

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Kierunek Ogrodnictwo

Izabela Skwarska-Wiszniewska

**Wpływ gęstości sadzenia i nawadniania na plonowanie oraz jakość
owoców dwóch odmian truskawki**

Praca doktorska wykonana
w Zakładzie Sadownictwa
pod kierunkiem
prof. dr hab. Krystyny Ostrowskiej

SZCZECIN 2009

*Serdeczne podziękowania składam
Pani Prof. dr hab. Krystynie Ostrowskiej
oraz Panu dr hab. Piotrowi Chelpińskiemu
za pomoc oraz wskazówki
w trakcie wykonywania pracy*

SPIS TREŚCI:

1. WSTĘP	5
2. PRZEGLĄD LITERATURY	7
2.1. Produkcja truskawki na świecie i w Polsce	7
2.2. Pochodzenie i wymagania klimatyczno-glebowe	9
2.3 Sposoby użytkowania odmian	12
2.4 Systemy sadzenia	15
2.5 Nawadnianie plantacji	18
2.5.1 Wpływ nawadniania na stan środowiska glebowego	19
2.5.2 Potrzeby wodne truskawki	19
2.5.3 Systemy nawadniania	22
2.5.4 Jakość wody do nawodnień	25
3. MATERIAŁ I METODY	26
3.1 Materiał	26
3.1.1. Charakterystyka odmian objętych doświadczeniem	29
3.1.2. Nawadnianie	32
3.2. Metody badań	33
3.3. Warunki klimatyczne w czasie prowadzenia doświadczenia	35
3.4. Przebieg doświadczenia	41
3.4.1. Nawożenie	41
3.4.2. Sposoby utrzymania gleby	41
3.4.3. Koszenie liści	41
3.4.4. Usuwanie rozłogów	42
3.4.5. Ochrona chemiczna	42
3.4.6. Zapobieganie uszkodzeniom spowodowanym przez mróz	43
3.4.7. Zapobieganie uszkodzeniom spowodowanym przez ptaki	43
3.5. Metody statystyczne	43
4. WYNIKI	44
4.1. Terminy występowania faz wegetacyjnych badanych odmian	44
4.2. Plon handlowy	44
4.3. Masa 100 owoców	51
4.4. Średnica owoców	52
4.5. Stopień jędrności owoców	53

4.6 Wpływ zróżnicowanej gęstości sadzenia i nawadniania na zawartość składników mineralnych i organicznych w owocach i w liściach	55
4.6.1. Skład chemiczny owoców	55
4.6.1.1. Cukry	55
4.6.1.2. Ekstrakt	57
4.6.1.3. Witamina C	57
4.6.1.4. Kwasowość ogólna	58
4.6.1.5. Sucha masa	59
4.6.2. Skład chemiczny liści	60
4.6.2.1. Sucha masa	60
4.6.2.2. Azot	61
4.6.2.3. Fosfor	62
4.6.2.4. Potas	63
4.6.2.5. Magnez	64
4.6.2.6. Wapń	65
4.7. Wpływ zróżnicowanej gęstości sadzenia i nawadniania na masę i powierzchnię jednego liścia	66
5. DYSKUSJA WYNIKÓW	68
6. WNIOSKI	79
7. SPIS LITERATURY	80

1. WSTĘP

Truskawka jest najpopularniejszym gatunkiem roślin jagodowych uprawianym w Polsce, chociaż jej zbiory w ciągu ostatnich lat spadły w porównaniu z latami dziewięćdziesiątymi. Spadek ten, przy wyraźnym wzroście produkcji truskawek w Hiszpanii, spowodował, że Polska znajduje się obecnie na czwartym/ piątym miejscu na świecie.

Zbiory truskawek w naszym kraju wynoszą ok. 180 tyś. ton rocznie i zajmują w strukturze produkcji sadowniczej drugie miejsce po jabłkach. Polska jest największym producentem truskawek mrożonych w Europie i plasuje się w czołówce eksporterów zarówno mrożonych jak i schłodzonych owoców na świecie.

Niestety stwierdzić obiektywnie należy, że uprawa truskawki w Polsce jest ekstensywna, a poziom produkcji nie jest współmierny do powierzchni areалу. Średnie zbiory wynoszą 3-4 t·ha⁻¹, czyli czterokrotnie mniej aniżeli w Niemczech, gdzie panują podobne warunki klimatyczne. Tak niskie plony z hektara nie zapewniają opłacalności, dlatego powinny być znacznie podniesione, co jest możliwe przez zastosowanie racjonalnej technologii produkcji. Powodem produkcji ekstensywnej w Polsce jest ponadto duże rozdrobnienie plantacji truskawki. Przeciętna wielkość plantacji waha się w granicach około 0,1- 0,2 ha.

Rozszerzenia wymaga przede wszystkim uprawa odmian dających owoce deserowe. Rozwiązanie problemu niskiego plonu truskawki w przeliczeniu na hektar byłoby możliwe m.in. dzięki uprawie odmian plennych na dużych plantacjach, przy odpowiednio wydajnej technologii oraz intensyfikacji zabiegów agrotechnicznych, do których w pierwszym rzędzie należy zaliczyć nawadnianie.

Cechą charakterystyczną produkcji w naszym kraju jest bardzo wysoki udział odmiany przetwórczej jaką jest Senga Sengana. Jej uprawa pozwala wprowadzić Polskę na dominację pod względem wielkości produkcji owoców przetworzonych i mrożonych, nie wymusza jednak takiej intensyfikacji jak przy uprawie odmian deserowych. Daje się jednak zauważyć u poszczególnych plantatorów tendencję do unowocześniania produkcji, czego przykładem jest prowadzenie równoległe z Sengą Senganą także odmian deserowych.

Rosnąca konkurencja na rynkach światowych powoduje postępujący od kilku lat spadek cen tych owoców. Zwiększają się też wymagania konsumentów odnośnie

jakości i walorów smakowych owoców. Rynek owocowy wymusza produkcję owoców o określonej wielkości, jędrnych, posiadających wysokie walory smakowe i prawidłowo wykształconych, a przede wszystkim akceptowanych przez konsumentów i odpowiadających ich wymaganiom.

Rosnąca konkurencja w przemyśle truskawkowym oraz niskie plony uzyskiwane z tradycyjnej uprawy tych roślin sprawiają, że konieczne staje się zastosowanie nowoczesnych technologii uprawy, w tym większej intensyfikacji produkcji.

Zakładając plantację truskawek należy więc zwrócić uwagę także na wady i zalety poszczególnych odmian oraz ich potencjalną wartość produkcyjną. Dlatego też aby owoce zostały zaakceptowane przez rynek konsumencki, pożądane jest przekonanie sadowników o konieczności wdrażania nowoczesnych metod produkcji, stosowania nawadniania jako standardu, poprawienia technologii uprawy, jak również wprowadzania dochodowych odmian.

Ze względu na to, że truskawka jest jedną z najpopularniejszych roślin sadowniczych w Polsce, stosuje się różne sposoby uprawy tego gatunku, a jednym z nich jest zróżnicowana gęstość sadzenia. Pojawia się pytanie czy poprzez zastosowanie odpowiedniej gęstości sadzenia można tak pokierować uprawą, aby móc uzyskiwać owoce drobne, które użyte w całości byłyby chętnie skupowane jako tzw. wsad owocowy w przemyśle mleczarskim. Obecnie na polskim rynku jedynie Zott Polska Sp. z o.o. posiada w swojej ofercie jogurty zawierające całe owoce truskawki, co stanowi jej atut i przewagę w porównaniu z innymi firmami. Jogurty tej firmy są przez konsumentów oceniane wysoko. Pozostałe firmy oferują jedynie jogurty zawierające bardzo drobne kawałki lub strzępki owoców. Pożądanymi przez konsumenta byłyby produkty zawierające owoce całe i być może zastosowanie między innymi odpowiedniej gęstości sadzenia roślin będzie stanowić rozwiązanie tego problemu.

W Polsce podstawową odmianą w produkcji towarowej jest od wielu lat Senga Sengana, której udział w strukturze odmianowej jednak stopniowo spada i obecnie stanowi około 65% nasadzeń.

Celem prowadzonych w obrębie niniejszej pracy badań było określenie wpływu nawadniania kropłowego na wielkość oraz jakość plonu dwóch odmian truskawki (Kama i Senga Sengana) w zależności od zastosowanej gęstości sadzenia roślin w warunkach przyrodniczych Szczecina.

2. PRZEGLĄD LITERATURY

2.1 Produkcja truskawki na świecie i w Polsce

Truskawka uprawiana jest we wszystkich krajach o klimacie umiarkowanym oraz w chłodniejszych rejonach krajów podzwrotnikowych (Kawecki i Kryńska 1995).

Światowa produkcja truskawek waha się od 2300 do 2716 ton. Według danych FAO, w 1999 roku największymi producentami tego gatunku owoców były Stany Zjednoczone (785 tys. ton), Hiszpania (367 tys. ton), Japonia (198 tys. ton) i Polska (178 tys. ton) (Świetlik 2003). Obecnie wzrasta produkcja owoców truskawki na świecie przekraczając już 3,6 mln ton. Nadal największym potentatem są Stany Zjednoczone z ilością 1,1 mln ton rocznie, a drugie miejsce w świecie zajmują Chiny ze średnią produkcją około 800 tys. ton (Makosz 2007).

Obecnie zbiory wszystkich owoców truskawki w 45% pochodzą z Europy, w 32% z Ameryki Północnej i w 17% z Azji. Wzrost wysokości plonów tego gatunku jest głównie rezultatem prowadzenia coraz lepszej ochrony roślin oraz stosowania technologii produkcji umożliwiających wielokrotny zbiór owoców w ciągu roku i to przez cały sezon wegetacyjny (Górka 2001).

Regres w produkcji truskawek zaobserwowano we Włoszech, Francji i Japonii. Jednak w niektórych krajach w ostatniej dekadzie XX wieku nastąpił bardzo silny przyrost produkcji tych owoców. Należą do nich, między innymi – Turcja (+116%), kraje byłego Związku Radzieckiego (+90%), Hiszpania (+78%), Niemcy (+48%), Korea Południowa (+42%), USA (+38%), Meksyk (+35%) oraz Egipt (+25%) (Kubiak, 2001). Dość trudno jest jeszcze określić tendencję w uprawie tego gatunku w Chinach (Makosz 2007).

Polska jest jednym z największych producentów owoców truskawki na świecie. Średnie plony są jednak niskie – w 2003 roku ich wysokość wynosiła jedynie 3 t·ha⁻¹ (Rocznik GUS 2004). Przyczyną tego jest między innymi uprawa truskawek bez nawadniania, co w zestawieniu z dużą wrażliwością truskawki na okresowe niedobory wody wyraźnie obniża wielkość i jakość plonu (Hołubowicz i Rebandel 1997). Innymi przyczynami niskich średnich plonów z jednostki powierzchni są także: zbyt długa eksploatacja plantacji, uprawa odmian o niskiej plenności oraz mało skuteczne zwalczanie chorób i szkodników (Ostrowska 1998b).

Obecny udział Polski w światowej produkcji jest dużo mniejszy niż w połowie lat dziewięćdziesiątych (Żurawicz 2001). Według danych z roku 1995 roczna produkcja owoców truskawki w Polsce przekroczyła 200 tys. ton (Smolarz i in. 1995), natomiast w

ostatnich latach zmalała do 150-200 tyś. ton stanowiąc około 20% masy truskawek produkowanych na terenie UE (Nosecka i Klimek 2005).

Obecnie produkcja truskawki w Polsce jest mniej opłacalna niż w poprzednich latach, w związku z czym od początku lat 90-tych obserwuje się systematyczne zmniejszanie się uprawy odmiany Senga Sengana. Szansą dla producentów jest zwiększenie produkcji truskawek deserowych z przeznaczeniem do bezpośredniego spożycia (Laszlovszky-Zmarlicka i Żurawicz 2004).

W Polsce ogólna powierzchnia plantacji truskawek w ostatnich latach wynosiła od 38 do 60 tys. ha. Obecnie wielkość ta wynosi około 55 tys. ha, a udział plantacji małych w tej powierzchni stanowi 65-70% (Makosz 2007). Większość owoców pochodzi z plantacji o areale poniżej 1 ha, mało wydajnych i częstokroć nieprawidłowo prowadzonych (Bielenin i Mieszka 2005). Przeważająca część plantacji pielęgnowana jest niedostatecznie lub wcale, a sadzonki pochodzą z owocujących plantacji, co przekłada się na bardzo niskie plony. Szacunkowo z plantacji o powierzchni około 35 tys. ha zbiory owoców wynoszą od 75 do 100 tys. ton, gdzie większość owoców zostaje w gospodarstwie lub jest sprzedawana na targowiskach, a tylko nieznaczna część trafia do zakładów przemysłu przetwórczego. Udział dobrze prowadzonych, większych plantacji wynosi około 20%, co stanowi ok. 10 tys. ha. Zbiór owoców z takiej powierzchni wynosi od 100 do 120 tys. ton owoców (Makosz 2007).

Tak duża produkcja wywołana jest zapotrzebowaniem naszego rynku na świeże owoce oraz możliwością eksportu zarówno owoców świeżych, mrożonych jak i przetworzonych. Zapotrzebowanie na takie owoce jest w zasadzie nieograniczone (Kubiak 2001a).

Świeże truskawki dostarczane są przede wszystkim do przemysłu przetwórczego z przeznaczeniem na mrożonki. Spożycie świeżych owoców w Polsce kształtuje się na dość niskim jeszcze poziomie (około 1,5 kg na osobę rocznie) (Kubiak 2000).

Większość zbiorów truskawek wykorzystywana jest w naszym kraju przez przemysł przetwórczy (Górka 2001). Przy produkcji około 190 tys ton do przemysłu przetwórczego trafia około 135 tys. ton truskawek, z czego 110-120 tys. ton przeznaczają się na mrożonki, a 15-20 tys. ton na koncentrat (Makosz 2007).

Mrożone owoce truskawki należą do strategicznych surowców w polskim eksporcie owoców. Głównym odbiorcą mrożonych owoców truskawki eksportowanych z Polski są kraje Unii Europejskiej. Mając na uwadze niewielkie spożycie truskawek w Polsce, eksport tych owoców jest poważnym czynnikiem stabilizującym poziom upraw oraz

przetwórstwa w Polsce (Jędrzejewska i Wąsowicz 1998). W 1996 roku polskie truskawki stanowiły 74,7 % całości truskawek importowanych przez Unię Europejską, a trzy lata później już tylko 49,2%. Przyczyn tego spadku dopatrywać się można w reprivatyzacji i w zmianie struktury gospodarczej zamrażalni owoców w Polsce (Kubiak 2001 b). Brak stabilności produkcji tego gatunku w Polsce, a także cen zaoferowanych przez zagranicznych odbiorców na polskie mrożone truskawki ma wpływ na wahania cen tych owoców i zmienność sytuacji ekonomicznej producentów (Nosecka i Klimek 2005).

Na eksport przeznaczane są przede wszystkim mrożone owoce odmiany Senga Sengana, a w mniejszej ilości także schłodzone, ale w stanie świeżym. Największym importerem polskich truskawek, a zwłaszcza odmiany Senga Sengana, są Niemcy (Żurawicz 2001). Czynniki, które stymulować będą dalszy eksport owoców tej odmiany to – z jednej strony brak możliwości zmechanizowania zbiorów truskawek (także przemysłowych), z drugiej zaś – wysokie koszty robocizny w krajach Unii Europejskiej (Żurawicz 2004).

W Polsce truskawki należą do najważniejszych surowców w grupie owoców mrożonych, eksportowanych do krajów Unii Europejskiej. Przy obecnym stanie zamrażalnictwa w Polsce oraz przy rosnącej konkurencji truskawek pochodzących z Hiszpanii, Chin i Maroka zachodzi konieczność rozwoju rynku truskawek deserowych (Skupień 2002).

Ponad połowa plantacji truskawek w Polsce koncentruje się na obszarze województw: mazowieckiego (14,3 tys. ha), lubelskiego (9,3 tys. ha), świętokrzyskiego (5,2 tys. ha) i łódzkiego (4,3 tys. ha). W 1999 roku najbardziej wzrosła powierzchnia upraw w województwach: warmińsko-mazurskim (do 1,8 tys. ha), lubelskim (do 9,3 tys. ha) i zachodniopomorskim (do 2,3 tys. ha), zmniejszyła się natomiast w województwach: opolskim (o 29,9%), łódzkim (o 10,1%) oraz małopolskim (o 15,5%). (Smoleński 2000).

Owoce w stanie świeżym są dostarczane przede wszystkim do przetwórstwa z przeznaczeniem na mrożonki. Polska jest drugim po Stanach Zjednoczonych krajem produkującym największe ilości mrożonych truskawek, natomiast na europejskim rynku świeżych owoców, a w szczególności odmian deserowych, nie odgrywa większej roli (Kubiak 2001a).

2.2 Pochodzenie i wymagania klimatyczno-glebowe

Rodzaj *Fragaria*, do którego zalicza się *truskawki* i poziomki należy do rodziny Rosaceae (rózowate), znajdującej się w obrębie rzędu Rosales (rózowce). Pierwsze uprawne odmiany truskawki powstały we Francji, w 1750 roku, lecz w ciągu następnych

60 lat zanotowano bardzo mały postęp w hodowli nowych odmian. Dopiero w 1817 roku Thomas Knight z Anglii krzyżując truskawkę wirginijską z truskawką chilijską, otrzymał odmiany o nazwach Dowton i Elton. Dowton była w przeszłości intensywnie wykorzystywana do hodowli nowych odmian. Znaczny rozwój hodowli truskawki i jej towarowa uprawa przypadają na ostatnie lata XIX wieku (Rejman 1994).

Truskawka rośnie dziko w strefie umiarkowanej półkuli północnej w Europie, Ameryce Północnej i Azji, a jeden z gatunków spotyka się również w Ameryce Południowej – od Kolumbii po Chile (Sękowski 1993).

Truskawka należy do roślin klimatu umiarkowanego. Większość odmian jest więc dość dobrze przystosowana do warunków przyrodniczych Polski, ale mogą wymarzać w czasie mroźnych i bezśnieżnych zim. Kwiaty truskawki znajdujące się w stadium białego pąka wytrzymują przymrozki od $-2,1^{\circ}\text{C}$ do $-3,1^{\circ}\text{C}$. Kwiaty rozwinięte przemarzają w temperaturze od $-1,8^{\circ}\text{C}$ do -3°C . Młode zawiązki są z reguły bardziej wrażliwe niż otwarte kwiaty i przemarzają zwykle w temperaturze około $-2,5^{\circ}\text{C}$. Czynnikiem powodującym przemarzanie roślin truskawki mogą być też bezśnieżne zimy, z temperaturą poniżej -20°C (Krzywacka 1997, Szczygieł i Pierzga 1995).

W czasie owocowania dzienne minima temperaturowe na poziomie około 13°C i maksima wynoszące około 24°C są optymalne dla osiągnięcia wysokiego plonu i dobrej jakości owoców (Stand 1994). Słoneczne i ciepłe lato oraz odpowiedni rozkład opadów w dużym stopniu sprzyjają dojrzewaniu owoców, ograniczają porażenie chorobami grzybowymi, co jak twierdzi Kenny (1979), ma wpływ na zwiększenie trwałości owoców podczas przechowywania.

Plantacji truskawek nie należy zakładać w zastoiskach mrozowych, na dnie dolin i kotlin, gdzie występuje zjawisko inwersji temperatury. Najbardziej korzystne do uprawy truskawek są tereny równinne i niewielkie skłony o wystawie wschodniej lub zachodniej. Pożądane są tereny odsłonięte, gdyż truskawki są bardzo wrażliwe na działanie wysuszających wiatrów. Jednym ze sprzyjających warunków klimatycznych Polski są duże wahania temperatur pomiędzy dniem a nocą – mają one korzystny wpływ na tworzenie się wyjątkowo aromatycznych owoców (Krzywacka 1997; Szczygieł i Pierzga 1995).

Najlepsze owocowanie oraz wzrost truskawki uzyskuje się na glebach żyznych, bogatych w próchnicę, przewiewnych, mających uregulowane stosunki wodne. Plantacji nie powinno się zakładać na glebach ciężkich i podmokłych, ponieważ truskawki sadzone na takim stanowisku owocują słabiej niż na glebach lekkich, ich owoce są drobniejsze,

a ryzyko porażenia systemu korzeniowego przez niektóre choroby grzybowe wzrasta (Żurawicz i in. 1999).

System korzeniowy truskawki sięga w głąb nawet do 2 metrów, a wszerz rozpościera się od 40 cm do 100 cm. Podstawowa masa korzeni znajduje się na głębokości około 30-40 cm. Z tego też powodu truskawka dobrze znosi wysoki poziom wody gruntowej, znajdujący się na głębokości 0,5-0,6 m od powierzchni gleby. Poszczególne odmiany cechują się odmiennymi wymaganiami glebowymi, żadne jednak nie preferują gleb wilgotnych. Pod uprawę truskawki nadają się wszystkie typy gleb od II do IV klasy bonitacyjnej. Odpowiednie są gleby należące do kompleksu pszenno-buraczanego i żytnio-ziemniaczanego. Najlepsze są piaszczyste gliny i piaski gliniaste. Na lekkich glebach piaszczystych można również uprawiać truskawki, ale pod warunkiem zapewnienia odpowiedniego stanu wilgotności w glebie poprzez nawadnianie. Na ciężkich glebach należy unikać przejazdów i uprawek powodujących ubijanie gleby, a więc zmniejszanie w niej zawartości powietrza. Gleby powinny być zasobne w próchnicę, żyzne, przewiewne i jeśli to możliwe, lekko kwaśne (Koźmiński 1983, Budzyńska 1988, Ostrowska i Ostrowski 1991, Szczygieł i Pierzga 1995).

Nie powinno się zakładać plantacji po roślinach wykazujących wrażliwość na porażenie przez grzyb *Vertillium dahliae*, który atakuje również korzenie truskawek, tj. po roślinach kapustnych, ogórkach, kalafiorach, ziemniakach, pomidorach oraz malinach. Po tych gatunkach można uprawiać jedynie odmiany odporne na wertycyliozę, takie jak Kama, Senga Sengana czy Dukat. Nieodpowiednim przedplonem są także rośliny wieloletnie, takie jak lucerna, koniczyna, trawy. Na takich bowiem stanowiskach, na skutek braku przeprowadzania upraw mechanicznych, mogą występować opuchlaki, larwy chrabąszczy, drutowce oraz nicienie. Bardzo korzystnym przedplonem dla truskawki jest aksamitka niska (*Tagetes patula*), której system korzeniowy wydziela substancje toksyczne dla nicieni żerujących na korzeniach truskawki (Żurawicz 2002).

