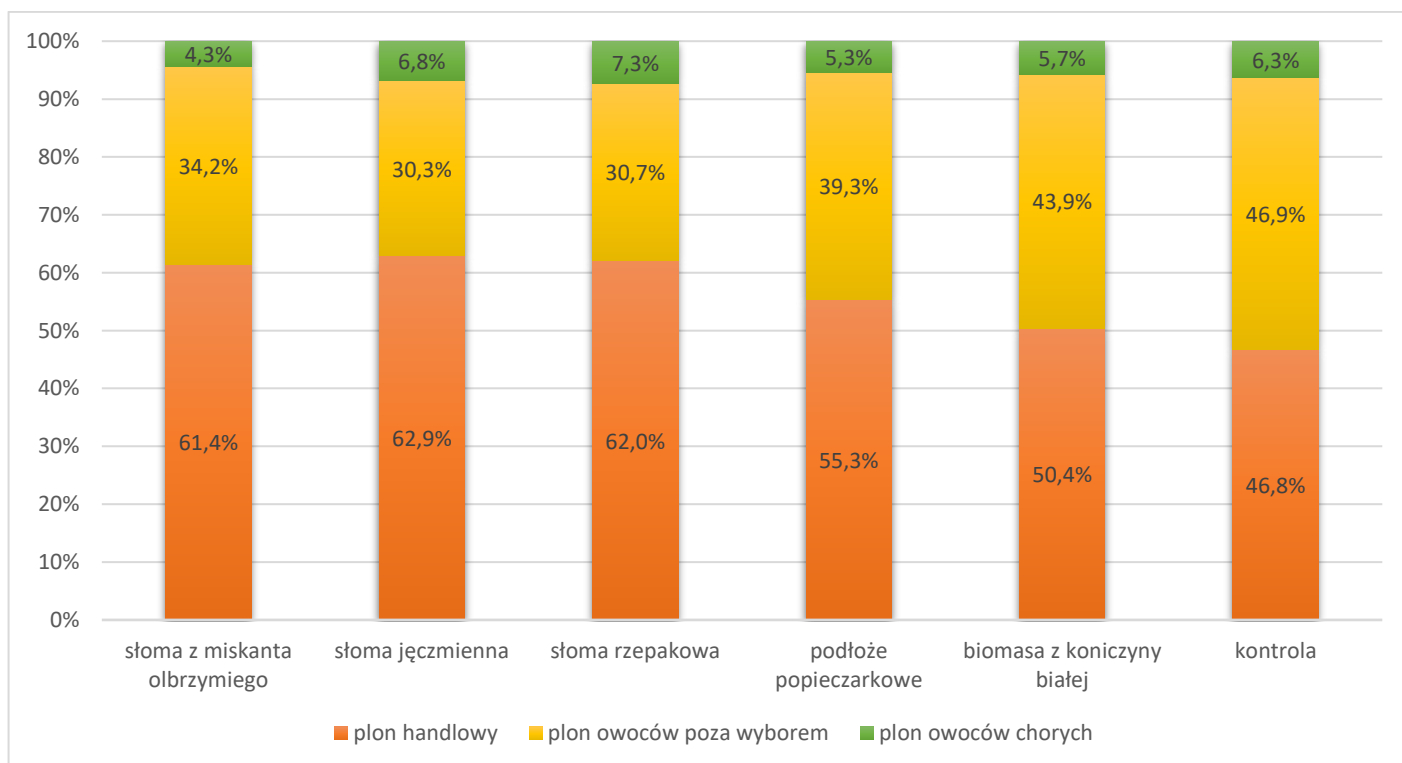
Na podstawie otrzymanych wyników badań można stwierdzić, że warunki pogodowe odegrały istotną rolę dla wielkości plonu wczesnego odmiany Awizo F<sub>1</sub>. W pierwszej dekadzie sierpnia w 2014 roku temperatura była zbyt niska, a suma miesięcznych opadów atmosferycznych była największa w porównaniu do pozostałych lat badań i wyniosła 65,6 mm. 2015 rok charakteryzował się gorącą i suchą pogodą, temperatura była najwyższa w porównaniu do pozostałych lat badań. W 2017 roku w pierwszej dekadzie sierpnia temperatura i opady atmosferyczne były optymalne dla dojrzewania owoców pomidora.

Plon wczesny handlowy owoców odmiany Awizo F<sub>1</sub> w 2014 roku był najmniejszy i wynosił 1,23 t·ha<sup>-1</sup>. W drugim roku badań plon ten był 3,5 – krotnie większy, a w 2017 roku 6,6 razy większy.

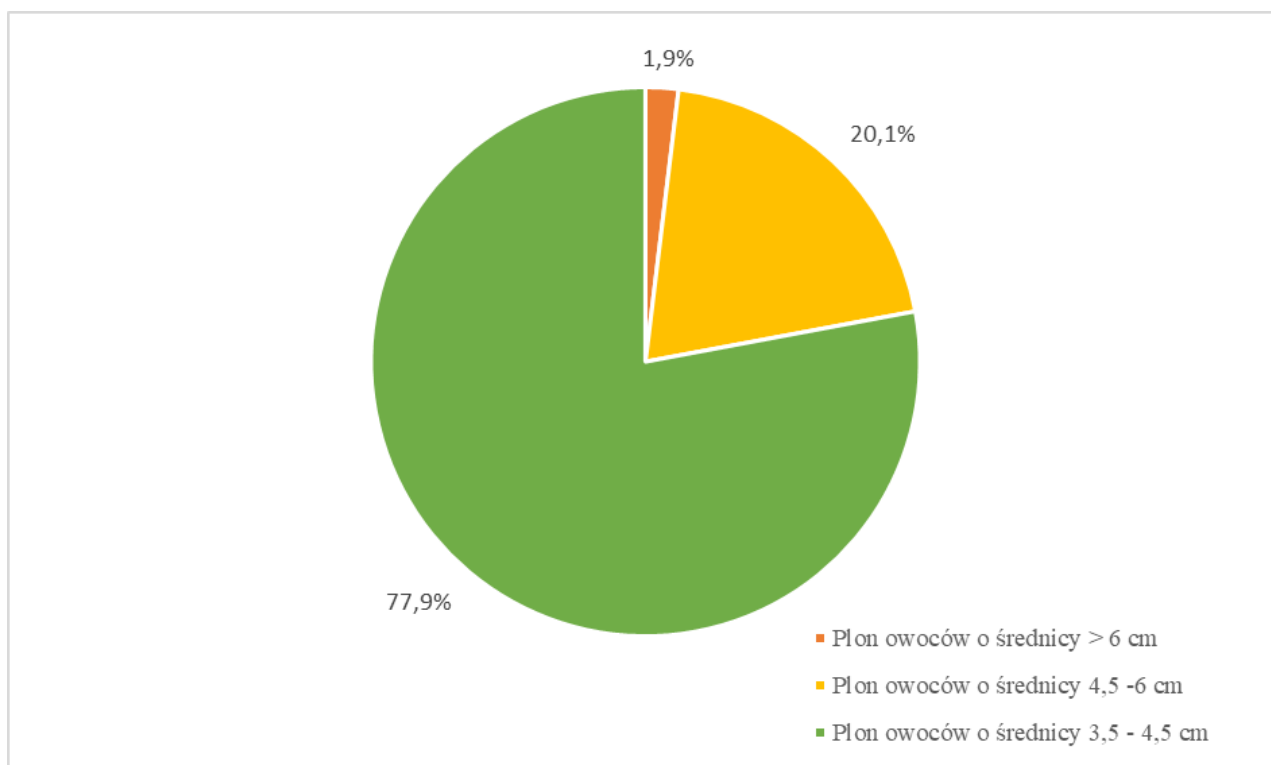
Ściółkowanie materiałami organicznymi nie miało istotnego wpływu na wielkość plonu wczesnego owoców odmiany Awizo F<sub>1</sub>. Wykazano jednak 17 % wzrost plonu w tych obiektach w porównaniu z kontrolą. W 2017 roku stwierdzono istotny wpływ ściółkowania na plon wczesny owoców. Pozostał on na tym samym poziomie istotności u roślin uprawianych na słomie z miskanta, słomie jęczmiennej, rzepakowej i podłożu popieczarkowym i był średnio o 11,1 % większy niż z obiektów kontrolnych. W 2015 roku wielkością wyróżniał się plon wczesny owoców pomidora rosnącego na ściółce z biomasy koniczyny białej w porównaniu do kontroli.

Owoce pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> mają kształt cylindryczny. Główną masę plonu handlowego stanowiły owoce o średnicy 3,5 – 4,5 cm (ok. 78 %) (rys.12). 20 % stanowił plon owoców o średnicy 4,5 – 6 cm, natomiast najmniejszy udział (1,9 %) miał plon owoców o średnicy powyżej 6 cm.

Rys.11. Udział plonu handlowego, owoców poza wyborem i owoców chorych pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> w plonie ogólnym, w zależności od rodzaju ściółki organicznej [%]



Rys.12. Struktura plonu handlowego owoców pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> , średnio dla lat 2014, 2015 i 2017 [%]



W 2014 r. owoce o średnicy > 6 cm nie występowały. W 2015 i 2017 r. ich plon wynosił zaledwie 0,51 i 0,29 t·ha<sup>-1</sup>. Analiza statystyczna wykazała, że rodzaj zastosowanej ściółki organicznej miał istotny wpływ na plon owoców największych odmiany Awizo F<sub>1</sub> (tab.29).

Największy plon uzyskano na ściółce ze słomy z miskanta (0,54 t·ha<sup>-1</sup>). W tej samej grupie jednorodnej znalazł się plon owoców zebranych z obiektów ściółkowanych biomasą koniczyny białej oraz podłożem popieczarkowym. W pozostałych obiektach średni plon tej frakcji wyniósł 0,10 t·ha<sup>-1</sup>. W 2015 roku stwierdzono największy plon frakcji owoców powyżej 6 cm na ściółce z biomasy koniczyny białej (1,29 t·ha<sup>-1</sup>) oraz w 2017 roku na ściółce ze słomy z miskanta (1,22 t·ha<sup>-1</sup>).

Plon owoców o średnicy 4,5 – 6 cm kształtował się na poziomie 1,42 – 4,35 t ha<sup>-1</sup>. W 2014 r. był on o 1,8- i trzykrotnie mniejszy w porównaniu do 2015 i 2017 roku. Istotnie największy plon tej frakcji stwierdzono w uprawie na ściółce ze słomy z miskanta (4,45 t·ha<sup>-1</sup>), a najmniejszy na słomie jęczmiennej i w kontroli (2,18 i 1,42 t·ha<sup>-1</sup>).

Istotnie najwięcej owoców średnich zebrano w 2017 roku z uprawy ze ściółką ze słomy z miskanta ( $7,78 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) oraz słomy rzepakowej ( $6,20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), w porównaniu do pozostałych lat badań i rodzaju zastosowanych ściółek.

Największy plon owoców o średnicy 3,5- 4,5 cm zebrano w 2017 roku ( $17,72 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). W 2014 i 2015 r. był on odpowiednio o 42,8% i 4-krotnie mniejszy. Okazało się że plon tej frakcji owoców zebrany w obiektach ze ściółkami z miskanta, słomy rzepakowej, jęczmiennej i podłoża popieczarkowego był średnio o 25,7% większy niż w kontroli lub w uprawie ze ściółką z koniczyny.

Największy plon owoców poza wyborem odmiany Awizo F<sub>1</sub> stwierdzono w 2015 roku ( $13,29 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) (tab.30). Spowodowane to było wysoką temperaturą oraz brakiem opadów atmosferycznych w sierpniu, w czasie tworzenia się owoców pomidora. W 2014 i 2017 r. plon ten był odpowiednio o 28,2% oraz 2,4-krotnie mniejszy.

Największy plon owoców poza wyborem ( $10,99 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) wystąpił na ściółce z podłoża popieczarkowego), z biomasy koniczyny białej oraz w kontroli. W pozostałych obiektach był on średnio o ok. 20% mniejszy.

Plon owoców chorych odmiany Awizo F<sub>1</sub> to 4,3% (na słomie z miskanta) - 7,3% (na słomie rzepakowej) plonu ogólnego. Plon ten nie był zróżnicowany pod wpływem warunków pogodowych panujących w kolejnych latach uprawy, jak także pod wpływem rodzaju zastosowanej ściółki organicznej (tab.30). Wahał się on w granicach od 0 do  $3,61 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Jednakże obserwowano pewien wpływ warunków uprawy, np. w 2014 roku w czasie zbiorów owoców tej odmiany, temperatura w sierpniu nie była optymalna i przy tym wystąpiły opady deszczu. Spowodowało to pojawienie się i nasilenie objawów choroby grzybowej - zarazy ziemniaka. Ściółki organiczne utrzymują dużą wilgotność, a przy braku słońca owoce tej odmiany były cały czas mokre. W 2015 roku, natomiast było gorąco oraz sucho i na owocach tej odmiany pojawiły się oparzeliny słoneczne. Najmniejszy plon owoców chorych stwierdzono w 2017 roku ( $0,30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

Tab 28. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki organicznej na plon ogólny, handlowy i wczesny owoców pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>, w latach 2014-2017 [t·ha<sup>-1</sup>]

Rodzaj ściółki organicznej	Plon ogólny				Plon handlowy				Plon wczesny handlowy			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	27,25	20,62	22,55	23,47	17,23	6,23	24,55	16,00	1,76	4,56	9,75	5,36
słoma jęczmienna	26,77	20,42	34,12	27,10	12,26	5,46	28,60	15,44	0,83	3,48	9,83	4,71
słoma rzepakowa	22,32	20,67	28,82	23,94	10,74	19,19	23,49	17,81	1,10	4,27	8,15	4,51
podłoże popieczarkowe	24,43	31,18	28,95	28,19	12,32	10,88	23,14	15,45	0,80	2,99	8,17	3,99
biomasa z koniczyny białej	20,35	27,03	23,25	23,54	10,67	7,34	16,84	11,62	1,64	6,81	7,00	5,15
<b>średnia</b>	<b>24,22</b>	<b>23,98</b>	<b>27,54</b>	<b>25,25</b>	<b>12,64</b>	<b>9,82</b>	<b>23,32</b>	<b>15,26</b>	<b>1,23</b>	<b>4,42</b>	<b>8,58</b>	<b>4,74</b>
kontrola	22,69	23,05	20,70	22,15	11,13	3,94	15,68	10,25	1,24	4,05	5,56	3,62
<b>średnia</b>	<b>23,97</b>	<b>23,83</b>	<b>26,40</b>	<b>24,73</b>	<b>12,39</b>	<b>8,84</b>	<b>22,05</b>	<b>14,43</b>	<b>1,23</b>	<b>4,36</b>	<b>8,08</b>	<b>4,56</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				n.i.				3,27				2,34
rodzaju ściółki (II)	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	6,35	n.i.	n.i.	n.i.	2,02	n.i.
interakcji (IxII)				n.i.				n.i.				2,33



Tab.29. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki organicznej na plon poszczególnych frakcji owoców pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>, w latach 2014-2017 [t·ha<sup>-1</sup>]

Rodzaj ściółki organicznej	Plon owoców o średnicy > 6 cm				Plon owoców o średnicy 4,5 -6 cm				Plon owoców o średnicy 3,5 - 4,5 cm			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	0,00	0,39	1,22	0,54	2,73	2,84	7,78	4,45	13,78	4,62	16,93	11,78
słoma jęczmienna	0,00	0,22	0,00	0,07	0,65	2,50	3,39	2,18	10,42	3,73	20,03	11,39
słoma rzepakowa	0,00	0,22	0,23	0,15	1,34	2,50	6,20	3,35	8,15	3,73	22,16	11,35
podłoże popieczarkowe	0,00	0,64	0,17	0,27	1,63	2,57	3,40	2,53	10,17	4,77	20,24	11,73
biomasa z koniczyny białej	0,00	1,29	0,10	0,46	1,46	4,16	2,72	2,78	8,67	6,76	14,02	9,82
<b>średnia</b>	<b>0,00</b>	<b>0,55</b>	<b>0,34</b>	<b>0,30</b>	<b>1,56</b>	<b>2,91</b>	<b>4,70</b>	<b>3,06</b>	<b>10,24</b>	<b>4,72</b>	<b>18,68</b>	<b>11,21</b>
kontrola	0,00	0,28	0,00	0,09	0,71	0,91	2,63	1,42	9,61	3,20	12,93	8,58
<b>średnia</b>	<b>0,00</b>	<b>0,51</b>	<b>0,29</b>	<b>0,27</b>	<b>1,42</b>	<b>2,58</b>	<b>4,35</b>	<b>2,78</b>	<b>10,13</b>	<b>4,47</b>	<b>17,72</b>	<b>10,77</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				0,60				2,01				1,82
rodzaju ściółki (II)	n.i.	n.i.	n.i.	0,29	n.i.	1,69	2,56	1,09	n.i.	n.i.	4,34	2,11
interakcji (IxII)				n.i.				1,89				3,64

Tab.30. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki na plon owoców pomidora poza wyborem i chorych odmiany Awizo F<sub>1</sub> w latach 2014-2017 [t·ha<sup>-1</sup>]

Rodzaj ściółki organicznej	Plon owoców poza wyborem				Plon owoców chorych			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	8,97	11,44	6,33	8,91	0,96	2,25	0,00	1,07
słoma jęczmienna	7,71	9,61	4,97	7,43	2,23	2,14	0,35	1,57
słoma rzepakowa	12,02	9,61	4,80	8,81	3,61	1,81	0,72	2,05
podłoże popieczarkowe	10,49	17,30	5,17	10,99	1,55	2,12	0,64	1,44
biomasa z koniczyny białej	7,61	16,34	6,42	10,12	2,00	1,72	0,00	1,24
<b>średnia</b>	<b>9,36</b>	<b>12,86</b>	<b>5,54</b>	<b>9,25</b>	<b>2,07</b>	<b>2,01</b>	<b>0,34</b>	<b>1,47</b>
kontrola	10,42	15,43	4,98	10,28	1,07	2,86	0,07	1,33
<b>średnia</b>	<b>9,54</b>	<b>13,29</b>	<b>5,45</b>	<b>9,43</b>	<b>1,90</b>	<b>2,15</b>	<b>0,30</b>	<b>1,45</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				1,29				n.i.
rodzaju ściółki (II)	n.i.	5,13	n.i.	1,16	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
interakcji (IxII)				0,12				n.i.

#### 4.4.3. Wartość biologiczna pomidora

Wyniki analizy statystycznej dotyczące składu chemicznego owoców pomidora Awizo F<sub>1</sub> wykazały, że średnio dla lat badań rodzaj zastosowanej ściółki miał istotny wpływ na zawartość większości składników. Tylko różnice w ilości magnezu i wapnia w owocach tej odmiany były nieistotne (tab.31,32).

Zastosowanie ściółek organicznych sprzyjało gromadzeniu się w owocach średnio większej ilości suchej masy. W owocach pomidora uprawianego z użyciem ściółki z podłoża popieczarkowego oznaczono największe ilości suchej masy, cukrów, K, Mg i polifenoli. W uprawie ze ściółką z koniczyny białej zawartość suchej masy, cukrów ogółem, P, Ca i likopenu należała do największych, natomiast na ściółce z miaskanta była to zawartość cukrów ogółem,

witaminy C, karotenoidów i polifenoli. Z kolei zastosowanie słomy rzepakowej także spowodowało istotnie większą akumulację w owocach P, Ca i karotenoidów.

Najmniejszą zawartością azotu azotanowego charakteryzowały się owoce pomidora uprawianego na ściółce ze słomy jęczmiennej ( $173,38 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ ). W obiektach, w których zastosowano do ściółkowania słomę z miskanta była ona o około 41 % większa, natomiast w pozostałych obiektach średnio o 17,3 %. Największą aktywność antyoksydacyjną owoców (64,97 % DPPH) oznaczono wówczas, gdy pomidor był uprawiany z użyciem ściółki z podłoża popieczarkowego. W pozostałych obiektach wskaźnik ten (średnio 56,20 % DPPH) był istotnie mniejszy.

Tab.31. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki organicznej na zawartość suchej masy, cukrów ogółem, P, K, Mg, Ca w owocach pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>, średnio dla lat 2014-2017

Rodzaj ściółki organicznej	Sucha masa [%]	Cukry ogółem [%]	P [%]	K [%]	Mg [%]	Ca [%]
słoma z miskanta olbrzymiego	6,60	3,71	0,32	4,58	0,17	0,29
słoma jęczmienna	6,08	3,32	0,30	5,05	0,15	0,29
słoma rzepakowa	6,52	3,35	0,37	4,93	0,16	0,30
podłoże popieczarkowe	7,19	3,78	0,30	5,61	0,19	0,28
biomasa z koniczyny białej	7,05	3,99	0,35	4,97	0,15	0,30
kontrola	6,17	3,49	0,28	4,75	0,18	0,28
<b>średnia</b>	<b>6,60</b>	<b>3,61</b>	<b>0,32</b>	<b>4,98</b>	<b>0,17</b>	<b>0,29</b>

$\text{NIR}_{\alpha=0,05}$  dla:

rodzaju ściółki                      0,43              0,39              0,02              0,27              n.i.              n.i.

Tab.32. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki organicznej na zawartość witaminy C, karotenoidów, polifenoli, likopenu, DPPH i N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> w owocach pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>, średnio dla lat 2014-2017

Rodzaj ściółki syntetycznej	Witamina C [mg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Karotenoidy [μg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Polifenole [mg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Likopen [mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.]	DPPH [%]	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.]
słoma z miskanta olbrzymiego	27,29	29,19	15,42	17,69	17,69	244,33
słoma jęczmienna	24,96	15,55	10,79	19,49	19,49	173,38
słoma rzepakowa	20,68	30,15	11,65	16,06	16,06	204,85
podłoże popieczarkowe	21,75	24,01	16,00	18,51	18,51	201,73
biomasa z koniczyny białej	18,37	16,42	7,76	20,73	20,73	204,23
kontrola	21,81	26,77	14,66	19,63	19,63	202,72
<b>średnia</b>	<b>22,48</b>	<b>23,68</b>	<b>12,71</b>	<b>18,68</b>	<b>18,68</b>	<b>205,21</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

rodzaju ściółki	0,52	1,77	1,57	1,95	1,95	15,11
-----------------	------	------	------	------	------	-------

## **4.5. Seria II. Doświadczenie II. Zastosowanie ściółek organicznych w uprawie pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>**

### **4.5.1. Pomiary biometryczne**

Wyniki pomiarów biometrycznych wykonywanych w lipcu, poddane analizie statystycznej wykazały, że na cechy jakościowe roślin pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> miał istotny wpływ, przede wszystkim rodzaj zastosowanej ściółki organicznej (tab.33).

Średnia wysokość roślin wahała się w granicach 77,5 cm (2014 r.) do 82,3 cm (2017 r.) średnica pędu wynosiła 1,9 – 2 cm, a zasięg boczny rośliny 29,3 – 32,9 cm. Istotnie większą liczbę liści zanotowano w 2015 i 2017 r. (16,9 i 18 szt. na 1 roślinę). Do wyróżniających się roślin pod względem wysokości, zasięgu bocznego i liczby liści należał pomidor ściółkowany słomą z miskanta olbrzymiego oraz rosnący na poletkach kontrolnych. Zastosowanie ściółki organicznej ze słomy z miskanta, słomy jęczmiennej i rzepakowej zapewniło największą średnią wysokość roślin pomidora (79,4 – 84 cm). Na przestrzeni lat badań stwierdzono największą wysokość roślin pomidora rosnących na ściółce ze słomy z miskanta i jęczmiennej w 2015 i 2017 r., na słomie rzepakowej- 2017 r., ściółkowanych biomasą z koniczyny- 2014 r. oraz w kontroli- 2014 i 2017 roku.

Największym zasięgiem bocznym charakteryzowały się rośliny ściółkowane słomą z miskanta, podłożem popieczarkowym oraz z obiektów kontrolnych (średnio 33 cm). W pozostałych obiektach rozpiętość była średnio o 13% mniejsza.

Wyróżniającą się liczbą liści na roślinie zaobserwowano w uprawie z zastosowaniem ściółki z miskanta, biomasy koniczyny, jęczmiennej oraz w kontroli. Wynosiła ona średnio 17,1 szt. W pozostałych obiektach rośliny miały przeciętnie o 11,7% mniej liści. Najbardziej ulistnione rośliny zaobserwowano w 2015 i 2017 roku, gdy były ściółkowane biomasą koniczyny białej oraz rosnące bez ściółek, a także na ściółce z miskanta (2017 r.) oraz ze słomy jęczmiennej (2015 r.).

Podczas sierpniowych pomiarów biometrycznych stwierdzono, że tylko wysokość pomidora zmieniała się w sposób istotny między latami badań i pod wpływem rodzaju ściółki organicznej (tab.34). Rośliny w 2015 r. były średnio o 3,8% wyższe niż w 2014 i 2017 r. Istotnie niższe od pozostałych, rośliny otrzymano na ściółce ze słomy jęczmiennej i z podłoża popieczarkowego.

Średnica łodygi u roślin pomidora z lat badań wynosiła średnio 2,3 cm. Stwierdzono, że największą średnicę pędu miały rośliny rosnące na ściółce ze słomy z miskanta olbrzymiego (2,5 cm) oraz na słomie rzepakowej (2,3 cm). Zasięg boczny roślin oraz liczba liści w sposób istotny zmieniała się między latami badań, natomiast niezależnie od rodzaju ściółki. W 2015 i 2017 r. rozpiętość roślin była średnio o 8,3% większa niż w 2014 r. Największą natomiast liczbą liści na roślinie (39,7 szt.) zanotowano w 2017 roku.

Analiza statystyczna wykazała, że pomidor z obiektów ściółkowanych słomą z miskanta odznaczał się większym zasięgiem bocznym w 2015 i 2017 r. oraz lepszym ulistnieniem w 2017 r. Ściółka ze słomy jęczmiennej przyczyniła się do większego wzrostu roślin na szerokość we wszystkich latach badań, a w 2017 r. do dobrego ulistnienia. Rośliny o dużej rozpiętości zaobserwowano również 2014 i 2015 roku na ściółce z biomasy z koniczyny oraz w 2015 r. na ściółce z podłoża popieczarkowego i w kontroli. Obfitym ulistnieniem charakteryzowały się też rośliny uprawiane w 2014 r. na ściółce ze słomy rzepakowej, w 2015 roku w kontroli, a w 2017 r. ze ściółki z biomasy z koniczyny.