Najwcześniej dojrzewające odmiany powinno się uprawiać na glebie lekkiej i południowych skłonach, w takich bowiem warunkach owoce dojrzewają o kilka dni wcześniej niż na równinie. Korzystna jest również uprawa późniejszych odmian truskawki na glebie cięższej i zboczu północnym. W uprawie truskawki o średniej porze dojrzewania wystawa nie ma większego znaczenia. (Koźmiński 1983, Budzyńska 1988, Ostrowska i Ostrowski 1991, Szczygieł i Pierzga 1995).

Truskawka wymaga gleb lekko kwaśnych, o pH w granicach 5,5 – 6,5. Dwa lata przed założeniem plantacji należy wykonać analizę gleby pod kątem kwasowości i zawartości

składników mineralnych. Umożliwia to podjęcie decyzji odnośnie nawożenia lub ewentualnego wapnowania. Truskawka wykazuje wrażliwość na świeże wapnowanie, z tego też powodu nawozy wapniowe należy wprowadzić do gleby sezon wcześniej lub chociaż na kilka miesięcy przed planowanym terminem zakładania plantacji. Długi okres przygotowania gleby pod uprawę wiąże się z doprowadzeniem jej do odpowiedniej struktury oraz wzbogacenie głębszych warstw w substancję organiczną i składniki pokarmowe. Najczęściej przed założeniem plantacji jako źródło masy organicznej stosuje się obornik i nawozy zielone. Obornik poprawia właściwości fizyczne gleby, wzbogacając ją w próchnicę i mikroorganizmy, nawozy zielone zaś umożliwiają zmniejszenie zachwaszczenia pola (Szczygieł i Pierzga 1999).

2.3 Sposoby użytkowania odmian

Obecne odmiany truskawki różnią się znacznie pod względem wymagań odnośnie środowiska i najlepiej rosną oraz owocują tam, gdzie zostały wyhodowane lub w pobliżu miejsca ich powstania. Odmiany wywodzące się z innych rejonów klimatycznych wykazują dużą trudność w adaptacji do nowych warunków środowiskowych. Za przykład mogą posłużyć odmiany wywodzące się z Ameryki, których sporą część przebadano w Polsce i żadna z nich nie znalazła szerokiego zastosowania, przede wszystkim ze względu na zbyt słabe plonowanie w porównaniu do potencjału ujawnionego w Ameryce. Innym z powodów była też zwiększona wrażliwość na występujące w naszym kraju choroby, zwłaszcza choroby systemu korzeniowego (np. wertycylioza). Natomiast doskonale sprawdziła się w naszych warunkach odmiana niemieckiego pochodzenia – Senga Sengana. Istnieje zatem potrzeba hodowli odmian dla danych warunków oraz dla określonych wcześniej potrzeb. Innym wymaganiom podlega bowiem rynek owoców świeżych, a innym zamrażalność i przemysł przetwórczy (Szczygieł i Pierzga 1999).

Budowa owoców i skład chemiczny truskawek sprawiły, że mogą one być wykorzystane do różnych celów – spożywane w stanie świeżym, jak i na różnego rodzaju przetwory i mrożonki (Aleksiejczyk i Kawecki 1986).

Daje się zaobserwować stały wzrost zainteresowania żywnością przetworzoną. Wśród owoców sporą popularność zyskują właśnie truskawki. Owoce w stanie świeżym są jednak nietrwałe, dlatego dąży się do opracowania nowych technologii, które pozwolą na otrzymanie produktów zachowujących w jak największym stopniu cenne właściwości surowca (Agnelli i Mascheroni 2002).

W ostatnich latach można zaobserwować wzrost świadomości żywieniowej konsumentów. Nabywca przed zakupem coraz częściej bierze pod uwagę nie tylko cenę i cechy wizualne, ale także skład produktu. Konsumentom zależy bowiem na tym, aby w trakcie przetwarzania czy przechowywania produkt tracił jak najmniej cennych składników (Nosecka i in. 2004).

Wzrost zainteresowania konsumentów wpływem diety na zdrowie sprawił, że badania dotyczące chemicznego składu owoców, a przede wszystkim poziomu substancji biologicznie aktywnych mają coraz większe znaczenie. Oznacza to, że o walorach konsumpcyjnych owoców nie decydują jedynie składniki wywierające wpływ na smak czy aromat (estry, cukry, kwasy), ale także poziom związków posiadających zdolności przeciwutleniające (Bogdański 1957, Wang i Stretch 2001). Na smak i aromat owoców wpływa natomiast zawartość kwasów organicznych, cukrów oraz substancji lotnych, a na wartość biologiczną poziom antyoksydantów, do których należy między innymi kwas askorbinowy i antocyjany (Kalt i in., 1999). Istotne znaczenie dla smakowitości truskawki ma jej aromat tworzony przez ponad 20 związków - głównie eter etylowy kwasu butanowego (Sikorski 1994).

Zauważalny stał się wzrost zainteresowania konsumentów typowo deserowymi odmianami truskawki (Cholewiński, 1998). Rozszerzenie asortymentu odmian pod względem cech morfologicznych oraz jakości owoców daje szansę wydłużenia okresu podaży (Bieniasz i inni, 2007). W związku z tym w ostatnich latach obserwuje się systematyczny wzrost produkcji odmian deserowych, jako że takie owoce łatwiej jest sprzedać i z reguły też zyskuje się za nie wyższą cenę (Masny i Żurawicz 2007). Ocenia się nie tylko plenność odmian, wielkość i jakość owoców, ale także zdolność do produkcji owoców o pożądanej barwie skórki, wielkości, stopniu twardości miąższu, jak również odporności na uszkodzenia mechaniczne (Rebandel 1988).

Owoce odmian deserowych można transportować na dość odległe rynki zbytu. Niektóre odmiany deserowe cechują się ponadto przydatnością do uprawy sterowanej umożliwiającej uzyskanie owoców poza ich tradycyjnym terminem dojrzewania w gruncie (Zmarlicka i Żurawicz, 2003). Deserowe odmiany truskawki powinny wyróżniać się wysoką jakością owoców, czyli odpowiednią ich wielkością, jasną barwą z atrakcyjnym połyskiem, wyrównanym kształtem, dobrym smakiem, wysoką jędrnością miąższu i niską wrażliwością na szarą pleśń (Żurawicz 1997). Cechy te generalnie determinuje odmiana, a pogłębia jej uprawa w optymalnych warunkach agrotechnicznych (Cholewiński 1998a). Owoce przeznaczone do przetwórstwa i celów zamrażalniczych powinny charakteryzować

się kształtem najbardziej zbliżonym do okrągłego, średnią wielkością (najbardziej cenione do mrożenia są owoce o średnicy 18-25 mm), intensywnie czerwonym wybarwieniem skórki i miąższu oraz trwałością tego zabarwienia w przetworach, spoistością po ich rozmrożeniu, jak również łatwym oddzielaniem się kielicha (Szczygieł i Pierzga 1999). Konkurencja rynkowa sprawia, że towar musi być ładny dla oka. Smakowitość owoców ma w handlu znaczenie drugorzędne (Cholewiński 1998b).

W produkcji truskawek w Polsce nadal wysoki udział ma odmiana Senga Sengana ze względu na jej przydatność w przetwórstwie (Smolarz 1993). W ostatnich latach obserwuje się jednak systematyczny, choć nadal niski wzrost zainteresowania uprawą odmian o owocach przeznaczonych do bezpośredniego spożycia (Smolarz i in. 1995). Pożądane są w szczególności owoce duże, o jasnoczerwonej skórcie, i wyrównane pod względem kształtu (Roudeillac i Trajkovski, 2004). Owoce odmian deserowych cechują się ponadto większą jędrnością niż owoce odmiany Senga Sengana i są mniej podatne na gnicie (Shaw i in. 1987).

Odmiany przemysłowe powinny cechować się wysokim poziomem takich parametrów, jak zawartość kwasowości miareczkowej, ekstraktu refraktometrycznego, suchej masy, masy owoców odcikniętych, istotna także jest łatwość odchodzenia kielicha od owocu, zwana odszypułkowywaniem (Masny i in. 1997). Ponadto owoce wszystkich odmian truskawki, niezależnie od kierunku ich przeznaczenia, powinny wykazywać się wysoką wartością kwasu askorbinowego (czyli witaminy C), antocyjanów oraz kwasu elagowego, ponieważ składniki te odgrywają istotną rolę w prawidłowym żywieniu i dietetyce człowieka. Kwas askorbinowy jest aktywatorem wielu enzymów, bierze udział w procesach utleniania biologicznego oraz wzmacnia odporność organizmu. Kwas elagowy natomiast posiada właściwości antykancerogenne i antymutacyjne. Rola antocyjanów polega na wiązaniu i dezaktywowaniu metali ciężkich (Masny i in. 2001a). Głównymi związkami antocyjanów są glikozydy pelargonidyny (Mazza i Miniati 1993).

Truskawki należą do owoców posiadających stosunkowo niewielką zawartość barwników antocyjanowych, a ich ilość i stabilność zależą od odmiany, stopnia dojrzałości oraz warunków klimatyczno-glebowych (Mazza i Miniati 1993, Shahidi i Naczek 1995, Zhang i in. 1997).

W Instytucie Sadownictwa i Kwaciarnictwa w Skierniewicach ocena nowych odmian truskawki prowadzona jest od połowy lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku. Początkowo badaniom poddawano jedynie odmiany zagranicznego pochodzenia (Kostrzewa i Smolarz 1963, Smolarz i Sobczykiewicz 1965). Sprowadzane i adaptowane do polskich warunków

odmiany najczęściej plonowały gorzej niż w kraju, gdzie nastąpiła ich hodowla, co przejawia się w ograniczonej przydatności do uprawy odmian pochodzących z innych warunków przyrodniczych niż nasze. Najbardziej cenione były odmiany pochodzące z Niemiec, Szkocji i Holandii (Smolarz i in., 1968). Na początku lat sześćdziesiątych do badań włączona została Senga Sengana, którą zaczęto porównywać z odmianami już znanymi. W wyniku tych badań wykazano, że Polska jest krajem o mało zróżnicowanych warunkach przyrodniczych, a ocena przydatności przeprowadzona tylko w jednym miejscu, może dać wystarczająco pełną odpowiedź odnośnie wartości produkcyjnej odmiany dla całego kraju (Smolarz i in., 1968). Różnice pomiędzy poszczególnymi rejonami dotyczą głównie pory dojrzewania, a nie wysokości plonu, w związku z czym odmiana ta z dużym powodzeniem może być uprawiana na terenie całej Polski. Owoce odmiany Senga Sengana wykazują jednak przydatność głównie do celów przetwórczych, a obecnie zwiększa się zapotrzebowanie na owoce przeznaczone do bezpośredniego spożycia. Istnieje więc pilna potrzeba zwiększania nasadzeń odmian o owocach wykazujących się dużą wielkością, znaczną twardością miąższu i żywoczerwoną barwą skórki. Mniejszą wagę przywiązuje się do łatwego oddzielania się szypułki od owocu oraz do równomiernego zabarwienia na całej powierzchni (Cieśliński i Smolarz 1990, Gwozdecki i in. 1994). Owoce przeznaczone do konsumpcji w stanie świeżym powinny być kształtne, duże, aromatyczne i smaczne. Powinny także cechować się atrakcyjnym zabarwieniem i wydłużoną trwałością pozbiorną (Szczygieł i Pierzga 1999).

2.4 Systemy sadzenia

Rozstawa sadzenia truskawek uzależniona jest od rodzaju gleby, wielkości obszaru przeznaczonego pod uprawę, sposobu pielęgnacji roślin oraz sposobu prowadzenia plantacji. Na glebach lżejszych rośliny sadi się gęściej niż na ciężkich, sprzyjających silniejszemu zagęszczaniu się roślin.

Przy ręcznej pielęgnacji rośliny można sadzić gęściej, natomiast przy pielęgnacji maszynowej, rozstawy, a w szczególności odległości między rzędami muszą być dostosowane do szerokości maszyn i narzędzi. Uprawa polowa truskawki może być prowadzona w systemie rzędowym, rzędowo-pasowym, dywanowym oraz zagonowym (Żurawicz 1997).

Tradycyjny sposób uprawy truskawki to system rzędowy. W latach siedemdziesiątych XX wieku Zaliwski polecał dla odmian średnio silnie rosnących na glebach IV-IV klasy bonitacyjnej rozstawę 60 cm między rzędami i 20-25 cm pomiędzy poszczególnymi

roślinami w rzędzie. Biorąc pod uwagę obecne warunki ekonomiczne uprawa truskawki w takim zagęszczeniu ($80 \text{ tys. szt} \cdot \text{ha}^{-1}$) jest nieopłacalna, wymaga bowiem dużych kosztów na założenie plantacji, a otrzymanie plonu w wysokości $15\text{-}20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ jest mało prawdopodobne, zwłaszcza na glebach VI klasy i bez zastosowania zabiegu nawadniania (Szczygieł i Pierzga 1999).

Obecnie przy systemie rzędownym sadi się rośliny co $15\text{-}25 \text{ cm}$, a odległości pomiędzy rzędami wynoszą wtedy $80\text{-}100 \text{ cm}$. Zaletą tego sposobu sadzenia jest m.in. łatwa pielęgnacja roślin oraz zbiór owoców (Żurawicz i Masny 2004a).

W produkcji towarowej truskawkę uprawiać można także systemem rzędowo-pasowym.

Odległości między roślinami w rzędach są wówczas jednakowe, lecz między sąsiednimi rzędami nie są jednolite- zawsze jedno międzyrzędzie jest szersze, a drugie węższe. W systemie rzędowo-pasowym można stosować kilka wariantów rozstawy rzędów i rozmieszczenia roślin w tych rzędach, np. $80 + 60 \times 25 \text{ cm}$, $90 + 50 \times 25 \text{ cm}$ lub $100 + 50 \times 20 \text{ cm}$. W produkcji truskawek proekologiczną metodą integrowaną należy unikać zbytniego zagęszczenia roślin, ponieważ sprzyja to rozwojowi chorób i szkodników. Wskazana jest taka rozstawa, by owocujące rośliny tylko lekko się ze sobą stykały (Żurawicz 2002).

Odmiany silnie rosnące (np. Senga Sengana) należy sadzić w większej rozstawie, zaś odmiany o mniejszej sile wzrostu (np. Kama) wymagają mniejszych odstępów między rzędami (Żurawicz 1999). Według Michalskiego i Murawskiej (2001) najlepiej uprawiać truskawki systemem jednorzędowym, pozwalającym na dość skuteczną ochronę oraz dokładny zbiór, natomiast w uprawach specjalistycznych rośliny często są sadzone w większym zagęszczeniu. Od liczby roślin na jednostce powierzchni zależy ilość i wielkość plonu oraz nakłady wydatkowane na założenie i prowadzenie plantacji.

System rzędowo-pasowy jest niezbyt popularny i tylko niewielka liczba plantacji jest zakładana z wykorzystaniem tego sposobu sadzenia (Żurawicz 1999). Przy tym systemie rośliny również rosną w rzędach, ale występują tutaj na przemian szersze i węższe międzyrzędzia. Sąsiednie rzędy połączone węższym międzyrzędziem tworzą pasy roślin. W porównaniu do rzędowego, system rzędowo-pasowy posiada tę zaletę, że umożliwia posadzenie większej liczby roślin na jednostce powierzchni, co tym samym pozwala otrzymać wyższe plony, zwłaszcza w pierwszym roku owocowania. Natomiast do wad tego systemu należą: wyższy koszt założenia plantacji spowodowany zużyciem większej liczby sadzonek, utrudnienia związane z mechaniczną pielęgnacją roślin, zwłaszcza niszczenia chwastów, chemicznej ochrony przeciwko szarej pleśni czy spalcznienia

międzyrzędzi. Przy nieprawidłowo dobranej rozstawie, na glebach żyzniejszych część owoców może ulegać zniszczeniu w trakcie zbioru. System rzędowo-pasowy może być polecany przy uprawie odmian typowo deserowych, a także na zbiór przyspieszony, gdzie nie zaleca się dłuższego prowadzenia plantacji niż przez dwa kolejne zbiory.

Uprawa truskawki może także prowadzona systemem dywanowym lub zagonowym. Jednak system dywanowy z uwagi na fakt, iż jest systemem ekstensywnym jest w Polsce stosowany rzadko. Jego ideą jest sadzenia roślin w rzędach w dużej rozstawie i samoistnym ich zagęszczaniu w rzędach i międzyrzędziach (Żurawicz 2001). Zakładając plantację prowadzoną systemem dywanowym rośliny sadi się zwykle w rozstawie od 90 x 50 cm na glebach lekkich do 120 x 50 cm na średnich i do 150 x 60 cm na ciężkich (Żurawicz 1997). Bezpośrednio po zakończonym owocowaniu rozłogi w międzyrzędziach się likwiduje, a w ich miejsce wyrastają nowe rozłogi z młodymi roślinami, które zaowocują w przyszłym roku (Żurawicz 2001). Zaletą uprawy dywanowej jest możliwość uzyskania bardzo wysokiego plonu owoców, na skutek dużego zagęszczenia roślin. Plon może być nawet 2-3 razy wyższy w porównaniu z plonem uzyskanym z uprawy rzędowej. Wadą systemu dywanowego jest jednakże spadek jakości plonu oraz utrudniony zbiór owoców, spowodowany wspomnianym zagęszczaniem roślin (Żurawicz 1997). Znaczną trudność stanowi również ochrona roślin przed szarą pleśnią (Żurawicz 2001). Czarnik i Zdieszewska-Mazurczak (1997) podają za Kozłowskim, że plantacje prowadzone systemem dywanowym zużywają więcej składników pokarmowych, a zwłaszcza wody oraz azotu.

System zagonowy stosowany jest w bardzo intensywnej uprawie sterowanej. Poleca się głównie zagony podwyższone, o wysokości 30-40 cm. Szerokość zagonów jest uzależniona od liczby planowanych rzędów roślin na zagonie – stosuje się od 1 do 4 rzędów. Ten system uprawy wymaga zastosowania nawodnienia kropłowego (Żurawicz 2001). Uprawa zagonowa na skutek bardzo dużego zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni wymaga dużych nakładów na zakup sadzonek i posadzenie roślin. Daje jednak możliwość otrzymania wysokiego plonu owoców. Ten system sadzenia stosowany jest powszechnie w Stanach Zjednoczonych, w Polsce natomiast spotykany jest bardzo rzadko (Żurawicz 1997).

Oprócz tradycyjnej metody uprawy truskawek „na płask” stosuje się też znacznie nowocześniejszy sposób produkcji, czyli uprawę na podniesionych zagonach, powszechnie stosowaną w krajach zachodnich. Wysokość zagonu wynosi 15-20 cm, a jego szerokość zależy od liczby rzędów na zagonie. Szerokość zagonów jednorzędowych wynosi

u podstawy od 40 do 60 cm, dwurzędowych zaś 70-80 cm. Zagony takie pokrywa się czarną folią, a między nimi wykłada się ściółkę ze słomy. Na wierzchołku zagonu, pod folią prowadzony jest przewód kroplujący. Zaletą uprawy na podniesionych zagonach w porównaniu do uprawy „na płask” jest wyższy plon roślin, lepsza mineralizacja związków azotu, mniejsze porażenie przez choroby systemu korzeniowego, ułatwiony zbiór owoców i niższe koszty nawożenia - ponieważ ogranicza się je jedynie do połowy zagonu. Wadą jest natomiast większe ryzyko przemarzania roślin, co rodzi konieczność dobrego okrywania roślin w czasie mroźnych zim. Jednak, jako że w przypadku odmian wrażliwych, nie zawsze okrycie jest gwarancją dobrego przezimowania, tego sposobu uprawy nie poleca się w warunkach Polski.

Poza uprawą na płaskich i podniesionych zagonach stosuje się też pod osłonami wysokimi technologię uprawy pojemnikowej. Uprawa na zagonach jest mniej kosztowna od uprawy pojemnikowej, stwarza jednak konieczność dezynfekcji lub wymiany podłoża w celu zwalczania chorób systemu korzeniowego. Ze względu na tę wadę oraz ryzyko przemarzania roślin, zaleca się raczej uprawę na zagonach płaskich lub w różnego rodzaju pojemnikach, ustawionych w okresie wegetacyjnym na stelażach lub konstrukcjach podwieszonych. Najczęściej wykorzystuje się w charakterze pojemników, worki z białej folii, o wymiarach 35–40 cm x 25–30 cm x 10 cm i pojemności wynoszącej około 18–20 litrów. Substrat wypełniający worki składa się przeważnie z 80% torfu wysokiego oraz 20% perlitu, z dodatkiem nawozów mineralnych. Worki te są perforowane, co poprawia dotlenienie systemu korzeniowego i zwiększa drenaż podłoża. Przeważnie w jednym worku sadi się od 6 do 10 roślin, w dwóch rzędach. Worki ustawia się dość ściśle obok siebie na wąskich stelażach lub rynnach służących do odprowadzania nadmiaru pożywki. W praktyce używa się stelaży o wysokości 1,20-1,30m, co powoduje, że rośliny znajdują się na wysokości ramion pracowników dzięki czemu pielęgnacja i zbiór owoców są ułatwione (Żurawicz i Masny 2004b).

2.5 Nawadnianie plantacji

W warunkach Polski podstawowym źródłem wody dla roślin są opady atmosferyczne. Od ich rozkładu oraz ilości uzależniona jest wilgotność gleby, która wpływa na prawidłowy wzrost roślin. Niestety częstym zjawiskiem jest występowanie w Polsce okresowych niedoborów opadów, co jest przyczyną stosowania nowoczesnych systemów nawodnieniowych. Praktyka oraz pomiary wskazują, że nawadnianie ma istotny wpływ na wzrost i plonowanie roślin sadowniczych (Treder 2002).

2.5.1 Wpływ nawadniania na stan środowiska glebowego

Nawadnianie jest zabiegiem w dużym stopniu oddziałującym na stan środowiska glebowego. Wpływ nawadniania na glebę jest uzależniony od jej rodzaju, ukształtowania terenu oraz zastosowanego systemu nawodnieniowego. Poprzez zmianę wilgotności w profilu glebowym nawadnianie ma wpływ na właściwości chemiczne, fizyczne oraz biologiczne gleby. Jest to zabieg wpływający pozytywnie na stan środowiska glebowego, niemniej jednak w niektórych przypadkach może wywoływać skutki negatywne (długotrwałe zatapianie systemu korzeniowego może mieć o wiele gorsze konsekwencje niż susza). Koniecznością jest więc kontrolowanie dawek oraz częstotliwości nawadniania. Zarówno niedobór, jak i nadmiar wody w glebie hamują przebieg procesów biologicznych, przez co wpływają na pogorszenie warunków przemian substancji mineralnych i organicznych. Zbyt obfite i częste nawadnianie może zatem mieć negatywne konsekwencje.

W praktyce najlepiej jest kontrolować stopień wilgotności w profilu glebowym za pomocą tensjometrów, mierzących wilgotność w dolnej i górnej warstwie gleby. Tensjometry lub inne podobne czujniki pozwalają na wyłączenie nawadniania, kiedy woda zwilży już przewidywaną warstwę gleby (Treder 2000).

2.5.2 Potrzeby wodne truskawki

Pośród roślin jagodowych truskawka zaliczana jest do roślin charakteryzujących się wysokimi wymaganiami wodnymi. Cechuje się wrażliwością na niedostatki wody w środowisku glebowym i silnie reaguje na susze (Drupka 1970, Dzieżyc 1988, Zaliwski 1984). Niedobór opadów w okresie zwiększonego zapotrzebowania truskawki na wodę powoduje często niższe plony. Wysoki i wartościowy pod względem jakości plon można otrzymać zapewniając roślinom odpowiednie warunki nawodnieniowe i nawozowe. Bardzo ważne znaczenie w uprawie tego gatunku odgrywają opady (Kaniszewski i in. 1987, Rzekanowski i Rolbiecki 1996, Treder 1999a).

Polska posiada wieloletnie tradycje związane z uprawą truskawek, jednak średni plon z hektara jest niski i przypuszczalnie wiąże się z prowadzeniem plantacji bez nawadniania (Mazur 1988). Ponadto plantacje truskawki zakładane są zazwyczaj na glebach lżejszych, które z natury wykazują małą pojemność wodną. Truskawka reaguje bardzo silnie na brak wody w glebie, jeśli okres suszy przypada na czas wzrostu zawiązków i dojrzewania owoców. Rośliny wydają wtedy nawet kilkakrotnie niższy plon niż w czasie lat wilgotnych (Żurawicz 1997). Odpowiedni poziom wilgotności w glebie to

jeden z najistotniejszych czynników prawidłowego wzrostu i plonowania roślin sadowniczych (Grzyb 2004).

Wrażliwość truskawek na ograniczenie dostępności wody glebowej wynika z proporcji między stosunkowo dużą masą i powierzchnią części nadziemnej a płytkim i niezbyt rozległym systemem korzeniowym. Główna masa korzeni (około 90%) znajduje się w wierzchniej warstwie gleby do głębokości 20 cm (Treder 2003).

Pierwsze nawadnianie w okresie wiosennym powinno zostać przeprowadzone dopiero wówczas, gdy średnia dobowa temperatura powietrza przekroczy 10°C. W części południowej i środkowej Polski czas ten wypada zwykle pomiędzy okresem 25 kwietnia a 1. maja. W ciągu lata optymalna wilgotność gleby powinna wynosić 60-80% połowej pojemności wodnej (poziom nasycenia gleby wodą) na glebach średnich i ciężkich oraz 60-100% połowej pojemności wodnej na glebach lekkich i piaszczystych (Żurawicz 1997).

Truskawki należą do najpłycej korzeniących się roślin sadowniczych, a ponad 80% masy ich owoców stanowi woda. Woda jest więc jednym z najważniejszych czynników plonotwórczych, decydujących o wielkości i jakości plonowania roślin tego gatunku. Deficyt wilgoci w glebie uniemożliwia uzyskanie opłacalnego plonu owoców, a zwłaszcza na plantacji usytuowanej na glebie lekkiej.

Pierwsze nawadnianie powinno być wykonane tuż po posadzeniu roślin. Jeśli jednak gleba jest przesuszona, wskazane jest również nawodnienie pola jeszcze przed posadzeniem roślin. Należy podlać przede wszystkim plantacje składające się z sadzonek transportowanych ze znacznych odległości. Wymagają tego także rośliny sadzone za pomocą sadzarek. Podlewanie ułatwia szybsze osiadanie ziemi i jej lepsze przyleganie do korzeni (Żurawicz 2002).

Truskawki najlepiej rosną i owocują na glebie o wysokiej wilgotności. Gatunek ten jest najbardziej wrażliwy na niedobory wody w okresie od początku kwitnienia do końca zbioru owoców oraz po zbiorze owoców w sierpniu. Zbyt sucha gleba w pierwszym okresie wpływa na wielkość i jakość plonu, a w drugim – na zawiązywanie pąków kwiatowych na rok przyszły (Treder 2003). W związku z tym niezbędne jest dostarczenie niezbędnej ilości wody. Nawadnianie ma również duży wpływ na zwiększenie plonów (Ostrowski 1996).

Nawadnianie plantacji podczas dojrzewania owoców powoduje zwiększenie ich wielkości i masy pojedynczego owocu (Mazur 1986), ponadto według wyników badań niemieckich dostatek wody w okresie do kwitnienia powoduje zwiększenie liczby owoców, ponieważ

więcej kwiatów zawiązuje owoce. Intensywne nawadnianie w czasie dojrzewania owoców, może opóźnić ich zbiór o kilka dni, co wynika z faktu, że owoce silnie rosnące dojrzewają wolniej. Zabieg nawadniania powoduje także ochładzanie gleby, co również ma wpływ na opóźnienie dojrzewania. Nawadnianie prowadzone w trakcie chłodnej pogody może nawet skutkować drobnieniem owoców. Nadmierne nawadnianie po okresie zbioru nie jest wskazane, ponieważ nadmiar wody powoduje wówczas stymulację fazy wegetatywnej, co przekłada się na silne wyrastanie rozłogów i wytwarzanie dużej masy liści, a to osłabia zawiązywanie pąków na następny rok i tym samym zmniejsza plonowanie (Żurawicz 1997).

W przypadku nawadniania plantacji poza zwiększeniem plonu owoców, ważna jest też ich jakość, ma ona bowiem istotny wpływ na cenę owoców oraz możliwości ich zbytu. Czynnikiem jakościowym mającym bardzo duży wpływ na możliwości sprzedaży i uzyskiwanie ceny jest wielkość owoców. Nawadnianie wpływa na zwiększenie średniej masy owoców, co wiąże się z wyższym udziałem plonu handlowego w plonie ogólnym owoców. Zwyżka plonu w efekcie nawadniania plantacji w warunkach okresowych niedoborów opadów wynika głównie z lepszego wyrastania owoców i ich uwodnienia. Nawet przy bardzo dużym wzroście plonu uzyskać można znacznie większą średnią masę owoców zarówno na plantacji bardzo młodej, jak i starszej.

Nieograniczona dostępność wody wpływa na lepsze wyrastanie owoców i ich uwodnienie, ale niestety w niektórych przypadkach powoduje pogorszenie ich jędrności. Znaczny spadek jędrności owoców zaobserwowano zwłaszcza w późniejszych terminach zbioru.

Wyższy poziom uwodnienia owoców z plantacji nawadnianych powoduje zmniejszenie w nich zawartości suchej masy. Jednak zawartość suchej masy może być również zależna od rodzaju stosowanego nawadniania (Treder 2003).

Odmiany truskawek różnią się zapotrzebowaniem na wodę, przy czym mniejsze wymagania wodne wykazują odmiany wczesne (Żurawicz 2002). W drugiej połowie czerwca odmiany wczesne zużywają w ciągu doby 3,8 mm wody, podczas gdy odmiany późniejsze, cechujące się dużą plennością na przełomie czerwca i lipca zużywają około 4,2 mm wody na dobę. Optymalna dawka opadów w skali roku dla odmian wczesnych wynosi 680 mm, a dla późnych 725 mm. Istotna jest jednakże nie tylko ogólna ilość opadów, ale także odpowiedni ich rozkład (Żurawicz 1997).

Zużycie wody na plantacji truskawek zależy głównie od fazy rozwojowej rośliny i czynników klimatycznych. Biorąc pod uwagę potrzeby wodne truskawki oraz średnie wieloletnie opady można uznać, że począwszy od maja i w ciągu wszystkich następujących miesięcy okresu wegetacyjnego występują niedobory opadów. Największy deficyt wody notowany jest w czerwcu w okresie dojrzewania i zbioru owoców. Dla średnich wartości opadów niedobory dla lipca i sierpnia są niższe. Niestety spora część opadów w lipcu i sierpniu to opady burzowe, o niskiej efektywności. W latach suchych to właśnie w lipcu i sierpniu występują 2-3 tygodniowe okresy całkowitego braku opadów, co w wielu przypadkach może powodować zwiększenie zapotrzebowania na wodę nawet do poziomu 3,5 mm/dzień (Żurawicz 2005).

Zbyt sucha gleba w okresie kwitnienia wpływa na wielkość i jakość plonu, a w drugim okresie na zawiązywanie pąków kwiatowych. Susza wpływa na ograniczenie rozrastania się roślin, co ma bezpośredni wpływ na ich plonowanie (Treder 2003).

Według badań Drupki (1975) rozkład opadów w ciągu roku wskazuje na znaczny niedobór wody w okresie wegetacji, co dowodzi, że truskawka w Polsce wymaga nawadniania.

Odmiany wczesne wymagają w czasie wegetacji 6-krotnego nawadniania po około 25 mm wody przypadającej na pojedynczą dawkę, a odmiany późniejsze siedmiokrotnego nawadniania w dawkach po 25-30 mm wody (Żurawicz 1997).

W trakcie każdorazowego nawadniania powinno się dostarczać 25-30 mm wody, co odpowiada zużyciu 25-30 l wody na 1m² lub 250-300 m³ wody na powierzchnię 1 ha.

Rośliny można nawadniać w sposób tradycyjny lub wykorzystując deszczownie, gdzie woda podawana jest pod ciśnieniem. Na małych powierzchniach rośliny nawadniać można opryskiwaczami ciągnikowymi, a nawet stosować nawadnianie zalewowe (bruzdowe). Dużo większe możliwości daje jednak podlewanie za pomocą deszczowni tradycyjnych oraz systemów nawadniania kropłowego (Żurawicz 2002).

Truskawki poddane deszczowaniu w porównaniu z roślinami nawadnianymi kropłowo cechują się niższą zawartością witaminy C oraz suchej masy. Ponadto oba te sposoby nawodnieniowe mogą skutkować zmniejszeniem zawartości cukrów oraz witaminy A w owocach (Rolbiecki i Rzekanowski 1997).

2.5.3 Systemy nawadniania

Do nawadniania truskawek w zależności od jakości wody i technicznych możliwości gospodarstwa stosowane jest nawadnianie kropłowe, nawadnianie podsiąkowe, nawadnianie bruzdowe, nawadnianie smużne i deszczowanie.

Konieczność nawadniania roślin uprawianych zwłaszcza na glebach lekkich przy ograniczonej zasobności wód dyspozycyjnych oraz w okresie niewielkiej ilości opadów skłania ku stosowaniu oszczędzających wodę systemów nawadniania, do których zalicza się przede wszystkim system kropłowy (Sadowski i Rzekanowski 1989).

Najwyższą efektywność wykorzystania wody i energii wykazują systemy kropłowe (Grzyb, 2004). Coraz częściej więc stosowanym sposobem nawadniania pod ciśnieniem staje się nawadnianie kropłowe, polegające na punktowym podawaniu wody w pobliżu rośliny (Treder 1999 b) za pomocą cienkich przewodów polietylenowych ułożonych płytko w ziemi lub na jej powierzchni. Na przewodach tych znajdują się kropłowniki, które ze względu na sposób montowania mogą być nie zintegrowane z przewodami i są instalowane ręcznie lub zintegrowane, gdy kropłowniki są fabrycznie instalowane wewnątrz przewodu. Metoda kropłowa daje też najmniejsze niebezpieczeństwo wystąpienia chorób grzybowych, które mogą znacznie obniżać plon (Żurawicz 1997).

Podstawowymi zaletami nawadniania kropłowego jest oszczędność energii i oszczędność wody, ponieważ gleba jest nawilżana tylko wzdłuż rzędów roślin. W trakcie trwania nawadniania kropłowego, nie następuje zwilżanie liści, można więc – w przeciwieństwie do deszczowania - prowadzić prace polowe.

Biorąc pod uwagę specyfikę uprawy truskawek, czyli duże zagęszczenie roślin przypadające na jednostkę powierzchni oraz krótki cykl produkcji, do nawadniania stosowane są najtańsze cienkościenne linie kropłowe. Ale grubość ścianki przewodów ma wpływ na ich trwałość. Trwałość linii kroplujących jest zależna od jakości tworzywa, warunków eksploatacji, grubości ścianki przewodu oraz – w dużym stopniu – od samego użytkownika.

Nawadnianie kropłowe w przeciwieństwie do deszczowania nie wywołuje w zasadzie zmian w strukturze górnej warstwy gleby. Jednak w sadach usytuowanych na glebach ciężkich, położonych w terenie pagórkowatym, może dochodzić do niekorzystnego spływu powierzchniowego wody, nawet w sytuacji, kiedy było zastosowanie nawodnienie kropłowe. Dlatego też w takich warunkach zaleca się stosować emitery o niskim jednostkowym wydatku wody ($1-2 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) (Treder 2000).

Podstawową wadą systemu nawodnień kropłowych jest duża wrażliwość emiterów kropłowych na zapychanie. W zależności od stopnia zanieczyszczenia wody i wrażliwości systemu nawodnieniowego na zapychanie, proces filtracji jest mniej lub bardziej skomplikowany i mniej lub bardziej kosztowny.

Nawadnianie kropłowe jest rozwiązaniem kosztownym, jednakże bardzo efektywnym, ponieważ umożliwia dokładne nawadnianie roślin przy zużyciu małych dawek wody, ponadto zwilża tylko glebę, bez zraszania liści, kwiatów i owoców. Umożliwia także stosowanie jednoczesnego nawadniania i nawożenia roślin, czyli tzw. fertygację (Żurawicz, 1997). Podawanie nawozów przez instalację nawodnieniową daje możliwość dodatkowego nawożenia pożywką bezpośrednio docierającą do systemu korzeniowego. Nawozy do instalacji nawodnieniowej podawane są za pomocą specjalnych dozowników. Każda taka instalacja wyposażona w dozownik nawozów powinna mieć zainstalowany zawór zwrotny, aby zabezpieczyć źródło wody przed zanieczyszczeniami (Treder 1999 b).

Innym sposobem nawadniania jest nawadnianie podsiąkowe, wymagające niemal równego i przepuszczalnego terenu, ponieważ proces nawadniania polega na podnoszeniu wody gruntowej na obszarze nawadnianego pola przez wprowadzenie wody do rowów przecinających to pole. Zabieg nawadniania podsiąkowego na plantacji truskawki powinien być wykonany z dużą sprawnością i ostrożnością. Rowy powinny być rozmieszczone w odległości co 25-35 m, aby nawadnianie odbyło się w krótkim czasie, czyli w ciągu 3-4 dni (Drupka 1975).

Nawadnianie bruzdowe, zwane również zalewowym polega na wprowadzeniu wody w międzyrzędzia truskawki przy wykorzystaniu siły grawitacyjnej. Stosowane jest już jednak sporadycznie, ponieważ jego zastosowanie wymaga spełnienia jednocześnie kilku warunków – możliwości dostarczenia wody na skraj plantacji, łagodnego spadku pola oraz dostępności taniej wody w dużych ilościach (Żurawicz 1997). Gleby lekkie, piaszczyste o podłożu przepuszczalnym praktycznie nie mogą być nawadniane w ten sposób (Drupka 1975, Treder 1999a)

Deszczowanie ma za zadanie imitować opad deszczu. Woda wydatkowana poprzez ustawione na statywach obrotowe zraszacze zwilża całą powierzchnię uprawy. Zraszacze wyposażone są w jedną lub dwie dysze.

Zaletą systemu deszczownianego są małe wymagania w stosunku do jakości wody (średnica dysz wylotowych zraszaczy ma z reguły kilka milimetrów) i odporność na uszkodzenia mechaniczne, ponieważ większość elementów systemu wykonana jest z metalu. Jednak podstawową wadą nawadniania deszczownianego jest zraszanie liści i owoców, co powoduje często rozwój szarej pleśni. Intensywne deszczowanie może także powodować „zapiaszczanie” owoców, nawet na plantacjach ściółkowanych. W trakcie deszczowania nie jest możliwe też prowadzenie prac polowych, a po nawadnianiu nie zawsze można wjechać na plantację ciągnikiem. Deszczowanie nie może też być

prowadzone w czasie silnego wiatru, a z powodu spływu powierzchniowego wód nie jest zalecane na terenach o dużych spadkach. Z powodu erozji nawadniania deszczownianego nie można zastosować na polach o dużym spadku (Sadowski i Rzekanowski 1989).

2.5.4 Jakość wody do nawodnień

Jakość wody do nawodnień należy rozpatrywać zarówno pod kątem wpływu jej chemicznego składu na roślinę i glebę, jak i na prawidłową pracę instalacji nawodnieniowej. Nawadnianie kropłowe przez punktowe dostarczanie wody, może powodować w glebie miejscową akumulację toksycznych dla roślin związków. Podczas deszczowania dokonuje się zraszania liści roślin i dlatego jakość wody rozpatrywana jest także pod kątem nieobojętnego dla liści stężenia jonów. Przydatność wody do nawadniania określona jest przez Polską Normę –PN –84 (c-04635). Norma ta nie uwzględnia jednak specyfiki wymagań określonych gatunków roślin. Dochodzi więc do sytuacji, że woda „zgodna” z normą nie nadaje się do nawadniania.

Dopuszczalne stężenie soli rozpuszczonych w wodzie nie powinno przekraczać $1,25 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$. Jednak w przypadku gleb zasolonych całkowita zawartość soli w wodzie do nawadniania nie powinna przekraczać poziomu $0,5 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$. Stężenie chloru w roztworze glebowym nie powinno być wyższe niż $345 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, przy deszczowaniu zaś woda nie może zawierać więcej niż $100 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Wprowadzenie do gleby wraz z wodą zbyt dużych ilości boru i sodu lub chloru może powodować ich nagromadzenie aż do poziomu toksycznego dla roślin. W praktyce maksymalna zawartość sodu znajdującego się w wodzie określana jest na poziomie około $100 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, natomiast boru na poziomie $0,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Zawartość w wodzie jonów wapnia w ilości przewyższającej $160 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ i magnezu powyżej $36 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ powoduje ich akumulację i podniesienie odczynu podłoża. Woda o złej jakości powoduje zapychanie się kroploowników, a zawartość w niej powyżej $1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ jonów żelaza lub manganu niesie spore niebezpieczeństwo blokowania się emiterów (Treder 1999b).

3. MATERIAŁ I METODY

3.1 Materiał

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2003-2005 w Sadowniczej Stacji Badawczej w Rajkowie należącej do Katedry Sadownictwa ówczesnej Akademii Rolniczej w Szczecinie. Rośliny posadzono wiosną 2004r. w dwóch rozstawach sadzenia na glebie płowej powstałej z gliny zwałowej należącej do III klasy bonitacyjnej. Materiał doświadczalny stanowiły sadzonki dwóch odmian truskawki: Kama i Senga Sengana.

Sadownicza Stacja Badawcza w Rajkowie należąca do byłej Akademii Rolniczej w Szczecinie położona w odległości 11 km od Szczecina znajduje się na terenie Niziny Szczecińskiej. Teren ten obejmuje wzniesienia od 20 do 60 m n.p.m (Koźmiński 1983).

Stacja w Rajkowie zajmuje powierzchnię 12 ha i jest zlokalizowana na Równinie Gumienieckiej, położonej pomiędzy zachodnimi dzielnicami Szczecina a Wałem Stobniańskim. Wysoczyzna morenowa płaska, która obejmuje Równinę Gumieniecką jest zbudowana z piasków lodowcowych fazy pomorskiej stadiału głównego zlodowacenia północnopolskiego i glin zwałowych moreny dennej. Gliny te mają barwę jasnobrązową i są nieznacznie zapiaszczone. Przewarstwienia piaszczyste, mające miąższość 5-10 cm wykazują niewielki spadek w stronę północnego wschodu, powtarzając kierunek powierzchni ślizgowych lądolodu. Miąższość glin wynosi 9,0-10,0 m i jest bardzo wyrównana. Powierzchnia wysoczyzny cechuje się lekkim pochyleniem w kierunku północnego wschodu i wznosi się od 20 do 35 m n.p.m. Nachylenie zboczy nie przekracza 2 °C, a różnice pomiędzy najwyższym a najniższym wzniesieniem w obrębie wysoczyzny wynoszą 2-4 m (Piotrowski, 1981; Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz Dołuje 1981).

Rejon ten zaliczony został do krainy agroklimatycznej goleniowsko-pyrzyckiej (Koźmiński 1983). Jest to strefa klimatu przejściowego z wpływem klimatu oceanicznego i kontynentalnego, które sprawiają, że zima jest łagodna, lato umiarkowane, a jesień ciepła i długa. Występuje tu dodatkowe źródło wilgoci niezbędne dla roślin głównie w okresie wiosennym. Jest to możliwe dzięki obecności Zalewu Szczecińskiego, rzeki Odry i Jeziora Dąbie (Koźmiński i Czarnecka, 1993). W okresie od maja do lipca średnia wilgotność powietrza dla wielolecia wynosi 75%. Cechami typowymi dla tego rejonu są: średnia roczna temperatura powietrza od +7,5 do + 8,0°C i niskie opady roczne wynoszące 500-550 mm. Okres wegetacyjny trwa od 217 do 224 dni, a ostatnie przymrozki wiosenne występują do połowy maja. Zima rozpoczyna się 5 stycznia i trwa 62-66 dni, a zaleganie

okrywy śnieżnej od 30 do 50 dni. Zjawiskiem niekorzystnym dla produkcji roślinnej są odwilże glebowe i atmosferyczne, występujące od około 20. grudnia do 10-15. lutego.