Tab.33. Wpływ ściółek organicznych na jakość roślin pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>, w lipcu, w latach 2014 – 2016

Rodzaj ściółki organicznej	Wysokość rośliny (cm)				Średnica łodygi (cm)				Zasięg boczny (cm)				Liczba liści (szt.)			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	76,7	90,2	85,2	84,0	1,8	2,1	2,3	2,1	32,5	38,0	31,2	33,9	15,3	17,7	20,7	17,9
słoma jęczmienna	70,0	85,0	83,3	79,4	1,9	1,9	1,9	1,9	30,0	31,7	21,8	27,8	14,7	18,0	16,7	16,4
słoma rzepakowa	76,7	75,2	88,3	80,1	1,9	2,2	1,7	1,9	33,3	26,8	27,0	29,1	15,7	14,7	15,7	15,3
podłoże popieczarkowe	78,3	70,0	78,3	75,6	1,9	1,9	1,9	1,9	31,7	30,3	35,2	32,4	15,3	13,0	16,3	14,9
biomasa z koniczyny białej	81,7	78,5	76,9	79,0	1,8	1,8	1,9	1,8	28,3	30,3	29,3	29,3	13,7	18,0	20,0	17,2
<b>średnia</b>	<b>76,7</b>	<b>79,8</b>	<b>82,4</b>	<b>79,6</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>31,2</b>	<b>31,4</b>	<b>28,9</b>	<b>30,5</b>	<b>14,9</b>	<b>16,3</b>	<b>17,9</b>	<b>16,4</b>
kontrola	81,7	80,4	81,7	81,2	1,8	1,9	2,1	1,9	26,7	40,0	31,3	32,7	12,0	20,0	18,7	16,9
<b>średnia</b>	<b>77,5</b>	<b>79,9</b>	<b>82,3</b>	<b>79,9</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>30,4</b>	<b>32,9</b>	<b>29,3</b>	<b>30,9</b>	<b>14,4</b>	<b>16,9</b>	<b>18,0</b>	<b>16,4</b>

NIR $\alpha$ = 0,05 dla:

lat (I)				n.i.				n.i.				n.i.				1,93
rodzaju ściółki (II)	n.i.	11,88	5,65	4,81	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	4,15	6,26	7,78	3,30	2,2	4,08	n.i.	1,99
interakcji (IxII)				8,99				0,27				7,02				3,66

Tab.34. Wpływ ściółek organicznych na jakość roślin pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>, w sierpniu, w latach 2014 – 2016

Rodzaj ściółki organicznej	Wysokość rośliny (cm)				Średnica łodygi (cm)				Zasięg boczny (cm)				Liczba liści (szt.)			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	107,0	132,7	114,8	118,2	2,4	2,4	2,7	2,5	51,8	64,7	57,7	58,1	35,0	33,3	42,7	37,0
słoma jęczmienna	106,8	124,7	103,3	111,6	2,2	2,1	2,2	2,1	59,2	58,0	58,3	58,5	34,7	34,3	41,3	36,8
słoma rzepakowa	121,8	111,8	118,7	117,4	2,3	2,6	2,1	2,3	51,8	49,5	64,5	55,3	42,0	32,7	34,7	36,4
podłoże popieczarkowe	124,7	103,3	114,8	114,3	2,4	2,0	2,3	2,2	50,0	58,8	54,5	54,4	38,0	38,0	36,7	37,6
biomasa z koniczyny białej	115,2	121,3	120,3	118,9	2,1	2,2	2,2	2,1	57,0	61,3	52,8	57,1	37,7	35,3	45,3	39,4
<b>średnia</b>	<b>115,1</b>	<b>118,8</b>	<b>114,4</b>	<b>116,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>54,0</b>	<b>58,5</b>	<b>57,6</b>	<b>56,7</b>	<b>37,5</b>	<b>34,7</b>	<b>40,1</b>	<b>37,4</b>
kontrola	118,5	124,7	118,0	120,4	2,3	2,1	2,4	2,3	50,3	62,8	53,3	55,5	32,7	42,7	37,7	37,7
<b>średnia</b>	<b>115,7</b>	<b>119,8</b>	<b>115,0</b>	<b>116,8</b>	<b>2,3</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>53,4</b>	<b>59,2</b>	<b>56,4</b>	<b>56,3</b>	<b>36,7</b>	<b>36,1</b>	<b>39,7</b>	<b>37,5</b>

NIR $\alpha$ = 0,05 dla:

lat (I)				2,13				n.i.				4,26				1,00
rodzaju ściółki (II)	11,48	6,62	9,26	4,94	n.i.	n.i.	n.i.	0,25	5,83	7,13	n.i.	n.i.	4,7	n.i.	6,72	n.i.
interakcji (IxII)				8,08				n.i.				7,67				6,27



#### 4.5.2. Plonowanie pomidora

Wyniki badań poddane analizie statystycznej wykazały, że rodzaj zastosowanej ściółki organicznej oraz warunki pogodowe miały istotny wpływ na plonowanie odmiany Barlo F<sub>1</sub>.

Najmniejszy średni plon ogólny owoców zebrano w 2014 roku, wyniósł on 9,86 t·ha<sup>-1</sup> (tab.35). Spowodowane to było niekorzystnymi warunkami pogodowymi, które panowały w czasie zbiorów i doprowadziły do silnego porażenia roślin zarazą ziemniaka. Plon ogólny owoców zebrany w 2015 i 2017 roku był średnio ponad dwukrotnie większy.

Średnio dla lat prowadzonych badań udowodniono, że ściółki z biomasy koniczyny białej, podłoża popieczarkowego oraz słomy z miskanta przyczyniły się do zwiększenia plonu owoców pomidora o 18,8 – 10,8 %. W poszczególnych latach badań ich oddziaływanie również należało do wyróżniających się. Wyraźnie można to zauważyć w 2017 roku, gdy plon ogólny pomidora był większy niż w kontroli we wszystkich ściółkowanych obiektach oraz w 2015 roku, gdy osiągnięto największe plony w toku lat badań właśnie na ściółce z biomasy koniczyny białej i z podłoża popieczarkowego.

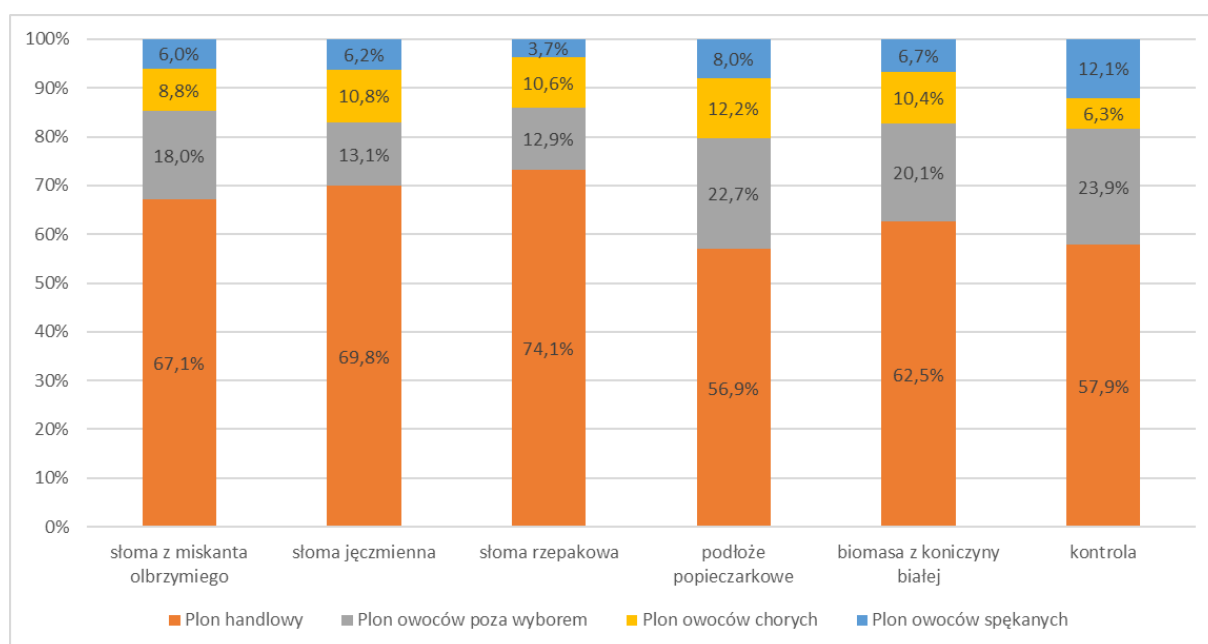
Uprawa tej odmiany z użyciem ściółki ze słomy z miskanta, jęczmienia i rzepaku spowodowała największy udział plonu handlowego w plonie ogólnym (67,1 – 74,1%) (rys. 13). Analiza statystyczna danych wykazała pozytywny wpływ ściółkowania materiałami organicznymi na wielkość plonu handlowego owoców pomidora Barlo F<sub>1</sub>. Wpływ ściółek nie był jednak taki sam w poszczególnych latach badań. Najmniejszy średni plon handlowy zanotowano w 2014 roku (5,69 t·ha<sup>-1</sup>). Stanowił on 57,7 % plonu ogólnego. Plon handlowy w 2015 roku był o 52 % większy, jednak jego udział w plonie ogólnym to zaledwie 42,1%. Największy plonu handlowy owoców stwierdzono w 2017 roku (19,19 t·ha<sup>-1</sup> – 88,6 % plonu ogólnego).

W 2014 roku większy plon handlowy niż w kontroli oznaczono na słomie z miskanta (o 26,1%), w 2015 roku natomiast na ściółce z biomasy koniczyny białej oraz podłoża popieczarkowego (o 52,3 % i 45,8 %). W 2017 roku większy niż w kontroli plon handlowy owoców zebrano we wszystkich obiektach ściółkowanych. Różnica ta wahała się w przedziale od 38,2 % (podłoże popieczarkowe) do 69,9 % (słoma z miskanta).

Rodzaj zastosowanej ściółki we wszystkich latach badań miał istotny wpływ na wielkość plonu wczesnego handlowego odmiany Barlo F<sub>1</sub>. Największy plon wczesny owoców i większy niż w kontroli, w 2014 roku został zebrany w obiektach ściółkowanych słomą z

różnych gatunków roślin. W 2015 roku największy plon wczesny stwierdzono na słomie rzepakowej i ściółce z koniczyny białej, natomiast w 2017 roku uprawa z zastosowaniem wszystkich materiałów do ściółkowania przyniosła porównywalny statystycznie plon owoców pomidora i jednocześnie większy niż w kontroli.

Rys.13. Udział plonu handlowego, plonu owoców poza wyborem, chorych i spękanych w plonie ogólnym pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>, w uprawie na ściółkach organicznych [%]



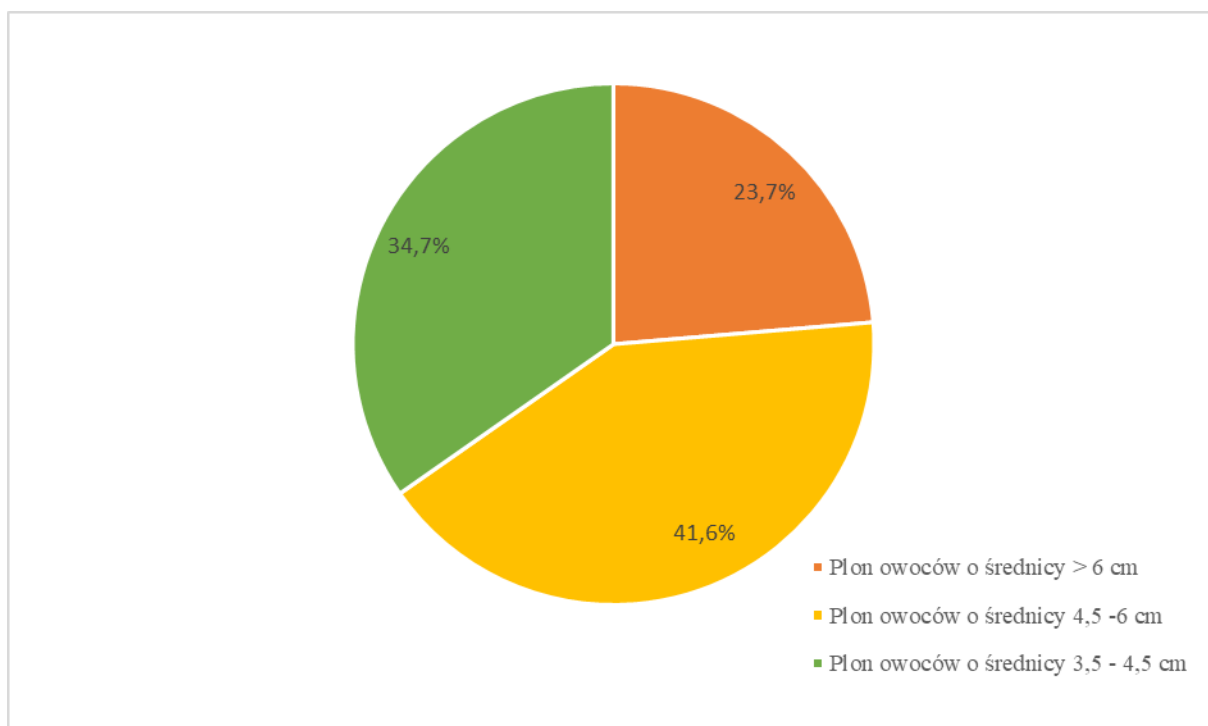
Analizując średnie dla lat badań stwierdzono, że w obiektach ściółkowanych nastąpił wzrost plonu wczesnego w porównaniu z plonem roślin, które nie rosły na ściółkach. Istotne różnice (średnio 49,2 %), wykazano jednak tam, gdzie zastosowano słomę rzepakową, zbożową i z miskanta.

Plon owoców o średnicy powyżej 6 cm stanowił średnio 23,7% plonu ogólnego, plon o średnicy 4,5 – 6 cm 41,6%, a plon owoców o średnicy 3,5 – 4,5 cm – 34,7% (rys.14).

Wyniki badań poddane analizie statystycznej wykazały, że rodzaj zastosowanej ściółki organicznej wpłynął na plon poszczególnych frakcji owoców pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> (tab.36). W 2014 roku plon owoców o średnicy powyżej 6 cm był najmniejszy i wynosił 1,44 t·ha<sup>-1</sup>. W 2015 roku plon był wyższy o 17,4 %. Największy, natomiast stwierdzono w 2017 roku (4,77 t·ha<sup>-1</sup>). Był on trzykrotnie większy w porównaniu do 2014 i 2015 roku.

Na ściółkach ze słomy zbożowej i miskanta uzyskano największy plon tej frakcji owoców (średnio 3,52 t ha<sup>-1</sup>). Plon ten był 2,3-krotnie większy w porównaniu do kontroli oraz uprawy z użyciem ściółki z podłoża popieczarkowego oraz większy o 40,1% w stosunku do plonu z uprawy ze ściółką z koniczyny białej.

Rys.14. Struktura plonu handlowego owoców pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>, średnio dla lat 2014, 2015 i 2017 [%]



Największy plon owoców o średnicy 4,5 – 6 cm został oznaczony w 2017 roku (9,20 t·ha<sup>-1</sup>), a najmniejszy w 2014 roku (1,72 t·ha<sup>-1</sup>). Przy zastosowaniu ściółki z biomasy koniczyny białej uzyskano największy plon tej frakcji owoców. Był on o 119,5 % większy w porównaniu do kontroli. Zastosowana ściółka z miskanta w pierwszym roku przyczyniła się do otrzymania największego plon frakcji owoców o średnicy 4,5 – 6 cm (3,37 t·ha<sup>-1</sup>). Natomiast w 2015 i 2017 roku to ściółka z biomasy koniczyny białej spowodowała największy plon tych owoców w porównaniu do pozostałych ściółek.

Średni plon frakcji owoców o średnicy 3,5-4,5 cm 2017 roku wynosił 5,22 t·ha<sup>-1</sup>. Był on 2,2- i 1,3-krotnie większy od plonu frakcji owoców z 2014 i 2015 roku. Na ściółkach organicznych plon tej frakcji był średnio o 36,7% mniejszy niż w kontroli bez ściółek. Największy plon owoców o średnicy 3,5 – 4,5 cm (3,95 t·ha<sup>-1</sup>) stwierdzono w 2014 roku na

ściółce z miskanta olbrzymiego, natomiast najmniejszy - oznaczono w obiekcie ze ściółką z podłoża popieczarkowego ( $0,99 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Zaobserwowano, że w 2015 roku największy plon frakcji owoców był na podłożu popieczarkowym ( $6,20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), a najmniejszy na słomie zbożowej ( $2,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Frakcja owoców poza wyborem stanowiła od średnio 13% plonu ogólnego, w uprawie na ściółce ze słomy jęczmiennej i rzepakowej do 23,9% w kontroli. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że największy średni plon owoców poza wyborem został oznaczony w 2015 roku ( $7,00 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), ponieważ w okresie zbiorów owoców pomidora średnia miesięczna temperatura wyniosła  $25,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , a suma miesięczna opadów atmosferycznych -  $2,1 \text{ mm}$ . Spowodowało to u odmiany wielkoowocowej drobnienie owoców. Najmniejszy plon owoców poza wyborem stwierdzono w 2017 roku ( $1,30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Średnia z lat badań wykazała, że podłoże popieczarkowe jako ściółka wpłynęło na wytworzenie przez rośliny największego plonu owoców poza wyborem ( $4,18 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), a najmniejszy plon stwierdzono u roślin uprawianych na ściółce ze słomy zbożowej ( $1,98 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Plon owoców chorych stanowił 6,3% plonu ogólnego w kontroli, 8,8% w uprawie ze ściółką z miskanta oraz 10,4 – 12,2% w pozostałych obiektach. W 2015 i 2017 r. wynosił średnio  $1,13 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a w 2014 r.  $2,88 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Największy plon owoców chorych odmiany Barlo F<sub>1</sub> w 2014 r. spowodowany był pojawieniem się zarazy ziemniaka. Rodzaj ściółki nie różnicował w sposób istotny wielkości tego plonu.

W roku 2015 oznaczono plon owoców spękanych odmiany Barlo F<sub>1</sub> na poziomie  $3,66 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Spowodowane to było wahaniami wilgotności gleby. Gwałtowny wzrost wilgotności po okresie suszy spowodował pęknięcia dojrzewających dużych owoców. W 2014 i 2017 roku owoce spękane wystąpiły tylko u pomidora ściółkowanego podłożem popieczarkowym, ich plon był bardzo niski. Średnia z lat badań wykazała, że największy plon owoców spękanych wystąpił w kontroli ( $1,99 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), a najmniejszy na słomie rzepakowej ( $0,59 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Nie udowodniono statystycznie wpływu rodzaju ściółki na wielkość tego plonu.

Tab.35. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki organicznej na plon ogólny, handlowy i wczesny owoców odmiany Barlo F<sub>1</sub>, w latach 2014-2017 [t·ha<sup>-1</sup>]

Rodzaj ściółki organicznej	Plon ogólny				Plon handlowy				Plon wczesny handlowy			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	15,30	16,63	23,12	18,35	9,56	5,42	21,97	12,32	3,60	3,39	12,13	6,37
słoma jęczmienna	9,96	13,11	22,52	15,20	6,47	4,66	20,67	10,60	3,71	3,20	12,13	6,35
słoma rzepakowa	8,68	16,10	23,12	15,97	4,87	9,39	21,23	11,83	2,90	7,20	12,08	7,39
podłoże popieczarkowe	5,91	27,88	21,35	18,38	1,60	11,88	17,87	10,45	0,48	4,17	10,60	5,08
biomasa z koniczyny białej	7,82	27,08	24,15	19,68	4,05	12,41	20,47	12,31	1,00	5,50	10,00	5,50
<b>średnia</b>	<b>9,53</b>	<b>20,16</b>	<b>22,85</b>	<b>17,51</b>	<b>5,31</b>	<b>8,75</b>	<b>20,44</b>	<b>11,50</b>	<b>2,33</b>	<b>4,69</b>	<b>11,39</b>	<b>6,14</b>
kontrola	11,51	22,40	15,56	16,49	7,58	8,15	12,93	9,55	0,60	4,40	8,47	4,49
<b>średnia</b>	<b>9,86</b>	<b>20,53</b>	<b>21,67</b>	<b>17,35</b>	<b>5,69</b>	<b>8,65</b>	<b>19,19</b>	<b>11,18</b>	<b>2,05</b>	<b>4,64</b>	<b>10,90</b>	<b>5,86</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				2,50				1,19				1,24
rodzaju ściółki (II)	3,90	3,65	2,61	1,82	1,71	2,25	4,34	1,58	1,62	2,11	2,8	1,11
interakcji (IxII)				3,15				2,74				1,92

Tab.36. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki organicznej na plon poszczególnych frakcji owoców pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>, w latach 2014-2017 [t·ha<sup>-1</sup>]

Rodzaj ściółki organicznej	Plon owoców o średnicy > 6 cm				Plon owoców o średnicy 4,5 -6 cm				Plon owoców o średnicy 3,5 - 4,5 cm			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	2,24	1,09	7,28	3,54	3,37	2,02	9,83	5,07	3,95	2,31	4,85	3,70
słoma jęczmienna	2,11	0,98	7,63	3,57	1,39	1,66	9,22	4,09	2,97	2,02	3,82	2,94
słoma rzepakowa	1,91	2,74	5,68	3,44	1,93	3,26	10,50	5,23	1,03	3,39	5,05	3,16
podłoże popieczarkowe	0,25	2,11	2,83	1,73	0,36	3,57	10,30	4,74	0,99	6,20	4,73	3,97
biomasa z koniczyny białej	1,40	2,09	4,02	2,50	1,06	5,17	11,67	5,97	1,58	5,15	4,78	3,84
<b>średnia</b>	<b>1,58</b>	<b>1,80</b>	<b>5,49</b>	<b>2,96</b>	<b>1,62</b>	<b>3,14</b>	<b>10,30</b>	<b>5,02</b>	<b>2,10</b>	<b>3,81</b>	<b>4,65</b>	<b>3,52</b>
kontrola	1,52	1,14	1,15	1,27	2,23	2,23	3,70	2,72	3,83	4,78	8,08	5,56
<b>średnia</b>	<b>1,44</b>	<b>1,69</b>	<b>4,77</b>	<b>2,63</b>	<b>1,72</b>	<b>2,98</b>	<b>9,20</b>	<b>4,63</b>	<b>2,39</b>	<b>3,98</b>	<b>5,22</b>	<b>3,86</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				0,97				0,82				0,09
rodzaju ściółki (II)	n.i.	1,13	2,58	1,02	1,65	1,18	2,13	0,90	1,46	2,19	n.i.	1,44
interakcji (IxII)				1,77				1,55				2,50

Tab.37. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki organicznej na plon owoców poza wyborem, chorych i spękanych odmiany Barlo F<sub>1</sub>, w latach 2014-2017 [t·ha<sup>-1</sup>]

Rodzaj ściółki organicznej	Plon owoców poza wyborem				Plon owoców chorych				Plon owoców spękanych			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	2,11	6,98	0,82	3,30	3,63	0,87	0,33	1,61	0,00	3,29	0,00	1,10
słoma jęczmienna	1,16	4,37	0,42	1,98	2,33	1,16	1,43	1,64	0,00	2,82	0,00	0,94
słoma rzepakowa	1,47	3,79	0,92	2,06	3,15	0,97	0,97	1,70	0,00	1,76	0,00	0,59
podłoże popieczarkowe	0,56	10,20	1,78	4,18	3,59	1,54	1,62	2,25	0,17	4,17	0,08	1,47
biomasa z koniczyny białej	1,05	9,55	1,27	3,96	2,72	1,02	2,42	2,05	0,00	3,97	0,00	1,32
<b>średnia</b>	<b>1,27</b>	<b>6,98</b>	<b>1,04</b>	<b>3,10</b>	<b>3,09</b>	<b>1,11</b>	<b>1,35</b>	<b>1,85</b>	<b>0,17</b>	<b>3,20</b>	<b>0,08</b>	<b>1,15</b>
kontrola	2,07	7,13	2,61	3,94	1,85	1,07	0,22	1,05	0,00	5,98	0,00	1,99
<b>średnia</b>	<b>1,40</b>	<b>7,00</b>	<b>1,30</b>	<b>3,23</b>	<b>2,88</b>	<b>1,10</b>	<b>1,16</b>	<b>1,71</b>	<b>0,03</b>	<b>3,66</b>	<b>0,01</b>	<b>1,23</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				1,29				1,19				2,57
rodzaju ściółki (II)	n.i.	1,76	1,42	0,77	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
interakcji				1,34				2,74				n.i.

### 4.5.3. Wartość biologiczna owoców

Stwierdzono, że badany czynnik doświadczenia miał istotny wpływ na wartość biologiczną owoców odmiany Barlo F<sub>1</sub> (tab.38,39). Wysoką wartością odżywczą wyróżniły się owoce pomidora uprawianego na ściółce z podłoża popieczarkowego. Zawierały one najwięcej cukrów ogółem (4,83 %), oraz należącą do największych ilości: P (0,31%), K (4,24 %), Mg (0,16 %) oraz karotenoidów (34,58  $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  ś.m.). Badane owoce charakteryzowały się również największą wartością antyoksydacyjną, na poziomie 63,56 % DPPH. Wyróżniającą się ściółką, pozytywnie wpływającą na wartość biologiczną owoców pomidora była słoma z miskanta. Oznaczono w niej, należącą do największych, ilość suchej masy (7,70 %), karotenoidów (35,68  $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  ś.m.), polifenoli (16,03  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  ś.m.) oraz likopenu (19,96  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  ś.m.).

Porównywalne do wymienionych powyżej zawartość suchej masy, K, Mg i likopenu, a także najwięcej Ca (0,32 %) zawierały owoce roślin ściółkowanych biomasą koniczyny białej, a także suchej masy, P, K oraz likopenu i najwięcej witaminy C (25,47  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  ś.m.) – oznaczono w owocach pochodzących z kontroli.

Najmniejszą kumulacją azotanów charakteryzowały się owoce pomidora uprawianego na ściółce z podłoża popieczarkowego (156,74  $\text{mg N-NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$  ś.m.) oraz ze słomy jęczmiennej i rzepakowej (średnio 166,07  $\text{mg N-NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$  ś.m.). W uprawie ściółkowanej biomasą koniczyny białej, słomą z miskanta oraz w kontroli, ilość ta była o 33,3 %, 5,5 % oraz 17,9% większa. Ściółkowanie uprawy słomą jęczmienną oraz rzepakową spowodowało zwiększenie ilości tego składnika średnio o 21,3 %, a wykorzystanie podłoża popieczarkowego lub skoszonej koniczyny białej przyniosło wzrost ilości azotanów średnio o 35,7 %.