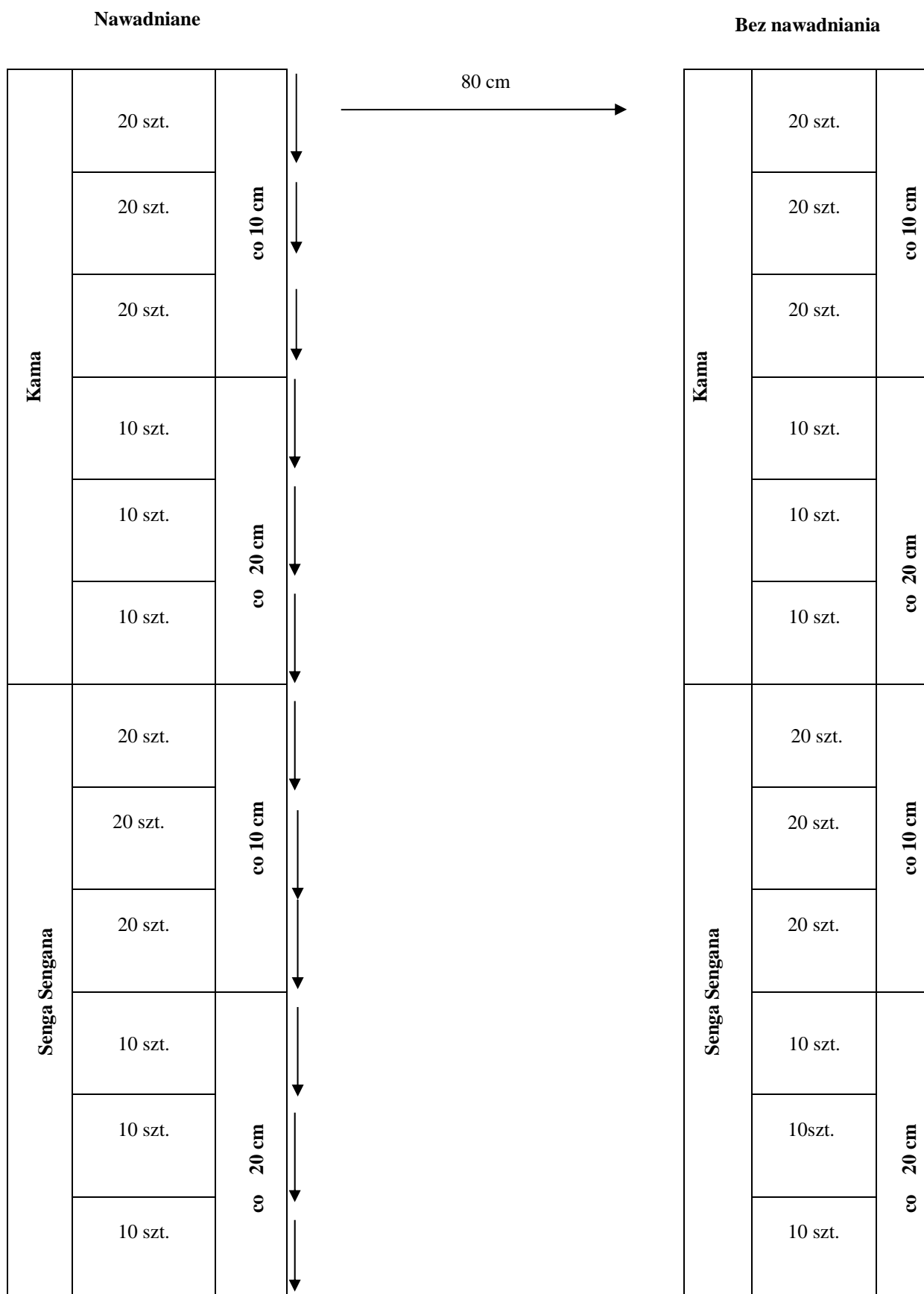
Gleby w obrębie Sadowniczej Stacji Badawczej w Rajkowie zaliczono do typu gleb brunatnych oglejonych oraz płowych opadowo-glejowych. Gleby powstały z gliny zwałowej o składzie granulometrycznym gliny średniej, zasobnej w węglan wapnia. Gęstość objętościowa gleby oscyluje pomiędzy 1,62-1,77 g·cm⁻³. Gleby brunatne oglejone oraz gleby płowe opadowo-glejowe posiadają zbliżone właściwości wodne. Odczyn gleby mieści się w zakresie – od 6,51 do 7,43 (pH_{KCl}). Gleba charakteryzuje się też wysokim stopniem wysycenia zasadami (88,9-99,2%) oraz niską kwasowością hydrolityczną (od 0,19 do 0,75 cmol·kg⁻¹). Zawartość próchnicy w poziomie próchnicznym dochodziła do 1,58%, azotu ogólnego zaś – do 0,089%. Ogólna zawartość fosforu w poziomach orno-próchnicznych gleb, wytworzonych z glin zwałowych wynosi 36-183 mg·100 g⁻¹. Największą zawartością ogólnych form potasu cechowały się poziomy skały macierzystej, poziom brunatnienia gleby brunatnej oglejonej oraz poziomy wzbogacenia gleby płowej opadowo-glejowej. Największą zawartością ogólnej formy magnezu i potasu, cechowały się poziomy skały macierzystej gleb oraz poziom brunatnienia gleby brunatnej oglejonej oraz wzbogacenia gleby płowej opadowo-glejowej. Ogólna ilość wapnia wynosiła od 97,7 do 415,9 mg·100 g⁻¹ gleby.

Właściwości fizykochemiczne gleb w Stacji w Rajkowie wskazują na ich dużą przydatność dla większości upraw sadowniczych. Gleby te cechują się bowiem korzystnymi właściwościami wodno-powietrznymi oraz zasobnością w składniki mineralne (Mikiciuk i in. 2004).



Fot. 1. Widok ogólny doświadczenia (fot. I. Skwarska-Wiszniewska)

Rys. 1. Graficzny obraz planu doświadczenia



3.1.1 Charakterystyka odmian objętych doświadczeniem

Kama jest odmianą polską, wyhodowaną w Sadowniczym Zakładzie Doświadczalnym ISiK w Sinołęce. Stanowi krzyżówkę odmian Senga Sengana i Cavalier. Rośliny są wytrzymałe na mróz, a pąki kwiatowe i kwiaty – mimo wczesnej pory zakwitania – rzadko są porażane przez przymrozki. Pod względem plenności niewiele ustępuje odmianie Senga Sengana. Kształt owoców jest szerokostożkowaty ze ściętym wierzchołkiem, kulistostożkowaty lub kulisty, przy kielichu często zaznaczona „szyjka”. Skórka jest barwy od czerwonej do ciemnoczerwonej, jednolita na całej powierzchni. Miąższ ciemnoczerwony, soczysty, delikatny, bardzo smaczny, ale niezbyt jędrny. Pod względem barwy i jędrności owoce są dosyć podobne do owoców odmiany Senga Sengana. Orzeszki średniej wielkości, złotożółte, całkowicie zagłębione w miąższu. Owoce dojrzewają około 7-10 dni przed odmianą Senga Sengana., a okres zbioru jest długi i trwa około 30 dni. Owoce są podatne na gnicie powodowane przez szarą pleśń (*Botrytis cinerea*). *Kama* jest odmianą bardzo wartościową, przydatną zarówno do bezpośredniego spożycia, jak i na przetwory oraz mrożonki.



Fot. 2. Odmiana *Kama* w początkowej fazie plonowania (fot. I. Skwarska-Wiszniewska)

Senga Sengana w strukturze odmianowej w Polsce zajmuje pierwsze miejsce. Jest odporna na suszę i bardzo plenna (Żurawicz 2001). Pierwsze owoce tworzy dość duże, następnie średniej wielkości, a pod koniec owocowania drobne; przeciętna masa jednego owocu wynosi ok. 6,0-8,0g. Kształt owocu jest dość zmienny: szerokostokowaty ze ściętym wierzchołkiem, sercowaty, sercowatokulisty, kulistonerkowaty. Skórka owocu dość delikatna, łatwo ulega otarciom. Barwa skórki intensywnie czerwona do ciemnoczerwonej, wyrównana na całej powierzchni. Miąższ owoców intensywnie czerwony, równomiernie wybarwiony, bardzo aromatyczny, delikatny i smaczny. Orzeszki drobne, czerwone i złotożółte, zagłębione w miąższu. Owoce są mało jędrne i źle znoszą dłuższy transport. Pora dojrzewania przypada na drugą połowę czerwca. *Senga Sengana* jest odmianą deserową i nadającą się do przetwórstwa. Polecana jest zarówno do uprawy towarowej, jak i do nasadzeń amatorskich. Wadą jej jest duża podatność owoców na szarą pleśń. Rośliny są bardzo wrażliwe na białą plamistość liści i na roztozcza truskawkowego (Żurawicz 2003). Ich zaletą jest z kolei odporność na choroby systemu korzeniowego, nicienie glebowe oraz wytrzymałość na mróz (Maciąg 2000).



Fot. 3. Odmiana *Senga Sengana* w rozstawie 80 cm x 10 cm (fot. I. Skwarska-Wiszniewska)



Fot. 4. Odmiana Senga Sengana w rozstawie 80 cm x 20 cm (fot. I. Skwarska-Wiszniewska)



Fot. 5. Plonowanie odmiany Kama w doświadczeniu własnym (fot. I. Skwarska-Wiszniewska)



Fot. 6. Owoce odmiany Kama w rozstawie 80 cm x 20 cm (fot. I. Skwarska-Wiszniewska)

3.1.2 Nawadnianie

Przyjmuje się, że średnia roczna suma opadów dla sadu w Rajkowie wynosi około 550 mm, zakłada się zatem uzupełnienie brakującej w okresach krytycznych ilości wody o 200 mm stosując nawadnianie.

Nawadnianie roślin za pomocą systemu kropłowego stosowano w każdym roku badań począwszy od połowy kwietnia. W 2004 r. pierwszego nawadniania dokonano bezpośrednio po posadzeniu roślin. W latach 2005 i 2006 nawadnianie rozpoczęto na 2-3 tygodnie przed pojawianiem się kwiatów i prowadzono we wszystkich latach doświadczenia według wskazań tensjometrów glebowych kontaktowych. Gleba podlewana była za pomocą linii kroplującej typu T-Tape, o rozstawie emiterów co 20 cm i wydajności pojedynczego emitera $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (5 dm^3 wody $\cdot \text{h}^{-1}$ na odcinku 1mb instalacji). Intensywność nawadniania była modyfikowana każdego roku w zależności od ilości opadów, stopnia uwilgotnienia gleby i wskazań tensjometru. Terminy wykonywanych nawodnień ustalano na podstawie pomiaru potencjału wodnego gleby określanego przy użyciu tensjometrów. Wskazanie tensjometru umieszczonego płycej (30 cm) określało moment rozpoczęcia nawadniania, a umieszczonego głębiej (50 cm) jego zakończenie.

Nawadnianie rozpoczynano kiedy siła ssąca gleby wynosiła $pF=2,2$, a kończono przy poziomie pF wynoszącym $1,0$. Przez cały czas trwania doświadczenia utrzymywana była optymalna wilgotność gleby.



Fot. 7. Odmiana Senga Sengana nawadniana systemem T-Tape (fot. I.Skwarska-Wiszniewska)

3.2. Metody badań

W doświadczeniu zastosowano rzędowy system sadzenia. Rozstawa między rzędami truskawek wynosiła 80 cm. Odległości pomiędzy roślinami w rzędach wynosiły:

- a) 10 cm
- b) 20 cm

Doświadczenie obejmuje następujące czynniki:

odmiana -	:	Kama, Senga Sengana
gęstość sadzenia -	:	co 10 cm, co 20 cm w rzędzie
nawadnianie -	:	nawadnianie dawką 200 mm w każdym z badanych sezonów wegetacyjnych; kontrolne bez nawadniania

Schemat doświadczenia:

2 odmiany x 2 gęstości sadzenia x 2 (nawadnianie/ brak nawadniania) = 8 kombinacji x 3 powtórzenia (poletka) = 24 poletka

Rozstawa między rzędami 80 cm

Długość poletka 2m

Liczba roślin na poletku – odpowiednio 20 lub 10 w zależności od rozstawy w rzędzie

Powierzchnia poletka – 1,6 m².

Pomiary i obserwacje:

Przedstawione poniżej pomiary i obserwacje przeprowadzono każdego roku badań ściśle wg podanych metod i terminów.

1. Masa plonu całkowitego i handlowego

Każdorazowo mierzono plon ogólny (masa wszystkich owoców, w tym porażonych przez szarą pleśń) i handlowy z każdego poletka. Owoce zbierano kilkakrotnie w miarę osiągnięcia dojrzałości.

2. Charakterystyka plonu

- Określono wielkość owoców na podstawie masy 100 owoców mierzonej w poszczególnych terminach zbioru.
- Określono liczbę owoców porażonych przez choroby i szkodniki (wyrażoną w procentowym udziale plonu ogólnego).
- Określono stopień jędrności miąższu. Jędrność miąższu wyznaczono na podstawie 25 dojrzałych owoców losowo pobranych z każdego powtórzenia. Pomiary wykonano za pomocą urządzenia FirmTech2 połączonego z komputerem. Jędrność miąższu określa siła, która jest potrzebna do ugięcia owocu o 1 mm.

3. Analizy chemiczne owoców

Z poszczególnych kombinacji w reprezentatywnej próbie owoców oznaczano suchą masę, kwasowość ogólną, witaminę C, ekstrakt, cukry ogółem i sacharozę.

- suchą masę metodą suszarkową (Krełowska-Kułas 1993)
- kwasowość miareczkową metodą potencjometryczną (wg PN-90/A-75101/04)
- witaminę C metodą jodanową (Samotus i in.1982)
- Za pomocą refraktometru ustalono zawartość ekstraktu w owocach (pobrano reprezentatywną próbę 10 owoców z każdej kombinacji)

- cukry ogółem, redukujące oznaczano metodą Luffa-Schoorla. Zawartość sacharozy obliczano ze wzoru: sacharoza = [cukry ogółem– cukry redukujące] x 0,95 (Drzazga 1997)

4. Analizy liści

Z poszczególnych kombinacji, po zakończeniu zbiorów pobrano do analizy chemicznej reprezentatywne próby 30 liści w stanie świeżym i określono w nich procentowy udział suchej masy oraz zawartość: azotu, fosforu, potasu, magnezu i wapnia.

5. Wielkość powierzchni liściowej oraz liczba liści przypadająca na jedną roślinę

Z poszczególnych kombinacji pobrano reprezentatywne próby 30 liści w stanie świeżym i przy użyciu zestawu do analizy obrazu z oprogramowaniem WinDias 2.0 (Delta- T Devices Ltd, Wielka Brytania) zmierzono ich powierzchnię oraz masę.

6. Początek kwitnienia roślin – określano na podstawie terminów pojawienia się pierwszych w pełni rozwiniętych kwiatów w kwiatostanie.

7. Początek i koniec zbioru owoców - określano na podstawie terminów pierwszych i ostatnich zbiorów.

3.3 Warunki klimatyczne w czasie prowadzenia doświadczenia

Przebieg czynników klimatycznych w latach trwania doświadczenia przedstawiono w tabelach na podstawie danych uzyskanych ze Stacji Hydrologiczno-Meteorologicznej IMGW w Szczecin-Dąbiu oraz na klimatodiagramach okresów wegetacyjnych opracowanych według metody Waltera i Lietha, w modyfikacji Ostrowskiego (Ostrowski i Prawdzic 1996). Jest to graficzne zobrazowanie średnich dekadowych temperatur oraz opadów (w proporcji 1°C: 1,5 mm opadów) (ryc.1).

Rok 2004

Rozkład opadów i temperatur powietrza w roku 2004 w porównaniu ze średnimi za okres wielolecia 1961-1994 przedstawia tabela 2.

Średnie temperatury okresu wegetacyjnego 2004 roku były wyższe od średnich temperatur wielolecia. Nie zanotowano przymrozków wiosennych, często występujących na obszarze Pomorza Zachodniego w okresie kwitnienia roślin. Kwiecień był cieplejszy w porównaniu do wielolecia; mogło to mieć pozytywny wpływ na ukorzenianie się posadzonych roślin. Średnie temperatury czerwca, czasu kwitnienia truskawek w 2004 r. oraz lipca, okresu zbioru owoców były porównywalne z wartościami wielolecia.

Największy wzrost temperatury zanotowano w trzeciej dekadzie października, w której temperatura wzrosła z 7,0 °C do 10,5°C. Największy spadek temperatury zaobserwowano natomiast w trzeciej dekadzie sierpnia, kiedy temperatura spadła z 21,0 °C do 16,3 °C, a tendencja spadkowa utrzymała się także we wrześniu.

Tabela 1. Średnie miesięczne i dekadowe temperatury oraz sumy opadów atmosferycznych w roku 2004 i za wielolecie (1961-1994) dla stacji meteorologicznej Szczecin Dąbie

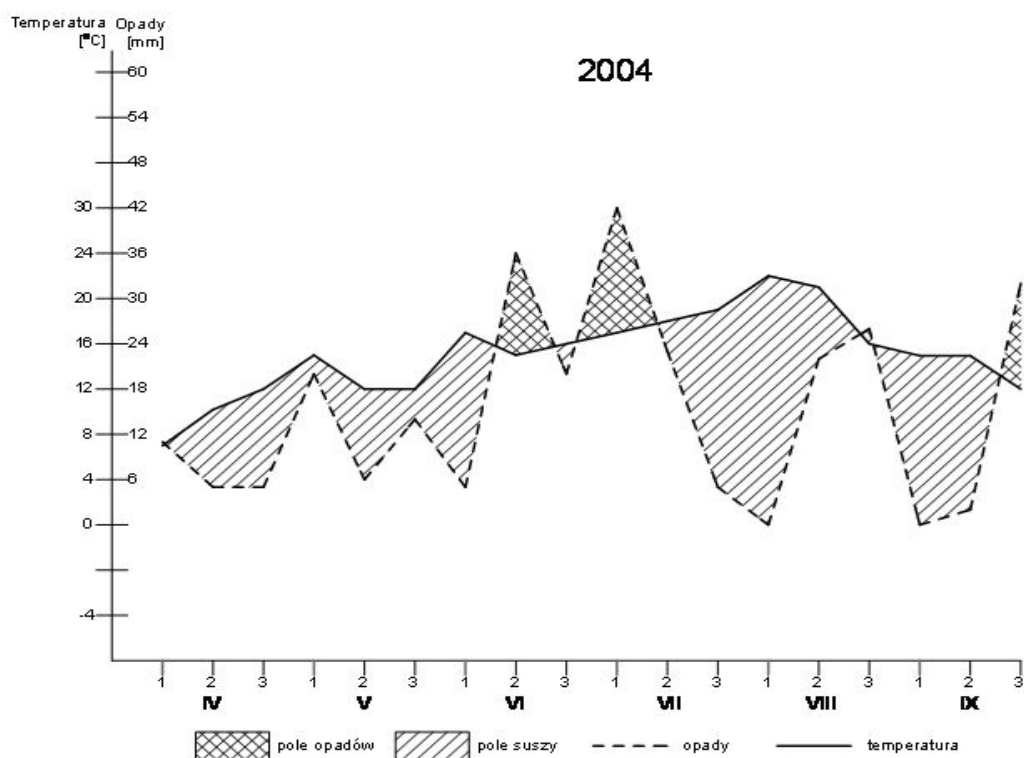
rok	Temperatura [°C]							
	miesiąc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	dekada							
2004	1	6,7	15,1	16,7	16,8	22,3	15,1	11,3
	2	10,0	12,1	15,3	17,8	21,0	14,6	7,0
	3	11,6	11,9	16,0	19,0	16,3	12,0	10,5
średnie		9,4	10,4	16,0	17,9	19,9	13,9	9,6
wielolecie 1961-94		7,2	12,5	15,9	17,4	17,0	13,2	8,6
Opady [mm]								
2004	1	11,3	19,7	5,3	42,2	-	-	11,3
	2	4,5	6,0	36,1	22,8	21,7	2,1	7,0
	3	4,9	13,8	19,6	4,8	25,5	31,4	10,5
suma		20,7	39,5	61,0	69,8	47,2	33,5	28,8
wielolecie 1961-94		37,8	51,1	61,3	63,2	56,1	46,8	38,9

W roku 2004 w okresie sadzenia truskawek w kwietniu zanotowano najniższe opady (20,7 mm). Były one niemal o połowę niższe od wartości notowanych dla wielolecia, co wiązało się z koniecznością dodatkowego nawadniania. Największe opady wystąpiły w czerwcu (61,0 mm) i w lipcu (69,8 mm), czyli w czasie wzrostu zawiązków i dojrzewania owoców. We wrześniu, w okresie zawiązywania pąków kwiatowych na rok przyszyły ilość opadów także odbiegała od wielolecia. W porównaniu z wieloleciem sumy opadów w 2004r. były niższe.

Rycina 1 przedstawia klimatodiagram okresu kwiecień-wrzesień 2004 roku. Rozpatrując najistotniejszy dla truskawki okres od kwietnia do września, można zaobserwować, że wystąpiły na nim okresy suszy. W drugiej i trzeciej dekadzie kwietnia oraz od drugiej dekady maja do drugiej dekady czerwca zanotowano niedobór opadów. W okresie od trzeciej dekady czerwca do drugiej dekady lipca wystąpiły znaczne opady, natomiast w okresie od trzeciej dekady lipca do drugiej dekady sierpnia zaznaczył się

niedobór opadów i okres suszy. Okres suszy wystąpił także od trzeciej dekady sierpnia do trzeciej dekady września, czyli w czasie, kiedy rośliny truskawki wymagają dużej wilgoci w glebie zawiązując pąki kwiatowe na rok następny.

Ryc. 1. Klimatodiagram wg Waltera i Lietha (1960) w modyfikacji Ostrowskiego i Prawdziwa (1996) za rok 2004



Rok 2005

Rozkład opadów i temperatur powietrza w 2005r. w porównaniu ze średnimi za wielolecie 1961-1994 przedstawia tabela 3.

W badanym roku panowały korzystne warunki dla wzrostu i plonowania truskawek. Średnie temperatury okresu wegetacyjnego były wyższe w porównaniu z wieloleciem. W maju, w czasie kwitnienia badanych odmian panowały korzystne warunki do zapylenia kwiatów. Średnie temperatury tego oscylowały wokół 13 °C. Czerwiec był również ciepły, zwłaszcza trzecia dekada o temperaturze równej 18,7 i nie różnił się od wielolecia, natomiast lipiec był cieplejszy.

Największy wzrost temperatur zanotowano w trzeciej dekadzie maja, kiedy temperatura z 10,2 °C wzrosła do 17,6 °C. Największy spadek temperatury (o 4,2 °C) nastąpił w drugiej dekadzie września.

Wrzesień był również ciepły z temperaturami przekraczającymi średnią wieloletnią.

Tabela 2. Średnie miesięczne i dekadowe temperatury oraz sumy opadów atmosferycznych w roku 2005 i za wielolecie (1961-1994) dla stacji meteorologicznej Szczecin Dąbie

rok	miesiąc dekada	Temperatura [°C]						
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
		2005	1	8,3	11,6	13,5	18,4	15,4
	2	10,6	10,2	15,6	20,1	17,0	14,5	9,3
	3	8,6	17,6	18,7	18,7	17,5	13,7	10,4
średnie		9,2	13,1	15,9	19,1	16,6	15,6	10,9
wielolecie 1961-94		7,2	12,5	15,9	17,4	17,0	13,2	8,6
Opady [mm]								
2005	1	10,7	15,1	20,1	25,6	26,0	-	5,2
	2	-	17,0	14,8	6,9	1,1	21,1	0,1
	3	9,8	58,3	0,1	28,6	6,6	6,5	19,3
suma		20,5	90,4	35,0	61,1	33,7	27,6	24,6
wielolecie 1961-94		37,8	51,1	61,3	63,2	56,1	46,8	38,9

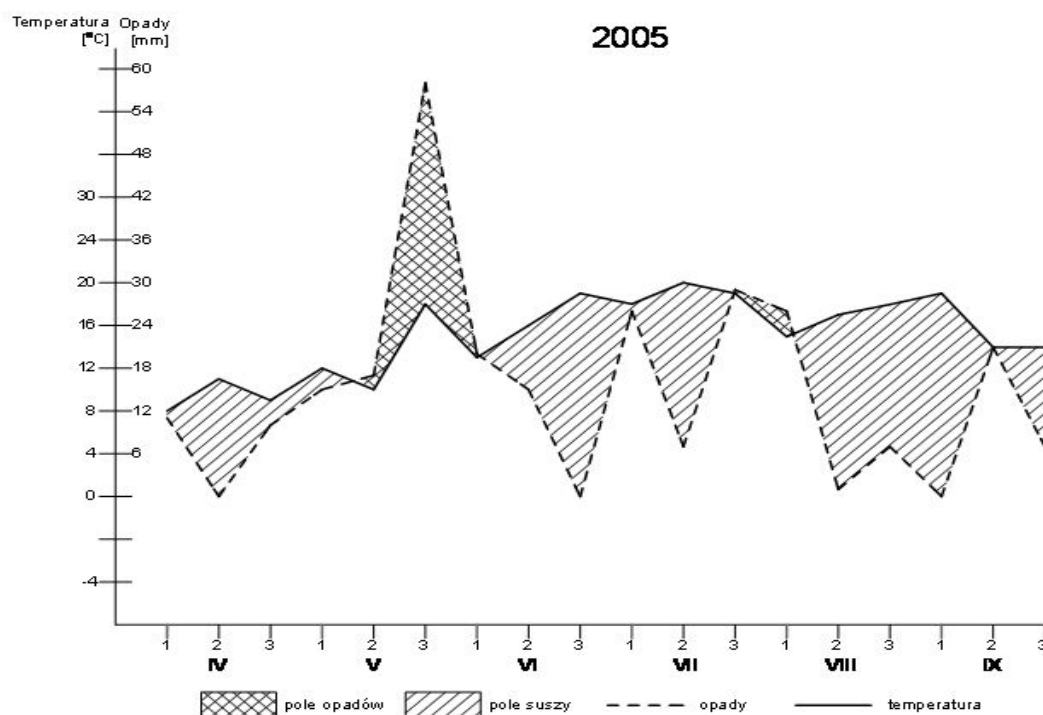
W porównaniu z wieloleciem sumy opadów w okresie wegetacyjnym 2005r. były niższe, co miało wpływ na konieczność częstszego nawadniania plantacji.

Najniższe opady zanotowano w kwietniu (20,5 mm) i październiku (24,6 mm) (tab.3). Najwyższe opady odnotowano w trzeciej dekadzie maja (58,3 mm), czyli w okresie kwitnienia roślin. W miesiącu tym opady były o 39,3 mm większe w porównaniu do wielolecia. W czerwcu, w okresie wzrostu zawiązków i początku plonowania opady także były dużo niższe w wieloleciu, natomiast lipiec charakteryzował się ilością opadów, porównywalną do średnich wieloletnich. Na przełomie lata i jesieni, czyli w czasie zawiązywania pąków kwiatowych na rok przyszły, również ilość opadów była znacznie niższa w porównaniu z wieloleciem.

Rycina 2 obrazuje klimatodiagram za okres kwiecień-wrzesień 2005 roku. Rozpatrując okres od kwietnia do sierpnia, czyli w czasie kwitnienia, plonowania i wzrostu roślin zanotowano 5 okresów suszy. Pierwszy wystąpił od drugiej dekady kwietnia do

pierwszej dekady maja. Okres od pierwszej dekady czerwca do trzeciej dekady lipca również charakteryzował się brakiem opadów Czerwiec był suchy, zwłaszcza trzecia dekada, a ogólna suma opadów w tym miesiącu wyniosła 35,0 mm, podczas gdy w okresie wielolecia wartości te kształtowały się na poziomie 61,5 mm.. Podobnie przedstawiał się okres od pierwszej dekady sierpnia do drugiej dekady września, czyli wtedy kiedy truskawki zawiązują pąki kwiatowe na rok przyszły.

Ryc. 2 Klimatodiagram wg Waltera i Lietha (1960) w modyfikacji Ostrowskiego i Prawdzica (1996) za rok 2005



Rok 2006

Rozkład opadów i temperatur powietrza w 2006 r. w porównaniu ze średnimi za wielolecie 1961-1994 przedstawiono w tabeli 4.

Rok 2006 pod względem temperatur powietrza nie odbiegał od wielolecia. W przebiegu temperatur nie zanotowano przymrozków wiosennych. W okresie kwitnienia roślin na przełomie kwietnia i maja panowały nieznacznie wyższe temperatury w porównaniu z wieloleciem. Czerwiec był chłodniejszy, natomiast lipiec – ciepły

i słoneczny, z temperaturami przewyższającymi średnią wieloletnią. Największy wzrost temperatury zanotowano w pierwszej dekadzie lipca. Również sierpień, wrzesień i październik były ciepłe, a średnie temperatury miesięczne przekraczały wartości dla wielolecia.

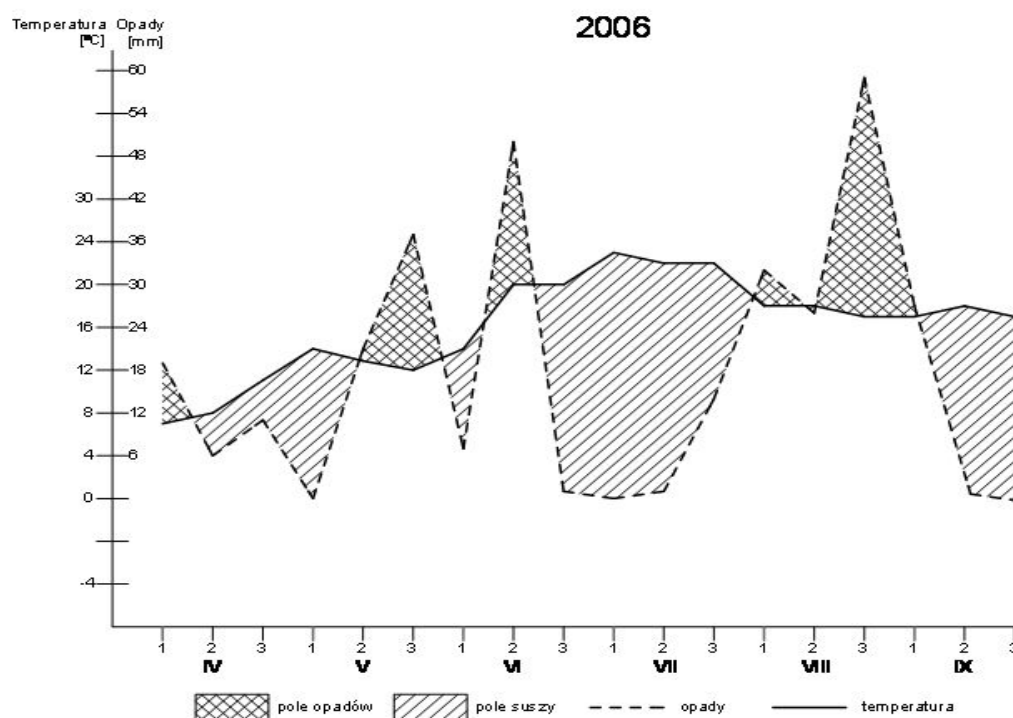
Tabela 3. Średnie miesięczne i dekadowe temperatury oraz sumy opadów atmosferycznych w roku 2006 i za wielolecie (1961-1994) dla stacji meteorologicznej Szczecin Dąbie

rok	miesiąc dekada	Temperatura [°C]						
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
		2006	1	6,87	13,75	13,7	23,0	18,5
	2	8,22	13,08	20,4	21,8	18,1	17,7	9,9
	3	10,91	12,04	19,5	22,0	17,2	16,6	13,9
średnie		8,6	12,9	14,5	22,2	17,9	17,0	12,5
wielolecie 1961-94		7,2	12,5	15,9	17,4	17,0	13,2	8,6
		Opady [mm]						
2006	1	18,8	0,0	6,76	0,0	32,5	27,3	7,9
	2	5,7	20,7	49,8	0,9	26,3	0,5	0,3
	3	10,8	36,9	1,4	14,4	59,2	0,2	10,9
suma		35,3	57,6	57,9	15,3	118	28	19,1
wielolecie 1961-94		37,8	51,1	61,3	63,2	56,1	46,8	38,9

W porównaniu z wieloleciem sumy opadów w okresie wegetacyjnym 2006r. były niższe, z wyjątkiem maja i sierpnia, w których sumy opadów były wyższe niż w wieloleciu. Kwiecień charakteryzował się niedoborem opadów. W maju, w okresie kwitnienia truskawek opady były wyższe w porównaniu z wieloleciem, natomiast w czerwcu, czyli okresie wzrostu zawiązków i początku plonowania ilość opadów była niższa. Najniższe opady wystąpiły w lipcu (15,3 mm wobec średniej dla wielolecia równej 63,2 mm), najwyższe zaś w sierpniu (118 mm), kiedy wartości te przekroczyły niemal dwukrotnie średnie dla lat 1961-1994.

Rycina 3 obrazuje klimatodiagram za okres kwiecień-wrzesień 2006. Rozpatrując okres wegetacyjny truskawki w ostatnim roku prowadzenia doświadczenia można zauważyć, że okres suszy zanotowano już w drugiej i trzeciej dekadzie kwietnia, a największy deficyt opadów wystąpił pod koniec trzeciej dekady czerwca i trwał do trzeciej dekady lipca. W pierwszej i drugiej dekadzie lipca notowano brak opadów.

Ryc. 3. Klimatodiagram wg Waltera i Lietha (1960) w modyfikacji Ostrowskiego i Prawdzica (1996) za rok 2006



3.4. Przebieg doświadczenia

3.4.1. Nawożenie

Zastosowano mineralne nawożenie azotem w formie saletry amonowej (34% czystego składnika) w każdym roku badań. W pierwszym roku dawka N wynosiła $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, w dwóch następnych latach- $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

3.4.2. Sposoby utrzymywania gleby

We wszystkich latach prowadzenia doświadczenia, rośliny w rzędach odchwaszczano ręcznie, a w międzyrzędziach prowadzono uprawę mechaniczną gleby przy pomocy glebogryzarki. W celu niszczenia chwastów stosowano Betanal Progress AM 180 EC.

3.4.3. Koszenie liści

Począwszy od drugiego roku doświadczenia w okresie do 2 tygodni po zakończeniu owocowania przeprowadzano mechanicznie fitosanitarny zabieg koszenia liści.

3.4.4. Usuwanie rozłogów

Po zakończonych zbiorach owoców przeprowadzano dwukrotnie mechaniczne usuwanie rozłogów zmodyfikowaną glebogryzarką rolniczą.

3.4.5. Ochrona chemiczna

W czasie trwania doświadczenia prowadzono ochronę chemiczną w celu zwalczania chorób grzybowych, głównie szarej pleśni (*Botrytis cinerea*), białej plamistości liści truskawki (*Mycosphaerella fragariae* Lind.), mączniaka prawdziwego truskawki (*Sphaerotheca macularis ssp. Fragariae*) i szkodników (głównie roztocz truskawkowy-*Phytonemus pallidus* przędziorek chmielowiec- *Tetranychus urticae*). Zabiegów opryskiwania dokonywano zgodnie z zalecanym terminarzem ochrony.

W tabeli 4 przedstawiono terminy zabiegów przeprowadzonych fungicydami i insektycydami w czasie trwania doświadczenia oraz zwalczane choroby i szkodniki.

Tabela 4. Terminy zabiegów chemicznych prowadzonych w trakcie doświadczenia

Rok	Terminy zabiegów	Fungicydy i insektycydy oraz stosowane dawki	Zwalczane choroby i szkodniki
2004	15.06.; 20.06.	Euparen 50 WP 5 kg·ha ⁻¹	Biała plamistość liści truskawki Szara pleśń Mączniak prawdziwy
	30.06.	Teldor 500 S.C. 1,5 dm ³ ·ha ⁻¹	
2005	10.05; 16.05.	Euparen 50 WP 5 kg·ha ⁻¹	
	02.06.	Mythos 300 SC 2,5 dm ³ ·ha ⁻¹	
2006	18.05; 25.05.	Euparen 50 WP 5 kg·ha ⁻¹	
	29.05.	Sumilex 500 SC 1,5 dm ³ ·ha ⁻¹	
2004	30.05.	Mitach 200 EC 3 dm ³ ·ha ⁻¹	Roztocz truskawkowy Przędziorek chmielowiec
	19.06.	Omite 30 WP 2,25 kg·ha ⁻¹	
2005	29.04.	Magus 200 SC 0,9 dm ³ ·ha ⁻¹	
	23.05.	Omite 30 WP 2,25 kg·ha ⁻¹	
2006	26.04.	Sanmite 20 WP 2,25 kg·ha ⁻¹	
	21.05.	Omite 30 WP 2,25 kg·ha ⁻¹	

3.4.6. Zapobieganie uszkodzeniom spowodowanym przez mróz

W drugim i trzecim roku doświadczenia w celu zabezpieczenia roślin przed uszkodzeniami mrozowymi okrywano je włókniną. Włókninę rozkładano na początku silniejszego spadku temperatury przy gruncie (około -8°C) i pozostawiano na roślinach do końca lutego.

3.4.7. Zapobieganie uszkodzeniom spowodowanym przez ptaki

Rośliny zabezpieczono przed uszkodzeniami spowodowanymi przez ptaki (głównie szpaki) siatką ochronną z polietylenu o średnicy oczek 5x5 cm. Siatkę rozkładano na stelażach na początku owocowania.



Fot. 8 Siatka ochronna nad roślinami w celu zabezpieczenia owoców przed ptakami (fot. I. Skwarska-Wiszniewska)

3.5 Metody statystyczne

W celu stwierdzenia istotności różnic w wysokości i jakości plonowania badanych odmian w zależności od gęstości sadzenia i zastosowania czynnika nawadniania przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji przy użyciu programu Statistica 7,0. Obliczenia statystyczne przeprowadzono osobno dla każdej z odmian. Istotność różnic oceniano przy pomocy testu Tukey'a, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

4. WYNIKI

W niniejszym rozdziale przedstawiono plonowanie badanych odmian truskawki oraz wyniki pomiarów biometrycznych roślin w zależności od gęstości sadzenia i zastosowania nawadniania.

4.1. Terminy występowania faz wegetacyjnych badanych odmian

Terminy poszczególnych faz wegetacyjnych oraz długość okresu wzrostu owoców dwóch odmian truskawki w badanych latach przedstawiono w tab. 5.

Tabela 5. Terminy początku kwitnienia oraz owocowania badanych odmian truskawki.

Rok	Odmiana	Terminy			okres wzrostu owoców (dni)
		początek		koniec zbioru	
		kwitnienia	zbioru		
2004	Kama	05.06.	06.07.	28.07.	31
	Senga Sengana	14.06.	09.07.	04.08.	25
2005	Kama	05.05.	12.06.	10.07.	39
	Senga Sengana	09.05.	15.06	09.07.	37
2006	Kama	30.04.	07.06.	28.06.	38
	Senga Sengana	16.05.	13.06.	04.07.	28

Rośliny rozpoczynały kwitnienie niezależnie od gęstości sadzenia oraz zastosowania nawadniania lub jego braku. Różnice w terminach kwitnienia wiązały się z cechami odmianowymi. Okres wzrostu owoców trwał od 25 do 39 dni i różnicował się w zależności od odmiany i roku badań.

4.2. Plon handlowy

Masę oraz sumę plonu handlowego w zależności od badanych kombinacji przedstawiono w tab. 6.

Analizując sumę wielkości plonu z lat 2004-2006 w przypadku odmiany Kama stwierdzono istotne różnice wynikające z zastosowanych czynników. Truskawki odmiany

Kama zareagowały istotną wyższą plonu zarówno pod wpływem przeprowadzonego nawadniania jak i zwiększonej gęstości sadzenia (tabela 6). Nawadnianie spowodowało wyższą plonu o 34,9% dla wartości sumy z lat, a w poszczególnych latach zwiększało plon o 50%, 31,7% i 31,5% (odpowiednio dla 2004, 2005 i 2006). Gęstość sadzenia co 10 cm wpłynęła na zwiększenie plonu o 43,6%. Biorąc pod uwagę poszczególne lata doświadczenia ustalono, że wyraźne zróżnicowanie wielkości plonu pod wpływem zastosowanej gęstości sadzenia, potwierdzone statystycznie miało miejsce w 2004 r.

W przypadku odmiany Kama największy plon uzyskano w drugim roku prowadzenia doświadczenia i stanowił on 41,52% sumy z lat, najmniejszą jego masę natomiast zanotowano w pierwszym roku (21,74% sumy z lat).

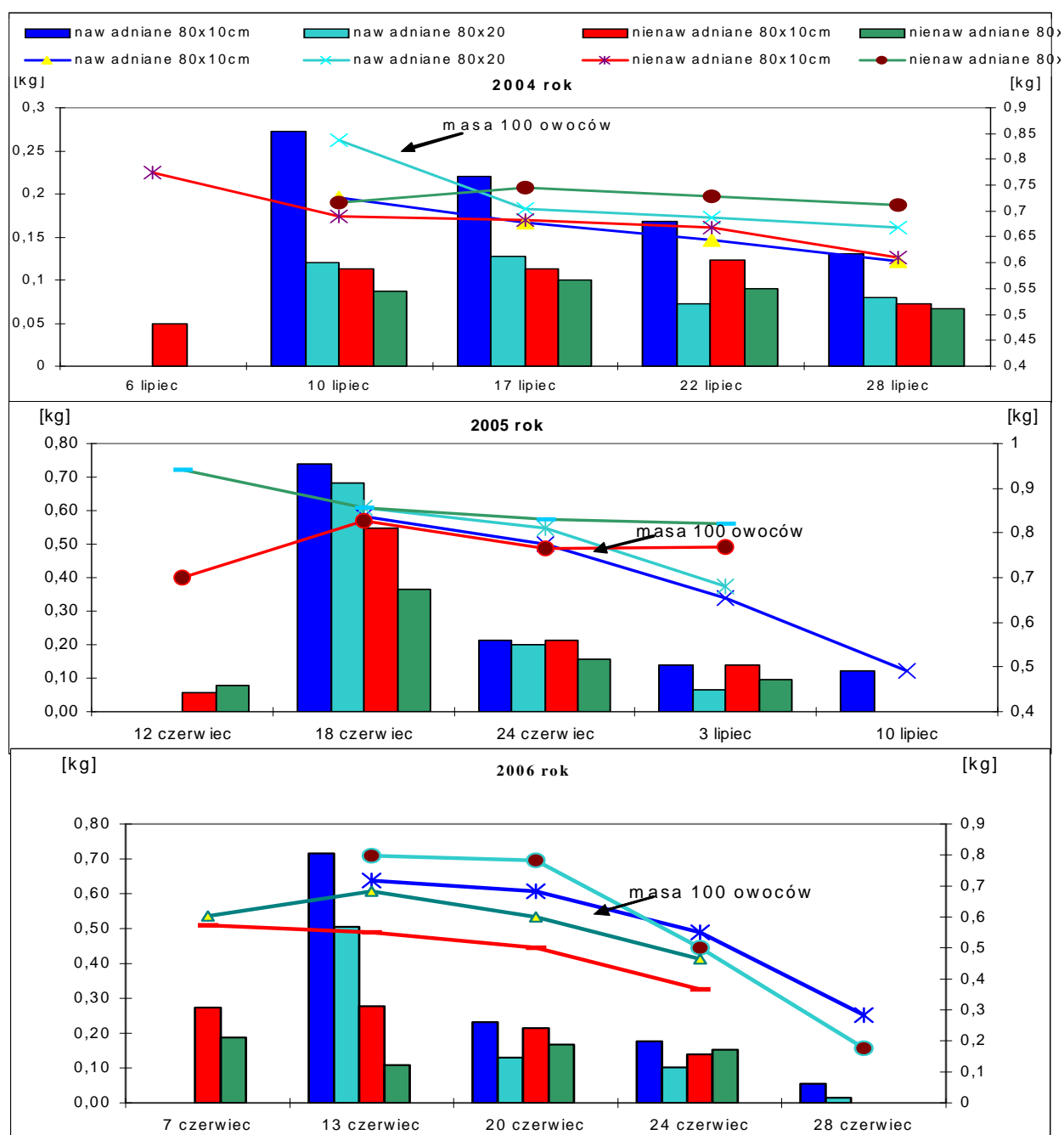
Tabela 6. Masa oraz suma plonu handlowego odmian Kama i Senga Sengana w latach 2004-2006 [kg·poletko⁻¹ (m²) i t·ha⁻¹]

Rok	Odmiana	Kama				Senga Sengana			
		Odległość w rzędzie	10	20	x	t·ha ⁻¹	10	20	x
2004	kontrola	0,46 a	0,34 a	0,40 A	7,50 A	0,58 a	0,36 a	0,47 A	11,75 A
	nawadniane	0,79 b	0,40 a	0,60 B	11,25 B	0,82 b	0,57 a	0,70 B	17,50 B
	X	0,63 B	0,37 A			0,70 B	0,47 A		
	T·ha ⁻¹	15,75 B	6, A			17,50 B	11,75 A		
2005	kontrola	0,94 a	0,70 a	0,82 A	20,50 A	1,74 ab	1,21 a	1,48 A	37,00 A
	nawadniane	1,21 a	0,95 a	1,08 A	27,00 A	2,38 b	1,79 ab	2,09 B	52,25 B
	x	1,08 A	0,83 A			2,06 B	1,50 A		
	t·ha ⁻¹	27,00 A	20,75 A			51,50 B	37,50		
2006	kontrola	0,85 a	0,61 a	0,73 A	18,25 A	1,33 ab	1,02 a	1,18 A	29,50 A
	nawadniane	1,16 a	0,75 a	0,96 A	24,00 A	1,93 b	1,19 ab	1,56 B	39,00 B
	x	1,01 A	0,68 A			1,63 B	1,11 A		
	t·ha ⁻¹	25,25 A	17,00 A			40,75 B	27,75 A		
Suma z lat	kontrola	2,24 ab	1,65 a	1,95 A	48,75 A	3,65 ab	2,58 a	3,12 A	78,00 A
	nawadniane	3,16 b	2,10 ab	2,63 B	65,75 B	5,12 b	3,55 a	4,34 B	108,50 B
	x	2,70 B	1,88 A			4,39 B	3,07 A		
	t·ha ⁻¹	67,50 B	47,00 A			109,75 B	76,75 A		

*objaśnienie: średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Tukey'a przy poziomie istotności 5%.

Analizując sumę plonu odmiany Senga Sengana z lat 2004-2006 również stwierdzono zróżnicowanie tej cechy ze względu na nawadnianie i gęstość sadzenia. Wielkość plonu odmiany Senga Sengana była o 39,1 % wyższa w przypadku roślin

nawadnianych w porównaniu z kontrolą. Różnice te potwierdziły się w każdym roku trwania doświadczenia. Analiza wariancji wykazała pozytywny wpływ nawadniania na wielkość plonu (był on wyższy o 48,9%, 41,2% i 32,2% odpowiednio w pierwszym, drugim i trzecim roku trwania doświadczenia). Stwierdzono również istotną różnicę w wielkości plonu w zależności od gęstości sadzenia. Truskawki posadzone co 10 cm wydały o 43% większy plon. Analizując powyższe wyniki można także stwierdzić, że u odmiany Senga Sengana najwyższy plon wystąpił w drugim roku doświadczenia i wynosił 47,7% sumy z trzech lat, najniższy natomiast w pierwszym roku (15,7% sumy z lat).