Tab.38. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki organicznej na zawartość suchej masy, cukrów ogółem, P, K, Mg i Ca w owocach odmiany Barlo F<sub>1</sub>, średnio w latach 2014-2017

Rodzaj ściółki organicznej	Sucha masa [%]	Cukry ogółem [%]	P [%]	K [%]	Mg [%]	Ca [%]
słoma z miskanta olbrzymiego	7,70	2,58	0,25	3,68	0,12	0,27
słoma jęczmienna	6,68	3,36	0,26	4,01	0,14	0,27
słoma rzepakowa	6,90	2,71	0,31	3,89	0,15	0,26
podłoże popieczarkowe	7,13	4,83	0,31	4,25	0,16	0,29
biomasa z koniczyny białej	7,30	3,05	0,24	4,09	0,14	0,32
kontrola	7,35	2,95	0,28	4,09	0,10	0,28
<b>średnia</b>	<b>7,18</b>	<b>3,24</b>	<b>0,25</b>	<b>4,00</b>	<b>0,14</b>	<b>0,28</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

rodzaju ściółki	0,54	0,33	0,03	0,24	0,03	0,02
-----------------	------	------	------	------	------	------

Tab.39. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki organicznej na zawartość witaminy C, karotenoidów, polifenoli, likopenu, DPPH i N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> w owocach pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>, średnio w latach 2014-2017

Rodzaj ściółki organicznej	Witamina C [mg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Karotenoidy [μg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Polifenole [mg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Likopen [mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.]	DPPH [%]	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.]
słoma z miskanta olbrzymiego	24,67	35,68	16,03	19,96	47,00	171,92
słoma jęczmienna	20,76	24,00	10,24	17,46	52,25	165,71
słoma rzepakowa	21,51	29,84	8,37	18,38	43,96	166,43
podłoże popieczarkowe	23,91	34,58	9,38	19,34	63,56	156,74
biomasa z koniczyny białej	22,30	24,13	10,40	19,73	56,88	217,17
kontrola	25,47	25,67	10,95	21,31	41,94	192,13
<b>średnia</b>	<b>23,11</b>	<b>28,98</b>	<b>10,90</b>	<b>19,36</b>	<b>50,93</b>	<b>178,35</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

rodzaju ściółki	0,52	1,59	0,84	1,76	2,80	12,17
-----------------	------	------	------	------	------	-------

## **4.6. Seria II. Doświadczenie III. Zastosowanie ściółek organicznych w uprawie pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>**

### **4.6.1. Pomiary biometryczne**

Cechy jakościowe roślin pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> oceniane w lipcu w sposób istotny różniły się między latami badań (tab.40). Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono, że w 2015 roku rośliny miały największy zasięg boczny oraz należąca do największych wysokość (112,2 cm) i średnicę pędu (1,9 cm). Okazało się również, że w 2014 r. rośliny charakteryzowały się najmniejszą średnicą pędu oraz rozpiętością i były najslabiej ulistnione (15 szt. na roślinę).

Wysokość oraz zasięg boczny roślin pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> nie zależały od rodzaju zastosowanej ściółki organicznej. Wysokość mieściła się w zakresie od 106,1 cm do 112,2 cm, natomiast rozpiętość od 33,5 cm do 36,4 cm.

Rośliny uprawiane w obiektach ściółkowanych słomą z miskanta, jęczmienną, rzepakową oraz podłożem popieczarkowym miały średnicę pędu na poziomie średnio 1,9 cm. W kontroli oraz na ściółce z biomasy koniczyny białej średnica było o 6,2% mniejsza. Rośliny ściółkowane świeżą biomasa koniczyny były najlepiej ulistnione (20,3 szt.). Na pozostałych ściółkach pomidor miał o 14,3 % mniej liści, a w kontroli o 24 % mniej.

Rozpatrując współdziałanie czynników stwierdzono, że najlepsza pod względem jakościowym rośliny pomidora tej odmiany rosły w 2015 roku na ściółce z podłoża popieczarkowego oraz ze słomy z miskanta.

Wyniki pomiarów biometrycznych wykonane w sierpniu i poddane analizie statystycznej, wykazały istotny wpływ warunków pogodowych na wysokość, zasięg boczny i ulistnienie roślin pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> (tab.41).

W 2015 i 2014 r. rośliny osiągnęły wysokość 158,9 i 157,3 cm, większą w porównaniu do 2017 r. (152,8 cm). Największy zasięg boczny (46,1 cm) zaobserwowano w 2015 r., a ulistnienie (32,8 szt.) w 2017 r. W dalszym ciągu tylko średnica łodygi oraz liczba liści zależała od rodzaju ściółki organicznej. Największą średnicę pędu odznaczały się rośliny pomidora uprawiane na ściółce ze słomy z miskanta, jęczmiennej i rzepakowej. W pozostałych obiektach była ona średnio o 7,6 % mniejsza.

Liczba liści zmieniała się istotnie w granicach od 30,1 – 32,7 szt. (na ściółce ze słomy z miskanta i z podłoża popieczarkowego) do 24,7 szt. w kontroli. Porównując dane ze wszystkich lat badań okazało się, że pomidor ściółkowany podłożem popieczarkowym oraz słomą z miskanta w 2015 roku, wyróżniał się najlepszymi cechami takimi jak wysokość, średnica pędu i zasięg boczny roślin.

Tab.40. Wpływ ściółek organicznych na jakość roślin pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>, w lipcu, w latach 2014 - 2016

Rodzaj ściółki organicznej	Wysokość rośliny (cm)				Średnica łodygi (cm)				Zasięg boczny (cm)				Liczba liści (szt.)			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	111,7	117,8	104,8	111,4	1,9	2,1	1,9	2,0	31,7	42,5	31,8	35,3	16,3	16,3	22,0	18,2
słoma jęczmienna	105,0	108,3	105,0	106,1	1,8	1,9	2,2	1,9	30,0	38,7	32,7	33,8	14,0	20,0	19,0	17,7
słoma rzepakowa	115,0	103,7	108,0	108,9	1,9	1,9	2,0	1,9	34,0	36,8	38,5	36,4	15,7	16,3	18,0	16,7
podłoże popieczarkowe	110,0	121,3	105,2	112,2	1,8	2,1	1,8	1,9	31,7	40,8	31,8	34,8	16,0	20,7	24,3	20,3
biomasa z koniczyny białej	106,7	101,8	117,7	108,7	1,8	1,7	1,8	1,8	28,3	35,0	40,3	34,6	14,7	16,3	20,3	17,1
<b>średnia</b>	<b>109,7</b>	<b>110,6</b>	<b>108,1</b>	<b>109,5</b>	<b>1,8</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>31,1</b>	<b>38,8</b>	<b>35,0</b>	<b>35,0</b>	<b>15,3</b>	<b>17,9</b>	<b>20,7</b>	<b>18,0</b>
kontrola	106,7	120,3	105,3	110,8	1,8	2,0	1,8	1,8	26,7	40,8	33,0	33,5	13,3	15,0	18,0	15,4
<b>średnia</b>	<b>109,2</b>	<b>112,2</b>	<b>107,7</b>	<b>109,7</b>	<b>1,8</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>30,4</b>	<b>39,1</b>	<b>34,7</b>	<b>34,7</b>	<b>15,0</b>	<b>17,4</b>	<b>20,3</b>	<b>17,6</b>

NIR $\alpha$ = 0,05 dla:

lat (I)				3,28				0,05				3,06				2,06
rodzaju ściółki (II)	n.i.	9,62	8,05	n.i.	1,14	n.i.	0,16	0,1	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	2,95	3,35	1,74
interakcji (IxII)				8,01				0,16				5,70				3,41

Tab.41. Wpływ ściółek organicznych na jakość roślin pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>, w sierpniu, w latach 2014 – 2016

Rodzaj ściółki organicznej	Wysokość rośliny (cm)				Średnica łodygi (cm)				Zasięg boczny (cm)				Liczba liści (szt.)			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	152,8	165,5	154,7	157,7	2,5	2,5	2,0	2,4	38,7	49,2	38,7	42,2	25,3	27,0	38,0	30,1
słoma jęczmienna	155,9	157,0	152,3	155,1	2,1	2,2	2,6	2,3	36,0	44,7	39,5	40,1	22,7	33,7	31,3	29,2
słoma rzepakowa	164,8	156,5	149,7	157,0	2,4	2,3	2,4	2,3	40,3	42,5	44,5	42,4	26,3	26,0	25,7	26,0
podłoże popieczarkowe	154,8	166,2	155,2	158,7	2,0	2,4	2,1	2,2	39,7	48,7	38,7	42,3	22,0	36,3	39,7	32,7
biomasa z koniczyny białej	159,2	149,7	155,3	154,7	2,1	2,1	2,1	2,1	38,0	43,3	46,7	42,7	25,0	26,7	33,7	28,4
<b>średnia</b>	<b>157,5</b>	<b>159,0</b>	<b>153,4</b>	<b>156,6</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>38,5</b>	<b>45,7</b>	<b>41,6</b>	<b>41,9</b>	<b>24,3</b>	<b>29,9</b>	<b>33,7</b>	<b>29,3</b>
kontrola	156,5	158,7	149,3	154,8	2,1	2,4	2,0	2,2	37,5	48,0	40,5	42,0	23,3	22,3	28,3	24,7
<b>średnia</b>	<b>157,3</b>	<b>158,9</b>	<b>152,8</b>	<b>156,3</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>38,4</b>	<b>46,1</b>	<b>41,4</b>	<b>41,9</b>	<b>24,1</b>	<b>28,7</b>	<b>32,8</b>	<b>28,5</b>

NIR $\alpha$ = 0,05 dla:

lat (I)				3,26				n.i.				2,89					2,19
rodzaju ściółki (II)	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	0,18	2,45	n.i.	4,61	n.i.	n.i.	5,41	6,16		3,08
interakcji (IxII)				9,47				0,33				4,63					5,30

#### 4.6.2 Plonowanie pomidora

Analiza statystyczna wyników badań wykazała, że rodzaj zastosowanej ściółki organicznej oraz warunki pogodowe miały istotny wpływ na plonowanie odmiany Intrigo F<sub>1</sub>.

Największy plon ogólny stwierdzono w 2015 roku (18,93 t·ha<sup>-1</sup>), był on niemal trzykrotnie większy w porównaniu do plonu z 2014 roku oraz o 19,7 % większy w porównaniu do plonu z 2017 roku (tab.42). Tak niski plon zebrany w 2014 roku był spowodowany niekorzystnymi warunkami pogodowymi, podobnie jak w przypadku pozostałych odmian pomidora w tej serii doświadczeń. Owoce pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> były porażone chorobą grzybową – zarazą ziemniaka.

Na podstawie średnich z lat badań stwierdzono, że plon ten był w sposób istotny zróżnicowany pod wpływem rodzaju zastosowanego materiału do ściółkowania. Największy był na ściółce ze słomy z miskanta (16,60 t·ha<sup>-1</sup>), a najmniejszy na ściółce ze słomy jęczmiennej (10,15 t·ha<sup>-1</sup>). Plon z pozostałych obiektów pozostawał na tym samym poziomie istotności jak największy.

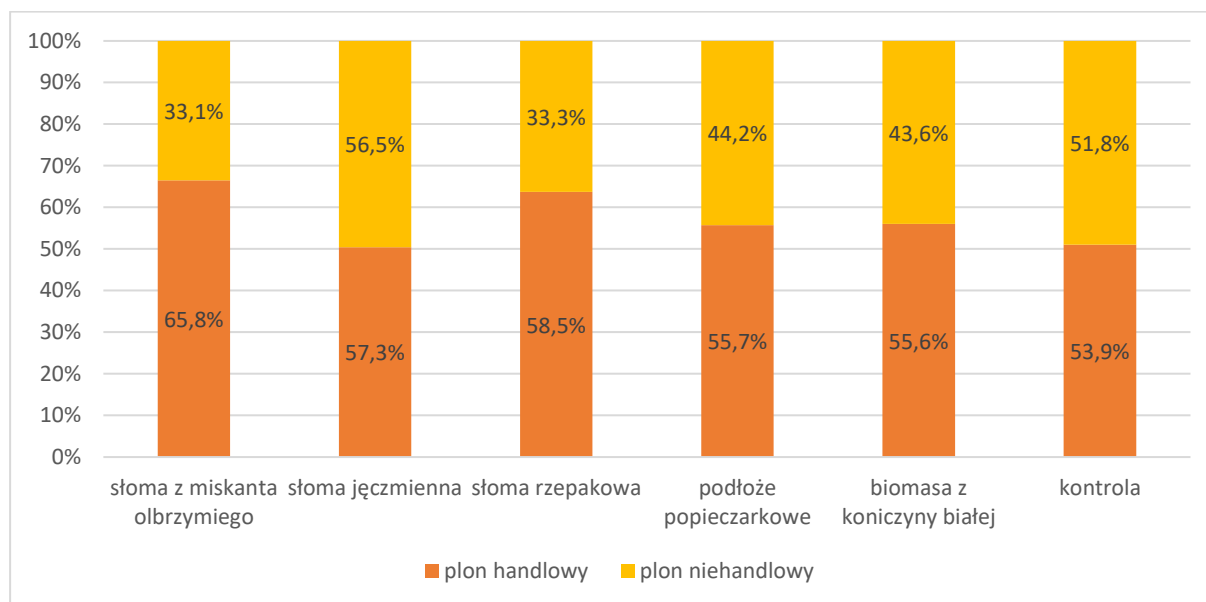
W roku 2014 i 2015 plon uzyskany na ściółce ze słomy z miskanta należał do największych. W drugim roku badań wysoki plon otrzymano także w uprawie na ściółce z podłoża popieczarkowego. W 2017 roku największy plon ogólny stwierdzono na ściółce ze słomy rzepakowej (17,82 t·ha<sup>-1</sup>). W drugim i trzecim roku badań nie potwierdzono statystycznie wpływu rodzaju ściółki na plon ogólny.

Plon handlowy stanowił 65,8% plonu ogólnego przy zastosowaniu ściółki z miskanta oraz 57,9% na słomie jęczmiennej i rzepakowej. W pozostałych obiektach udział ten wynosił 55,7 – 53,9% (rys.15). Największy plon handlowy owoców odmiany Intrigo F<sub>1</sub> zaobserwowano w 2015 roku, wyniósł on 12,71 t·ha<sup>-1</sup>. Plon ten był niemal pięciokrotnie większy w porównaniu do plonu z pierwszego roku badań oraz o 46,8% wyższy w porównaniu do trzeciego roku badań.

Nie potwierdzono istotnego wpływu rodzaju ściółki na wielkość plonu handlowego. Stwierdzono jednak, że plon z uprawy z użyciem ściółki ze słomy z miskanta korzystnie wyróżniał się, wyniósł 10,93 t·ha<sup>-1</sup>. W pozostałych obiektach plon był mniejszy o 46,8% (ściółka ze słomy jęczmiennej) – 25,3% (ściółka z podłoża popieczarkowego).

W 2015 roku stwierdzono największy plon handlowy na ściółce ze słomy z miskanta (18,90 t·ha<sup>-1</sup>) w porównaniu do pozostałych zastosowanych ściółek i kontroli, natomiast w 2014 i 2017 roku plony w poszczególnych obiektach były do siebie zbliżone.

Rys.15. Udział plonu handlowego i niehandlowego w plonie ogólnym pomidora odmiany Intrigo F1 w uprawie na ściółkach organicznych [%]



W kolejnych latach prowadzenia badań plon wczesny stanowił 51,7% plonu handlowego, 29% oraz 25,6%. Największy plon handlowy wczesny otrzymano w 2015 r. ( $3,69 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Rodzaj ściółki nie miał istotnego wpływu na jego wielkość. W pozostałych latach badań zaobserwowano istotne oddziaływanie badanego czynnika. Na podstawie średniej z lat badań stwierdzono, że zastosowane ściółki organiczne wpływały na wzrost plonu wczesnego handlowego (średnio o 33,9%) w porównaniu do kontroli.

Największy plon niehandlowy owoców odmiany Intrigo F<sub>1</sub> oznaczono w 2017 roku, wynosił on  $7,01 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Plon ten był większy o 63% w porównaniu do plonu niehandlowego z 2014 roku oraz większy o 8,9% w porównaniu do 2015 roku. Wykazano, że rodzaj zastosowanej ściółki organicznej miały istotny wpływ na plon niehandlowy owoców odmiany Intrigo F<sub>1</sub>. Największy plon niehandlowy był w kontroli ( $7,17 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). W 2014 roku największy plon niehandlowy owoców zebrano z obiektu ze ściółką ze słomy z miskanta olbrzymiego ( $7,33 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), a w 2015 roku w uprawie ściółkowanej biomasą koniczyny białej ( $9,39 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

Największy udział plonu niehandlowego owoców w plonie ogólnym (rys.14) stwierdzono na ściółce ze słomy jęczmiennej (56,5%), a najmniejszy na ściółce ze słomy z miskanta olbrzymiego i słomy rzepakowej (średnio 33,2%).



Tab.42. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki organicznej na plon ogólny, handlowy i wczesny oraz plon niehandlowy owoców odmiany Intrigo F<sub>1</sub>, w latach 2014-2017 [t·ha<sup>-1</sup>]

Rodzaj ściółki organicznej	Plon ogólny				Plon handlowy				Plon handlowy wczesny				Plon niehandlowy			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	11,31	23,43	15,06	16,60	3,98	18,90	9,91	10,93	2,30	3,26	1,28	2,28	7,33	4,53	4,63	5,50
słoma jęczmienna	5,60	9,16	15,70	10,15	2,28	6,60	8,58	5,82	1,33	3,40	2,43	2,39	3,61	5,41	8,18	5,73
słoma rzepakowa	6,86	14,32	17,82	13,00	3,24	9,91	9,64	7,60	2,03	3,81	3,05	2,96	3,32	2,56	7,12	4,33
podłoże popieczarkowe	5,21	23,85	14,90	14,65	2,04	14,67	7,78	8,16	0,78	3,88	2,18	2,28	3,17	8,20	8,08	6,48
biomasa z koniczyny białej	3,69	22,87	16,49	14,35	1,41	14,47	8,05	7,98	0,84	4,85	2,48	2,72	2,28	9,39	7,12	6,26
<b>średnia</b>	<b>6,53</b>	<b>18,73</b>	<b>15,99</b>	<b>13,75</b>	<b>2,59</b>	<b>12,91</b>	<b>8,79</b>	<b>8,10</b>	<b>1,46</b>	<b>3,84</b>	<b>2,28</b>	<b>2,53</b>	<b>3,94</b>	<b>6,02</b>	<b>7,03</b>	<b>5,66</b>
kontrola	6,78	19,92	14,86	13,85	2,70	11,73	7,97	7,47	0,84	2,91	1,92	1,89	6,08	8,54	6,90	7,17
<b>średnia</b>	<b>6,58</b>	<b>18,93</b>	<b>15,81</b>	<b>13,77</b>	<b>2,61</b>	<b>12,71</b>	<b>8,66</b>	<b>7,99</b>	<b>1,35</b>	<b>3,69</b>	<b>2,22</b>	<b>2,42</b>	<b>4,30</b>	<b>6,44</b>	<b>7,01</b>	<b>5,92</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

lat (I)				n.i.				5,36				0,24					1,27
rodzaju ściółki (II)	2,64	n.i.	n.i.	5,22	1,32	n.i.	1,35.	n.i.	0,52	n.i.	0,52	0,53	1,99	2,52	n.i.		1,20
Interakcji (IxII)				n.i.				n.i.				0,92					2,09

Wykazano, że rodzaj zastosowanej ściółki organicznej nie miał istotnego wpływu na liczbę gron z rośliny, masę owoców z grona oraz liczbę owoców z grona pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> (tab.43).

Największą liczbę z gron z rośliny zaobserwowano w 2015 roku (średnio 13,1 szt.), a najmniejszą w 2014 r. (średnio 4,8 szt.). W 2015 r. panowały bardzo korzystne warunki pogodowe – wysoka temperatura oraz brak obfitych opadów miało wpływ na pozytywne plonowanie tej odmiany. Zaobserwowano, że w 2017 r. liczba gron z rośliny wynosiła 11,4 szt.

Stwierdzono, że największą masę owoców z każdego grona zebrano w 2015 roku (średnio 272,22 g). Rodzaj zastosowanej ściółki organicznej nie wpłynął w sposób istotny na średnią masę owoców z grona pomidora. Zaobserwowano jednak że największą masę owoców miały rośliny rosnące na ściółce ze słomy jęczmiennej (średnio dla lat 273,00 g).

Największą liczbę owoców z grona stwierdzono w 2015 roku (średnio 16,3 szt.). W 2014 r. wynosiła ona 11,2 szt., a w 2017 r.- 12,1 szt. Rodzaj zastosowanej ściółki organicznej nie wpłynął istotnie na liczbę owoców z grona, jednak zauważyć można, że ściółkowanie słomą z miskanta dało największą liczbę owoców z grona pomidora (średnio dla lat 14,1 szt.).

Tab.43. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki organicznej na liczbę gron z jednej rośliny, masę oraz liczbę owoców z jednego grona pomidora odmiany Intrigo F1, w latach 2014-2017

Rodzaj ściółki organicznej	Liczba gron z rośliny (szt.)				Masa owoców z grona (g)				Liczba owoców z grona (szt.)			
	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia	2014	2015	2017	średnia
słoma z miskanta olbrzymiego	5,7	12,7	11,3	9,9	265,00	283,30	246,70	266,00	12,7	16,3	13,3	14,1
słoma jęczmienna	5,0	13,0	11,7	9,9	200,00	270,00	273,00	273,00	11,0	16,7	12,3	13,3
słoma rzepakowa	4,0	13,7	13,0	10,2	240,00	260,00	266,00	267,00	12,0	17,0	11,7	13,6
podłoże popieczarkowe	4,7	12,0	11,3	9,3	226,70	276,70	283,00	262,00	11,3	15,7	12,3	13,1
biomasa z koniczyny białej	5,7	14,0	10,7	10,1	230,00	243,30	287,00	253,00	10,0	16,0	11,3	12,4
<b>średnia</b>	<b>5,0</b>	<b>13,1</b>	<b>11,6</b>	<b>9,9</b>	<b>232,34</b>	<b>266,66</b>	<b>271,14</b>	<b>256,71</b>	<b>11,4</b>	<b>16,3</b>	<b>12,2</b>	13,3
kontrola	3,7	13,0	10,3	9,0	236,70	300,00	223,30	253,33	10,3	16,3	11,3	12,7
<b>średnia</b>	<b>4,8</b>	<b>13,1</b>	<b>11,4</b>	<b>9,7</b>	<b>233,07</b>	<b>272,22</b>	<b>263,17</b>	<b>256,15</b>	<b>11,2</b>	<b>16,3</b>	<b>12,1</b>	13,2

NIR $\alpha$ = 0,05 dla:

lat (I)				1,21				0,04				2,28
rodzaju ściółki (II)	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
interakcji (IxII)				1,73				n.i.				n.i.

#### **4.6.3. Wartość biologiczna owoców**

Wyniki analiz chemicznych owoców pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> wykazały, że rodzaj zastosowanej ściółki wpływał różnicująco na ich wartość biologiczną (tab.44,45).

Stwierdzono, że owoce zebrane z obiektów ściółkowanych biomasą koniczyny białej charakteryzowały się należącą do największych ilością suchej masy (9,38 %), P (0,29 %) oraz karotenoidów (68,24  $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  ś.m.). Największa zawartość cukrów ogółem w owocach została oznaczona w obiektach ze ściółki słomy zbożowej (5,11 %) i z miskanta (4,98 %). Na ściółce ze słomy miskanta owoce badanej odmiany miały najwięcej K (4,34 %) i Mg (0,15 %) oraz likopenu (18,41  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  ś.m.). Ściółkowanie słomą rzepakową przyniosło największą ilość P (0,31 %), witaminy C (44,56  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  ś.m.) oraz polifenoli (20,87  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  ś.m.) w owocach pomidora, a także należącą do największych aktywność antyoksydacyjną (70,51% DPPH). Wysoką zawartością likopenu (19,77  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  ś.m.) oraz aktywnością antyoksydacyjną (71,18 % DPPH) wyróżniały się owoce rosnące w kontroli.

Najmniej azotanów zawierały owoce odmiany Intrigo F<sub>1</sub> pochodzące z uprawy na ściółce ze słomy z miskanta (161,93  $\text{mg N-NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$  ś.m.) oraz w kontroli (165,20  $\text{mg N-NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$  ś.m.).

#### **4.6.4. Porównanie wartości biologicznej owoców trzech odmian pomidora uprawianego na ściółkach organicznych**

Wyniki analiz chemicznych owoców badanych odmian pomidora uprawianego na ściółkach organicznych poddano analizie statystycznej metodą losowanych podbloków. Odmiany pomidora potraktowano tu jako czynnik doświadczenia obok rodzaju ściółek organicznych. Celem było porównanie wartości biologicznej tych odmian.

Analizy chemiczne owoców będących w pełnej dojrzałości wykazały duże zróżnicowanie między odmianami pod względem zawartości składników organicznych i mineralnych (tab.46). Zostało to potwierdzone statystycznie. Okazało się, że owoce odmiany Intrigo F<sub>1</sub> zawierały najwięcej suchej masy, cukrów ogółem, witaminy C, polifenoli i karotenoidów. Odznaczały się również większą aktywnością antyoksydacyjną. U odmiany Awizo F<sub>1</sub> i Barlo F<sub>1</sub> oznaczono mniej o 2,27 pp. i 1,69 pp. suchej masy, cukrów ogółem o 1,16 i 1,53 pp., witaminy C o 44% i 42,4%, polifenoli średnio o 35,8%, a karotenoidów o 39,1% i

25,5%. U odmiany Intrigo F<sub>1</sub> stwierdzono mniej o 9,7% likopenu niż u Barlo F<sub>1</sub> ale na takim poziomie jak u Awizo F<sub>1</sub>. Odmiana Intrigo F<sub>1</sub> wykazała się największą aktywnością przeciwutleniającą. DPPH określono na poziomie 67,07%, natomiast dla odmiany Awizo F<sub>1</sub> i Barlo F<sub>1</sub> – 57,66% i 50,93%.

Odmiana Awizo F<sub>1</sub> charakteryzowała się istotnie większą zawartością fosforu (o 0,08 pp. i o 0,04 pp., potasu (średnio o 0,98 pp.) i magnezu (średnio o 0,035 pp.) w porównaniu z pozostałymi odmianami. Oznaczono w niej również więcej azotanów: od Barlo F<sub>1</sub> o 15,1%, a od Intrigo F<sub>1</sub> o 5,4%.

Tab.44. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki organicznej na zawartość suchej masy, cukrów ogółem, P, K, Mg i Ca w owocach pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>, średnio w latach 2014-2017

Rodzaj ściółki organicznej	Sucha masa [%]	Cukry ogółem [%]	P [%]	K [%]	Mg [%]	Ca [%]
słoma z miskanta olbrzymiego	8,17	4,98	0,28	4,34	0,15	0,27
słoma jęczmienna	9,07	5,11	0,24	2,02	0,11	0,28
słoma rzepakowa	9,16	4,58	0,31	4,12	0,12	0,27
podłoże popieczarkowe	9,19	4,86	0,28	4,05	0,12	0,28
biomasa z koniczyny białej	9,38	4,69	0,30	3,84	0,13	0,28
kontrola	8,26	4,39	0,29	3,69	0,14	0,27
<b>średnia</b>	<b>8,87</b>	<b>4,77</b>	<b>0,28</b>	<b>4,01</b>	<b>0,13</b>	<b>0,27</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

rodzaju ściółki                      0,48                      0,24                      0,02                      0,218                      0,02                      n.i.

Tab.45. Wpływ rodzaju zastosowanej ściółki organicznej na zawartość witaminy C, karotenoidów, polifenoli, likopenu, DPPH i N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> w owocach pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>, średnio w latach 2014-2017

Rodzaj ściółki organicznej	Witamina C [mg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Karotenoidy [μg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Polifenole [mg·100g <sup>-1</sup> ś.m.]	Likopen [mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.]	DPPH [%]	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.]
słoma z miskanta olbrzymiego	37,85	28,28	18,88	18,41	67,94	161,93
słoma jęczmienna	42,15	45,64	20,59	17,06	56,38	190,94
słoma rzepakowa	44,56	23,32	20,87	17,72	70,51	205,72
podłoże popieczarkowe	33,32	34,17	15,66	17,47	70,81	216,26
biomasa z koniczyny białej	39,39	68,24	16,59	14,52	65,63	227,82
kontrola	43,34	33,62	17,79	19,77	71,18	165,2
<b>średnia</b>	<b>40,10</b>	<b>38,88</b>	<b>18,40</b>	<b>17,49</b>	<b>67,07</b>	<b>194,65</b>

NIR<sub>α=0,05</sub> dla:

rodzaju ściółki	0,63	1,44	0,58	2,02	1,67	19,86
-----------------	------	------	------	------	------	-------

Tab.46. Porównanie wartości biologicznej odmian pomidora uprawianych na ściółkach organicznych, średnio w latach 2014 - 2016

<b>Składnik</b>	<b>Awizo F<sub>1</sub></b>	<b>Barlo F<sub>1</sub></b>	<b>Intrigo F<sub>1</sub></b>	<b>NIR<math>\alpha</math>=0,05</b>
Sucha masa (%)	6,6	7,18	8,87	0,20
Cukry ogółem (%)	3,61	3,24	4,77	0,27
Witamina C (mg·100 <sup>-1</sup> ś.m.)	22,48	23,11	40,10	0,27
Polifenole (mg·100 <sup>-1</sup> ś.m.)	12,71	10,90	18,40	0,46
Karotenoidy ( $\mu$ m·100 <sup>-1</sup> ś.m.)	23,68	28,98	38,88	0,81
Likopen (mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.)	18,68	19,36	17,49	1,23
DPPH (%)	57,66	50,93	67,07	0,61
N-NO-3 (mg·kg <sup>-1</sup> ś.m.)	205,21	178,35	194,65	6,81
P (%)	0,32	0,24	0,28	0,01
K (%)	4,98	4,00	4,00	0,58
Mg (%)	0,16	0,13	0,12	0,01
Ca (%)	0,29	0,28	0,27	n.i.

## 5. DYSKUSJA

Pomidor należy do warzyw ciepłolubnych, dlatego powodzenie jego uprawy w dużym stopniu zależy od przebiegu temperatury, ale również od ilości opadów w okresie wegetacji. Jest rośliną przystosowaną do różnych warunków klimatycznych. Optymalna temperatura dla większości odmian pomidora wynosi od 21 °C do 24 °C. Roślina może przetrwać w szerokim zakresie temperatur, ale jej tkanki ulegają uszkodzeniu poniżej 10 °C i powyżej 38 °C [Geisenberg i Stewart 1986, van Dam i in. 2005]. Boote i in. [2012] podają, że 22 °C i 28 °C stanowi dla pomidora temperaturę powietrza optymalnie niską i wysoką. Podczas wysokiej temperatury płodność kwiatów pomidora spada, co prowadzi do ich opadania i osłabienia zawiązywania owoców. Dzieje się tak pod wpływem kilkudniowej temperatury dziennej powyżej 29 °C oraz temperatury w nocy powyżej 21 °C. Reprodukacja pomidora zanika natomiast, gdy temperatura dzienna wynosi powyżej 35 °C [Berry i Uddin 1988]. Ayankojo i Morgan [2020] podają, że Floryda wśród stanów USA zajmuje pierwsze miejsce na rynku warzywniczym pod względem produkcji pomidora, ale ze względu na wysokie temperatury panujące latem, wykazano, że plon pomidora wzrastał, kiedy rośliny były sadzone na miejsce stałe w późniejszym terminie (od września do grudnia). Wpływało to na zmniejszenie stresu cieplnego roślin pomidora uprawianego na południu Florydy. W doświadczeniu własnym stwierdzono, że warunki atmosferyczne, które panowały w czasie wegetacji miały wpływ na wzrost i plonowanie pomidora uprawianego w polu. Zaobserwowano, że 2014 rok był niekorzystny dla wegetacji roślin pomidora. W drugiej i trzeciej dekadzie maja wystąpiły duże opady deszczu (76,4 mm), natomiast sierpień charakteryzował się stosunkowo niską temperaturą (średnia miesięczna 18,3 °C) i wysokimi opadami (65,6 mm). Wpłynęło to na zbiory owoców pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>, na których pojawiła się zaraza ziemniaka. Rok 2015 odznaczał się gorącą i suchą pogodą, a temperatura była najwyższa w porównaniu do pozostałych lat badań. W sierpniu, podczas zbiorów owoców średnia miesięczna wynosiła 25,2 °C, a suma opadów tylko 2,1 mm. Zaobserwowano, że w 2016 roku, w lipcu w czasie rozwoju roślin pomidora suma miesięczna opadów wyniosła aż 134,5 mm. W pierwszej dekadzie sierpnia, natomiast temperatura (20,4 °C) i opady atmosferyczne (5,8 mm) były optymalne dla dojrzewania owoców pomidora. Klimat w Polsce charakteryzuje się dużą zmiennością warunków termiczno – opadowych, które mają wpływ na wzrost i rozwój pomidora uprawianego w polu [Skowera i in. 2014]. Z analizy danych klimatycznych IMGW-PIB z lat 1981-2010, wynika że średnia roczna suma opadów we Wrocławiu wynosiła 536,9 mm. Średnia suma roczna opadów z lat badań od 2014 roku do 2017 roku (od II dekady maja do I



dekady października) wyniosła natomiast 253,7 mm, a średnia temperatura 17,7 °C. W okresie wegetacji pomidora, w doświadczeniu własnym, suma opadów trwająca od drugiej dekady maja do pierwszej dekady października wynosiła w 2014 roku- 275,0 mm, w 2015 roku- 152,5 mm, w 2016 r.- 348,2 mm i w 2017 r.- 303,3 mm. Średnia temperatura w okresie wegetacji pomidora wynosiła dla 2014 roku- 15,8 °C, 2015 roku- 14,8 °C, w 2016 roku- 15,0 °C i w 2017r.- 15,5 °C. Pomidor tworzy dobrze rozwinięty system korzeniowy i z tego względu jego wymagania wodne są umiarkowane. Największe wymagania wodne występują w okresie kwitnienia oraz w czasie zawiązywania i przyrostu owoców [Durau 2015]. W badaniach Skowery i in. [2014] stwierdzono, że istotnym czynnikiem, który decyduje o powodzeniu uprawy pomidora gruntowego w południowej części Wyżyny Krakowsko – Częstochowskiej jest także przebieg opadów. W badaniach Basamma i Shanmugasundaram [2016] stwierdzono, że warunki stresu związanego z wilgotnością prowadzą do słabego wydłużenia komórek rośliny, obniżonej fotosyntezy i niskiej asymilacji węglowodanów, co skutkuje słabym wzrostem roślin.

Ściółkowanie gleby jest metodą, która stosowana jest na całym świecie, zwłaszcza w uprawie warzyw i przynosi wiele korzyści [Moreno i in. 2016]. Ściółkowanie poprawia retencję wodną w glebie, przyczynia się do wczesnego rozwoju upraw, zmienia temperaturę gleby i ogranicza występowanie chwastów. Wymienione czynniki wpływają na wzrost plonów [Mutetwa i Mtaita 2014, Haque i in. 2018]. Efekty te mogą się różnić w zależności od rodzaju gleby, klimatu oraz użytego materiału do ściółkowania [Ghosh i in. 2006]. Temperatura gleby jest jednym z głównych czynników, które wpływają na produkcję roślinną. Franquera [2015] odnotował wyższą temperaturę gleby dzięki zastosowanym kolorowym ściółkom syntetycznym w porównaniu do gleby bez ściółek. Gleba przykryta ściółką z folii niebieskiej miała wyższą temperaturę w porównaniu do ściółki z folii czerwonej. Tesfaye i in.[2016] z kolei zaobserwowali, że najwyższa średnia temperatura była zarejestrowana pod ściółką z folii przezroczystej o godzinie 6.00 (19,6 °C), 13.00 (22,9 °C) i 18.30 (25,3 °C), a najniższą temperaturę gleby stwierdzono na kontroli (bez ściółek) o godzinie 6.00 (14,6 °C). Wpływ kolorowych ściółek syntetycznych na temperaturę gleby jest wartością zmienną, ze względu na obszar i rodzaj uprawy. Badania Shah Jahan i in. [2018] wykazały, że wyższa temperatura gleby została stwierdzona pod ściółką z folii PE czarnej niż na ściółkach z folii oliwkowej, srebrnej, białej i niebieskiej. Ibarra-Jiménez i in. [2008] zaobserwowali natomiast, że temperatura gleby była wyższa na ściółce z folii brązowej i niebieskiej w porównaniu z folią PE czarną. Analiza temperatury gleba przeprowadzona przez El-Shaikh i Fouda [2008] z wykorzystaniem folii PE

czarnej, przezroczystej i żółtej oraz ściółki organicznej ze słomy pszennej w uprawie ogórka, wykazała znaczne zróżnicowanie. Ściółki syntetyczne podnosiły temperaturę gleby w ciągu dnia między godziną 6.00 a 14.00, aby następnie wypromieniowywać ciepło aż do następnego ranka. Największy wzrost (o około 7 °C) w porównaniu do kontroli (bez ściółki) zaobserwowano pod ściółką z folii przezroczystej. W przypadku ściółki organicznej wzrost temperatury gleby stwierdzono tylko w nocy (1 °C), a o godzinie 14.00 obniżyła się średnio o 2 °C w porównaniu do kontroli. W wyniku promieniowania cieplnego, w nocy, temperatura była najniższa na powierzchni gleby.

Ściółkowanie gleby można wykonać materiałami organicznymi, takimi jak słoma lub materiałami nieorganicznymi np. folie z tworzyw sztucznych. Wybór materiału do ściółkowania gleby zależy od klimatu, rośliny uprawnej i kosztów, które chcemy ponieść [Wang i in. 2016]. Materiały, które służą do ściółkowania mają bezpośredni wpływ na mikroklimat w pobliżu rośliny uprawnej, oddziałując pozytywnie lub negatywnie na metabolizm fizjologiczny roślin [Kader i in. 2017]. Liczne badania donoszą o korzystnym wpływie ściółkowania gleby w uprawie pomidora [Kosterna 2014], ziemniaka (Zhao i in. 2014), truskawki [Deschamps i in. 2019] i kukurydzy [Wang i in. 2021]. Ściółkowanie gleby folią polietylenową czarną stało się bardzo popularne w produkcji warzyw na całym świecie i przyczynia się do podnoszenia ich plonu. Ze względu na łatwość stosowania, przechowywania i transportu, ściółki syntetyczne zaczęły być wykorzystywane na ogromną skalę w uprawie roślin [Brault i in. 2002]. Fragmenty z polietylenu o małej gęstości po masowym stosowaniu ściółek syntetycznych nie ulegają biodegradacji i w coraz większym stopniu gromadzą się w glebie, zanieczyszczając ją i zagrażając uprawom i bezpieczeństwu żywności [Hu i in. 2020, Zhang i in. 2020]. Biodegradowalne ściółki z tworzyw sztucznych stanowią obiecującą alternatywę dla ściółek z polietylenu. Wymieszane z glebą po zbiorze plonów, ulegają biodegradacji przez mikroorganizmy glebowe, co pozwala uniknąć gromadzenia się odpadów z tworzyw sztucznych na polu, na którym uprawiane są rośliny [Shruti i Kutralam-Muniasamy 2019]. Islam [2023] przeprowadził doświadczenie polowe z uprawą pomidora na ściółkach z folii PE czarnej i ze słomy, dodatkowo nawadnianych (pora sucha w Bangladeszu). Zaobserwowano, że rośliny rosnące na ściółkach miały lepszy rozwój wegetatywny (były wyższe, miały więcej pędów i owoców) co wpłynęło na znacznie wyższy plon w porównaniu z roślinami uprawianymi bez ściółki. Podobne wnioski zostały przedstawione w doświadczeniu Ashrafuzzaman i in. [2011], w którym zastosowanie ściółek syntetycznych wpłynęło na wysokość, liczbę pędów, średnicę łodygi u podstawy oraz liczbę liści papryki rocznej

(*Capsicum annuum* L.). Największa wysokość roślin papryki została zaobserwowana na ściółce przezroczystej, natomiast najwięcej pędów oraz liści miały rośliny rosnące na ściółce z folii PE czarnej. W badaniu Onunva i in. [2023] dokonano obserwacji wysokości roślin pomidora, ich liczby pędów i liści, a także kwitnienia i owocowania, które zwiększyło się na poletkach ściółkowanych materiałami syntetycznymi i organicznymi w porównaniu do kontroli. Ponadto zaobserwowano, że wykorzystanie ściółki organicznej z suchej trawy poprawiło właściwości fizyczne gleby. W doświadczeniu własnym rośliny odmiany pomidora karłowego Awizo F<sub>1</sub> w lipcu i w sierpniu miały największą wysokość i średnicę łodygi na ściółce z folii PE czarnej, a u pomidora wielkoowocowego odmiany Barlo F<sub>1</sub> największa wysokość roślin (87,0 cm) i średnica łodygi (2,07 cm) została zaobserwowana na ściółce z folii PE czarnej, natomiast największy zasięg roślin (46,2 cm) i największa liczba liści (22,4 szt.) na ściółce z folii biodegradowalnej. Według Decoteau i in. [1988] rośliny pomidora rosnące na ściółce z folii PE białej charakteryzowały się większą ilością rozgałęzień, ale niską wysokością w porównaniu do roślin, które były uprawiane na ściółce z folii PE czarnej. W doświadczeniu własnym stwierdzono, że rośliny pomidora gruntowego rosnące na zastosowanych ściółkach syntetycznych odznaczały się większym wzrostem, średnicą łodygi u podstawy, zasięgiem oraz liczbą liści w porównaniu do kontroli. Spośród zastosowanych ściółek duży wpływ na rozwój pomidora miała ściółka z folii PE czarnej oraz z folii PE czerwonej. Rajablariani i in. [2012] również stwierdzili, że na wzrost, liczbę pędów i liści roślin pomidora miał istotny wpływ kolor zastosowanej ściółki syntetycznej. Zaobserwowano, że najwyższy wzrost osiągnęły rośliny pomidora rosnące na ściółce z folii aluminiowej i z folii niebieskiej. Jak podają Gordon i in. [2010] ściółka z folii niebieskiej wpływała na wysokość roślin piżmianu jadalnego (okra), na świeżą masę oraz na plon wczesny w porównaniu do ściółki z folii PE czarnej. Ilość światła czerwonego (R) w stosunku do ilości światła dalekiej czerwieni (FR) oraz niebieskie światło odbite od ściółki syntetycznej oddziaływało na lepszy wzrost i plonowanie okry. Franquera i in. [2015] podają, że sałata (*Lactuca sativa* L.) uprawiana na ściółce z folii czerwonej wytworzyła więcej liści w porównaniu do innych zastosowanych folii syntetycznych. W badaniu własnym rośliny pomidora odmiany drobnoowocowej Intrigo F<sub>1</sub> zarówno w lipcu, jak i w sierpniu, charakteryzowały się największą wysokością i średnicą łodygi na ściółce z folii PE czerwonej. Pinder i in. [2016] zaobserwowali, że ściółkowanie folią PE czarną spowodowało znaczny wzrost roślin pomidora drobnoowocowego (odmiana Cherry Tomato). Rośliny pomidora osiągnęły największą wysokość (89,9 cm) na ściółce z folii PE czarnej w porównaniu do kontroli (56,3 cm) po 45 dniach od posadzenia na miejsce stałe. W doświadczeniu Ogundare i in. [2015] badano m.in. wpływ zastosowanej ściółki z folii PE

czarnej i białej na wysokość, liczbę pędów i liczbę liści roślin pomidora karłowego odmiany Roma F<sub>1</sub>. Stwierdzono, że największą wysokość, najwięcej pędów i liści osiągnęły rośliny rosnące na ściółce z folii PE czarnej w porównaniu do ściółki z folii PE białej i do kontroli. Inne badania potwierdzają, że ściółki z folii polietylenowej czarnej i srebrno-czarnej zwiększają powierzchnię liści u roślin w porównaniu z powierzchnią nie ściółkowaną. Zwiększona powierzchnia liści wpływa na większe tempo fotosyntezy oraz na plon i jego jakość [Ibarra-Jiménez i in. 2015]. Maida i in. [2019] zaobserwowali, że zastosowanie ściółki z folii srebrno – czarnej i folii PE czarnej oddziaływało na wzrost roślin i tworzenie się pędów papryki rocznej, a także wpłynęło na największą długość, średnicę i masę owoców papryki rocznej (*Capsicum annum* L.). W badaniu własnym stwierdzono, że rośliny odmiany Barlo F<sub>1</sub> w sierpniu miały największą średnicę łodygi na ściółce z z folii PE czarnej (2,5 cm) w porównaniu do roślin rosnących na pozostałych ściółkach syntetycznych. W porównaniu do ściółek z folii PE czarno – białych, ściółka z folii aluminiowej odbija więcej promieni słonecznych. Utrata wody z gleby i temperatura wokół strefy korzeniowej są zmniejszone w wyniku zwiększonego odbicia promieniowania. Ściółka z folii aluminiowej zapobiega utracie wody z gleby [Rylander i in. 2020]. Średnia temperatura gleby wpływa na wzrost roślin, na średnicę łodygi, długość liścia. W czasie uprawy, podczas bardzo ciepłego sezonu, ściółka z folii aluminiowej dawała lepsze plony w porównaniu do folii PE czarnej, ale podczas zimniejszej pogody to ściółka z folii PE czarnej wpływała na wyższe plony niż ściółka z folii aluminiowej [Yadav i in. 2022]. Sarkar i in. [2019] stwierdzili, że rośliny cebuli charakteryzowały się największą wysokością i liczbą liści oraz zwiększoną biomasą korzeni na ściółce z folii aluminiowej, a największą długość korzeni osiągnęły rośliny cebuli rosnące na ściółce z folii PE czarnej w porównaniu do ściółki z folii aluminiowej. W badaniu własnym zauważono wpływ ściółki z folii aluminiowej na cechy biometryczne pomidora gruntowego w poszczególnych latach uprawy. W lipcu 2016 roku rośliny pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> charakteryzowały się największą wysokością (91,7 cm) i liczbą liści (22,7 szt.) w porównaniu do pozostałych ściółek syntetycznych. Natomiast w sierpniu w 2015 i 2016 roku rośliny tej samej odmiany pomidora uzyskały największą liczbę liści (31,3 szt. i 26,0 szt.).

Temperatura gleby, która panuje wokół strefy korzeniowej roślin, wpływa na ich fizjologię. Przyczynia się do wzrostu roślin i rozwoju korzeni, które pobierają wodę i składniki mineralne. Temperatura w strefie korzeniowej ma istotny wpływ na plonowanie roślin [Dodd i in. 2000]. Maida i in. [2019] zaobserwowali, że temperatura gleby pod ściółką z folii PE czarnej i folii aluminiowo-czarnej była od 2 °C do 4 °C wyższa w porównaniu do kontroli (bez ściółki).

Kader i in. [2020] podają, że uprawa pomidorów na glebie ściółkowanej folią PE czarną wpłynęła na wzrost plonu owoców o 67,5% podczas, gdy plon roślin ściółkowanych słomą ryżową wzrósł o 15%. W doświadczeniu własnym zastosowane ściółki syntetyczne wpływały w sposób istotny na plonowanie trzech odmian pomidora gruntowego. Zasadniczym czynnikiem, który oddziaływał również na plonowanie roślin była panująca we wszystkich latach doświadczenia pogoda. Największy plon ogólny owoców pomidora odmian Awizo F<sub>1</sub>, Barlo F<sub>1</sub> i Intrigo F<sub>1</sub> zaobserwowano w 2015 roku (odpowiednio: 51,10 t·ha<sup>-1</sup>, 36,64 t·ha<sup>-1</sup>, 24,69 t·ha<sup>-1</sup>). Największy, średnio z trzech lat badań, plon ogólny owoców odmiany Awizo F<sub>1</sub> stwierdzono na ściółce z folii PE czarnej (44,73 t·ha<sup>-1</sup>), dla odmiany Barlo F<sub>1</sub> - na włókninie PP czarnej, brązowej i w kontroli (średnio 25,52 t·ha<sup>-1</sup>), a dla odmiany Intrigo F<sub>1</sub> - na włókninie PP czarnej (19,71 t·ha<sup>-1</sup>). Adamczewska – Sowińska i Turczuk [2018] podają, że średni plon ogólny owoców odmiany Awizo F<sub>1</sub> zebranych ze ściółki z folii PE czarnej wynosił 71,15 t·ha<sup>-1</sup>. W badaniu Agarwala i in. [2022] uzyskane wyniki, wykazały że ściółkowanie ma korzystny wpływ na plonowanie owoców pomidora w porównaniu do kontroli. Badane odmiany pomidora (Kashi Anupam, Arka Vikas, H-86) reagowały na ściółkowanie folią PE czarną, a wzrost plonu owoców wynosił 73-170% w porównaniu do kontroli. Jak podają Agrawal i in. [2010] ściółka z folii PE czarnej, czerwonej i białej zwiększyła plon pomidora odmiany Avinash odpowiedni o 45,52, 40,06 i 35,30% w porównaniu do kontroli (bez ściółki). Kundu i in. [2019] zaobserwowali, że maksymalny wzrost i plonowanie osiągnęły rośliny pomidora rosnące na folii polietylenowej czarnej. Ściółka z tworzywa sztucznego najlepiej zwalczała chwasty oraz zatrzymywała wodę w glebie, poprawiając mikroklimat zarówno pod, jak i nad powierzchnią ściółkującą. W doświadczeniu własnym prawdopodobnie wzrost plonu ogólnego owoców odmiany Awizo F<sub>1</sub> na ściółce z folii PE czarnej nastąpił na skutek zwiększonej temperatury gleby. Shashi i Kumar [2011] najwyższą temperaturę gleby otrzymali pod ściółką z folii PE czarnej. Różnica temperatur pomiędzy ściółką z folii PE czarnej a kontrolą (bez ściółki) wynosiła 2,2 – 3,4 °C. Warunki te przyczyniły się do uzyskania największego plonu ogólnego owoców pomidora właśnie na tej ściółce. Plon ten był większy o 29,8% w porównaniu do kontroli. Sękara i in. [2019] z kolei ocenili wpływ ściółki biodegradowalnej na dwie odmiany pomidora szklarniowego (Coronel F<sub>1</sub> i Kero F<sub>1</sub>) i zaobserwowali, że poprawiła ona warunki wzrostu korzeni roślin oraz jakość owoców. W doświadczeniu własnym stwierdzono, że w 2015 roku ściółka z folii biodegradowalnej wpłynęła na największy plon ogólny owoców pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> (56,97 t·ha<sup>-1</sup>). Filippi i in. [2011] podają, że po uprawie *Cucumis melo* var. *reticulatus* na ściółce z folii biodegradowalnej, zaobserwowano wysokie tempo degradacji tej ściółki, które miało wpływ na jakość owoców. Rośliny rosnące na ściółce z folii

biodegradowalnej dawały większy plon owoców o większej zawartości cukrów ogółem w porównaniu do kontroli.

W badaniu własnym ściółkowanie folią PE czarną miało wpływ na największy średni plon handlowy owoców pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> (24,47 t·ha<sup>-1</sup>). Zastosowanie, natomiast ściółki z włókniny PP czarnej i brązowej przyczyniło się do największego plonu handlowego owoców pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> (średnio 16,75 t·ha<sup>-1</sup>). Największy średni plon handlowy owoców pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> został zebrany ze ściółki z włókniny PP czarnej (13,62 t·ha<sup>-1</sup>). Rajablariani i in. [2012] w swoich badaniach stwierdzili, że zastosowanie kolorowych ściółek syntetycznych miało wpływ na plon handlowy owoców pomidora w porównaniu do obiektów bez ściółki. Plon handlowy wzrósł o 65% na ściółce z folii aluminiowo – czarnej, o 50% na folii PE czarnej, o 40% na folii PE zielonej, o 26% na folii PE czerwonej i o 24% na folii przezroczystej. Ferdous i in. [2017] przeprowadzili badania na terenie Bangladeszu i zaobserwowali, że najwyższy plon owoców pomidora (60,1 t·ha<sup>-1</sup>) uzyskano przy zastosowaniu ściółki z folii polietylenowej czarnej (o grubości 0,025 mm) w porównaniu do plonu w kontroli (49,3·ha<sup>-1</sup>), co stanowi wzrost o 21,9%. Díaz-Pérez i in. [2010] również zwracają uwagę na wpływ barwy ściółki syntetycznej na wzrost i plonowanie warzyw. Podają, że plon owoców papryki zależał od współdziałania takich czynników, jak kolor folii ściółkującej oraz warunki atmosferyczne panujące w sezonie wegetacyjnym. W gorącym sezonie plon papryki był większy na ściółce z folii aluminiowej w porównaniu do ściółki z folii PE czarnej, natomiast w sezonie chłodniejszym zaobserwowano sytuację odwrotną.

W opisywanych w pracy doświadczeniach odmiana Intrigo F<sub>1</sub> wytworzyła najwięcej gron na ściółce z folii PE czarnej i folii aluminiowej (średnio 9,2szt. na jednej roślinie), natomiast największa masa i liczba owoców z grona (266,7 g i 15,1 szt.) została oznaczona na ściółce z włókniny PP czarnej. Pinder i in. [2016] podają, że pomidor drobnoowocowy (Cherry Tomato) wykształcił najwięcej gron z owocami (14,50 szt.) oraz najwięcej owoców z grona (14,50 szt.) oraz największą masę owoców dojrzałych (4,59 g) na ściółce z folii PE czarnej. Agrawal i in. [2010] zaobserwowali, że masa owoców zebranych ze ściółek syntetycznych była większa w porównaniu do masy owoców zebranych w uprawie bez ściółki. Dzieje się tak ze względu na lepszy rozwój korzeni i wzrost wegetatywny rośliny oraz pobieranie składników pokarmowych na poletkach ściółkowanych. Podobne wyniki przedstawili Nikolic i in. [2012] podając, że największą masę owoców osiągnęły rośliny pomidora ściółkowane foliami syntetycznym.

W doświadczeniu własnym zaobserwowano, że na plon handlowy wczesny owoców pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> oddziaływała ściółka z folii PE czerwonej (9,80 t·ha<sup>-1</sup>), natomiast ściółkowanie folią aluminiową wpływało na największy plon wczesny owoców pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> (8,43 t·ha<sup>-1</sup>) i Intrigo F<sub>1</sub> (3,75 t·ha<sup>-1</sup>). Jak podają Rajablariani i in. [2012] największy plon wczesny owoców pomidora był na ściółce z folii przezroczystej (1,80 t·ha<sup>-1</sup>), natomiast rośliny pomidora uprawianego na folii PE czarnej i aluminiowej wydały niższy plon wczesny owoców. Majkowska – Gadomska i Arcichowska [2012] największy, średnio z trzech lat badań, plon wczesny owoców pomidora odmiany ‘Bawole Serce’ obserwowały na włókninie PP czarnej w porównaniu do kontroli.