Ryc. 4. Masa plonu handlowego oraz masa 100 owoców truskawki odmiany Kama w poszczególnych terminach zbioru [kg z poletka]

Analizując rycinę 4 można stwierdzić, że rośliny nienawadniane wydają pierwszy plon wcześniej niż nawadniane i szybciej też kończą owocowanie.

Rozpatrując przebieg plonowania w 2004 roku ustalono, że główna masa plonu przypadała między 10. a 22. lipca i w zależności od kombinacji wynosiła ona od 76,36% (rośliny nienawadniane, rozstawa 80cm x 10cm) do 83,46% (nawadniane, rozstawa 80cm x 10cm) całkowitego plonu pochodzącego ze wszystkich terminów zbioru. Zbiór był dosyć równomierny i rozłożony w czasie.

Zaobserwowano stopniowe zmniejszanie się masy 100 owoców w poszczególnych terminach zbiorów. U roślin z kombinacji kontrolnej prowadzonej w rozstawie 80x10 cm stwierdzono pomiędzy pierwszym a ostatnim terminem zbioru spadek masy 100 owoców o 21,4%- w pierwszym terminie masa 100 owoców wynosiła 0,775 kg, a w ostatnim 0,609 kg. U roślin kontrolnych pochodzących z rzadszej rozstawy nie stwierdzono jednoznacznego spadku masy owoców na przestrzeni plonowania, choć w pierwszym terminie miały nieznacznie większą masę (0,716 kg) niż owoce pochodzące z ostatniego zbioru (0,712 kg). W przypadku roślin nawadnianych stwierdzono natomiast wyraźną tendencję spadkową masy 100 owoców. Owoce roślin posadzonych w rozstawie co 10 cm w pierwszym terminie zbioru miały masę 100 owoców równą 0,727 kg, a w ostatnim 0,602 kg, co w przeliczeniu procentowym przekładało się na o 17,2% mniejszą masę. W przypadku rzadszej rozstawy sadzenia masa 100 owoców podczas pierwszego zbioru wynosiła 0,836 kg, podczas ostatniego natomiast 0,669, czyli zmniejszyła się o ok. 20%. Opóźnienie plonowania w 2004 roku można uzasadnić późniejszym terminem sadzenia roślin (kwiecień 2004) a także okresami suszy zaistniałymi w czasie od drugiej dekady kwietnia do drugiej dekady czerwca.

W roku 2005 truskawki zaczęły plonować 12. czerwca, jednak plony zebrane w tym terminie były niewielkie. Właściwe plonowanie rozpoczęło się 18. czerwca i w zależności od kombinacji stanowiło ono od 52,36% (nienawadniane, rozstawa 80cm x 20cm) do 72% (nawadniane przy tej samej rozstawie) plonu całkowitego. Zbiory owoców rozciągnęły się w czasie od 12. czerwca do 10. lipca. Drugi rok doświadczenia w porównaniu z pierwszym był bardziej sprzyjający dla uprawy truskawki zarówno z uwagi na masę plonu jak i masę 100 owoców.

U roślin kontrolnych posadzonych w rozstawie 80 x 10 cm nie stwierdzono spadku masy owoców na przestrzeni plonowania, natomiast w przypadku owoców pochodzących z rzadszej rozstawy stwierdzono wyraźne zmniejszanie się masy 100 owoców (0,942 kg w pierwszym terminie zbioru i 0,821 kg w ostatnim, co w przeliczeniu przełożyło się na

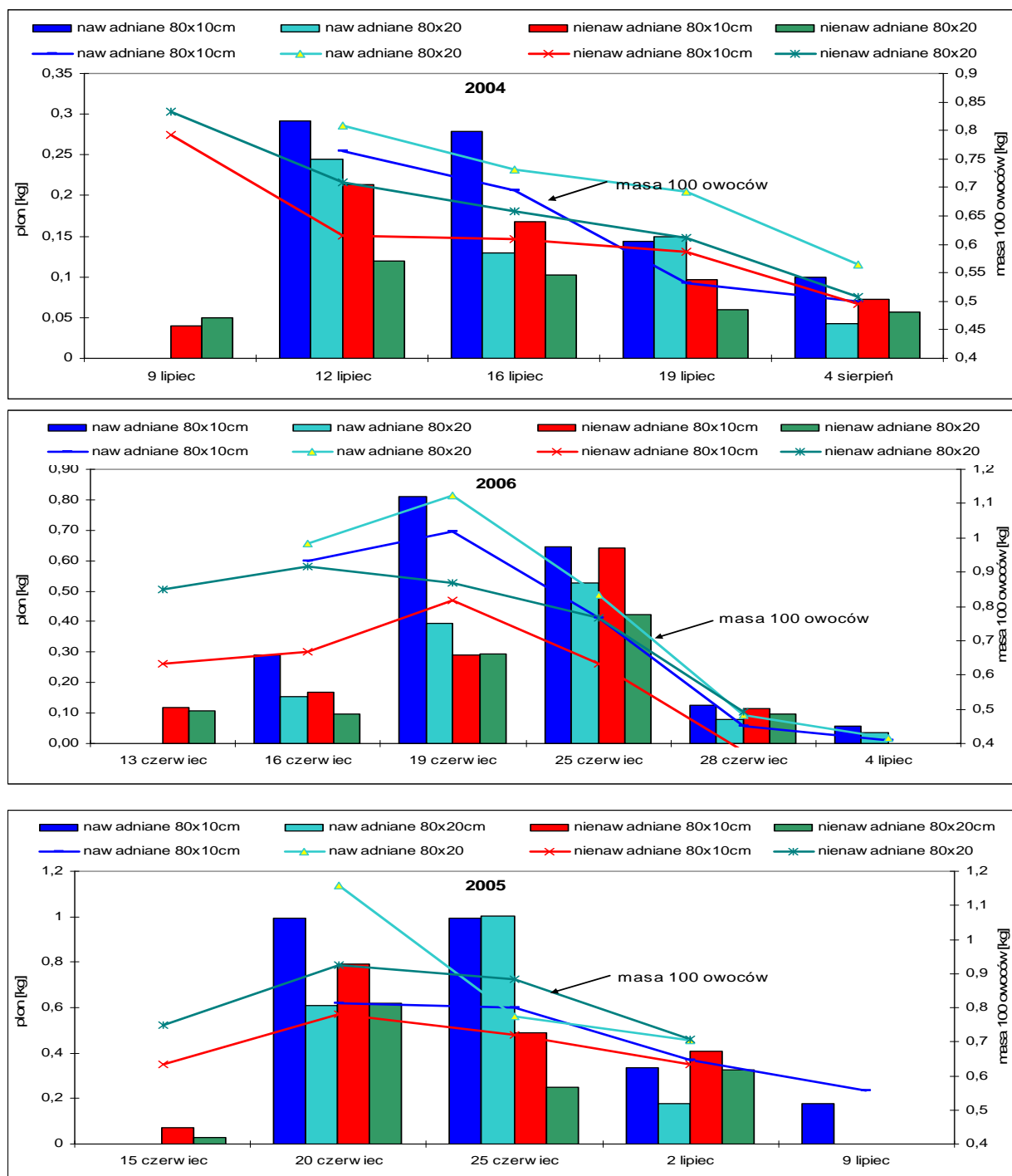
o 12,9% mniejszą masę 100 owoców). W przypadku roślin nawadnianych stwierdzono bardzo znaczną tendencję do drobnienia owoców na przestrzeni całego plonowania. U roślin posadzonych w gęstszej rozstawie masa 100 owoców wynosiła w pierwszym terminie zbioru 0,837 kg, w ostatnim 0,492 kg, czyli o 41,22% mniej. Masa 100 owoców u roślin z rzadszej rozstawy wynosiła 0,855 kg w pierwszym zbiorze i była o 20,47% mniejsza w ostatnim (0,680 kg).

W roku 2006 truskawki kombinacji kontrolnych rozpoczęły plonowanie 7. czerwca, jednak plon również był niewielki i wynosił od 0,187 do 0,273 kg/ poletko. Główna masa plonu dla roślin nawadnianych przypadła na 13. czerwca i wynosiła 61,62 % plonu całkowitego dla roślin posadzonych w rozstawie 80 cm x 10 cm i 67,15% dla rosnących w rzadszej rozstawie. U roślin nienawadnianych nie stwierdzono wyraźnie wyodrębnionego plonu w jednym terminie zbioru.

U roślin z badanych kombinacji stwierdzono stopniowe zmniejszanie się masy 100 owoców. Dla kombinacji kontrolnych prowadzonych co 10 cm masa 100 owoców pochodząca z pierwszego zbioru wynosiła 0,573 kg, natomiast z ostatniego 0,366 kg (czyli o 36,1% mniej), zaś w przypadku roślin posadzonych rzadziej – 0,603 kg w pierwszym zbiorze i 0,465 kg w ostatnim (o 22,89% mniej niż w pierwszym terminie). Masa 100 owoców roślin nawadnianych posadzonych co 10 cm wynosiła 0,718 kg w pierwszym zbiorze i spadła do 0,283 kg w ostatnim, czyli o 60,6% mniej pomiędzy skrajnymi zbiorami. W przypadku roślin posadzonych w rzadszej rozstawie masa 100 owoców malała począwszy od 0,798 kg w pierwszym zbiorze do 0,176 kg w ostatnim, czyli o 77,9%.

Ryc. 5 pozwala zauważyć, że podobnie jak w przypadku odmiany Kama, u odmiany Senga Sengana rośliny nienawadniane również rozpoczynały plonowanie o kilka dni szybciej niż nawadniane, co znajduje uzasadnienie głównie w biologii owoców. Rozpatrując przebieg plonowania w 2004 roku ustalono, że pierwszy plon rośliny wydały 9 czerwca, był on jednak niewielki, a główna masa plonu zebrana została między 12. a 16. lipca i w zależności od kombinacji wynosiła ona od 57,07 % (rośliny nienawadniane, rozstawa 80cm x 20cm) do 70,15 % (nawadniane, rozstawa 80cm x 10cm) całkowitego plonu pochodzącego ze wszystkich terminów zbioru. Zbiór był rozłożony w czasie. Stwierdzono stopniowe zmniejszanie się masy 100 owoców w trakcie prowadzonych zbiorów. U roślin kontrolnych posadzonych co 10 cm masa 100 owoców pomiędzy pierwszym a ostatnim zbiorem zmniejszyła się o 37,4%. Masa 100 owoców zebranych z roślin kontrolnych prowadzonych w rzadszej rozstawie wynosiła w trakcie pierwszego

zbioru 0,833kg i spadła do 0,507 kg w ostatnim terminie, co stanowiło spadek o 39,14%. U truskawek nawadnianych posadzonych co 10 cm również stwierdzono drobnienie owoców na przestrzeni całego zbioru i masa 100 owoców pomiędzy pierwszym a ostatnim zbiorem zmniejszyła się o 30,1%. Masa 100 owoców roślin nawadnianych posadzonych co 20 cm również z każdym kolejnym zbiorem malała i zmniejszyła się o 34,55%.



Ryc. 5. Masa plonu handlowego oraz masa 100 owoców truskawki odmiany Senga Sengana w poszczególnych terminach zbioru [kg z poletka]

W 2005 roku pierwszy plon owoców odmiany Senga Sengana zebrano 15. czerwca, był on jednak śladowy, a główna masa plonu przypadła pomiędzy 20. a 25. czerwca i zależnie od kombinacji wynosiła od 71,02 % (rośliny nienawadniane, w rozstawie co 20 cm w rzędzie) do 89,96% (nawadniane, w rozstawie co 20 cm). Stwierdzono zmniejszanie się masy owoców na przestrzeni całego zbioru, co było wyraźnie widoczne w przypadku roślin z kombinacji nawadnianych. Masa 100 owoców pochodzących z roślin nawadnianych posadzonych co 10 cm spadła o 31,5% - z 0,814 kg w pierwszym zbiorze do 0,558 kg w ostatnim. Drobnienie owoców było też widoczne w przypadku roślin nawadnianych prowadzonych w rzadszej rozstawie. Masa 100 owoców wynosiła podczas pierwszego zbioru 1,16 kg i 0,705kg podczas ostatniego, co przełożyło się na spadek o 39,22%. Zmniejszanie się masy owoców w przypadku roślin z kombinacji kontrolnych nie było tak jednoznaczne, chociaż również nastąpiło ich drobnienie w trakcie całego zbioru.

W 2006 roku pierwszy plon zebrano 13. czerwca, a główna masa plonu przypadała pomiędzy 19. a 25. czerwca i w zależności od kombinacji wynosiła od 69,87 % (rośliny nienawadniane, posadzone co 10 cm) do 77,33% (nawadniane, posadzone co 20 cm). Zbiór owoców był rozłożony w czasie. Stwierdzono również zmniejszanie się masy owoców w trakcie całego zbioru. Masa 100 owoców zebranych z roślin kontrolnych posadzonych co 10 cm zmniejszyła się z 0,633kg w pierwszym terminie zbioru do 0,377 w ostatnim, czyli o 40,4%. W przypadku owoców zebranych z roślin kontrolnych posadzonych w rzadszej rozstawie masa 100 owoców kształtowała się od 0,850 kg w pierwszym terminie do 0,491 kg w ostatnim, czyli w przeliczeniu procentowym jej spadek wynosił 42,2%. U roślin nawadnianych także stwierdzono tendencję do drobnienia owoców w trakcie poszczególnych zbiorów. Masa 100 owoców zebranych w pierwszym terminie z roślin nawadnianych prowadzonych co 10 cm wynosiła 0,933 kg, w ostatnim spadła do 0,411 kg, czyli o 55,95% na przestrzeni zbiorów. W przypadku truskawek nawadnianych posadzonych co 20 cm masa 100 owoców zmniejszyła się o 57,78% - z 0,983 kg w trakcie pierwszego zbioru do 0,415 kg w ostatnim terminie.

W tab. 7 przedstawiono procentowy udział owoców porażonych przez szarą pleśń w plonie ogólnym truskawki obu badanych odmian w poszczególnych latach doświadczenia.

Udział owoców zakwalifikowanych do plonu niehandlowego wynosił od 9,97% do 14,96% w zależności od odmiany i roku badań. Większy procent owoców porażonych szarą pleśnią (*Botrytis cinerea*) stwierdzono u odmiany Senga Sengana w każdym roku

przeprowadzonego doświadczenia, co można uzasadnić większą podatnością tej odmiany na szarą pleśń.

Tabela 7. Liczba owoców porażonych przez szarą pleśń (*Botrytis cinerea*) w latach 2004-2006 [% plonu ogólnego]

Rok \ Odmiana	Kama	Senga Sengana
2004	11,58	14,96
2005	10,20	12,75
2006	9,97	14,67
Średnia z lat	10,58	14,13

4.3 Masa 100 owoców

Masę 100 owoców badanych kombinacji przedstawiono w tab. 8.

Analiza statystyczna dla średniej z lat w przypadku odmiany Kama wykazała, że gęstość sadzenia istotnie wpływała na wielkość masy 100 owoców. Rośliny posadzone w rozstawie 80 x 20 cm wytworzyły owoce o większej masie niż rośliny sadzone gęściej. Zależność ta została potwierdzona statystycznie w drugim roku doświadczenia. Największą masę 100 owoców uzyskano w drugim roku po posadzeniu (2005) w kombinacji kontrolnej przy rzadszej rozstawie sadzenia (0,862 kg), najmniejszą natomiast w ostatnim roku trwania doświadczenia w tej samej kombinacji przy rozstawie sadzenia co 10 cm (0,509 kg).

W przypadku odmiany Senga Sengana również stwierdzono, że gęstość sadzenia wpływała na masę 100 owoców. Rozpatrując średnią z lat można stwierdzić, że rośliny posadzone rzadziej (80 x 20 cm) wytworzyły owoce o większej masie.

Analizując średnią z lat stwierdzono, że nawadnianie wpływało na masę 100 owoców u odm. Senga Sengana i powodowało jej wzrost. Największą masę 100 owoców

stwierdzono w roku 2005 w kombinacji roślin nawadnianych, posadzonych co 20 cm (0,854 kg), najmniejszą zaś w ostatnim roku doświadczenia (2006) dla roślin kontrolnych sadzonych co 10 cm (0,584 kg).

Tabela 8. Masa 100 owoców [kg] odmiany Kama i Senga Sengana w latach 2004-2006

Rok	Odmiana	Kama			Senga Sengana		
		10	20	x	10	20	x
2004	Kontrola	0,68 a	0,73 a	0,71 A	0,61 a	0,64 ab	0,63 A
	Nawadnianie	0,66 a	0,72 a	0,69 A	0,62 ab	0,70 b	0,66 A
	x	0,67 a	0,73 a		0,62 a	0,67 b	
2005	Kontrola	0,79 ab	0,86 b	0,83 B	0,69 b	0,80 a	0,75 A
	Nawadnianie	0,72 a	0,80 ab	0,76 A	0,75 ab	0,85 a	0,80 B
	x	0,76 a	0,83 b		0,72 a	0,83 b	
2006	Kontrola	0,51 a	0,58 a	0,55 A	0,58 a	0,73 ab	0,66 A
	Nawadnianie	0,61 a	0,61 a	0,61 A	0,77 ab	0,83 b	0,80 B
	x	0,56 a	0,60 a		0,68 a	0,78 b	
Średnia z lat	Kontrola	0,66 a	0,72 a	0,69 A	0,63 b	0,72 a	0,68 A
	Nawadnianie	0,66 a	0,71 a	0,69 A	0,71 ab	0,79 a	0,75 B
	x	0,66 A	0,72 B		0,67 A	0,76 B	

4.4 Średnica owoców

W tab.9-10 ujęto pomiary średnicy owoców obu badanych odmian wraz z wartościami skrajnymi tej cechy.

Rozpatrując wyniki przedstawione w tab. 9 i 10 można zauważyć tendencję wpływu nawadniania na zwiększenie średnicy owoców, przy czym w przypadku odmiany Senga Sengana różnica ta była istotna. Nie stwierdzono wpływu gęstości sadzenia na wielkość średnicy owoców.

Tabela 9. Średnica owoców odmiany Kama w 2005 roku [mm]

	Średnica owoców			Minimalna			Maksymalna		
	10	20	X	10	20	x	10	20	x
kontrola	20,86 a	22,96 abc	21,91 A	16,10	17,34	16,72	25,48	28,90	27,19
nawadnianie	23,81 bcd	21,82 ab	22,82 A	19,00	17,90	18,45	28,43	26,40	27,42
x	22,34 A	22,39 A		17,55	17,62		26,96	27,65	

Tabela 10. Średnica owoców odmiany Senga Sengana w 2005 roku [mm]

	Średnica owoców			Minimalna			Maksymalna		
	10	20	X	10	20	x	10	20	x
kontrola	23,39 abc	23,55 abc	23,47 AB	18,66	18,65	18,66	29,75	30,64	30,20
nawadnianie	25,77 cd	26,69 d	26,23 B	19,19	19,45	19,32	32,68	33,21	32,95
x	24,58 B	25,12 B		18,93	19,05		31,22	31,93	

4.5 Stopień jędrności owoców

W tabelach 11 i 12 przedstawiono stopień jędrności owoców badanych odmian wraz z wartościami minimalnymi i maksymalnymi tej cechy.

Analizując wyniki przedstawione w tabeli 11 można stwierdzić, że nawadnianie miało wpływ na obniżenie jędrności owoców odmiany Kama, co może się wiązać z mniejszą zawartością suchej masy i większym uwodnieniem komórek w owocach.

Zarysowała się także tendencja wpływu gęstości sadzenia co 10 cm na zwiększanie stopnia jędrności owoców, co może wskazywać na mniejsze wykorzystanie wody przez takie rośliny i tym samym większą zawartość suchej masy w owocach.

Tabela 11. Jędrność owoców odmiany Kama w roku 2005 [$G \cdot mm^{-1}$ ugięcia]

	Jędrność owoców			Minimalna			Maksymalna		
	10	20	X	10	20	x	10	20	x
kontrola	235,18 ab	240,18 b	237,68 B	127,37	104,48	115,93	341,27	372,67	356,97
nawadnianie	230,02 ab	179,76 cd	204,89 AB	126,58	92,07	109,33	363,32	267,65	315,49
x	232,60 B	209,97 AB		126,98	98,28		352,30	320,16	

Tabela 12. Jędrność owoców odmiany Senga Sengana w 2005 [$G \cdot mm^{-1}$ ugięcia]

	Jędrność owoców			Minimalna			Maksymalna		
	10	20	X	10	20	x	10	20	x
kontrola	215,60 abc	209,79abc	212,70 AB	131,53	142,67	137,10	319,03	260,39	289,71
nawadnianie	187,65 acd	158,56 d	173,11 A	117,42	90,34	103,88	265,23	252,68	258,96
x	201,63 A	184,18 A		124,48	116,51		292,13	256,54	

Wyniki zestawione w tab. 12 ukazują wpływ nawadniania na zmniejszanie stopnia jędrności owoców. Większa gęstość sadzenia, podobnie jak w przypadku odmiany Kama, mogła wpłynąć na zwiększenie jędrności.

Porównując obie odmiany należy zauważyć, że owoce odmiany Kama charakteryzowały się wyższą jędrnością w porównaniu z owocami odmiany Senga Sengana.

4.6 Wpływ zróżnicowanej gęstości sadzenia i nawadniania na zawartość składników mineralnych i organicznych w owocach i liściach truskawki

4.6.1. Skład chemiczny owoców

4.6.1.1. Cukry

Oznaczono w owocach z badanych kombinacji zawartość cukrów ogółem, cukrów redukujących oraz sacharozy i zestawiono je w tab. 13 i 14.