W doświadczeniach własnych udowodniono, że struktura plonu pomidora zależała od rodzaju ściółki. Stwierdzono, że największy plon owoców odmiany Awizo F<sub>1</sub> o średnicy 4,5-6 cm został zebrany ze ściółki z folii PE czarnej (7,65 t·ha<sup>-1</sup>), a plon owoców o średnicy 4,5-3,5 cm ze ściółki z folii PE czarnej oraz folii aluminiowej (średnio 17,38 t·ha<sup>-1</sup>) w porównaniu do pozostałych ściółek syntetycznych i do kontroli. Największy plon owoców pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> o średnicy powyżej 6 cm został zaobserwowany na ściółce z włókniny PP brązowej (4,37 t·ha<sup>-1</sup>), a największy plon owoców o średnicy 4,5-6 cm zebrano ze ściółki z włókniny PP czarnej i brązowej oraz z folii PE czerwonej (średnio 5,27 t·ha<sup>-1</sup>). Największy plon owoców o średnicy 4,5-3,5 cm, z kolei stwierdzono na ściółce z włókniny PP czarnej i brązowej oraz w kontroli. Tesfaye i in. [2016] również zaobserwowali, że wykorzystanie kolorowych ściółek syntetycznych wpływało na parametry plonowania pomidorów. Średnica owoców pomidora była zróżnicowana i wynosiła od 38,57 mm (w kontroli, bez ściółki) do 43,46 mm (ściółka z folii niebieskiej). Stwierdzono również, że ściółkowanie gleby folią biodegradowalną spowodowało u odmiany Awizo F<sub>1</sub> wystąpienie największego plonu owoców poza wyborem i chorych (19,65 t·ha<sup>-1</sup> i 2,19 t·ha<sup>-1</sup>). Zaobserwowano, że największy, średnio dla lat badań, plon owoców poza wyborem pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> był w obiekcie kontrolnym (9,74 t·ha<sup>-1</sup>), a owoców chorych na ściółce z folii biodegradowalnej (2,58 t·ha<sup>-1</sup>). Z kolei u odmiany Intrigo F<sub>1</sub> zaobserwowano największy plon niehandlowy na ściółce z folii aluminiowej i w kontroli.

Ściółki organiczne mogą pochodzić z materiałów roślinnych i zwierzęcych takich jak słoma, siano, łuski orzechów, kompost, trociny, kora i obornik zwierzęcy. Aby osiągnąć optymalną korzyść z zastosowanej ściółki organicznej należy ją wyłożyć bezpośrednio po posadzeniu rośliny uprawnej na miejsce stałe. Ściółka organiczna poprawia właściwości

fizyczne i chemiczne gleby, zapobiega jej erozji oraz dostarcza materii organicznej. Reguluje temperaturę gleby i retencję wody, poprawia bilans azotowy i bierze również udział w obiegu składników odżywczych, zwiększa aktywność biologiczną [Muhammad i in. 2009, Sarolia i Bhardwaj 2012, Ranjan i in. 2017]. W badaniach Kosterny [2014b] pomidor gruntowy był ściółkowany m.in. słomą rzepakową, żytnią i gryczaną. Rośliny rosnące na zastosowanych ściółkach były wyższe i dawały wysokie plony w porównaniu do kontroli (bez ściółki). Hudu i in. [2002] zaobserwowali, że wpływ ściółkowania powierzchni gleby skoszoną trawą wpływał istotnie na wysokość roślin pomidora w porównaniu do poletek nieściółkowanych. W badaniu własnym zauważono, że rośliny pomidora karłowego odmiany Awizo F<sub>1</sub> w lipcu największe były na ściółce ze słomy z miskanta olbrzymiego i na ściółce z biomasy z koniczyny białej (63,33 cm), natomiast największa średnica łodygi u podstawy wystąpiła u roślin rosnących na ściółce ze słomy rzepakowej (1,99 cm). Kayum i in [2008] także zaobserwowali, że wykorzystanie ściółek organicznych takich, jak np. słoma, oddziaływało istotnie na wysokość roślin pomidora oraz liczbę i powierzchnię ich liści. Awodoyin i in. [2010] stwierdzili natomiast, że zastosowanie zrębek drzewnych jako ściółki w uprawie pomidora, lepiej wpływa na ograniczanie zachwaszczenia w porównaniu ze ściółką z trawy. Zrębki drzewne, słoma i trociny, które wykorzystywane są w uprawie roślin jako ściółki organiczne, posiadają wysoki stosunek węgla do azotu i dzięki temu powolnej się rozkładają [Rose 1996]. W doświadczeniu własnym rośliny pomidora odmiany wielkoowocowej Barlo F<sub>1</sub> w lipcu, osiągnęły największą wysokość (84,0 cm), największą średnicę pędu (2,1 cm), największy boczny zasięg roślin (33,9 cm) oraz miały największą liczbę liści (17,9 szt.) na ściółce ze słomy z miskanta olbrzymiego.

Rośliny okrywowe gatunków ozimych takich, jak wyka owłosiona (*Vicia villosa* Roth.), koniczyna podziemna (*Trifolium subterraneum* L.) lub owies (*Avena sativa* L.) stanowią na wiosnę biomasę, która nadaje się do wykorzystania na ściółkę organiczną w uprawie pomidora, ograniczając rozwój chwastów i podwyższając wydajność upraw. Wyniki badań pokazały, że ściółka z biomasy owsa tłumiła wschody chwastów, ale wpływała negatywnie na plon handlowy pomidora. Ściółka z biomasy roślin strączkowych oddziaływała natomiast pozytywnie na rozwój roślin pomidora, wpływając na plon handlowy owoców [Campiglia i in. 2010]. W doświadczeniu własnym stwierdzono, że największy zasięg boczny roślin pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> był na ściółce z biomasy koniczyny białej zarówno w lipcu (49,4 cm) jak i w sierpniu (69,4 cm). W doświadczeniu własnym jako ściółka organiczna zostało wykorzystane również podłoże popieczarkowe. Jak podają Sagar i in. [2009] podłoże po uprawie grzybów może służyć jako ściółka, która bardzo dobrze zatrzymuje wodę w glebie, ale nie nadaje się dla



warzyw wrażliwych na zawartość soli w glebie. Takie podłoże najlepiej sprawdza się jako ściółka organiczna wiosną i latem. Ranjan i in. [2017] stwierdzili, że podłoże po uprawie grzybów może mieć zastosowanie jako nawóz organiczny dla rośliny uprawnej. Ze względu na bogactwo składników odżywczych zwiększa żyzność gleby. Jasińska [2018] podaje, że podłoże po uprawie pieczarek zawiera dużo materii organicznej (22-40%), która może być dobrym źródłem składników pokarmowych dla roślin. Takie podłoże jest bogate w składniki odżywcze takie, jak NPK (odpowiednio 1.3–4.2:0.1–0.4:0.5:1.8%), Mg (0.2–0.4%) i Na (0.05–0.2%) oraz śladowe ilości pierwiastków: Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, B. Podłoże to zawiera 45% wody [Dann 1996]. W badaniu własnym, w sierpniu, ściółka z podłoża popieczarkowego spowodowała największą wysokość roślin pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> (98,9 cm). Rośliny pomidora odmiany drobnoowocowej Intrigo F<sub>1</sub> w lipcu wytworzyły najwięcej liści na ściółce z podłoża popieczarkowego (20,3 szt.), a w sierpniu osiągnęły na tej ściółce największą wysokość (158,7 cm).

Ściółki organiczne dostarczając do gleby materię organiczną, ograniczają jej degradację i poprawiają jakość, co prowadzi w efekcie do wzrostu plonów rośliny uprawnej [Sajid i in. 2013]. Według Gilla i in. [1996] dzięki ściółkowaniu następuje wzrost plonu gatunków roślin uprawianych na zbiór wczesny. Dzięki zachowaniu wilgotności gleby oraz odpowiedniej temperatury i zmniejszonej konkurencji chwastów przez materiały ściółkujące, następuje zwiększona wegetacja rośliny uprawnej. Kar i Kumar [2007] zaobserwowali w ciepłym klimacie (w Indiach) wyższy plon oraz lepszy wzrost roślin ziemniaka na poletkach ściółkowanych słomą, stwierdzając że może to wynikać z większej wilgotności gleby oraz redukcji temperatury gleby o 4 – 6 °C w porównaniu do poletek bez ściółki. W doświadczeniu własnym zastosowane ściółki organiczne wpłynęły istotnie na plon ogólny trzech odmian pomidora gruntowego. Zaobserwowano, że największy plon owoców pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> i Barlo F<sub>1</sub> był w 2017 roku (odpowiednio 26,40 t·ha<sup>-1</sup> i 21,67 t·ha<sup>-1</sup>), a największy plon ogólny owoców odmiany Intrigo F<sub>1</sub> stwierdzono w 2015 roku (18,93 t·ha<sup>-1</sup>). Największy, średni z trzech lat badań, plon ogólny owoców pomidora karłowego odmiany Awizo F<sub>1</sub> został zebrany ze ściółki z podłoża popieczarkowego (28,19 t·ha<sup>-1</sup>), owoców odmiany wieloowocowej Barlo F<sub>1</sub> – ze ściółki z biomasy koniczyny białej (28,19 t·ha<sup>-1</sup>) oraz owoców odmiany drobnoowocowej Intrigo F<sub>1</sub> – ze ściółki ze słomy z miskanta olbrzymiego (16,60 t·ha<sup>-1</sup>). Sinkevičienė i in. [2009] podają, że ściółki organiczne obniżają temperaturę gleby. Największe różnice temperatur – 0,7 °C – 1,6 °C – zaobserwowano między poletkami bez ściółki, a poletkami ściółkowanymi słomą. Obniżanie temperatury gleby jest istotne w krajach o gorącym

klimacie, natomiast w strefie klimatu umiarkowanego, staje się niekorzystne. Kumar i Srivatsava [1998] podają, że zastosowanie ściółki organicznej zwiększa plony, a także wczesność kwitnienia i zawiązywania owoców oraz wpływa na okres zbioru owoców pomidora w porównaniu do uprawy bez ściółki. Goel i in. [2020] stwierdzili, że zastosowanie ściółki organicznej ze słomy pszenicznej, słomy ryżowej i z igieł sosnowych w uprawie pomidora, zwiększyło jego plon ogólny odpowiednio o 27,9%, 25,6% i 11,6% w porównaniu do kontroli bez ściółki. Zaniewicz-Bajkowska i in. [2009] stwierdzili, że zastosowanie ściółki organicznej ze słomy żytniej w uprawie kapusty i cebuli wpłynęło na wzrost plonu ogólnego i handlowego w porównaniu do kontroli. Kosterna [2014a] podaje, że zastosowanie ściółek organicznych oddziaływało na wzrost plonu brokułów oraz poprawę parametrów tej rośliny. W doświadczeniu własnym zaobserwowano, że największy średni plon handlowy owoców odmiany pomidora Awizo F<sub>1</sub> był na ściółce ze słomy rzepakowej (17,81 t·ha<sup>-1</sup>), pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> na ściółce ze słomy z miskanta olbrzymiego i na ściółce z biomasy koniczyny białej (średnio 12,32 t·ha<sup>-1</sup>). Największy plon handlowy owoców odmiany Intrigo F<sub>1</sub> został zebrany ze ściółki ze słomy z miskanta olbrzymiego (10,93 t·ha<sup>-1</sup>). Gupta i Gupta [1987] podają, że plon pomidora i okry wzrósł o 100 i 200% w warunkach stosowania ściółki ze słomy, w porównaniu do kontroli (bez ściółki). Największy, średnio z trzech lat badań, plon wczesny handlowy owoców pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> został zebrany w obiektach ściółkowanych słomą z miskanta (5,36 t·ha<sup>-1</sup>), a owoców odmiany Barlo F<sub>1</sub> i Intrigo F<sub>1</sub> ze ściółki ze słomy rzepakowej (7,39 t·ha<sup>-1</sup> i 2,96 t·ha<sup>-1</sup>). Kosterna [2014e] podaje, że niezależnie od rodzaju słomy do ściółkowania, zauważono znaczny wzrost plonu handlowego brokułu oraz jego masy handlowej i jakości róży w porównaniu z uprawą bez ściółkowania. W badaniu własnym zastosowanie ściółki ze słomy z miskanta olbrzymiego pozwoliło na zebranie największego plonu owoców o średnicy powyżej 6 cm (0,54 t·ha<sup>-1</sup>) oraz owoców o średnicy 4,5-6 cm odmiany Awizo F<sub>1</sub>. Plon owoców o średnicy 3,5-4,5 cm na ściółkach ze słomy z miskanta olbrzymiego, słomy jęczmiennej i rzepakowej oraz z podłoża popieczarkowego i ze ściółki z biomasy koniczyny białej utrzymywał się na podobnym poziomie. Zastosowanie ściółki ze słomy z miskanta olbrzymiego, słomy jęczmiennej i rzepakowej wpłynęło na największy, średni z trzech lat badań, plon owoców o średnicy powyżej 6 cm odmiany Barlo F<sub>1</sub> (średnio 3,52 t·ha<sup>-1</sup>), a ściółka z biomasy koniczyny białej przyczyniła się do największego plonu owoców o średnicy 4,5-6 cm (5,97 t·ha<sup>-1</sup>). W badaniu Döringa i in. [2005] zastosowano ściółkę organiczną ze słomy w uprawie ziemniaka. Zaobserwowano brak istotnego wpływu zastosowanej ściółki na plon i wielkość bulw rośliny. Agarwal i in. [2022] podają, że zastosowanie ściółek organicznych ze słomy ryżowej, z cukrowca chińskiego (*Saccharum*

*spontaneum*) i łuski turi wielokwiatowej (*Sesbania* sp.) wpłynęło na wzrost plonu owoców pomidora (odmiany pomidora indyjskie: Kashi Anupam, Arka Vipasa, H-86; plon na poziomie 21,5 – 28,8 t·ha<sup>-1</sup>). Stwierdzono również, że słoma ryżowa okazała się najbardziej skuteczna spośród zastosowanych ściółek organicznych.

W doświadczeniu własnym na niektórych ściółkach organicznych zaobserwowano wzrost plonu poza wyborem i owoców chorych. Największy plon owoców poza wyborem odmiany Awizo F<sub>1</sub> był na ściółce z podłoża popieczarkowego, z biomasy z koniczyny białej oraz w kontroli (średnio 10,46 t·ha<sup>-1</sup>), natomiast największy plon owoców chorych odnotowano na ściółce ze słomy rzepakowej (2,05 t·ha<sup>-1</sup>). W przypadku odmiany Barlo F<sub>1</sub> największy plon owoców poza wyborem stwierdzono na ściółce z podłoża popieczarkowego (4,18 t·ha<sup>-1</sup>), a największy plon owoców chorych na ściółce z podłoża popieczarkowego i biomasy z koniczyny białej (średnio 2,30 t·ha<sup>-1</sup>). Bender i in. [2008] podają, że udział spękanych owoców pomidora był istotnie mniejszy w przypadku ściółki z biomasy z koniczyny czerwonej. Zauważyli również, że korzenie pomidorów ściółkowanych ściółkami organicznymi znajdowały się w wierzchniej warstwie gleby w porównaniu do kontroli (bez ściółek). Więcej owoców spękanych we własnych badaniach zaobserwowano w obiekcie kontrolnym (1,99 t·ha<sup>-1</sup>), ale na ściółce z podłoża popieczarkowego i biomasy z koniczyny białej wynosił on średnio 1,40 t·ha<sup>-1</sup>. Największy, średni dla lat badań, plon niehandlowy owoców pomidora drobnoowocowego Intrigo F<sub>1</sub> obserwowano w kontroli (7,17 t·ha<sup>-1</sup>).

Skład chemiczny warzyw uwarunkowany jest genetycznie i może być modyfikowany przez różne czynniki np. klimatyczne i praktyki agrotechniczne, które oddziałują na roślinę w okresie jej wzrostu [Lee i Kader. 2000]. Zastosowanie ściółek syntetycznych w doświadczeniu własnym wpłynęło w sposób istotny na skład chemiczny trzech badanych odmian pomidora. Stwierdzono, że ściółka z folii PE białej spowodowała gromadzenie największej ilości suchej masy (6,24%), cukrów ogółem (3,71%) oraz karotenoidów (38,90 μg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) w owocach pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>. Największą, natomiast zawartość fosforu (0,43%) i witaminy C (21,14 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) zaobserwowano w owocach z kontroli. Ściółkowanie folią PE czerwoną wpłynęło na obecność największej zawartości potasu (0,48%) i magnezu (0,21%) w owocach odmiany. Według Jarosza i Dzidy [2011] zawartość potasu w owocach pomidora wynosi około 3,10 g·kg<sup>-1</sup> s.m. w zależności od ilości suchej masy w owocach. Natomiast w badaniu Majkowskiej-Gadomskiej i in. [2014] części jadalne badanych odmian pomidora (Ikarus, Rumba, Złoty Ożarowski) zawierały od 3,90 do 6,40 g P·kg<sup>-1</sup> s.m. Nie wykazano statystycznie istotnego wpływu odmiany, ściółkowania i ich współdziałania na poziom zawartości P w

owocach pomidora. W doświadczeniu własnym zauważono, że największą zawartość wapnia (0,28%) i polifenoli (13,81 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) zawierały owoce pomidora zebrane ze ściółki z włókniny PP brązowej. Natomiast ściółkowanie włókniną PP czarną wpłynęło na obecność największej ilości likopenu (21,78 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m.) w owocach pomidora, a ściółka z folii PE czarnej spowodowała największą aktywność antyoksydacyjną DPPH (57,12%) i zawartość azotanów (106,17 mg·kg<sup>-1</sup> ś.w.m.) w owocach pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>.

Zawiska i Siwek [2014] podają, że ściółkowanie wpływa na plonowanie pomidora i wartość biologiczną owoców. W badaniu wykazali, że zawartość kwasu L-askorbinowego w owocach pomidora kształtowała się na poziomie od 17,13 do 25,10 mg 100·g<sup>-1</sup>. W jednym z lat badań zaobserwowano, że ilość witaminy C w owocach pomidora zebranych ze ściółki z włókniny PP biodegradowalnej była wyższa o 23% niż w innych obiektach. Majkowska-Gadomska i in. [2012b] wykazała natomiast, że zastosowane ściółki (PE i PP) nie oddziaływały znacząco na zawartość kwasu L-askorbinowego. Adamczewska-Sowińska i Kołota [2010] zaobserwowali o 16-23% wyższą zawartość kwasu L-askorbinowego w owocach oberżyny zebranych z uprawy bez ściółkowania. Siwek i in. [2007] podają, że znacznie niższa zawartość (20,5%) witaminy C została stwierdzona w główkach sałaty masłowej ściółkowanej folią PE czarną w porównaniu do kontroli. Majkowska-Gadomska [2010] podaje, że w warunkach północno-wschodniej Polski ściółkowanie folią PE czarną wpłynęło korzystnie na zawartość suchej masy owoców melona, a ilość azotanów w wzrastała w miejscach, w których łączono ściółkę z bezpośrednią osłoną. W doświadczeniu własnym ściółkowanie folią PE białą spowodowało największą zawartość suchej masy (6,41%), cukrów ogółem (3,93%), witaminy C (26,97 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.), polifenoli (15,18 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) i azotanów (83,77 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m) w owocach pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>. Zaobserwowano, że największa ilość fosforu w owocach pomidora była na ściółce z włókniny PP brązowej (0,40%), natomiast największa ilość potasu oraz aktywność antyoksydacyjna DPPH (58,79%) – w owocach z uprawy na ściółce z folii biodegradowalnej. Ściółkowanie folią PE czarną miało wpływ na największą zawartość Mg (0,2%) w owocach pomidora. Stwierdzono, że największa ilość Ca (0,31%), karotenoidów (40,53 μg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) oraz likopenu (24,78 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m.) wystąpiła w owocach pomidora ze ściółki z folii aluminiowej. Ściółkowanie folią PE czarną wpływa na poprawę jakości rośliny uprawnej, poprzez zwiększoną efektywność wykorzystania wody, dostępność składników odżywczych, zwiększona aktywność korzeni roślin, w tym większe pobieranie wody i składników odżywczych, wysokie tempo fotosyntezy [Gordon i in. 2010, Franquera 2015]. El-Shaikh i Fouda podają, że rośliny arbuza uprawiane na ściółce z folii PE czarnej zawierały

najwięcej suchej masy, cukrów ogółem i cukrów redukujących oraz witaminy C w porównaniu do kontroli bez ściółki. Shah Jahan i in. [2018] również zaobserwowali, że ściółkowanie folią PE czarną oddziaływało na zwiększenie witaminy C i fenoli w liściach sałaty. Zaobserwowano w doświadczeniu własnym, że ściółkowanie folią PE czerwoną przyczyniło się do największej zawartości suchej masy (9,38%) w owocach pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>. Ściółkowanie folią PE białą powodowało natomiast największą zawartość cukrów ogółem (5,41%), witaminy C (41,88 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) i największą aktywność antyoksydacyjną DPPH (71,52%). Największą zawartość fosforu (0,35%) i karotenoidów (41,44 μg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) miały owoce pomidora zebrane ze ściółki z folii PE czarnej a ściółkowanie folią biodegradowalną wpłynęło na największą ilość potasu (3,82%) i likopenu (22,31 mg·kg<sup>-1</sup> św.m.). Owoce badanej odmiany pomidora charakteryzowały się największą zawartością magnezu (0,24%) oraz polifenoli (36,46 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.) na ściółce z folii aluminiowej. Nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanych ściółek na zawartość wapnia w owocach pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>. Zaobserwowano, że największa ilość azotanów w owocach pomidora była na ściółce z włókniny PP czarnej (120,33 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m.). Poziom jonów azotanowych u niektórych gatunków warzyw może być bardzo wysoki, ale owoce mają skłonność do niskiego gromadzenia azotanów [Bao-Ming Chena i in. 2014]. Komitet Naukowy ds. Żywności (SCF) stwierdził w swojej opinii z dnia 22 września 1995 roku, że łączne spożycie azotanów jest dużo niższe od akceptowanego dziennego pobrania, które wynosi 3,65 mg/kg masy ciała [Dz.U. L 364 z 20.12.2006, s. 5]. Zawiska i Siwek [2014] podają, że średnia z dwóch lat badań, zawartość azotanów w owocach pomidora wynosiła dla ściółki z włókniny PP czarnej 23,88 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m., a dla włókniny biodegradowalnej 26,22 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m. Wykorzystanie kolorowych ściółek syntetycznych w uprawie roślin wpływa na ich biochemiczny skład. Sarkar i in. [2019] zaobserwowali, że rośliny cebuli uprawiane na ściółce z folii aluminiowej charakteryzowały się większą zawartością cukrów ogółem i redukujących oraz witaminą C i kwasu pirogronowego.

Wpływ ściółek organicznych na zawartość składników odżywczych w roślinach jest bardzo zróżnicowany. W doświadczeniu własnym rodzaj zastosowanej ściółki organicznej wpływał istotnie na skład chemiczny badanych odmian pomidora. Uprawa pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> na ściółce z podłoża popieczarkowego wywołało największą zawartość w owocach suchej masy (7,19%), potasu (5,61%) oraz polifenoli (16,00 mg·100g<sup>-1</sup> ś.m.). W owocach z obiektów ściółkowanych biomasą koniczyny białej zaobserwowano największą zawartość cukrów ogółem (3,99%), likopenu (20,73 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m.) i największą aktywność

antyoksydacyjną DPPH (20,73%). Pomidory ściółkowane słomą rzepakową wyróżniały się zawartością fosforu (0,37%) i karotenoidów (30,15  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  ś.m.). Samaila i in. [2011] podają, że ściółkowanie słomą wpłynęło na wzrost zawartości suchej masy, białka i węglowodanów w owocach pomidora. Badania Najafabadi i in. [2012] wykazały, że ściółkowanie gleby słomą przyczyniło się do wzrostu zawartości suchej masy oraz witaminy C w owocach czosnku. Największa zawartość witaminy C w owocach pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> została zaobserwowana na ściółce z miskanta olbrzymiego (27,29  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  ś.w.m.). Ta sama ściółka miała wpływ na największą ilość azotanów w owocach (244,33  $\text{mg}\cdot \text{kg}^{-1}$  ś.w.m.). Majkowska-Gadomska i in. [2012a] podaje, że ściółkowanie organiczne wpływało na znaczny wzrost zawartości suchej masy w owocach pomidora, ale nie zauważono wpływu ściółkowania na ilość witaminy C, cukrów ogółem i kwasów organicznych. Olfati i in. [2008] zaobserwowali, że zastosowanie ściółki organicznej w uprawie marchwi nie miało istotnego wpływu na zawartość suchej masy w korzeniach tej rośliny. Stwierdzono we własnych badaniach największą zawartość suchej masy (7,70%), karotenoidów (35,68  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  ś.m.) i polifenoli (16,03  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  ś.m.) w owocach pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> na ściółce ze słomy z miskanta. Zastosowanie ściółki z podłoża popieczarkowego sprzyjało zaś gromadzeniu cukrów ogółem (4,83%), K (4,25%), Mg (0,16%), Ca (0,29%) oraz DPPH (63,56%). Ściółkowanie słomą rzepakową spowodowało największe nagromadzenie fosforu (0,31%), a ściółka z biomasy koniczyny białej azotanów (217,17  $\text{mg}\cdot \text{kg}^{-1}$  ś.w.m.) w owocach tej odmiany. Kosterna [2014e] podaje, że ściółkowanie gleby słomą rzepakową i kukurydzianą spowodowało wzrost ilości cukrów ogółem i cukrów prostych w owocach pomidora i w brokule. Największa zawartość witaminy C (25,47  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  ś.m.) i likopenu (21,31  $\text{mg}\cdot \text{kg}^{-1}$  ś.m.) w owocach pomidora została zaobserwowana na kontroli. Sekhon i in. [2008] z kolei udowodnił największą zawartość kwasu askorbinowego w owocach papryki słodkiej uprawianej bez ściółki organicznej. Natomiast Parmar i in. [2013] podają, że uprawa melona na ściółce ze słomy i z suchych liści, wpłynęła na obniżenie kwasowości miąższu, ale spowodowała podwyższoną zawartość cukrów prostych i ogółem. W doświadczeniu własnym stwierdzono, że największa zawartość suchej masy (9,38%), fosforu (0,30%) i karotenoidów (68,24  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  ś.m.) i azotanów (227,82  $\text{mg}\cdot \text{kg}^{-1}$  ś.m.) w owocach pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> była na ściółce z biomasy koniczyny białej. Zastosowanie ściółki ze słomy jęczmiennej wpłynęło na największą ilość cukrów ogółem (5,11%) w tych owocach, a ściółki ze słomy z miskanta olbrzymiego - największą zawartość K (4,34%) i Mg (0,15%). Największa zawartość wapnia (2,80%) w owocach została stwierdzona na podłożu popieczarkowym. Ściółka ze słomy rzepakowej

przyczyniła się do zgromadzenia największej ilości witaminy C ( $44,56 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  św.m.) i polifenoli ( $20,87 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  św.m.) w owocach pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>.

Wartość biologiczna owoców pomidora jest zróżnicowana ze względu na dużą różnorodność gatunkową oraz na warunki pogodowe, które panują w czasie wegetacji m.in. światło, temperaturę, rodzaj gleby, nawożenie i nawadnianie. Zawartość rozpuszczalnych substancji stałych w owocach pomidora jest głównym parametrem ekonomicznym, określającym ich wartość odżywczą. Średnia zawartość suchej masy w dojrzałych, świeżych owocach waha się od 5,0% do 7,5% [Petro-Turza 1986]. Owoce pomidora bogate są w kwasy organiczne, cukry, błonnik pokarmowy, substancje pektynowe, białka, tłuszcze, minerały (potas, fosfor, magnez, wapń, miedź, żelazo), w witaminy (B1, B2, B3, PP, C, prowitaminę A), a także karotenoidy o właściwościach przeciwutleniających (likopen,  $\beta$ -karoten) [Viskelis i in. 2005]. W doświadczeniu własnym wykorzystano do badań trzy odmiany pomidora gruntowego: pomidor karłowy Awizo F<sub>1</sub>, pomidor wielkoowocowy Barlo F<sub>1</sub> i pomidor drobnoowocowy Intrigo F<sub>1</sub>. Zalewska-Korona i in. [2013] podają, że w owocach odmiany pomidora karłowego Awizo F<sub>1</sub> zaobserwowano zawartość suchej masy na poziomie 5,34%, a cukrów ogółem – 1,37%. W badaniu własnym zawartość suchej masy i cukrów ogółem w owocach pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> uprawianego na ściółkach syntetycznych i organicznych wyniosła średnio, odpowiednio: 5,74% i 2,74% oraz 6,60% i 3,61%. W owocach pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> rosnących na ściółkach syntetycznych oznaczono 5,95% s.m. i 3,29 % cukrów ogółem, a na ściółkach organicznych – 7,18% s.m. oraz 3,24% cukrów ogółem. Najważniejszy składnik ekstraktu miąższu pomidora stanowią cukry. Im większa jest ich zawartość, tym smaczniejsze są owoce [Zalewska-Korona 2010]. Porównując wartość biologiczną odmian pomidora uprawianych na ściółkach syntetycznych lub organicznych zauważyć można, że największą zawartość suchej masy (8,84% i 8,87%), cukrów ogółem (4,51% i 4,77%), witaminy C (39,39 i 40,10  $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  św.m.), polifenoli (25,34 i 18,40  $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  św.m.), karotenoidów (36,67 i 38,88  $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  św.m.), oraz aktywność przeciwutleniającą DPPH (63,39% i 67,07%), a na ściółkach syntetycznych - N-NO<sub>3</sub> (110,51  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  św.m.) zawierały owoce pomidora odmiany drobnoowocowej Intrigo F<sub>1</sub>. Słodki smak i zawartość ważnych składników odżywczych w owocach pomidora drobnoowocowego (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) potwierdza również Shahzad i in. [2014]. Nuez [1999] podaje, że pomidory koktajlowe mają intensywną barwę i smak, na ogół są okrągłe, o masie od 10 do 30 g. Pomidor koktajlowy zawiera kwas askorbinowy, witaminę E, flawonoidy, kwasy fenolowe i karotenoidy [Kuti i Konuru 2005]. Hallmann i Rembiałkowska [2007] podają, że

zarówno w uprawie ekologicznej jak i konwencjonalnej uzyskano bardzo zbliżone zawartości suchej masy w owocach pomidora, ale badana odmiana w sposób istotny determinowała zdolność gromadzenia się suchej masy w owocach. Stwierdzono, że w uprawie ekologicznej i konwencjonalnej najwięcej suchej masy w owocach wytworzył pomidor drobnoowocowy odmiany Koralik (odpowiednio 7,86% i 6,87%), a owoce pomidora karłowego odmiany Kmicic odpowiednio 5,25% i 5,42%. Zauważono również, że najwięcej cukrów ogółem (2,62%) oraz kwasów organicznych miały owoce pomidora drobnoowocowego odmiany Koralik. Ponadto owoce tej odmiany zawierały również największą zawartość witaminy C w uprawie ekologicznej i konwencjonalnej w porównaniu do pozostałych odmian pomidora. Figàs i in. [2015] podają, że na wartość odżywczą owoców pomidora w sposób istotny wpływają czynniki uprawy takie jak wybór materiału do ściółkowania oraz termin zbioru. Wartość odżywcza owoców pomidora jest powiązana z genotypem, to manipulowanie warunkami wzrostu roślin w kontrolowanym środowisku może przyczynić się do zwiększenia wartości odżywczej i jakości owoców pomidora [Khan i in. 2013].

W doświadczeniu własnym na ściółkach organicznych zaobserwowano, że największa zawartość N-NO<sub>3</sub> była w owocach odmiany Awizo F<sub>1</sub> (205,21 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m.). Azotany pełnią ważną funkcję w procesie odżywienia roślin. Są częścią cyklu azotowego i występują naturalnie. Warzywa są głównymi nośnikami wprowadzania azotanów do organizmu człowieka [Corree i Breimer 1979]. Zawartość azotanów w warzywach może wahać się w granicach od 1 do 10 000 mg·kg<sup>-1</sup> ś.w.m. Przyczyną takiego szerokiego zakresu są nie tylko cechy genetyczne gatunku czy odmiany, lecz także np. nadmierne stosowanie nawozów, rodzaje nawozów azotowych, różnorodność upraw, warunki świetlne i temperatura, a także niedobór wody [Corre i Breimer 1979].

W przedstawionych badaniach stwierdzono, że największą ilość likopenu zgromadziły owoce odmiany Barlo F<sub>1</sub> (na ściółkach syntetycznych- 21,89 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m., na ściółkach organicznych- 19,36 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m.). Shazad i in. [2014] stwierdzili, że największa zawartość likopenu była w owocach pomidora drobnoowocowego (88,87 mg·kg<sup>-1</sup>) w porównaniu do owoców zwykłego pomidora (55,84 mg·kg<sup>-1</sup>) i owoców arbuza (74,53 mg·kg<sup>-1</sup>). Badania przeprowadzone w Kalifornii na temat zawartości likopenu w owocach pomidora różnych odmian wykazały, że ilość ta mieściła się w zakresie od 8,4 do 17,2 mg·kg<sup>-1</sup> ś.m., co stanowi 100% różnicę pomiędzy zawartością najniższą a najwyższą [Barret i Anthon 2001].



## 6. WNIOSKI

1. Rozwój roślin oraz wielkość i jakość plonu trzech badanych odmian pomidora w sposób istotny zależała od warunków pogodowych panujących w okresie wegetacji. Niezależnie od badanych czynników najmniej korzystne warunki wzrostu zanotowano w 2014 r.
2. Zastosowanie w uprawie pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> ściółki z folii PE czarnej, dla odmiany Barlo F<sub>1</sub> - ściółki z folii PE czarnej, czerwonej, folii biodegradowalnej i włókniny PP brązowej i dla odmiany pomidora Intrigo F<sub>1</sub>- ściółki z folii PE czerwonej oraz włókniny PP brązowej, spowodowało najbardziej intensywny wzrost roślin. Charakteryzowały się one największą wysokością, średnicą łodygi, zasięgiem bocznym i liczbą liści.
3. Największy plon ogólny owoców odmiany Awizo F<sub>1</sub> stwierdzono na ściółce z folii PE czarnej (44,73 t·ha<sup>-1</sup>). Plon z obiektów ściółkowanych folią PE białą, biodegradowalną i aluminiową pozostawał w tej samej grupie jednorodnej. Analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu ściółek na wielkość plonu handlowego, natomiast największy plon wczesny handlowy zebrano ze ściółki z folii PE czerwonej i aluminiowej oraz z włókniny PP czarnej i brązowej. W uprawie z zastosowaniem folii PE czarnej oraz włókniny PP czarnej i brązowej powyżej 30% plonu handlowego stanowił plon owoców o średnicy 4,5 - 6 cm, w kontroli było to natomiast 15%.
4. Wykorzystanie w uprawie pomidora ściółek, przede wszystkim z włókniny PP oraz folii PE czarnej i białej, przyczyniło się do zmniejszenia plonu owoców chorych odmiany Awizo F<sub>1</sub>.
5. Ściółkowanie włókniną PP czarną i brązową oraz uprawa bez ściółek pozwoliły na uzyskanie istotnie największego plonu ogólnego (średnio 25,52 t·ha<sup>-1</sup>) i handlowego (średnio 16,09 t·ha<sup>-1</sup>) owoców pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>. W obiekcie z folią aluminiową otrzymano plon ogólny również należący do największych oraz wyróżniający się wczesny plon handlowy.
6. Największym udziałem owoców o średnicy > 6cm charakteryzował się plon handlowy pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> ściółkowanego folią aluminiową (29,3%). 25 – 26% tej frakcji znajdowało się w plonie zebranym z obiektów ściółkowanych włókniną PP brązową i folią PE białą. Owoce najdrobniejsze miały największy udział (52,6%) w plonie handlowym roślin z kontroli, a także w uprawie na folii PE czarnej, włókninie czarnej i folii biodegradowalnej (45 – 47,5%).

7. Największy średni plon owoców poza wyborem odmiany Barlo F<sub>1</sub> stwierdzono w kontroli (9,74 t·ha<sup>-1</sup>). Ściółkowanie gleby przyczyniło się do jego zmniejszenia średnio o 28,3 % w porównaniu z kontrolą.
8. Największy, średnio dla lat badań, plon ogólny pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> stwierdzono na ściółce z włókniny PP czarnej i z folii aluminiowej (19,17 i 18,23 t·ha<sup>-1</sup>). Ściółkowanie włókniną PP czarną pozwoliło również na zebranie największego plonu handlowego (13,62 t·ha<sup>-1</sup>), a folią aluminiową - wczesnego plonu handlowego (3,75 t·ha<sup>-1</sup>).
9. Rodzaj ściółki nie miał wpływu na liczbę gron oraz masę owoców z jednego grona na roślinach pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub>. Od tego czynnika zależała natomiast liczba owoców w gronie. Najwięcej owoców stwierdzono w gronach roślin ściółkowanych włókniną PP czarną (15,1 szt.). Porównywalną pod względem statystycznym ilość obserwowano na ściółce z włókniny PP brązowej, folii PE czarnej i białej.
10. W uprawie na ściółkach syntetycznych owoce pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> zawierały, w porównaniu do pozostałych odmian, najwięcej suchej masy, cukrów ogółem, witaminy C, polifenoli, karotenoidów oraz magnezu, a także wykazały największą aktywność antyoksydacyjną DPPH. Owoce pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub> zawierały najwięcej likopenu i wapnia, natomiast odmiany Awizo F<sub>1</sub> charakteryzowały się największą zawartością fosforu i potasu.
11. Zastosowanie ściółki z folii PE białej sprzyjało poprawie wartości odżywczej owoców odmiany Awizo F<sub>1</sub>. Odmiana Barlo F<sub>1</sub> zgromadziła w owocach najwięcej składników odżywczych w uprawie na ściółce z folii PE białej lub aluminiowej. W owocach pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> obserwowano większą zawartość składników na ściółce z folii PE czerwonej i białej.
12. Ściółki organiczne wpłynęły na cechy morfologiczne roślin pomidora. Ściółkowanie słomą rzepakową korzystnie oddziaływało na średnicę łodygi, a ściółka z biomasy z koniczyny białej na zasięg boczny roślin pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>. Na ściółce ze słomy z miskanta intensywnie rozwijały się rośliny pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>. Na tej ściółce rośliny pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> miały największą średnicę łodygi.
13. Warunki pogodowe oraz rodzaj ściółki nie decydowały o wielkości plonu ogólnego odmiany Awizo F<sub>1</sub> uprawianej z zastosowaniem ściółek organicznych. Od warunków pogodowych zależała natomiast wielkość plonu handlowego oraz wczesnego handlowego tej odmiany. Rodzaj ściółki organicznej nie miał istotnego wpływu.
14. Największy udział (77,9%) w plonie handlowym odmiany Awizo F<sub>1</sub> miał plon owoców o średnicy 3,5 – 4,5 cm. Frakcja owoców największych stanowiła zaledwie 1,9%. Plon

poszczególnych frakcji plonu handlowego był największy w uprawie ze ściółką ze słomy z miskanta.

15. Ściółkowanie gleby słomą z miskanta, rzepakową lub jęczmienną istotnie ograniczyło wielkość plonu owoców poza wyborem odmiany Awizo F<sub>1</sub>. Plon owoców chorych nie zależał od czynników doświadczenia.

16. Rodzaj zastosowanej ściółki organicznej oraz warunki pogodowe miały istotny wpływ na plonowanie odmiany Barlo F<sub>1</sub>. Niekorzystne warunki pogodowe w czasie zbiorów w 2014 r. doprowadziły do silnego porażenia roślin zarazą ziemniaka. Plon ogólny owoców zebrany w 2015 i 2017 roku był średnio ponad dwukrotnie większy.

17. Ściółki z biomasy koniczyny białej, podłoża popieczarkowego oraz słomy z miskanta przyczyniły się do zwiększenia plonu ogólnego owoców pomidora o 18,8 – 10,8 %. Największy plon handlowy zebrano z poletek ściółkowanych słomą z miskanta oraz biomasą koniczyny białej (12,32 t ha<sup>-1</sup>), natomiast wczesny plon handlowy – z uprawy na ściółkach ze słomy z miskanta, jęczmiennej lub rzepakowej.

18. Plon handlowy odmiany Barlo F<sub>1</sub> składał się w 23,7% z frakcji o średnicy > 6 cm, w 41,6% z frakcji o średnicy 4,5 – 6 cm, oraz w 34,7% z frakcji 3,5 – 4,5 cm. Plon tych frakcji zależał w sposób istotny od zastosowanej ściółki organicznej. Najwyższy plon owoców największych otrzymano na ściółce ze słomy z miskanta, jęczmiennej lub rzepakowej. Plon owoców średnich był największy w obiektach ściółkowanych słomą rzepakową lub biomasą koniczyny białej, natomiast owoców małych – w kontroli.

19. Ściółki ze słomy jęczmiennej i rzepakowej w sposób istotny ograniczyły plon owoców poza wyborem odmiany Barlo F<sub>1</sub>.

20. Plon ogólny odmiany Intrigo F<sub>1</sub> był w sposób istotny zróżnicowany pod wpływem rodzaju zastosowanego materiału do ściółkowania. Największy był na ściółce ze słomy z miskanta (16,60 t·ha<sup>-1</sup>), a najmniejszy na ściółce ze słomy jęczmiennej (10,15 t·ha<sup>-1</sup>). W pozostałych obiektach pozostawał na tym samym poziomie istotności jak największy.

21. Plon handlowy odmiany Intrigo F<sub>1</sub> stanowił 65,8% plonu ogólnego przy zastosowaniu ściółki z miskanta oraz 57,9% na słomie jęczmiennej i rzepakowej. W pozostałych obiektach udział ten wynosił 55,7 – 53,9%. Rodzaj ściółki nie miał istotnego wpływu na wielkość plonu handlowego.

22. W uprawie z zastosowaniem ściółek organicznych owoce pomidora odmiany Intrigo F<sub>1</sub> zawierały najwięcej suchej masy, cukrów ogółem, witaminy C, polifenoli i karotenoidów. Owoce odmiany Awizo F<sub>1</sub> charakteryzowały się największą zawartością fosforu, potasu i

magnezu, natomiast w pomidorach odmiany Barlo F<sub>1</sub> oznaczono największą zawartość likopenu.

23. Poprawie wartości odżywczej owoców pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub> sprzyjała uprawa na ściółce z podłoża popieczarkowego, biomasy koniczyny białej oraz ze słomy z miskanta. Owoce odmiany Barlo F<sub>1</sub> charakteryzowały się największą zawartością składników chemicznych w obiektach ściółkowanych podłożem popieczarkowym i słomą z miskanta, natomiast owoce odmiany Intrigo F<sub>1</sub> zgromadziły ich najwięcej w uprawie na ściółce z biomasy koniczyny białej i słomy rzepakowej.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Abdelrahman N.A., Abdalla E.A., Ibrahim E.A., El Naim A.M., 2016. The effect of plastic mulch on growth and yield of rain-fed cowpea and watermelon in north Kordofan state of Sudan. *World Journal of Agricultural Research* 4(5): 139-142.
2. Abdur Kader M., Singha A., Brgum M.A., Jewel A., Hossain Khan F., Islam Khan N. 2019. Mulching as water-saving technique in dryland agriculture: review article. *Bulletin of the National Research Centre* 43:147, ss: 2-6.
3. Abdul-Baki, A.A. and J.R. Teasdale. 1993. A notillage tomato production system using hairy vetch and subterranean clover mulches. *HortScience* 28: 106–108.
4. Abouziena H.F., El-Saeid H.M., El-Said Amin A.A., 2014. Water loss by weeds: a review. *International Journal of ChemTech Research* 07(1): 323-336.
5. Abouziena H.F., Haggag W.M., 2016. Weed control in clean agriculture: a review. *Planta Daninha* 34 (2): 377-392.
6. Abushita A.A., Hebshi E.A., Daood H.G et al. 1997. Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. *Food Chemistry*, 60: 207-2012.
7. Adamczewska-Sowińska K., Biesiada A., Kołota E., Krężel J. 2008. Systematyka, biologia i cechy odmianowe roślin warzywnych. *Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu*: 75-80.
8. Adamczewska-Sowińska K., Kołota E., 2010. Yielding and nutritive value of field cultivated eggplant with the use of living and synthetic mulches. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 9(3): 191-199.
9. Adamczewska-Sowińska K., Krygier M., Turczuk J. 2016a. The yield of eggplant depending on climate conditions and mulching. *Folia Horticulturae* 28 (1): 19-24.
10. Adamczewska-Sowińska K., Turczuk J. 2016b. Yielding and biological value of garlic chives (*Allium tuberosum* Rottl. Ex Spreng.) depending on the type of mulch. *Journal of Elementology* 21 (1): 7-19.
11. Adamczewska-Sowińska K., Turczuk J. 2018. Effects of plastic and biodegradable mulch films in field tomato cultivation. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 17(5): 123-133.
12. Adamczewska-Sowińska K., Sowiński J., Jamroz E., Bekier J. 2021. Combining willow compost and peat as media for juvenile tomato transplant production. *Agronomy* 11: 2-16.
13. Adamczewski K., Dobrzański A. 2012. Przyszłość herbologii w zmieniającym się rolnictwie. *Progress in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin* 52 (4): 867-878.

14. Adamicki F., Czerko Z. 2002. Przechowalnictwo warzyw i ziemniaka. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Poznań: 324.
15. Adams S.R., Cockshull K.E., Cave C.R. J. 2001. Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits. *Annals of Botany* 88: 869-877.
16. Agarwal A., Prakash Om, Sahay D., Bala M. 2022. Effect of organic and inorganic mulching on weed density and productivity of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Journal of Agricultural and Food Research* 7(2022): 2-4.
17. Agrawal N., Panigrahi H.K., Sharma D., Agrawal R. 2010. Effect of different colour mulches on the growth and yield of tomato under Chhattisgarh region. *Indian Journal of Horticulture* 67 (2010):295-300.
18. Alptekin H., Gürbüza R. 2022. The effect of organic mulch materials on weed control in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Agriculture* 5 (1): 68-79.
19. Amare G., Desta B. 2021. Coloured plastic mulches: impact on soil properties and crop productivity. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 8:4.
20. Anyszka Z., Golian J., Kohut M. 2012. Porównanie efektywności różnych metod ochrony przed chwastami papryki (*Capsicum annum* L.) w uprawie polowej. *Progress in Plant Protection /Postępy w Ochronie Roślin* 52(4): 879-884.
21. Anzalone A., Cirujeda A., Aibar J., Pardo G., Zaragoza C. 2010. Effect of biodegradable mulch materials on weed control in processing tomatoes. *Weed Technology* 24:369-377.
22. Arazuri S., Jaren C., Arana J.I., Perez de Ciriza J.J. 2007. Influence of mechanical harvest on the physical properties of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Food Engineering* 80: 190-198.
23. Ashrafuzzaman M., Abdul Halim M., Razi Ismail M. Mohd Shahidullah S.M., Alamgir Hossain M. 2011. Effect of plastic mulch on growth and yield of chilli (*Capsicum annum* L.). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 2: 321-330.
24. Awodoyin R.O., Ogbeide F.I., Oluwole O. 2010. Effects of three mulch types on the growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and weed suppression in Ibadan, Rainforest-savanna Transition Zone of Nigeria. *Tropical Agricultural Research and Extension* 10: 54-60.
25. Ayankojo I.T., Morgan K.T. 2020. Increasing air temperatures and its effects on growth and productivity of tomato in south Florida. *Plants* 9: 2-16.
26. Babik I., Babik J., Dyśko J., Kaniszewski S., Moraczewski A., Podsiadlik W., Wojtysiak J. 2015. Rewitalizacja ekosystemu glebowego. *Skierniewice*: 5-145.
27. Babik I. 2000. Odmiany pomidorów dla przemysłu. *Hasło Ogrodnicze* 7: 36-38.

28. Baldwin E.A., Scott J.W., Einstein M.A., Malundo T.M.M., Carr B.T., Shewfelt R.L., Tandon K.S. 1998. Relationship between sensory and instrumental analysis for tomato flavor. *Journal American Society for Horticultural Science*, 123(5): 906-915.
29. Ballester A.R., Tikunov Y., Molthoff J., Grandillo S., Viquez-Zamora M., de Vos R., de Maagd A., van Heusden S., Bovy G.A. 2016. Identification of loci affecting accumulation of secondary metabolites in tomato fruit of a *Solanum lycopersicum* × *Solanum chmielewskii* introgression line population. *Frontiers in Plant Science*, 7: 1428.
30. Bao-Ming Chena, Zha o-Hui Wangb, Sheng-Xiu Lib, Gen-Xuan Wanga, Hai-Xing Songc, Xi-Na Wangb. 2004. Effects of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation, metabolic nitrate concentration and nitrate reductase activity in three leafy vegetables. *Plant Science* 167: 635-643.
31. Baran S., Łabętowicz J. 2011. *Przyrodnicze wykorzystanie odpadów. Podstawy teoretyczne i praktyczne*. PWRiL: 324.
32. Baranowski T., Dankowska E., Knaflewski M., Krzesiński W., Spizewski W. 2020. *Metodyka Integrowanej Produkcji Pomidorów Gruntowych*. Główny Inspektorat ochrony Roślin i Nasiennictwa: 39.
33. Barche S., Nair R. 2014. Mulching - An Effective Conservation Technique in Olericulture. *Popular Kheti* 2 (2): 49-55.
34. Barrett D.M., Anthon G. 2001. Lycopene content of california-grown tomato varieties. *Acta Horticulturae* 542: 165 -173.
35. Basu B., Garala K., Dharamsi A. 2010. Lycopene: A novel anti-oxidant and anticancer agent. *Journal of Pharmacy Research* 3(6): 1427-1433.
36. Basamma K.A., Shanmungasundaram K. 2016. Influence of open field mulching on on growth yield of hybrid tomato under drip fertigation. *Environment & Ecology* 32(2): 416-420.
37. Bender I., Raudesping M., Vabrit S. 2008. Effect of organic mulches on the growth of tomato plants and quality of fruits in organic cultivation. *Acta Horticulturae* 779.
38. Berry S.Z., Rafique Uddin M. Effect of high temperature on fruit set in tomato cultivars and selected germplasm. *HortScience* 23(3): 606-608.
39. Bhat N.A., Wandī I.A., Hamdani A.M. 2020. Tomato powder and crude lycopene as a source of natural antioxidants in whole wheat flour cookies. *Heliyon* 6,1: 2-7.
40. Bhujbal P.D., Tambe T.B., Ulemale P.H. 2015. Effect of mulches on flowering, fruiting, yield and pest-disease incidence of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *The Bioscan* 10(1): 465-468.

41. Biesiada A., Kołota E., Orłowski M., 2007. Warzywnictwo. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.
42. Biswas P., East A.R., Brecht J.K., Hawett E.W., Heyes J.A. 2012. Intermittent warming during low temperature storage reduces tomato chilling injury. *Postharvest Biology and Technology* 74: 71-78.
43. Błażewicz-Woźniak M. 2009. Wpływ ściółki ze skoszonej trawy na plonowanie rzodkwi 'Agata' w uprawie płaskiej i na redlinach. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, z.539: 65-71.
44. Bojarska J.E., Piłat B., Majewska K.M., Sobiechowska D.A., Narwojsz A. 2020. Selected physical parameters and chemical compounds of different types of tomatoes. *Czech Journal of Food Sciences* 38 (1): 28-35.
45. Boote K.J., Rybak M.R., Scholberg J.M., Jones J.W. 2012. Improving the CROPGRO-tomato model for predicting growth and yield response to temperature. *HortScience* 47: 1038–1049.
46. Borezyński P. 2007. Pomidory do zbioru mechanicznego. *Owoce Warzywa Kwiaty*. 4: 14-15.
47. Borowiak J. 2007. Pomidory w polu. Wydawnictwo Hortpress.
48. Borowski J., Szajdek A., Borowska E.J. 2008. Charakterystyka chemiczna i aktywność biologiczna warzyw z terenu Olsztyna. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* XLI, 3:333-337.
49. Bratakos M.S., Lazos E.S., Bratakos S.M. 2002. Chromium content of selected Greek foods. *Science of the Total Environment* 290: 47-58.
50. Brault D., Stewart K.A., Jenni S. 2020. Optical properties of paper and polyethylene mulches used for weed control in lettuce. *American Society for Horticultural Science* 37(1): 87-91.
51. Buchmann S.L. 1983. Buzz pollination in angiosperms. *Handbook of experimental pollination biology*: 73–113.
52. Bucki P., Siwek P., Domagała-Świątkiewicz I., Puchalski M. 2018. Effect of Agri-Environmental Conditions on the Degradation of Spunbonded Polypropylene Nonwoven with a Photoactivator 55 in Mulched Organically Managed Zucchini. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* 2(128): 55-60.
53. Calvo M.M., Garcí'a M.L., Selgas M.D. 2008. Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. *Meat Science* 80: 167-172.



54. Campestrini L.H., Melo P.S., Peres L.E.P., Calhelha R.C., Ferreira I.C.F.R., Alencar S.M. 2019. A new variety of purple tomato as a rich source of bioactive carotenoids and its potential health benefits. *Heliyon* 5: 2-8.
55. Campiglia E., Mancinelli R., Radicetti E., caporali F. 2010. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Crop Protection* 29(4): 354-364.
56. Causse M., Damidoux R., Rousselle P. 2006. Traditional and enhanced breeding for quality traits in tomato. Genetic improvements of solanaceous crops. Volume 2: 40.
57. Chandra R., Rustgi R. 1998. Biodegradable polymers. *Progress in Polymer Science* 23(7): 1273-1335.
58. Chohura P. 2007. Podłoża ogrodnicze. Plantpress, Kraków: 42-45.
59. Cieślík E. 1997. Glikoalkaloidy – substancje toksyczne roślin wyższych. *Żywność. Technologia. Jakość*. 1(10): 22-29.
60. Ciupak A., Gładyszewska B. 2010. Właściwości mechaniczne skórki owoców pomidora w różnych temperaturach przechowywania. *Acta Agrophysica* 15 (1): 45-54.
61. Cizinszky AA., Schuster D.J., Kring J.B. 1995. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. *Journal of American Society for Horticultural Science* 120: 778-784.
62. Cizinszky AA., Schuster D.J., Kring J.B. 1997. Evaluation of color mulches and oil sprays for yield and for the control of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* (Bellows and Perring) on tomatoes. *Crop Protection* 16: 475-481.
63. Clinton S.K. 1998. Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutrition Reviews* 56: 35-51.
64. Compos F.M., Chaves J.B., Raquel M.C. et al. 2010. Adequate handling conditions to preserve vitamin C and Carotenoids in tomatoes. *Journal of Food Quality* 33: 230-245.
65. Corre W.J., Breimer T. 1979. Nitrate and Nitrite in Vegetables. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation.
66. Creamer, N.G., B. Plassman, M.A. Bennett, R.K. Wood, B.R. Stinner, and J. Cardina. 1995. A method for mechanically killing cover crops to optimize weed suppression. *American Journal of Alternative Agriculture* 10:157–162
67. Dann M. S. 1996. The many uses of spent mushroom substrate. *Mushroom News* 44(8): 24–27.