Tabela 13. Zawartość cukrów w owocach odmiany Kama w latach 2004-2006 [%]

Rok	Odmiana	cukry ogółem			cukry redukujące			sacharoza		
		10	20	x	10	20	x	10	20	x
2004	kontrola	7,23 ab	7,59 b	7,41 b	5,13 a	5,65 b	5,39 a	2,00 a	1,97 a	1,99 b
	nawadnianie	6,40 a	7,21 ab	6,81 a	5,46 ab	5,52 ab	5,49 a	0,90 b	1,48 c	1,19 a
	x	6,82 a	7,40 b		5,30 a	5,59 b		1,45 a	1,73 b	
2005	kontrola	7,54 c	6,63 b	7,09 b	6,50 c	5,74 b	6,12 b	0,97 a	0,85 a	0,91 b
	nawadnianie	6,02 a	5,90 a	5,96 a	5,39 a	5,48 a	5,44 a	0,60 c	0,40 b	0,50 a
	x	6,78 b	6,27 a		5,95 b	5,61 a		0,79 b	0,63 a	
2006	kontrola	7,03 b	6,98 b	7,01 b	6,05 a	6,17 a	6,11 b	0,93 b	0,78 b	0,86 b
	nawadnianie	5,96 a	6,07 a	6,02 a	5,66 a	5,53 a	5,60 a	0,29 a	0,51 a	0,40 a
	x	6,50 a	6,53 a		5,86 a	5,85 a		0,61 a	0,65 a	
Średnia z lat	kontrola	7,27 c	7,07 bc	7,17 B	5,89 a	5,85 a	5,87 B	1,30 a	1,20 a	1,25 B
	nawadnianie	6,13 a	6,39 ab	6,26 A	5,50 a	5,51 a	5,51 A	0,60 a	0,80 a	0,70 A
	x	6,70 A	6,73 A		5,70 A	5,68 A		0,95 A	1,00 A	

Wyniki dla średniej z lat odmiany Kama przedstawiono w tab. 13. Ukazują one wpływ nawadniania na obniżenie zawartości cukrów ogółem, cukrów redukujących i sacharozy w owocach odmiany Kama. Zależność ta w przypadku cukrów ogółem i sacharozy potwierdziła się we wszystkich latach prowadzenia doświadczenia, natomiast w odniesieniu do cukrów redukujących w drugim i trzecim roku badań.

Nie wykazano wpływu poszczególnych gęstości sadzenia na zawartość w owocach cukrów ogółem, cukrów redukujących i sacharozy.

Tabela 14. Zawartość cukrów w owocach odmiany Senga Sengana w latach 2004-2006[%]

Rok	Odmiana	Cukry ogółem			Cukry redukujące			Sacharoza		
		Odległość w rzędzie (cm)	10	20	x	10	20	x	10	20
2004	kontrola	6,46 ab	7,73 b	7,10 b	5,57 a	5,68 a	5,63 b	1,05 ab	1,95 b	1,50 a
	nawadnianie	5,71 a	6,98 ab	6,35 a	4,60 b	5,41 a	5,01 a	0,85 a	1,49 ab	1,17 a
	x	6,09 a	7,36 b		5,09 a	5,55 b		0,95 a	1,72 b	
2005	kontrola	6,51 a	7,19 b	6,85 b	4,93 a	6,05 b	5,49 b	1,50 a	1,46 a	1,48 b
	nawadnianie	6,46 a	6,53 a	6,50 a	4,95 a	4,99 a	4,97 a	1,44 a	1,08 b	1,26 a
	x	6,49 a	6,86 b		4,94 a	5,52 b		1,47 b	1,27 a	
2006	kontrola	7,61 c	7,13 b	7,37 b	6,41 c	5,83 a	6,12 b	1,14 b	1,24 b	1,19 b
	nawadnianie	6,40 a	6,52 a	6,46 a	5,59 b	5,87 a	5,73 a	0,78 a	0,62 a	0,70 a
	x	7,01 a	6,83 a		6,00 b	5,85 a		0,96 a	0,93 a	
Średnia z lat	kontrola	6,86 ab	7,35 b	7,11 B	5,64 ab	5,85 b	5,75 B	1,23 a	1,55 a	1,39 B
	nawadnianie	6,19 a	6,67 ab	6,43 A	5,05 a	5,42 ab	5,24 A	1,02 a	1,06 a	1,04 A
	x	6,53 A	7,01 B		5,35 A	5,64 A		1,13 A	1,31 A	

Analiza laboratoryjna owoców odmiany Senga Sengana dla średniej z lat (tab.14) wykazała wpływ nawadniania na poziom zawartości poszczególnych związków organicznych. We wszystkich latach stwierdzono wpływ nawodnienia na zmniejszenie zawartości w owocach cukrów ogółem i cukrów redukujących. Istotny wpływ nawadniania na niższą zawartość sacharozy ustalono w drugim i trzecim roku doświadczenia (2005 i 2006).

Rozpatrując wpływ gęstości sadzenia na zawartość cukrów ogółem i cukrów redukujących dla średniej z lat stwierdzono, że większa gęstość sadzenia wpłynęła na obniżenie zawartości cukrów ogółem w owocach odmiany Senga Sengana. Zależność tę potwierdzono statystycznie w pierwszym i drugim roku trwania doświadczenia.

4.6.1.2. Ekstrakt

Oznaczono w ostatnim roku trwania doświadczenia (2006) zawartość ekstraktu w owocach z badanych kombinacji i ujęto ją w tab. 15.

Tabela 15. Zawartość ekstraktu w owocach odmiany Kama i Senga Sengana w 2006 [%]

Odmiana	Kama			Senga Sengana		
	10	20	x	10	20	x
Odległość w rzędzie (cm)						
kontrola	9,3 b	10,05 b	9,68 B	7,85ab	8,45 b	8,15 B
nawadnianie	8,4 a	8,15a	8,28 A	7,90 a	7,55 ab	7,73 A
x	8,85 A	9,10 A		7,88 A	8,00 B	

Rozpatrując wyniki zestawione w tab. 15 można stwierdzić, że odmiana Kama cechowała się wyższym poziomem ekstraktu niż odmiana Senga Sengana. U obydwu odmian wystąpiły różnice w zawartości ekstraktu w zależności od nawadniania. Owoce pochodzące z roślin nawadnianych cechowały się niższą zawartością ekstraktu w porównaniu z owocami kombinacji kontrolnych. Więcej ekstraktu zawierały owoce z roślin posadzonych co 20 cm.

4.6.1.3. Witamina C

Oznaczono w owocach ze wszystkich kombinacji zawartość witaminy C i przedstawiono w tabeli 16.

Rozpatrując wyniki zestawione w tab. 16 dla średniej z lat odm. Senga Sengana stwierdzono wpływ nawadniania na obniżenie poziomu witaminy C w owocach, co zostało potwierdzone w trzecim roku prowadzenia doświadczenia. Stwierdzono również wpływ gęstości sadzenia 80x10 cm na wzrost zawartości w owocach witaminy C.

Natomiast w przypadku odmiany Kama średnia z lat nie wykazała istotnej różnicy pomiędzy obiema rozstawami sadzenia, jak również nie stwierdzono wpływu nawadniania na zawartość witaminy C w owocach z wyjątkiem pierwszego roku badań (2004).

Obniżenie zawartości witaminy C w owocach odmiany Senga Sengana pod wpływem nawadniania potwierdzono statystycznie jedynie w trzecim roku trwania doświadczenia. Nie stwierdzono również wpływu gęstości sadzenia na zawartość witaminy C w żadnym z badanych lat.

Tabela 16. Zawartość witaminy C w owocach [$\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ świeżej masy]

Rok	odmiana	Kama			Senga Sengana		
		10	20	x	10	20	x
2004	kontrola	65,12 ab	72,12 b	68,62 b	69,52 a	57,20 a	63,36 a
	nawadnianie	38,72 a	65,12 ab	51,92 a	59,84 a	54,56 a	57,20 a
	x	51,92 a	68,62 b		64,68 a	55,88 a	
2005	kontrola	61,60 b	46,64 a	54,12 a	69,52 a	57,20 a	63,36 a
	nawadnianie	58,96 b	45,32 a	52,14 a	59,84 a	54,56 a	57,20 a
	x	60,28 b	45,98 a		64,68 a	55,88 a	
2006	kontrola	57,20 a	58,96 a	58,08 a	77,88 a	79,64 a	78,76 b
	nawadnianie	54,12 a	54,34 a	54,23 a	67,98 ab	58,08 b	63,03 a
	x	55,66 a	56,65 a		72,93 a	68,86 a	
Średnia z lat	kontrola	61,31 a	59,24 a	60,28 A	70,84 b	62,92 ab	66,88 B
	nawadnianie	50,60 a	54,93 a	52,77 A	62,85 ab	53,53 a	58,19 A
	x	55,96 A	57,09 A		66,85 B	58,23 A	

4.6.1.4. Kwasowość ogólna

W tab. 17 przedstawiono kwasowość ogólną owoców badanych odmian.

Rozpatrując wyniki badań z lat przedstawione w tab. 17 dla odmiany Kama stwierdzono, że nawadnianie spowodowało zwiększenie kwasowości ogólnej owoców. Zależność ta została potwierdzona w drugim i trzecim roku doświadczenia. Nie stwierdzono natomiast wpływu rozstawy na poziom kwasowości ogólnej owoców.

W przypadku odmiany Senga Sengana na podstawie średniej z lat ustalono, że nawadnianie istotnie wpłynęło na zwiększenie kwasowości ogólnej owoców. Zależność tę udowodniono w każdym roku badań. Nie udowodniono natomiast wpływu gęstości sadzenia na poziom kwasowości ogólnej owoców.

Tabela 17. Kwasowość ogólna owoców odmian Kama i Senga Sengana

[g kw.cytrynowego · 100g⁻¹świeżej masy]

Rok	Odmiana	Kama			Senga Sengana		
		10	20	x	10	20	x
2004	kontrola	0,84 a	0,83 a	0,84 a	0,85 a	0,96 ab	0,91 a
	nawadnianie	0,79 a	0,82 a	0,81 a	1,06 bc	1,16 c	1,11 b
	x	0,82 a	0,83 a		0,96 a	1,06 b	
2005	kontrola	0,94 a	0,92 a	0,93 a	0,93 a	0,94 a	0,94 a
	nawadnianie	1,03 b	0,93 a	0,98 b	0,99 b	1,01 b	1,00 b
	x	0,99 b	0,93 a		0,96 a	0,98 b	
2006	kontrola	0,94 a	0,98 a	0,96 a	0,95 ab	0,82 b	0,89 a
	nawadnianie	1,17 b	1,13 b	1,15 b	1,07 a	1,05 a	1,06 b
	x	1,06 a	1,06 a		1,01 b	0,94 a	
Średnia z lat	kontrola	0,91 a	0,91 a	0,91 A	0,91 a	0,90 a	0,91 A
	nawadnianie	0,99 a	0,96 a	0,98 B	1,04 b	1,07 b	1,06 B
	x	0,95 A	0,94 A		0,98 A	0,99 A	

4.6.1.5. Sucha masa

Tabela 18 przedstawia zawartość suchej masy (%).

Analizując wyniki przedstawione w tab.18 dotyczące syntezy z lat dla odmiany Kama stwierdzono wpływ nawadniania na zmniejszenie udziału suchej masy w owocach.

Zależność ta została potwierdzona we wszystkich latach doświadczenia u obu badanych odmian.

Nie stwierdzono zmian w zawartości suchej masy u owoców zależnie od gęstości sadzenia.

Tabela 18. Zawartość suchej masy w owocach odmian Kama i Senga Sengana w badanych latach [%]

Rok	Odmiana	Kama			Senga Sengana		
	Odległość w rzędzie (cm)	10	20	x	10	20	x
2004	kontrola	10,18 a	10,45 a	10,32 b	9,05 a	11,87 b	10,46 b
	nawadnianie	9,44 b	10,24 a	9,84 a	9,11 a	9,84 a	9,48 a
	x	9,81 a	10,35 b		9,08 a	10,86 b	
2005	kontrola	10,26 c	9,28 b	9,77 b	9,52 ab	9,73 b	9,63 b
	nawadnianie	9,01 ab	8,65 a	8,83 a	9,22 a	9,31 a	9,27 a
	x	9,64 b	8,97 a		9,37 a	9,52 a	
2006	kontrola	11,21 b	10,97 b	11,09 b	11,53 d	11,06 c	11,30 b
	nawadnianie	9,58 a	9,86 a	9,72 a	10,20 b	9,69 a	9,95 a
	x	10,40 a	10,42 a		10,87 b	10,38 a	
Średnia z lat	kontrola	10,55 b	10,23 ab	10,39 B	10,03 ab	10,89 b	10,46 B
	nawadnianie	9,34 a	9,58 ab	9,46 A	9,51 a	9,61 ab	9,56 A
	x	9,95 A	9,91 A		9,77 A	10,25 A	

4.6.2. Skład chemiczny liści

Dokonano oznaczenia składu chemicznego liści u obu odmian. Badano zawartość suchej masy oraz makroelementów dla wszystkich kombinacji objętych doświadczeniem. Wartości te przedstawiono w tabelach 19-24.

4.6.2.1. Sucha masa

Rozpatrując wyniki dla średniej z lat przedstawione w tab. 19 można stwierdzić, że w przypadku odmiany Kama nawadnianie wpłynęło na zmniejszenie zawartości suchej masy w liściach (o ok. 5,5%), co znalazło potwierdzenie we wszystkich latach doświadczenia (różnica o 7,7% wystąpiła w 2005 roku), natomiast nie stwierdzono wpływu różnych gęstości sadzenia na tę cechę.

U odmiany Senga Sengana nawadnianie również wpłynęło na obniżenie zawartości suchej masy w liściach truskawek (o 4,3%), a zależność ta potwierdziła się w pierwszym i drugim

roku trwania doświadczenia, przy czym w drugim roku różnica ta była najbardziej widoczna i wynosiła 12,5%.

Analizując wpływ gęstości sadzenia na zawartość suchej masy w liściach odm. Senga Sengana dla średniej z lat stwierdzono, że większa gęstość sadzenia wpłynęła na obniżenie zawartości suchej masy.

Tabela 19. Zawartość suchej masy w liściach odmiany Kama i Senga Sengana [%]

Rok	Odmiana	Kama			Senga Sengana		
		10	20	x	10	20	x
2004	kontrola	33,92	36,00	34,96	33,60	32,41	33,01
	nawadnianie	33,31	33,36	33,34	32,43	32,40	32,42
	x	33,62	34,68		33,02	32,41	
2005	kontrola	36,70	36,40	36,55	36,70	40,00	38,35
	nawadnianie	35,90	31,60	33,75	32,30	34,80	33,55
	x	36,30	34,00		34,50	37,40	
2006	kontrola	45,20	43,50	44,35	42,10	47,80	44,95
	nawadnianie	41,60	43,20	42,40	50,00	40,80	45,40
	x	43,40	43,35		46,05	44,30	
Średnia z lat	kontrola	38,61	38,63	38,62	37,47	40,07	38,77
	nawadnianie	36,94	36,05	36,50	38,24	36,00	37,12
	x	37,78	37,34		37,86	38,04	

4.6.2.2. Azot

Rozpatrując wyniki obecności azotu w liściach odmiany Senga Sengana dla średniej z lat (tab. 20) można stwierdzić, że rośliny nawadniane charakteryzowały się niższą zawartością tego pierwiastka w porównaniu z roślinami nienawadnianymi (różnica ta wynosiła 11,9%). Tę samą zależność zanotowano dla średniej z lat odmiany Kama. Liście roślin kontrolnych zawierały o 7,7% więcej azotu niż liście roślin nawadnianych. W przypadku odmiany Senga Sengana zależność ta potwierdziła się w każdym roku doświadczenia (różnica w latach 2004, 2005 i 2006 wynosiła odpowiednio 15,7%, 5,6% i 14,1%), a u odmiany Kama natomiast w pierwszym i trzecim roku, przy czym w ostatnim wynosiła 17,8%.

U odmiany Senga Sengana posadzonej w rozstawie 80 x 10 cm we wszystkich trzech latach badań wystąpił wzrost zawartości azotu w liściach w porównaniu z roślinami posadzonymi co 20 cm, co potwierdzono w każdym roku prowadzenia doświadczenia. Zależności tej nie potwierdzono w przypadku odm. Kama.

Tabela 20. Zawartość azotu w liściach badanych odmian [zawartość w % suchej masy]

Rok	Odmiana	Kama			Senga Sengana		
		10	20	x	10	20	x
	Odległość w rzędzie (cm)						
2004	kontrola	1,62	1,50	1,56	1,62	1,70	1,66
	nawadnianie	1,52	1,47	1,49	1,46	1,35	1,40
	x	1,57	1,48		1,54	1,52	
2005	kontrola	1,53	1,88	1,70	1,89	1,69	1,79
	nawadnianie	1,71	1,71	1,71	1,73	1,65	1,69
	x	1,62	1,79		1,81	1,67	
2006	kontrola	1,82	1,78	1,80	1,96	1,75	1,85
	nawadnianie	1,44	1,52	1,48	1,61	1,58	1,59
	x	1,63	1,65		1,78	1,66	
Średnia z lat	kontrola	1,66	1,72	1,69	1,82	1,71	1,77
	nawadnianie	1,56	1,57	1,56	1,60	1,53	1,56
	x	1,61	1,64		1,71	1,62	

4.6.2.3. Fosfor

Rozpatrując średnią z lat odmiany Kama (tab.21) stwierdzono o 11,1% wyższą zawartość fosforu w liściach roślin nawadnianych w porównaniu z kontrolnymi, jednak na przestrzeni trzech lat doświadczenia nie można określić jednoznacznej tendencji.

Wpływ gęstości sadzenia na ilość fosforu w liściach stwierdzono na podstawie średniej z lat dla odmiany Kama. U roślin prowadzonych w mniejszej gęstości sadzenia (80x20cm) zawartość fosforu była większa niż u roślin sadzonych co 10 cm. Tendencja ta stwierdzona została w drugim i trzecim roku trwania doświadczenia.

W przypadku odmiany Senga Sengana zawartość fosforu w liściach roślin nawadnianych w porównaniu z kontrolą była mniejsza z wyłączeniem trzeciego roku.

Rozpatrując natomiast wpływ gęstości sadzenia na zmiany zawartości fosforu w liściach można zauważyć, że w przypadku odmiany Senga Sengana rośliny sadzone gęściej zawierały więcej tego pierwiastka.

Tabela 21. Zawartość fosforu w liściach odmian Kama i Senga Sengana [zawartość w % suchej masy]

Rok	Odmiana	Kama			Senga Sengana		
		Odległość w rzędzie (cm)	10	20	x	10	20
2004	kontrola	0,34	0,32	0,33	0,37	0,28	0,32
	nawadnianie	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29
	x	0,32	0,30		0,33	0,28	
2005	kontrola	0,26	0,26	0,26	0,33	0,27	0,30
	nawadnianie	0,24	0,29	0,26	0,27	0,24	0,25
	x	0,25	0,27		0,30	0,25	
2006	kontrola	0,21	0,25	0,23	0,27	0,21	0,24
	nawadnianie	0,33	0,38	0,35	0,38	0,36	0,37
	x	0,27	0,31		0,32	0,28	
Średnia z lat	kontrola	0,27	0,28	0,27	0,32	0,25	0,28
	nawadnianie	0,29	0,32	0,30	0,32	0,30	0,30
	x	0,28	0,30		0,32	0,27	

4.6.2.4. Potas

Analizując średnią z lat dla odmiany Kama (tab.22) zaobserwowano nieznaczną różnicę pomiędzy zawartością potasu w liściach roślin nawadnianych i kontrolnych. U roślin nawadnianych zawartość potasu była nieznacznie wyższa (o 1,37%), a różnica ta zaistniała w drugim (2005) i trzecim (2006) roku doświadczenia i wynosiła odpowiednio 5,9% i 6,7%.

U odmiany Kama mniejsza gęstość sadzenia spowodowała zwiększenie zawartości potasu w liściach o 5,3%. W drugim i trzecim roku trwania doświadczenia różnice wynosiły odpowiednio 7,59% i 14 %.

Na podstawie uzyskanych wyników średniej z lat dla odmiany Senga Sengana zaobserwowano podobną różnicę zawartości potasu pomiędzy liśćmi roślin nawadnianych i nienawadnianych. Rozpatrując wpływ gęstości sadzenia na zawartość potasu

stwierdzono, że nieco większa ilość tego makroelementu wystąpiła u roślin sadzonych gęściej (3,5%).

Tabela 22. Zawartość potasu w liściach [zawartość w % suchej masy]

Rok	Odmiana	Kama			Senga Sengana		
	Odległość w rzędzie (cm)	10	20	x	10	20	x
2004	kontrola	1,77	1,57	1,67	1,79	1,62	1,70
	nawadnianie	1,55	1,61	1,58	1,66	1,59	1,62
	x	1,66	1,59		1,72	1,60	
2005	kontrola	1,25	1,46	1,35	1,49	1,46	1,47
	nawadnianie	1,43	1,44	1,43	1,39	1,36	1,37
	x	1,34	1,45		1,44	1,41	
2006	kontrola	1,18	1,52	1,35	1,34	1,02	1,18
	nawadnianie	1,40	1,49	1,44	1,25	1,51	1,38
	x	1,29	1,50		1,29	1,26	
Średnia z lat	kontrola	1,40	1,52	1,46	1,54	1,37	1,45
	nawadnianie	1,46	1,51	1,48	1,43	1,49	1,46
	x	1,43	1,51		1,48	1,43	

4.6.2.5. Magnez

Rozpatrując wyniki dotyczące zawartości magnezu w liściach (tab. 23) stwierdzono u odmiany Kama o 8,3% niższą zawartość tego pierwiastka w liściach roślin nawadnianych i identyczną zawartość tego makroelementu u roślin posadzonych co 10 i co 20 cm. Jedynie w pierwszym roku trwania doświadczenia w liściach roślin nawadnianych stwierdzono niższą zawartość magnezu o 20% w porównaniu z kontrolą

Analizując średnią z lat odmiany Senga Sengana nie wykazano różnicy pomiędzy roślinami nawadnianymi a kontrolnymi pod względem zawartości magnezu w liściach. Rozpatrując poszczególne lata badań stwierdzono, że w pierwszym i drugim roku wyższa zawartość magnezu wystąpiła u roślin kontrolnych (odpowiednio o 16% i 5%), zaś w roku trzecim wystąpiła o 16% niższa zawartość magnezu w porównaniu z nawadnianymi.

Tabela 23. Zawartość magnezu w liściach odmian Kama i Senga Sengana [zawartość w % suchej masy]

Rok	Odmiana	Kama			Senga Sengana		
		10	20	x	10	20	x
2004	kontrola	0,24	0,26	0,25	0,24	0,26	0,25
	nawadnianie	0,22	0,19	0,20	0,20	0,22	0,21
	x	0,23	0,22		0,22	0,24	
2005	kontrola	0,23	0,20	0,21	0,22	0,19	0,20
	nawadnianie	0,22	0,21	0,21	0,20	0,18	0,19
	x	0,22	0,20		0,21	0,18	
2006	kontrola	0,22	0,28	0,25	0,26	0,24	0,25
	nawadnianie	0,24	0,24	0,24	0,31	0,27	0,29
	x	0,23	0,26		0,28	0,25	
średnia z lat	kontrola	0,23	0,25	0,24	0,24	0,23	0,23
	nawadnianie	0,23	0,21	0,22	0,24	0,22	0,23
	x	0,23	0,23		0,24	0,22	

4.6.2.6. Wapń

Na podstawie wyników przedstawionych w tabeli 24 dla średniej z lat odmiany Kama stwierdzono wyższą o 16,6% zawartość wapnia u roślin nienawadnianych. Zależność ta potwierdziła się w każdym roku doświadczenia. Liście roślin kontrolnych zawierały odpowiednio o 22,7%, 3,4% i 23,2% więcej wapnia niż liście roślin nawadnianych.