68. Decoteau D.R. 2008. The emergence and early development of colored reflective plastic mulch technology in agriculture. *Research Signpost* 37/661 (2).
69. Decoteau D.R., Daniels D.D. 1986. Colored plastic mulches and tomato morphogenesis. *Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress*, 19: 240-248.
70. Rajablariani D.R., Daniels D.D., Kasperbauer M.J., Hunt P.G. 1988. Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. *Scientia Horticulture* 34: 169-175.
71. Del Sarto M.C.L., Peruquetti R.C., Campos, L.A.O. 2005. Evaluation of the neotropical bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. *Journal of Economic Entomology*, 98: 260–266.
72. Deschamps S.S., Whitaker V.M., Agehara S. 2019. White-striped plastic mulch reduces root-zone temperatures during establishment and increases early season yields of annual winter strawberry. *Scientia Horticulturae* 243: 602-608.
73. Diaz-Hernández J.L., Salmerón T. 2012. Effects of a plastic cover on soil moisture change in a Mediterranean climatic regime. *Soil Use Management* 28: 596-605.
74. Díaz-Pérez J.C. 2010. Bell pepper (*Capsicum annum* L) grown on plastic film mulches: Effects on crop microenvironment, physiological attributes, and fruit yield. *HortScience* 45:1196–204.
75. Diouf I. A., Derivot L., Bitton F., Pascual L., Causse M. 2018. Water deficit and salinity stress reveal many specific QTL for plant growth and fruit quality traits in tomato. *Frontiers Plant Science*. 9, 279.
76. Dobromilska R., Kujath K. 2006. Intensywność kwitnienia i owocowania pomidora drobnoowocowego pod wpływem regulacji ilości światła dochodzącego do koron roślin. *Acta Agrobotanica* 59: 183-190.
77. Dobrzański A. 1999. Chwasty w uprawach warzyw – aktualne problemy i zagrożenia. Instytut Warzywnictwa. XXII Krajowa Konferencja Naukowa z cyklu: „Rejonizacja chwastów segetalnych w Polsce”, Skierniewice, 15-16 lipca 1999. Przenikanie gatunków ruderalnych z siedlisk sadowniczych i parkowych do zbiorowisk segetalnych upraw warzywniczych i rolniczych.
78. Dobrzański A. 2013. Biologiczne i agrotechniczne aspekty regulowania zachwaszczenia. *Współczesna inżynieria rolnicza – osiągnięcia i nowe wyzwania. Monografia, tom III, Kraków: 27-54.*
79. Dobrzański A., Adamczewski K. 2013. Niechemiczne metody zwalczania chwastów – stan obecny i perspektywy. *Współczesna inżynieria rolnicza – osiągnięcia i nowe wyzwania. Monografia, tom III, Kraków: 55-96.*

80. Dodd I.C., He J., Turnbull C.G.N., Lee S.K., Critchley C. 2000. The influence of supra-optimal root-zone temperatures on growth and stomatal conductance in *Capsicum annuum* L. *Journal of Experimental Botany* 51:239–48.
81. Dorais M., Ehret D.L., Papadopoulos A.P. 2008. Tomato (*Solanum lycopersicum*) health components: from the seed to consumer. *Phytochemistry Reviews*, 7: 231-250.
82. Döring T.F., Brandt M., Heß J., Finckh M.R., Saucke H. 2005. Effect of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. *Field Crops Research* 94(2-3): 238-249.
83. Duer I. 1994. Wpływ międzyplonu ścierniskowego na plonowanie i zachwaszczenie jęczmienia jarego. *Fragmenta Agronomica* 4 (44): 36–45.
84. Durau B. 2015. Przegląd rozwiązań nawodnień stosowanych w polowej uprawie pomidora i ogórka. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* nr.III/1: 533-544.
85. Franquera E.N. 2015. Influence of different colored plastic mulch on the growth of lettuce (*Lactuca sativa*). *Journal of Ornamental and Horticultural Plants* 1(2): 97-104.
86. Elkner K., Krajewski A. 1999. Przetwórstwo pomidorów w Polsce. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 6: 39-41.
87. El-Shaikh A., Fouda T., 2008. Effect of different mulching types on soil temperature and cucumber production under Libyan conditions. *Misr Journal of Agricultural Engineering* 25(1): 160- 175.
88. Espi E., Salmeron A., Fontecha A., Garcia, Y., Real A.I. 2006. Plastic films for agricultural applications. *Journal of Plastic Film and Sheeting* 22: 85–102.
89. Fatemi H., Aroiuee H., Azizi M., Nemati H., 2013. Influenced of quality of light reflected of colored mulch on Cucurbita pepo var Rada under field condition. *International Journal of Agriculture: Research and Review* 3(2): 374-380.
90. Ferdous Z., Datta A., Anwar M. 2017. Plastic mulch and indigenous microorganism effects on yield and yield components of cauliflower and tomato in inland and coastal regions of Bangladesh. *Journal of Crop Improvement* 31(3): 2-19.
91. Ferrís-Tortajada J., Berbel-Tornero O., García-Castell J., Ortega-García J.A., López-Andreu J.A. 2012. Dietetic factors associated with prostate cancer: protective effects of Mediterranean diet. *Actas Urológicas Españolas* 36: 239–245.
92. Figàs M.R., Prohens J., Raigón M.D., Fita A., García-Martínez M.D., Casanova C. 2015. Characterization of composition traits related to organoleptic and functional quality for the differentiation, selection and enhancement of local varieties of tomato from different cultivar groups. *Food Chemistry* 187:517–524.

93. Filippi F., Magnani G., Guerrini S., Ranghino F., 2011. Agronomic evaluation of green biodegradable mulch on melon crop. *Italian Journal of Agronomy* 6(e18): 111-116.
94. Food Ingredients Brasil. 2008. No.5: 32-42. ([www.revista-fi.com](http://www.revista-fi.com))
95. Friedman M. 2015. Chemistry and anticarcinogenic mechanisms of glycoalkaloids produced by eggplants, potatoes, and tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63: 3323–3337.
96. Gordon G.G., Foshee W.G., Reed S.T., Brown J.E., Vinson E.L. 2010. The effects of colored plastic mulches and row covers on the growth and yield of okra. *HortTechnology* 20:224–33.
97. Gabryś T., Fryczkowska B., Grzybowska-Pietraś J., Biniś D. 2021. Modification and Properties of Cellulose Nonwoven Fabric-Multifunctional Mulching Material for Agricultural Applications. *Materials* 14, 4335: 2-16.
98. Gaglianone M.C., Campos M.J.O., Franceschinelli E., Deprá M.S., Silva P.N., Montagnana P.C., Campos L.A.O., Moura Moraes M.C 2015. Plano de manejo para os polinizadores do tomateiro. Rio de Janeiro, Funbio: 48.
99. Gajc-Wolska J. 2015. Uprawa pomidora w polu. Hortpress, Warszawa.
100. Gajewski M., Gajc-Wolska J. 2000. Charakterystyka cech fizycznych i sensorycznych przechowywanych owoców odmian pomidora z uprawy w polu. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu – CCCXXIII, Ogrodnictwo*. 31, cz. 1:247-251.
101. Gao H., Yan C., Liu Q., Ding W., Chen B., Li Z. 2019. Effects of plastic mulching and plastic residue on agricultural production: A meta-analysis. *Science of The Total Environment* 651 (1): 484-492.
102. Garcia E., Barrett D. 2006. Evaluation of processing tomatoes from two consecutive growing seasons: quality attributes, peelability and yield. *Journal of Food Processing and Preservation* 30: 20-36.
103. Gaskell M., Fouche B., Koike S., Lanini T., Mitchell J., Smith R. 2000. Organic vegetable production in California – Science and Practice. *HortTechnology* 10(4): 699-713.
104. Gębczyński P., Wójcik M., Skoczeń-Słupska R., Gwóźdź E., Tabaszewska M., Słupski J. 2016. Wpływ sposobu otrzymywania na zawartość błonnika w przecierach pomidorowych. *Polskie Towarzystwo Technologów Żywności Oddział Małopolski. Rola Procesów Technologicznych w Kształtowaniu Jakości Żywności*, Kraków: 5-13.
105. Geisenberg, C., Stewart K. 1986. Field crop management. In *The Tomato Crop*. Springer: Heidelberg, The Netherlands: 511–557.
106. Gentilcore D. 2010. A history of the tomato in Italy. *Pomodoro!* Columbia University Press.

107. Ghosh P.K., Dayal D., Bandyopadhyay K.K., Mohanty M. 2006. Evaluation of straw and polythene mulch for enhancing productivity of irrigated summer groundnut. *Field Crops Research*, 99(2-3): 76-86.
108. Giovanelli G., Lavelli V., Peri C., Nobilis S. 1999. Variation in antioxidant components of tomato during vine and postharvest ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 1583-1588.
109. Gill K.S., Gajri P.R., Chaudry M.R., Singh B. 1996. Tillage, mulch and irrigation effects on corn (*Zea mays* L.) in relation to evaporative demand. *Soil and Tillage Research* 39(3-4) :213-227.
110. Giovannucci E. 1999. Tomatoes, tomato – base products. Lycopene and cancer: review of epidemiologic literature. *Journal of the National Cancer Institute*, 9: 317-331.
111. Giovannucci E. 2002. A review of epidemiologic studies of tomatoes, lycopene and prostate cancer. *Experimental Biology and Medicine* 227: 852-859.
112. Goel L., Shankar V., Sharma R.K. 2020. Effect of organic mulches on agronomic parameters-a case study of tomato crop (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 9: 297-307.
113. Golian J., Kwiatkowska J., Komorowski K., Włodarek A., Rybczyński D., Soika D., Stępowaska A. 2022. Program Ochrony Pomidora Gruntowego. In Hort, Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice.
114. Górecka D., Wawrzyniak A., Jędrusek – Golińska A., Dziedzic K., Hamułka J., Kowalczewski P.Ł., Walkowiak J. 2020. Lycopene in tomatoes and tomato products. *Open Chemistry* 18: 752 – 756.
115. Grajek W. 2007. Przeciwutleniacze w żywności. Aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne. *Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa* 97:172-176, 344, 431.
116. Greer L., Dole M. 2003. Aluminium foil, aluminium-painted, plastic, and degradable mulches increase yields and decrease insect-vectored viral diseases of vegetables. *HortTechnology* 13(2): 276-284.
117. Grembecka M., Szefer P., Gurzyńska A., Dybek K. 2008. Ocena jakości zdrowotnej wybranych warzyw na podstawie ich składu pierwiastkowego. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 3: 328-332.

118. Grzegorzewska M., Badełek E. 2012. Wpływ rodzaju opakowań na trwałość przechowalniczą pomidorów z uprawy konwencjonalnej i ekologicznej. *Nowości Warzywnicze/ Vegetable crops News* 54-55: 90-97.
119. Grześkowiak A. 2012. Nawożenie warzyw w uprawie polowej. Zakłady Chemiczne "POLICE" S.A.
120. Gunes G., Lee Ch. Y. 1997. Color of minimally processed potatoes as affected by modified atmosphere packaging and antibrowning agents. *Journal of Food Science* 62 (3): 572-575.
121. Gupta J. P., Gupta G. N. 1987. Response of tomato and okra crops to irrigation and mulch in an arid region of India. *Agrochimica* 31(3): 193-202.
122. Gwóźdź E., Gębczyński P. 2015. Prozdrowotne właściwości owoców pomidora i jego przetworów. *Postępy Fitoterapii* 4 (18): 186-188.
123. Haapala T., Palonen P., Korpela A., Ahokas J. 2014. Feasibility of paper mulches in crop production: a review. *Agricultural and Food Science* 23: 60-79.
124. Hallmann E., Rembiałowska E. 2007. Estimation of fruits quality of selected tomato cultivars from organic and conventional cultivation with special consideration of bioactive compounds content. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 52 (3): 55-60
125. Hallmann E. 2012 The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 92(14): 2840-2848.
126. Hallmann E., Rembiałkowska E., Derejko A. 2013. Wpływ sposobu pakowania oraz mrożenia na zawartość związków biologicznie czynnych w owocach pomidora z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 58 (3): 204-208.
127. Haque M.A., Jahiruddin M., Clarke D. 2018. Effect of plastic mulch on crop yield and land degradation in south coastal saline soils of Bangladesh. *International Soil and Water Conservation Research* 6(4): 317-324.
128. Hayes D.G., Dharmalingam L.C., Wadsworth K. K., Leonas C.A., Miles D., Inglis D. A. 2012. Biodegradable Agricultural Mulches Derived from Biopolymers. In *Degradable Polymers and Materials, Principles and Practice*, University of Alabama at Huntsville. ACS Books.
129. Hernandez M., Rodriguez E., Diaz C. 2008. Analysis of organic acid content in cultivars of tomato harvested in Tenerife. *European Food Research and Technology*, 226: 423-435.

130. Horbowicz M., Saniewski M. 2000. Biosynteza, występowanie i właściwości biologiczne likopenu. *Postępy Nauk Rolniczych*, 1: 29-45.
131. Hu Q., Li X., Goncalves J.M., Shi H., Tian T., Chen N. 2020. Effects of residual plastic-film mulch on field corn growth and productivity. *Science of The Total Environment* 729(10): 528-534.
132. Hudu A.I., Futuless K.N., Gworgwor N.A. 2002. Effect of mulching intensity on the growth and yield of irrigated tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and weed infestation in semi-arid zone of Nigeria. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment* 21: 37-45.
133. Ibarra-Jiménez L., Zermeño-González A., Munguía-López J. Rosario Quezada-Martín M.A., De La Rosa-Ibarra M. 2008. Photosynthesis, soil temperature and yield of cucumber as effected by colored plastic mulch. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science* 58(4): 372-378.
134. Idaszewska N., Bieńczak K., Drabicka A. 2014. Wpływ warunków przechowywania na dojrzewanie pomidorów. *Inżynieria i Aparatura Techniczna* 53, 6: 414-415.
135. Ingman M., Santelmann M.V., Tilt B., 2015. Agricultural water conservation in China: plastic mulch and traditional irrigation. *Ecosystem Health and Sustainability* 1(4) Art. 2: 1-11.
136. Islam S. 2023. Effects of raised bed furrow irrigation and various mulching techniques on the growth, yield and water use efficiency of tomato cultivation. *International Journal of Horticultural Science and Technology* 10(1): 33-40,
137. Jabłońska – Ceglarek R., Rosa R. 2002. Przedplonowe nawozy zielona a zawartość witaminy C i białka w buraku ćwikłowym. *Acta Hortorum Cultus* 1(1): 5-11.
138. Jackman R.L., Marangoni A.G., Stanley D.W. 1990. Measurement of tomato fruit firmness. *HortScience* 25 (7): 781-783.
139. Jarczyk A., Berdowski J.B. 1999. Przetwórstwo owoców i warzyw. WSiP S.A., Warszawa.
140. Jarosz Z., Dzida K., 2011. Effect of substratum and nutrient solution upon yielding and chemical composition of leaves and fruits of glasshouse tomato grown in prolonged cycle. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 10(3): 247-258.
141. Jasińska A. 2018. Spent mushroom compost (SMC) – retrieved added value product closing loop in agricultural production. *Acta Agraria Debreceniensis*: 185-202
142. Jędrzczyk E., Skowera B., Kopcińska J., Ambroszczyk A.M., 2012. The influence of weather conditions during vegetation period on yielding of twelve determinate tomato cultivars. *Notuale Botanicae Horti Agrobotanici, Cluj-Napoca* 40 (2): 203-209.

143. Jiménez M.N., Fernández-Ondoño E., Ripoll M.Á., Castro-Rodríguez J., Huntsinger L., Navarro F.B. 2016. Stones and organic mulches improve the *Quercus ilex* L. afforestation success under Mediterranean climatic conditions. *Land Degradation and Development* 27: 357–365.
144. Jodaugine D., Pupaliene R., Urboniene M., Pranckietis V., Pranckietiene I. 2006. The impact of different types of organic mulches on weed emergence. *Agronomy Research* 4: 197-201.
145. Jones J.B. 2013. *Instructions for Growing Tomatoes in the Garden and Green-House*. GroSystems, Anderson, SC, USA: 148.
146. Jordan S.N., Mullen G.J. 2008. Spent mushroom legislation in Ireland. *Proceedings of Environment* 37-41.
147. Jun X. 2006. Application of high hydrostatic pressure processing of food to extracting lycopene from tomato paste waste. *High Pressure Research* 29: 736-739.
148. Kaczmarek S. 2009. Wykorzystanie potencjału allelopatycznego roślin w wybranych uprawach rolniczych. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 49 (3): 1502–1511.
149. Kader M.A., Senge M., Mojid M.A., Ito K. 2017. Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment. *Soil and Tillage Research* 168: 155-166.
150. Kader M.A., Nakamura M., Senge M.A., Mojid S. Kawashima A. 2020. Effects of coloured plastic mulch on soil hydrothermal characteristics, growth and water productivity of rainfed soybean. *Irrigation and Drainage* 69(3):483–494.
151. Kaniszewski S., Elkner K. 1988. Wpływ nawadniania i nawożenia azotem na plon i jakość pomidora uprawianego z siewu. *Biuletyn Warzywniczy* XXXII: 29-47.
152. Kapusta F. 2017. Rynek warzyw w Polsce i jego powiązania międzynarodowe. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego* tom 17, zeszyt 2: 93-105.
153. Kar G., Kumar A. 2007. Effects of irrigation and straw mulch on water use and tuber yield of potato in eastern India. *Agricultural Water Management* 94(109): 116.
154. Karczmarczyk, S., Nowak, L. 2006. Nawadnianie roślin. PWRiL Poznań.
155. Kasirajan S., Ngouajio M. 2012. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 32:501-529.
156. Kayum M.A., Asaduzzaman M., Haque M.Z. 2008. Effects of indigenous mulches on growth and yield of tomato. *Journal of Agriculture and Rural Development* 6(1,2):1-6.



157. Kęsik T., Maskalaniec T. 2004. Wpływ ściółkowania na zawartość składników mineralnych w glebie i w liściach truskawki. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Ogrodnictwo* 37: 87-93.
158. Khan T.N., Jeelani G., Tariq M.S., Mahmood T., Hussain S.I. 2011. Effect of different concentrations of rooting hormones on growth of tomato cuttings (*Solanum esculentus* L.). *Journal of Agricultural Research*, 49(2): 241–247.
159. Khan I., Azam A., Mahmood A. 2013 The impact of enhanced atmospheric carbon dioxide on yield, proximate composition, elemental concentration, fatty acid and vitamin C contents of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Environmental Monitoring and Assessment* 185:205–214.
160. Kibler M. 2010. Uprawa warzyw metodami ekologicznymi na różnych typach ściółek. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu: 26.
161. Kohut M., Anyszka Z., Golian J. 2013. Zmiany w zachwaszczeniu i plonowanie wybranych gatunków warzyw w zależności od metody ochrony przed chwastami. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 58 (3): 255-260.
162. Kosterna E. 2010. The effect of covering and mulching on the soil temperature, growth and yield of tomato. *Folia Horticulturae* 26/2: 91-101.
163. Kosterna E. 2014a. The effect of covering and mulching on the soil temperature, growth and yield of tomato. *Folia Horticulturae* 26/2: 91-101.
164. Kosterna E. 2014b. The effect of soil mulching with organic mulches, on weed infestation in broccoli and tomato cultivated under polypropylene fibre, and without a cover. *Journal of Plant Protection Research* 54(2): 189-198.
165. Kosterna E. 2014c The yield and quality of broccoli grown under flat covers with soil mulching. *Plant, Soil, Environment* 60(5): 228-233.
166. Kosterna E. 2014d. Organic mulches in the vegetable cultivation (a review). *Ecological Chemistry and Engineering A*, 21(4): 481-492.
167. Kosterna E. 2014e The effect of soil mulching with straw on the yield and selected components of nutritive value in broccoli and tomatoes. *Fol Hort.* 201426/1:31-42. DOI: 10.2478/fhort-2014-0003.
168. Kowalczyk D., Baraniak B. 2012. Zawartość likopenu i właściwości przeciwutleniające wybranych ketchupów łagodnych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna XLV*, 3: 494-499.

169. Kozłowski W.M., Kropisz A. 1992. Influence of organic matter, mineral fertilization and spacing on the yield and chemical composition of strawberries. *Annals of Warsaw Agricultural University, Horticulture* 16: 3-8.
170. Kudrycka A. 2019. Preferencje pokarmowe ślimaków skorupowych i bezskorupowych na przykładzie ślimaka winniczka (*Helix Pomantia*), Śliniaka Luzytańskiego (*Arion Lusitanicus*) i Pomrowa Czarniawego (*Limax Cinereoniger*). *Acta Juvenum* 4: 65-70.
171. Kumar R., Srivatsava B. K. 1998. Influence of different mulches on flowering and fruit setting of winter tomato. *Crop Research* 12: 174-176.
172. Kundu P., Adhikary N.K., Saha M., Ghosal A., Sahu N.C. 2019. The effects of mulches on tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) in respect of yield attribute in ecosystem of Coastal Bengal. *Current Journal of Applied and Technology* 35(4):1-8.
173. Kuti J.O., Konuru H.B. 2005. Effects of genotype and cultivation environment on lycopene content in red-ripe tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 2021-2026.
174. Kyrikou I., Briassoulis D. 2007. Biodegradation of Agricultural Plastic Films: A Critical Review. *Journal of Polymers and the Environment* 15(3): 227.
175. Lamont W.J. 1993. Plastic mulches for the production of vegetable crops. *HortTechnology* 3(1): 35-39.
176. Lee S.K., Kader A.A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20: 207-220.
177. Li C, Moore-Kucera J, Lee J, Corbin A, Brodhagen M, Miles C, Inglis D. 2014. Effects of biodegradable mulch on soil quality. *Applied Soil Ecology* 79: 59–69.
178. Li J., Tao X., Li L., Mao L., Luo Z., Khan Z.U., Ying T. 2016. Comprehensive RNA-Seq Analysis on the Regulation of Tomato Ripening by Exogenous Auxin. *PloS One*, 11 (5).
179. Li R., Li Q., Pan L. 2020. Review of organic mulching effects on soil and water loss. *Archives of Agronomy and Soil Sciences* 67(1): 136-151.
180. Li S., Ding F., Flury M. Wang Z., Xu L., Li S., Jones D.L., Wang J. 2022. Macro- and microplastic accumulation in soil after 32 years of plastic film mulching. *Environmental Pollution* 300: 2-8.
181. Li Y., Wang H., Zhang Y., Martin C. 2018. Can the world's favorite fruit, tomato, provide an effective biosynthetic chassis for high-value metabolites?. *Plant Cell Reports*, 37: 1443–1450.
182. Liebman M., Davis A.S. 2000. Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research* 40: 27–47.

183. Liedl B.E., Labate J.A., Stommel J.R., Slade A., Kole C. 2013. Genetics, Genomics And Breeding of Tomato. Wydawnictwo CRC Press.
184. Lipecki J. 1998. Współczesne poglądy na pielęgnację gleby w sadach. Postępy Nauk Rolniczych 4:1-15.
185. Lisiewska Z., Kmiecik W. 2000. Effect of storage period and temperature on the chemical composition and organoleptic quality of frozen tomato cubes. Food Chemistry 70 (2):167-173.
186. Liu E.K., He W.Q., Yan C.R. 2014. 'White revolution' to 'white pollution' – agricultural plastic film mulch in China. Environmental Research Letters 9: 1-3.
187. López-Tolentino G., Ibarra-Jiménez L., MéndezPrieto A., Lozano-del Río A.J., Lira-Saldivar R.H., José H. 2016. Photosynthesis, growth, and fruit yield of cucumber in response to oxodegradable plastic mulches. Acta Agriculturae Scandinavica 67(1): 77-84.
188. Loy B., Lindstrom J., Gordon S., Rudd D., Wells O. 1989. Theory and development of wavelenght selective mulches. Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress 21: 193-197.
189. Maida P., Bisen B.P., Diwan G. 2019. Effect of plastic mulch on growth and yield of chilli (*Capsicum annuum* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 8 (12): 2056-2062.
190. Majchrowska-Safaryan A., Tkaczuk C. 2013. Możliwość wykorzystania podłoża po produkcji pieczarki w nawożeniu gleb jako jeden ze sposobów utylizacji. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 58(4): 57-62.
191. Majkowska-Gadomska J., 2010. The chemical composition of fruit in selected melon cultivars grown under flat covers with soil mulching. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus 9(2), 39-52
192. Majkowska-Gadomska J., Dziejczak A., Dobrowolski A. 2014. Wpływ odmiany oraz ściółkowania gleby na zawartość wybranych pierwiastków w owocach pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Acta Agrophysica 21(3): 305-313.
193. Majkowska-Gadomska J., Arcichowska K. 2012. Yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) fruit harvested from plants grown in mulched soil. Acta Agrobotanica 65(6): 149-156.
194. Majkowska-Gadomska J, Wierzbicka B, Arcichowska K. 2012b. Yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit harvested from plants grown in mulched soil. Acta Agrobotanica 65(4):149-156.

195. Makus, D.J., Tiwari S.C., Pearson H.A., Haywood J.D., Tiarks A.E. 1994. Okra production with pine straw mulch. *Agroforestry Systems* 27:121–127.
196. Mangels A.R, Holden J.M, Beecher G.R, Forman M.R, Lanza E. 1993. Carotenoid content of fruits and vegetables: an evaluation of analytic data. *Journal of the American Dietetic Association* 93:284-296.
197. Maoka T. 2009. Recent progress in structural studies of carotenoids in animals and plants. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 483: 191-195.
198. Martí R., Roselló S., Cebolla-Cornejo J. 2016. Tomato as a source of carotenoids and polyphenols targeted to cancer prevention. *Cancers* 8 (6): 2-28.
199. Martyniak-Przybyszewska B., Wierzbicka B., 1996. Ocena wpływu kilku podłoży na plonowanie ogórka szklarniowego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 429: 237-240.
200. Marx M., Stuparic M., Schieber A., Carle E. 2003. Effect of thermal processing on trans-cis-isomerization of  $\beta$ -carotene in carrot juices and carotene containing preparations. *Food Chemistry* 83: 609-617.
201. Masiunas J.B. 1998. Production of vegetables using cover crops and living mulches – a review. *Journal of Vegetable Crop Production* 4 (1): 10-31.
202. Mazidi M., Ferns G.A., Banach M. 2020. A high consumption of tomato and lycopene is associated with a lower risk of cancer mortality: results from a multi-ethnic cohort. *Public Health Nutrition* 23(9): 1569-1575.
203. Mirowski A. 2020. Likopen jako antyoksydacyjny składnik dawki pokarmowej. *Życie Weterynaryjne* 95(7): 420-422.
204. Morandin L.A., Lavery T.M., Kevan P.G. 2001. Effect of bumble bee (Hymenoptera: Apidae) pollination intensity on the quality of greenhouse tomatoes. *Journal of Economic Entomology*, 94: 172–179.
205. Moreno M.M., Cirujeda A., Aibar J., Moreno C. 2016. Soil thermal and productive responses of biodegradable mulch materials in a processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) crop. *Soil Research* 54(2): 2017-215.
206. Moreno M.M., Moreno A. 2008. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop. *Scientia Horticulturae* 116: 256-263.

207. Mormile P., Stahl N., Malinconico M., 2017. The world in plasticulture. In: Soil Degradable Bioplastics for a Sustainable Modern Agriculture, Green Chemistry and Sustainable Technology. M. Malinconico (Ed.), Springer-Verlag GmbH, Germany, 1-21.
208. Możdżeń K., Barabasz-Krasny B., Szymacha K., Oliwa J. 2015. Rośliny wykorzystywane w maskach kosmetycznych. Polish Journal of Cosmetology 19(4): 372-379.
209. Muhammad A.P., Muhammad I., Khuram S., Anwar-UL-Hassan. 2009. Effect of mulch on soil physical properties and NPK concentration in Maize (*Zea mays*) shoots under two tillage system. International Journal of Agriculture & Biology 11: 120-124.
210. Mukherjee A., Kundu M., Sarkar S. 2010. Role of irrigation and mulch on yield, evapotranspiration rate and water use pattern of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Agricultural Water Management 98: 182-189.
211. Muszyńska B., Guła A., Sułkowska-Ziaja K. 2013. Właściwości lecznicze i dietetyczne najważniejszych jadalnych przedstawicieli rodziny *Solanaceae*. Farmacja Polska, 69 (11): 645-661.
212. Mutetwa M., Mtaita T. 2014. Effects of mulching and fertilizer sources on growth and yield of onion. Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences 2(3): 102-106.
213. Mutoro K. 2021 Effect of organic and inorganic mulching materials on tomato growth and development in Western Kenya. Academia Letters 1131: 2-7.
214. Najafabadi Mahdieh M.B., Peyvast G.H., Hassanpour Asil M., Olfati J.A., Rabiee M. 2012. Mulching effects on the yield and quality of garlic as second crop in rice fields. International Journal of Plant Production 6(3): 279-290.
215. Nawrocka B., Robak J., Ślusarski Cz., Macias W. 2006. Choroby i szkodniki pomidora w polu i pod osłonami. Plantpress, Kraków: 77.
216. Ngouajio M., Ernest J., 2004. Light transmission through colored polyethylene mulches affects weed populations. HortScience 39 (6): 1302-1304.
217. Nguyen M, Francis D, Schwartz S. 2001. Thermal isomerisation susceptibility of carotenoids in different tomato varieties. Journal of the Science of Food and Agriculture 81: 910-917.
218. Nikolic B., Radulović M., Spalevic V., Nenezic E. 2012. Mulching methods and their effects on the yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) in the zeta plain. Agriculture & Forestry, 52(1-4): 17- 33
219. Nowak K., Żmudzińska-Żurek B. 2009. Pomidory – najlepsze źródło likopenu. Przemysł Spożywczy 6: 26-29.
220. Nuez F. Desarrollo de nuevos cultivares. El cultivo del tomate 1999: 625-669.

221. Ochiai N., Powelson M.L. Crowe F.J., Dick R.P. 2008. Green manure effects on soil quality in relation to suppression of Verticillium wilt of potatoes. *Biology and Fertility of Soils* 44: 1013-1023.
222. Ogundare S.K., Babatunde I.J. 2015. Response of tomato variety (Roma F1) yield to different mulch materials and staking in Kabba, Kogi State, Nigeria. *Journal of Agricultural Studies* 3(2): 61-70.
223. Okazaki M., Ezura H. 2009. Profiling of melatonin in the model tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivar Micro-Tom. *Journal of Pineal Research* 46: 338–343.
224. Olfati J.A., Peyvast G.H., Nosrati-Rad Z. 2008. Organic mulching on carrot yield and quality. *International Journal of Vegetable Science* 14(4):362-368.
225. Olson S.M., Stall W.M., Vallad G.E., Webb S.E., Smith S.A., Simonne E.H., McAvoy E.J., Santos B.M., Ozores-Hampton M. 2012. Tomato production in Florida. EDIS. University of Florida.
226. Onunva A.O., Nwaiwu C.J., Madueke C.O., Nnabuihe E.C., Nwosu T.V., Iwuchukwu T. 2023. Effect of different mulch materials on soil properties, growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* mill) at Awka. *Proceedings of the First Faculty of Agriculture International Conference, Nnamdi Azikiwe University. Awka, Nigeria*: 108-114.
227. Ostasiewicz A, Piecyk M. 2009. Soki pomidorowe – charakterystyka i właściwości przeciwtleniające. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 2: 28-29.
228. Oszmiański J. 2009. Nowe trendy w produkcji soków owocowych i napoi funkcjonalnych. Żywność wzbogacona i nutraceutyki. Kraków. Polskie Towarzystwo Technologów Żywności Oddział Małopolski: 90-106.
229. Pacholek B., Małecka M. 2001. Pestki pomidora – źródło oleju i przeciwutleniaczy. *Tłuszcze Jadalne* 36 (1-2): 35-40.
230. Panno S., Davino S., Giovanni Caruso A., Bertacca S., Crnogorac A., Mandić A., Noris E., Matic S. 2021. A review of the most common and economically important diseases that undermine the cultivation of tomato crop in the Mediterranean Basin. *Agronomy* 11: 2-45.
231. Papaioannou E.H., Karabelas A.J. 2012. Lycopene recovery from tomato peel under mild conditions assisted by enzymatic pre-treatment and non-ionic surfactants. *Acta Biochimica Polonica* 1 (59): 71-74.
232. Parmar H.N., Polara N.D., Viradiya R.R. 2013. Effect of mulching material on growth, yield and quality of watermelon (*Citrullus Lanatus* Thunb) cv. Kiran. *Universal Journal of Agricultural Research* 1(2):30-37.

233. Pedda Ghouse Peera S.K., Debnath S.K., Maitra S. 2020. Mulching: Materials, Advantages and Crop Production. Protected Cultivation and Smart Agriculture: 55-66.
234. Peralta I.E., Spooner D.M., Knapp S. 2008. Taxonomy of wild tomatoes and their relatives (Solanum Sect. Lycopersicoides, Sect Juglandifolia, Sect Lycopersicon; Solanaceae). Systematic Botany Monographs, 84: 186.
235. Petro – Turza M. 1986. Flavor of tomato and tomato products. Food Reviews International 2(3): 309-351.
236. Piekutowska M., Lenartowicz T., 2017. Międzyplon sposobem na ograniczenie populacji szkodliwych nicieni – pasożytów roślin w glebie. Ziemiak polski 27 (4): 22-28.
237. Piesiewicz H. 2010. Pomidor - frapujący owoc z frapującą historią. Przegląd Piekarski Cukierniczy 58 (8): 14-16.
238. Pinder R., Rana R., Maan D., Kumar K. 2016. Impact of different mulching materials on the growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum*) in Dehradun region of Uttarakhand. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology 1(4): 631-636.
239. PIORIN. Metodyka Integrowanej Produkcji Pomidorów Gruntowych. 2020. Łódź Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa.
240. Purser, J. 1993. Using plastic mulch and row covers to produce vegetables in Alaska. Plasticulture 99:11–18.
241. Raffo A., La Malfa G., Fogliano V. 2006. Seasonal variations in antioxidant components of cherry tomatoes. Journal of Food Composition and Analysis 19: 11-19.
242. Raiola A., Rigano M.M., Calafiore R., Frusciante, L., Barone A. 2014. Enhancing the health-promoting effects of tomato fruit for biofortified food. Mediators Inflammation 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/139873>
243. Rajablariani H.R., Hassankhan F., Rafezi R. 2012. Effect of colored plastic mulches on yield of tomato and weed biomass. International Journal of Environmental Science and Development 3(6): 590-593.
244. Ranjan P., Patle G.T., Prem M., Solanke K.R. 2017. Organic mulching-A water saving technique to increase the production of fruits and vegetable. Current Agriculture Research Journal 5(3): 371-380.
245. Robak J., Anyszka Z., Babik I., Golian J., Rogowska M., Sobolewski J., Wrzodak R. 2013. Metodyka integrowanej uprawy pomidora w uprawie polowej. In Hort, Skierniewice.
246. Rocha A.M.C.N., Coulon E.C., Morais A.M.M.B. 2003. Effects of vacuum packaging on the physical quality of minimally processed potatoes. Food Service Technology 3: 81-88.

247. Rose M.A. 1996. Mulching Landscape plants. Ohio State University Extension Fact Sheet: 1083-96
248. Rożek E. 1999. Ocena przydatności kilku nowych odmian pomidora dla przemysłu. Mat. VIII Ogólnopol. Zjazdu Nauk. „Hodowla Roślin Ogrodniczych u progu XXI wieku”, Lublin: 5-7.
249. Rożek E., Nurzyńska-Wierdak R., Kosior M. 2011. Quality and structure of single harvest tomato fruit yield. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 10 (3): 319-329.
250. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych. *Dz. U.* 2011 r. Nr 91, poz. 525.
251. Rozporządzenie Komisji (WE) Nr.1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. (*Dz.U. L* 364 z 20.12.2006, s. 5)
252. Rumpel J. 2007. Uprawa pomidorów polowych. Plantpress, Warszawa.
253. Rutkowska B. 2009. Możliwości rolniczego wykorzystania zużytych podłoży po produkcji pieczarek. *Odpady w kształtowaniu i inżynierii środowiska. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 535: 349-354.
254. Rylander H., Rangarajan A., Maher R.M., Hutton M. G., Rowley N.W., Mc Grath M.T., Sexton Z.F. 2020. Black plastic tarps advance organic reduced tillage ii: impact on weeds and beet yield. *Horticultural Science* 55: 1–6.
255. Sablani S.S., Opara L.U., Al-Balushi K. 2006. Influence of bruising and storage temperature on vitamin C content of tomato fruit. *Journal of Food Agriculture and Environemnt* 4 (1): 54-56.
256. Sagar M.P., Ahlawat O.P., Raj D., Vijay B., Indurani C. 2009. Indigenous technical knowledge about the use of spent mushroom substrate
257. Sajid M., Hussain I., Khan I.A., Rab A., Jan I., Fazal-I-Wahid, Shah S.T. 2013. Influence of organic mulches on growth and yield components of pea's cultivars. *Greener Journal of Agricultural Sciences* 3(8): 652-657
258. Samaila A.A., Amans E.B., Abubakar I.U., Babaji B.A. 2011. Nutritional quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) as influenced by mulching, nitrogen and irrigation interval. *The Journal of Agricultural Science* 3(1):266-270.
259. Sarkar M.D., Solaiman A.H.M., Jahan M.S., Rojoni R.N., Kabir K., Hasanuzzaman M. 2019. Soil parameters, onion growth, physiology, biochemical and mineral nutrient composition in response to colored polythene flm mulches. *Annals of Agricultural Sciences* 64:63–70.



260. Sarolian D. K., Bhardwaj R. L. 2012. Effect of mulching on crop production under rainfed condition: A Review. *International Journal of Research in Chemistry and Environment* 2: 8-20.
261. Scarascia-Mugnozza G., Sica C., Russo G. 2011. Plastic materials in European agriculture: actual use and perspectives. *Journal of Agricultural Engineering* 42: 15-28.
262. Schales F. 1990. Agricultural plastics use in the United States. *Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Congress of Plastics in Agriculture*, 54-56.
263. Schales F.D, Sheldrake R. 1963. Mulch effects on soil conditions and tomato plant response. *Proc. 4th National Agricultural Plastics Conference*: 78-90.
264. Schumann E. 2011. *Pomidory. Uprawa i przyrządzenie*. Delta, Warszawa.
265. Sekara A., Pokluda R., Cozzolino E., Del Piano L., Cuciniello A., Caruso G. 2019. Plant growth, yield, and fruit quality of tomato affected by biodegradable and non-degradable mulches. *Horticultural Science* 46(3): 138-145.
266. Sekhon N.K., Singh C.H.B., Sidhu A.S., Thind S.S., Hira G.S., Khurana D.S. 2008. Effect of straw on mulching, irrigation and fertilizer nitrogen levels on soil hydrothermal regime, water use and yield on hybrid chilli. *Soil Science* 54(2): 163-174.
267. Shaari M.F., Isa H.M.M., Rashid A.H.A., Sunar N.M., Mahmood S., Ismail N., Kassim A.S.M., Marsi N. 2019. Biodegradability Characterization of Cotton Waste Planting Bag Prototype. *Advances in Material Sciences and Engineering*. Springer: Singapore: 453-464.
268. Shah Jahan M., Sarkar D.M., Chakraborty R., Muhammad Solaiman A.H., Akter A., Shu S., Guo S. 2018. Impacts of plastic filming on growth environment, yield parameters and quality attributes of lettuce. *Notulae Scientia Biologicae* 10:522-529.
269. Shahzad T., Ahmad I., Choudhry S., Saeed M.K. Khan M.N. 2014. DPPH free radical scavenging activity of tomato, cherry tomato and watermelon: lycopene extraction, purification and quantification. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 6(2): 224-228.
270. Shailbala M., Pundhir V.S. 2008. Efficiency of fungicides and bio-agents against late blight severity, infection rate and tuber field of potato. *Journal of Plant Disease Science* 3(1): 4-8.
271. Sharma M.K., Maguer M. 1996. Lycopene in tomatoes and tomato pulp fractions. *Italian Journal of Food Science* 2:107-113.
272. Shashi K., Kumar S.A. 2011. Effect of black plastic mulch on soil temperature and tomato yield. *Indian Journals* 32(2): 337-339.
273. Shi J. 2000. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40: 1-42.

274. Shi J., Le Maguer M. 2000. Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 1(40): 1-42.
275. Shogren R.L., David M. 2006. Biodegradable paper/polymerized vegetable oil mulches for tomato and pepper production. *Journal of Applied Horticulture* 8(1): 12-14.
276. Shruti V.C., Kuttralam-Muniasamy G. 2019. Bioplastics: Missing link in the era of Microplastics. *Science of The Total Environment* 697(2019).
277. Sikora E. 2005. Pomidor i papryka. Wydawnictwo „Działkowiec” Sp. z o.o., Warszawa: 72.
278. Silva Y.P.A., Ferreira T.A.P.C., Celli G.B., Brooks M.S. 2019. Optimization of lycopene extraction from tomato processing waste using an eco-friendly ethyl lactate-ethyl acetate solvent—a green valorization approach. *Waste and Biomass Valorization* 10: 2851-2861.
279. Sinkevičienė A., Jodaugienė R., Urbonienė M. 2009. The influence of organic mulches on soil properties and crop yield. *Agronomy Research* 7 (2009): 485-491.
280. Siwek P., Kalisz A., Wojciechowska R. 2007. Effect of mulching with film of different colours made from original and recycled polyethylene on the field of butterhead lettuce and celery. *Folia Horticulturae Supplement* 19 (1): 25-35.
281. Siwek P., Libik A. 2005. Wpływ osłon z folii i włókniny w uprawie wczesnego selera naciowego na wielkość i jakość plonu. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Rolnictwo* 515: 483-490.
282. Siwek P., Libik A., Twardowska-Shmidt K., Ciechańska D., Gryza I. 2010. Zastosowanie biopolimerów w rolnictwie. *Polimery* 55(11-12): 806-811.
283. Skiepmo N., Chwastowska-Siwiecka I., Kondratowicz J. 2015. Właściwości likopenu i jego wykorzystanie do produkcji żywności funkcjonalnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 6 (103): 20-32.
284. Skórka P., Lenda M., Tryjanowski P. 2013. New methods of crop production and farm land birds: effects of plastic mulches on species richness and abundance. *Journal of Applied Ecology* 50: 1387-1396.
285. Skowera B., Szumlańska M., Jędrszczyk E. 2014. Warunki termiczno-opadowe południowej części wyżyny krakowsko-częstochowskiej a ryzyko uprawy pomidora gruntowego, *Acta Agrophysica* 21 (3): 337-349.
286. Smagacz J., 2009. Wpływ nawożenia słomą na plonowanie pszenicy ozimej, występowanie chorób podstawy źdźbła oraz niektóre właściwości chemiczne gleby. *Fragmenta Agronomica* 27: 141-150.
287. Smolarz K. 1982. Sadownictwo. Praca zbiorowa, PWRiL, Warszawa: 132-134.

288. Souri M.K., Roemheld V. 2009. Split daily application of ammonium cannot ameliorate ammonium toxicity in tomato plants. *Horticulture Environment and Biotechnology* 50: 384-391.
289. Steinmetz Z., Wollmann C., Schaefer M., Buchmann Ch., David J., Tröger J., Muñoz K., Frör O., Schaumann G.E. 2016. Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation? *Science of the Total Environment* 550 (2016): 690–705.
290. Stobdan T., 2015. Plasticulture in cold arid horticulture. *Science Spectrum*: 155-159.
291. Stürtz M., Cerezo A.B., Cantos-Villar E., Garcia-Parrilla M.C. 2011. Determination of the melatonin content of different varieties of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) and strawberries (*Fragaria ananassa*). *Food Chemistry* 127: 1329–1334.
292. Tamasi G., Pardini A., Bonechi C., Donati A., Pessina F., Marcolongo P., Gamberucci A., Leone G., Consumi M., Magnani A., Rossi C. 2019. Characterization of nutraceutical components in tomato pulp, skin and locular gel. *European Food Research and Technology* 245: 907–918.
293. Tarara, J.M., 2000. Microclimate modification with plastic mulch. *Hortscience* 35: 169–180.
294. Tein B., Ereemeev V., Reintam E., Talgre L., Sánchez de Cima D., Luik A. 2013. Effect of green manures on weeds, crop yields and soil properties in Estonia. Poster. Making producer-led innovation a reality, Birmingham. <http://orprints.org/26841/>
295. Tesfaye T., Tigabu E., Gedamu Y., Lemma H. 2016. Effect of colored polyethylene mulch on soil temperature, growth, fruit quality and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *World Journal of Agricultural Sciences* 12(3): 161-166.
296. Timsina J., Connor D.J. 2001. Productivity and management of rice-wheat cropping systems: issues and challenges. *Field Crops Research* 69: 93-132.
297. Tohge T., Fernie A.R. 2015. Metabolomics-inspired insight into developmental, environmental and genetic aspects of tomato fruit chemical composition and quality. *Plant and Cell Physiology* 56: 1681–1696.
298. Toor R.K., Savage G.P., Lister C.E. 2006. Seasonal variation in the antioxidant composition of greenhouse tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 1-10.
299. Transparency Market Research, 2013. Agricultural Films (LDPE, LLDPE, HDPE, EVA/EBA, Reclaims and Others) Market for Greenhouse, Mulching and Silage applications – Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast, 2013-2019.

300. Trawczyński C. 2008. Znaczenie słomy i poplonów zielonych w nawożeniu ziemniaków. *Ziemniak Polski* 2: 9-13.
301. USDA – United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, National Nutrient Database for Standard Reference Release 28, 2016.
302. van Dam, B., Goffau, M., van Lidt, J., & Naika, S. 2005. La culture de la tomate: Production, transformation et commercialisation. *Serie Agrodok* 17: 6-104.
303. Vivek P., Duraisamy V.M. 2017. Study of growth parameters and germination on tomato seedlings with different growth media. *International Journal of Agricultural Science and Research* 7: 461–470.
304. Wang X., Jia Z., Liang L., Yang B., Ding R., Nie J., Wang J. 2016. Impacts of manure application on soil environment, rainfall use efficiency and crop biomass under dryland farming. *Scientific Reports* 6(1): 20994.
305. Wang Z., Li M., Flury M., Schaeffer S.M., Chang Y., Tao Z., Jia Z., Li S., Ding F., Wang J. 2021. Agronomic performance of polyethylene and biodegradable plastic film mulches in a maize cropping system in a humid continental climate. *Science of the Total Environment* 786: 2-9.
306. Waterer D. 2010. Evaluation of biodegradable mulches for production of warm-season vegetable crops. *Canadian Journal of Plant Science* 738: 737-743.
307. Wawrzyniak A, Marciniak A, Rajewska J. 2005. Lycopene content of selected foods available on the polish market and estimation of its intake. *Polish Journal Of Food And Nutrition Sciences* 14: 195-200.
308. Winiarska S., Kołota E., 2007. Porównanie plonowania i wartości odżywczej wybranych odmian pomidora w uprawie przy palikach w tunelu foliowym. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu CCLXXXIII* (41): 655-659.
309. Wójcik P., Dyśko J., Kaniszewski S., Kowalczyk W., Nowak J. 2014. Zrównoważone nawożenie roślin ogrodnich. InHort, Skierniewice.
310. Woźny A. 2015. Źródła światła wykorzystywane w produkcji ogrodnich. *Prace Instytutu Elektrotechniki zeszyt* 269: 48-54.
311. Wrzodak A. 2010. Wpływ uprawy ekologicznej na wartość odżywczą i sensoryczną oraz trwałość przechowalniczą owoców pomidora. *Nowości Warzywnicze* 51: 74-84.
312. Wysocka-Owczarek M. 2001. Pomidory pod osłonami. Hortpress, Warszawa.

313. Viskelis P., Vilkauskaite G., Noreika R.K. 2005. Chemical composition, functional properties and consumption of tomatoes. Lietuvos Sodininkystes ir Darzininkystes Institutas (Lithuanian Institute of Horticulture) 24(4): 182 -192.
314. Vergara C.H., Fonseca-Buendia P. 2012. Ollination of greenhouse tomatoes by the Mexican *Bombus Ehippiatus* (Hymenoptera: Apidae). Journal of Pollination Ecology 7(4): 27-30.
315. Yadav D., Ramana Rao K.V., Trivedy A., Rajwade Y., Verma N. 2023. Reflective mulch films a boon for enhancing crop production: A review. Environment Conservation Journal 24(1): 281-287.
316. Yan C., Liu Q., He W., Li Z. 2021. Where is the solution to the residual pollution of farmland plastic film in my country? China's comprehensive agricultural development 10: 18-21.
317. Zalewska-Korona M., Jabłońska-Ryś E. 2010. Ocena przydatności do jednokrotnego zbioru owoców nowych linii hodowlanych pomidora gruntowego. Nowości Warzywnicze 50: 104-112.
318. Zalewska-Korona M., Jabłońska-Ryś E., Michalak-Majewska M. 2013. Wartości odżywcze i prozdrowotne owoców pomidora gruntowego. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna 2: 200-205.
319. Zangoueinejad R., Kazemeini S.A., Ghadiri H., Javanmardi J. 2018. Effect of non-living mulches and metribuzin on yield and yield components of tomato (*Lycopersicon escolentum* cv. CH). Iran Agricultural Research 37(1): 43-48.
320. Zaniewicz-Bajkowska A, Franczuk J, Kosterna E. 2009. Direct and secondary effect of soil mulching with straw on the fresh mass and number of weeds and vegetable yield. Polish Journal of Environmental Studies 18(6): 1183-1188.
321. Zaniewicz – Bajkowska A., Franczuk J., Rosa R., Kosterna E. 2012. Nawozy zielona na Mazowszu. Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego w Warszawie: 5-139.
322. Zawadzińska A., Salachna P., Nowak J.S., Kowalczyk W., Piechocki R., Łopusiewicz Ł., Pietrak A. 2022. Compost based on pulp and paper mill sludge, fruit-vegetable waste, mushroom spent substrate and rye straw improves yield and nutritional value of tomato. Agronomy 12, 13: 2-18.
323. Zawiska I., Siwek P. 2014. The effects of PLA biodegradable and polypropylene nonwoven crop mulches on selected components of tomato grown in the field. Folia Horticulturae 26(2): 163-167.

324. Zelga J., Szostak-Węgierek D. 2013. Żywnienie w profilaktyce nowotworów. Część I. Polifenole roślinne, karotenoidy, błonnik pokarmowy. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 94 (1): 41-49.
325. Zhang D., Ng E.L., Hu W., Wang H., Galaviz P., Yang H., Sun W., Li C., Ma X. Fu B. I in. 2020. Plastic pollution in croplands threatens long-term food security. *Global Change Biology* 26(6): 3356-3367.
326. Zhao H., Wang R.Y., Ma B.L., Xiong Y.C., Qiang S.C., Wang Ch.L., Liu Ch.A., Li F.M. 2014. Ridge-furrow with full plastic film mulching improves water efficiency and tuber yields of potato in a semiarid rainfed ecosystem. *Field Crops Research* 61:137-148.

Strony internetowe:

1. [www.agronomist.pl](http://www.agronomist.pl)
2. [www.alseed.pl](http://www.alseed.pl)
3. [www.arr.gov.pl](http://www.arr.gov.pl)
4. [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)
5. [www.fresh-market.pl](http://www.fresh-market.pl)
6. [www.kowr.org.pl](http://www.kowr.org.pl)
7. [www.kups.org.pl](http://www.kups.org.pl)
8. [www.nasiona-holenderskie.pl](http://www.nasiona-holenderskie.pl)
9. [www.novamont.com](http://www.novamont.com)
10. [www.podoslonami.pl](http://www.podoslonami.pl)
11. [www.rynek-rolny.pl](http://www.rynek-rolny.pl)
12. [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl)
13. [www.transparencymarketresearch.com/agricultural-film.html](http://www.transparencymarketresearch.com/agricultural-film.html)
14. [www.tygodnik-rolniczy.pl](http://www.tygodnik-rolniczy.pl)
15. [www.wiadomoscispozywcze.pl](http://www.wiadomoscispozywcze.pl)

## 8. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA



Fot. 1. Rozsada pomidora w szklarni



Fot. 2. Owoce pomidora odmiany Barlo F<sub>1</sub>



Fot. 3. Owoce pomidora odmiany Intrygo F<sub>1</sub>



Fot. 4. Owoce pomidora odmiany Awizo F<sub>1</sub>



Fot. 5. Dojrzałe owoce pomidora Awizo F<sub>1</sub>



Fot. 6. Dojrzały owoc pomidora Barlo F<sub>1</sub>



Fot. 7. Dojrzałe owoce pomidora Intrigo F<sub>1</sub>

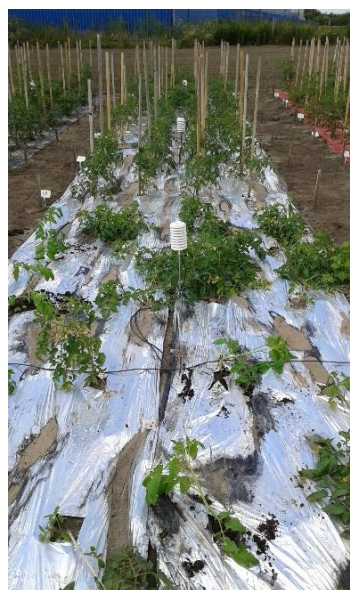


Fot. 8. Zapylenie kwiatu pomidora przez trzmiela





Fot. 9. Pomidor Awizo F<sub>1</sub> na ściółce z folii PE czerwonej.



Fot. 10. Pomidory na ściółce z folii aluminiowej.



Fot. 11. Pomidory na ściółce z folii PE białej



Fot. 12. Pomidor Awizo F<sub>1</sub> na ściółce z włókniny PP czarnej



Fot. 13. Doświadczenie ze ściółkami organicznymi