Rozpatrując zaś średnią z lat pod kątem wpływu gęstości sadzenia na zawartość wapnia w liściach zaobserwowano, że w przypadku roślin prowadzonych w większej gęstości sadzenia zawartość tego makroelementu była wyższa o 15,6% w porównaniu z roślinami posadzonymi co 20 cm. Zależność ta stwierdzona została w drugim (o 42,9%) i trzecim roku (o 26,1%) trwania doświadczenia.

U odmiany Senga Sengana stwierdzono różnice w zawartości wapnia pod wpływem nawadniania. W liściach roślin nawadnianych było o 21,2% mniej wapnia niż w przypadku kombinacji kontrolnej. Tendencja ta utrzymała się w ciągu trzech lat prowadzenia doświadczenia. Największe różnice wystąpiły w 2004 i 2005 r. i wynosiły odpowiednio 21,4% i 36,9%.

Tabela 24. Zawartość wapnia w liściach odmian Kama i Senga Sengana w latach 2004-2006 [% suchej masy]

Rok	Odmiana	Kama			Senga Sengana		
		Odległość w rzędzie (cm)	10	20	x	10	20
2004	kontrola	1,35	1,92	1,63	1,95	1,42	1,68
	nawadnianie	1,33	1,19	1,26	1,32	1,32	1,32
	x	1,34	1,55		1,63	1,37	
2005	kontrola	1,82	1,13	1,47	2,29	1,46	1,87
	nawadnianie	1,58	1,26	1,42	1,34	1,02	1,18
	x	1,70	1,19		1,81	1,24	
2006	kontrola	1,53	1,31	1,42	1,9	2,03	1,96
	nawadnianie	1,28	0,91	1,09	2,17	1,52	1,84
	x	1,40	1,11		2,03	1,77	
średnia z lat	kontrola	1,57	1,45	1,51	2,05	1,64	1,84
	nawadnianie	1,40	1,12	1,26	1,61	1,29	1,45
	x	1,48	1,28		1,83	1,46	

Rozpatrując wpływ gęstości sadzenia na zawartość tego makroelementu stwierdzono, że u roślin posadzonych co 10 cm zawartość wapnia była o 25,3 % wyższa niż u roślin rosnących co 20 cm. Zależność ta potwierdziła się również we wszystkich latach doświadczenia, a różnice wynosiły 19%, 46% i 14,7%.

4.7. Wpływ zróżnicowanej gęstości sadzenia i nawadniania na masę i powierzchnię jednego liścia

Dla określenia masy wegetatywnej roślin wykonano pomiary powierzchni i masy jednego liścia. Wyniki przedstawiono w tab. 25.

Analizując wyniki zestawione w tabeli 25 można stwierdzić, że w przypadku odmiany Kama rysowała się tendencja wpływu nawadniania na zwiększenie masy jednego liścia oraz jego powierzchni, u odmiany Senga Sengana natomiast- na zwiększenie powierzchni jednego liścia, różnice te w obu przypadkach nie zostały potwierdzone statystycznie.

Tabela 25. Powierzchnia [cm²] i masa jednego liścia (g) truskawki odmian Kama i Senga Sengana (2006)

odmiana	Kama						Senga Sengana					
	masa 1 liścia			powierzchnia 1 liścia			masa 1 liścia			powierzchnia 1 liścia		
	10	20	x	10	20	x	10	20	x	10	20	x
kontrola	0,51 a	0,35 a	0,43 a	11,99 a	14,00 a	13,00 a	0,78a	0,55 a	0,67 a	14,51 a	14,42 a	14,47 a
nawadniane	0,61 a	0,52 a	0,57 a	16,17 a	14,62 a	15,40 a	0,53 a	0,53 a	0,53 a	18,65 a	15,66 a	17,16 a
x	0,56 a	0,44 a		14,08 a	14,31 a		0,66 a	0,54 a		16,58 a	15,04 a	

Rozpatrując natomiast wpływ gęstości sadzenia na masę i powierzchnię jednego liścia u odmiany Kama uwidoczniła się tendencja wpływu większej gęstości sadzenia na zwiększenie masy, a u odmiany Senga Sengana – na zwiększenie zarówno masy jak i powierzchni jednego liścia, jednak różnice te nie zostały udowodnione statystycznie.

Największą masę jednego liścia u odmiany Kama stwierdzono w kombinacji nawadniania z większą gęstością sadzenia (0,609g), najmniejszą zaś w kombinacji kontrolnej przy gęstości sadzenia co 20 cm (0,352g). Duża powierzchnią charakteryzowały się liście odm. Kama w kombinacji z nawadnianiem i większą gęstością sadzenia (16,2 cm²), najmniejszą natomiast w kombinacji kontrolnej przy rozstawie sadzenia co 10 cm (ok. 12 cm²).

U odmiany Senga Sengana największą masę jednego liścia stwierdzono u roślin z kombinacji kontrolnej prowadzonej co 10 cm (0,78g), a najmniejszą – z kombinacji kontrolnej posadzonej co 20 cm (0,5g). Największą powierzchnię jednego liścia natomiast cechowały się rośliny nawadniane sadzone w gęstszej rozstawie (18,7 cm²), a najmniejszą rośliny kontrolne posadzone co 20 cm (14,4 cm²).

5. DYSKUSJA WYNIKÓW

W doświadczeniu prowadzonym w latach 2004-2006 w Sadowniczej Stacji Badawczej w Rajkowie na roślinach truskawki dwóch odmian: Kama i Senga Sengana badano wzrost, plonowanie i skład chemiczny owoców i liści w zależności od dwóch gęstości sadzenia roślin oraz zabiegu nawadniania.

Jak podaje Makosz (1986) obsada roślin przypadająca na jednostkę powierzchni wpływa na wielkość i jakość plonu, jak również na wysokość nakładów przeznaczonych na założenie i prowadzenie plantacji. Według Rebandel (1988) liczba roślin na jednostce powierzchni powinna też uwzględniać siłę wzrostu oraz żyzność gleby. W Polsce w związku z wysokimi kosztami produkcji oraz rosnącą konkurencją, konieczne jest zintensyfikowanie produkcji truskawek poprzez zastosowanie nowoczesnych technologii uprawy i odmian, które spełniają oczekiwania konsumentów (Michalski i Murawska 2001). Według Pieniżka (2000) w miarę zwiększania liczby roślin na jednostce powierzchni rośnie konkurencja o wodę, składniki pokarmowe oraz światło.

Zdaniem Michalskiego (1997) liczba roślin na jednostce powierzchni determinuje plon owoców. W doświadczeniu własnym stwierdzono, że w przypadku obu badanych odmian wraz ze wzrostem zagęszczenia roślin nastąpiło zwiększenie plonu z jednostki powierzchni (średnio o 43%) oraz zmniejszenie masy 100 owoców (o 8,3% u odmiany Kama i 11,8% u odmiany Senga Sengana). Znajduje to potwierdzenie w badaniach Michalskiego i Murawskiej (2001) przeprowadzonych w Lublinie, które wykazały, że zwiększanie gęstości sadzenia truskawek powoduje zmniejszenie wielkości owoców. Również Goulart i Funt (1986) wykazali wpływ zwiększonej gęstości sadzenia na zmniejszenie wielkości owoców.

W doświadczeniu własnym masa 100 owoców (dla trzech lat plonowania) wynosiła średnio w zależności od gęstości sadzenia 0,66 kg (80 x 10 cm) i 0,72 kg (80 x 20 cm) dla odmiany Kama oraz 0,67 i 0,76 dla odmiany Senga Sengana. W badaniach Ostrowskiej (1998a) przeprowadzonych na roślinach truskawki posadzonych na zagonach w rozstawie 0,3 x 2 m, średnia masa 100 owoców dla odmiany Kama wynosiła 0,64 kg, dla odmiany Senga Sengana zaś 0,75. Natomiast w doświadczeniu Żurawicza i innych (2005) przeprowadzonych w warunkach Skierniewic, masa 100 owoców (uśredniona z dwóch lat plonowania) wynosiła 0,80 kg dla odmiany Kama i 0,86 dla odmiany Senga Sengana. W badaniach Laszlovszky-Zmarlickiej i innych (1997) również w Skierniewicach, masa

100 owoców z dwóch lat badań dla odmiany Kama wynosiła 0,75, dla odmiany Senga Sengana – 1,07 kg. W doświadczeniu Perczaka (2005) przeprowadzonym w tym samym rejonie uśredniona masa 100 owoców odmiany Kama wynosiła 0,64 kg, a w przypadku odmiany Senga Sengana – 0,68 kg, natomiast w badaniach Gwozdeckiego i in. (2004) masa 100 owoców odmiany Kama osiągnęła 0,82 kg, a odmiany Senga Sengana 0,85 kg. Według Liska i Gawrońskiego (2001) w warunkach Skierniewic, wartość masy 100 owoców z trzech lat badań dla odmiany Senga Sengana wynosiła 0,70 kg, a w badaniach Żurawicza i in. (2003) przeprowadzonych dla warunków Krakowa była wyższa od tej wartości.

Jak podaje przeprowadzające testy oceny produktów spożywczych czasopismo konsumenckie pt. „Świat konsumenta” (2002) z reguły chętniej kupowane są jogurty o delikatnym smaku i zapachu. Jakość sensoryczna jogurtu przy nie za wysokiej zawartości bakterii jogurtowych zapewnia bardziej efektywne działanie prozdrowotne. Stąd też producenci starają się dbać o odpowiednią jakość smakową jogurtów, stosując dodatek aromatu, cukru czy całych owoców zamiast ich rozdrobnionych cząstek, co czyni ofertę rynkową bardziej atrakcyjną i często decyduje o jej wyborze. Według badań opublikowanych we wspomnianym czasopiśmie, 27,8% respondentów określiło Jogobellę firmy Zott jako ulubioną markę jogurtu. Jest to jedyny producent jogurtu, którego atutem jest zastosowanie całych owoców truskawki w odróżnieniu od kawałków owoców, jakie występują w ofertach innych jogurtów truskawkowych. Badania własne wskazują, że zagęszczenie rozstawy sadzenia przekłada się na zwiększenie plonu z jednostki powierzchni przy jednoczesnym drobnieniu owoców oraz zwiększenie jędrności owoców, co może być wykorzystane przez przemysł mleczarski.

Potrzeby wodne roślin sadowniczych zależą nie tylko od gatunku, cyklu rozwojowego czy warunków klimatycznych, ale również od stopnia intensyfikacji produkcji sadowniczej, a zwłaszcza od możliwości zastosowanych nawodnień (Pacholak 1999, Pacholak i Przybyła 1996). Niedobór wody może prowadzić do utraty turgoru, co skutkuje zamknięciem aparatów szparkowych i w konsekwencji powoduje ograniczenie transpiracji oraz asymilacji CO₂ (Ruszkowska i Terelak, 1992). Według Rumasz-Rudnickiej i innych (2008), niedostateczne zaopatrzenie roślin w wodę stanowi problem gospodarczy, zarówno w rozumieniu ekonomicznym, jak i przyrodniczym. Dostępność wody dla roślin, uzależniona od opadów atmosferycznych lub zabiegu nawadniania jest bardzo istotnym czynnikiem determinującym wysokość plonu (Kaniszewski i in. 1987, Treder i in. 1998). Truskawka, podobnie jak większość gatunków roślin jagodowych

cechuje się dość dużymi potrzebami wodnymi, a niedobór opadów atmosferycznych lub niewłaściwy ich rozkład w czasie wegetacji mogą skutkować niskimi zbiorami. Według Klamkowskiego i Tredera (2008) największe potrzeby wodne truskawka wykazuje w okresie kwitnienia oraz zawiązywania i dojrzewania owoców.

Poprzez zapewnienie roślinom odpowiednich warunków wodnych i pokarmowych można wpłynąć na uzyskanie wysokich plonów (Gruca 1997, Rebandel i in. 1992, Rolbiecki i Rzekanowski 1997, Treder 1999a, Wójcik 1996). Jak podaje Jagielliński (1994) należy zapewnić roślinom optymalne warunki, ponieważ niskie opady w okresie kwitnienia i owocowania są bardzo niekorzystne.

Rozpatrując kształtowanie się warunków meteorologicznych w latach 2004-2006 ustalono, że w porównaniu z wieloleciem w trakcie sezonów wegetacyjnych wystąpiły wyższe temperatury i niższe opady, co wpłynęło na występowanie okresów suszy.

Jak podaje Treder (2002) w warunkach klimatycznych Polski opady atmosferyczne stanowią główne źródło wody dla roślin. Od ilości opadów oraz ich rozkładu zależy wilgotność gleby, która w dużym stopniu determinuje prawidłowy wzrost roślin. Niestety spory problem stanowią okresowe niedobory opadów. Ścisłe pomiary i obserwacje wskazują, jak istotny wpływ na wzrost i plonowanie roślin sadowniczych wywiera nawadnianie. Według Tredera (1992) tym większy jest wpływ nawadniania na wielkość plonu oraz jego jakość, im mniejsza jest ilość opadów. Klimat Polski cechuje się dużą zmiennością, co powoduje różnice w ilości opadów w poszczególnych latach, jak również nierównomierne ich rozłożenie w trakcie okresu wegetacyjnego.

Gaworski i Poławska (1999) dowodzą, że zabieg nawadniania ogranicza stresy wodne roślin w krytycznych okresach ich rozwoju, jak również wpływa na niwelowanie wspomnianego nierównomiernego rozkładu opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym.

Jak podaje Rozpara (2001) przebieg pogody, a zwłaszcza temperatury ma wpływ na termin kwitnienia. Podobnego zdania jest Kaczmarska (2006) twierdząc, że czynniki środowiska, w tym głównie temperatura i fotoperiod powodują w określonych warunkach przejście roślin z fazy wegetatywnej do fazy generatywnej.

W doświadczeniu własnym rośliny badanych odmian wchodziły w fazę kwitnienia w okresie od końca kwietnia do połowy czerwca. Zaobserwowana rozbieżność dotycząca terminu kwitnienia w poszczególnych latach wiązała się z przebiegiem pogody. Podobnie jak w doświadczeniu Kopytowskiego i innych (2006) poszczególne fenofazy roślin truskawki zależały od odmiany i warunków pogodowych zaistniałych w poszczególnych

latach badań. W doświadczeniu własnym odmiana Kama rozpoczynała kwitnienie wcześniej niż Senga Sengana, co potwierdzają badania Laszlovszky-Zmarlickiej i innych (1997) dotyczące plonowania truskawek w warunkach Skierniewic.

U obu odmian objętych doświadczeniem stwierdzono różnice w długości okresu wzrostu owoców. Kama charakteryzowała się dłuższym okresem wzrostu owoców, średnio 36 dni, Senga Sengana krótszym- wynoszącym średnio 30 dni. Jak podaje Szczygieł i Pierzga (1999) od początku rozwoju kwiatostanów do momentu zbioru upływa średnio od 35 do 42 dni. W doświadczeniu Laszlovszky-Zmarlickiej i innych (1997) u odmiany Kama okres wzrostu owoców wynosił 28 i 29 dni (odpowiednio w 1995 i 1996 roku), w przypadku odmiany Senga Sengana zaś 26 i 30 dni.

W doświadczeniu Ostrowskiej (1998) dotyczącym wzrostu i plonowania truskawki uprawianej na zbiór przyspieszony w warunkach Szczecina, okres wzrostu owoców odmiany Kama w kombinacji kontrolnej wynosił 26 dni, w uprawie pod włókniną 37, a w uprawie pod folią perforowaną 39 dni. W badaniach Kopytowskiego i innych (2006) przeprowadzonych w warunkach Warmii i Mazur, okres wzrostu odmiany Senga Sengana wynosił 20 i 31 dni (w 2003 i 2004 roku), a odmiana ta rozpoczynała kwitnienie późno (10.05.) i owocowała najdłużej ze wszystkich badanych odmian- przy czym długość trwania zbiorów wynosiła 27 dni. W doświadczeniu własnym długość zbiorów obydwu odmian trwała średnio 24 dni. W doświadczeniu Perczaka (2005) okres zbioru owoców odmiany Kama dla warunków Skierniewic wynosił 29 i 25 dni, natomiast w przypadku odmiany Senga Sengana odpowiednio 31 i 25 dni (w 2002 i 2003 roku).

Przeprowadzone doświadczenie własne wykazało wpływ nawadniania na wysokość plonów badanych odmian. Zarówno odmiana Kama jak i Senga Sengana zareagowały na zastosowanie nawadniania wyższym plonem w porównaniu do kombinacji kontrolnych (średnio o 34-39%). Również w badaniach Koszańskiego i innych (2002) zabieg nawadniania wpłynął na przyrost plonów owoców, zwiększając średnie plony odmiany Senga Sengana o 20%. Doświadczenie Koszańskiego i Rumasz-Rudnickiej z 2008 roku dotyczące wpływu nawadniania na plonowanie roślin jagodowych, w tym truskawki odmiany Senga Sengana również potwierdza zależność pomiędzy większym plonem owoców a zabiegiem nawadniania. Przyrosty plonów spowodowane nawadnianiem stwierdził również Rolbiecki i inni (2004) w doświadczeniu dotyczącym nawadniania deszczownianego i kropłowego przeprowadzonym w warunkach Bydgoszczy. Wpływ nawadniania na zwiększanie plonu truskawki wykazał również Treder (1999b) w doświadczeniu w warunkach Wrocławia.

Doświadczenie własne wykazało wpływ nawadniania na zwiększenie masy owoców odmiany Senga Sengana. Wynik ten znajduje potwierdzenie w badaniach Wojtkiewicz i innych (1992), którzy wykazali korzystny wpływ zabiegu nawadniania zarówno na wysokość plonu, jak i na masę owoców truskawki tej odmiany. Również Mika (1997) podaje, że zabieg nawadniania istotnie zwiększa masę jednego owocu.

W badaniach własnych owoce odmiany Senga Sengana pochodzące z kombinacji nawadnianych były istotnie większe w porównaniu z kontrolą. Znalazło to potwierdzenie we wcześniejszych badaniach Koszańskiego i Rumasz-Rudnickiej (2008).

Badania Krüger i in. (2002) dowiodły, że nawadnianie miało istotny wpływ na obniżenie jędrności owoców truskawki. W badaniach własnych również stwierdzono taką zależność w odniesieniu do obu odmian.

Na podstawie badań własnych wykazano zróżnicowanie w wysokości plonu pomiędzy odmianami i latami badań. Odmiana Senga Sengana charakteryzowała się większą produktywnością niż odmiana Kama. Wynik ten znajduje potwierdzenie w doświadczeniu Ostrowskiej (1998a) oraz w badaniach Laszlovszky i innych (1997). U obu odmian w doświadczeniu własnym najlepiej plonowały truskawki w drugim roku prowadzenia badań. Potwierdza to trzyletnie doświadczenie Kopytowskiego i innych (2006) przeprowadzone w warunkach Warmii i Mazur, w którym Senga Sengana również najlepiej plonowała w drugim roku prowadzenia badań. Podobnie w doświadczeniach Koszańskiego i innych (2002), Smolarza (1993) oraz Pawłowskiej i innych (2004) badane odmiany (w tym Senga Sengana) największy plon wydały w drugim roku po posadzeniu. Natomiast w dwuletnim doświadczeniu Żurawicza i innych (2005) truskawki badanych odmian w pierwszym roku wydały większy plon aniżeli w drugim.

W badaniach własnych plon roślin w przeliczeniu na hektar wynosił 4,1 t (średnia z sumy z lat) dla kombinacji kontrolnej odmiany Kama i 5,48 t dla roślin z poletek nawadnianych. Średnie plony owoców truskawki odmiany Senga Sengana zebrane z poletek kontrolnych wynosiły $6,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a z poletek nawadnianych – $9,04 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. W doświadczeniu Rolbieckiego i innych (2004) przeciętne plony owoców uzyskane z kombinacji kontrolnych wynosiły $3,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, natomiast zbiory z poletek nawadnianych sytuowały się na poziomie $9,5\text{-}9,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Małodobry i Bieniasz (2004) podają, że odmiana Senga Sengana również wykazała się lepszym plonowaniem w porównaniu z odmianą Kama. W badaniach Masny i innych (1996) odmiana Senga Sengana sklasyfikowana została w grupie odmian truskawki cechujących się najwyższym plonem. W badaniach Gwozdeckiego (2000), Senga Sengana zakwalifikowana została do grupy odmian bardzo plennych, natomiast w

przypadku odmiany Kama zaobserwowane zostały niższe plony. Potwierdzają to również badania Ugolika i Kantorowicz-Bąk (1993), którzy w toku trzyletniego doświadczenia zaliczyli odmianę Senga Sengana do grupy odmian najbardziej plennych, podczas gdy u odmiany Kama zanotowali znacznie niższy plon

Z kolei Masny i in. (2000) w badaniach porównawczych nad odmianami truskawki stwierdzili zadowalający plon odmiany Kama i gorsze plonowanie odmiany Senga Sengana.

Badania własne wykazały, że zarówno nawadnianie, jak gęstość sadzenia determinowały zawartość składników organicznych w owocach. Zawartość cukrów ogółem, cukrów redukujących oraz sacharozy zmniejszała się pod wpływem nawadniania. Znalazło to potwierdzenie we wcześniejszych badaniach Terry i innych (2007), którzy podają, że brak nawadniania negatywnie wpływa na wielkość owoców truskawki, ale ma duże znaczenie w odniesieniu do ich właściwości fizjologicznych i biochemicznych. Owoce z poletek nienawadnianych cechowały się wyższym poziomem kwasu abscysynowego. Analogicznie zawartość składników decydujących o wartości smakowej (stosunek cukrów do kwasów) oraz zdrowotnej (antyoksydanty, polifenole) była znacznie wyższa w owocach pochodzących z poletek nienawadnianych. Jak twierdzi Lipecki i inni (2001) skład chemiczny owoców decyduje o ich przydatności przetwórczej i konsumpcyjnej. Nawadnianie wpłynęło również na zmniejszenie zawartości witaminy C w owocach obu badanych odmian oraz obniżyło w nich zawartość suchej masy. Powyższe wyniki są zgodne z wcześniej uzyskanymi przez Koszańskiego i innych (2002), Dzieżycy (1993) oraz Rzekanowskiego i Rolbieckiego (1996). Kulesza (1973) twierdzi, że zmniejszenie zawartości witaminy C w owocach truskawki nie ma związku z przebiegiem pogody i terminem nawadniania plantacji.

Doświadczenie własne wykazało u obu badanych odmian istotnie wyższą kwasowość ogólną owoców pochodzących z poletek nawadnianych. Natomiast we wcześniejszych doświadczeniach Koszańskiego i innych (2002) nawadnianie powodowało zmniejszenie w owocach truskawki zawartości kwasów organicznych.

Porównując zawartości poszczególnych związków organicznych w owocach z wynikami uzyskanymi przez innych autorów oraz z wartościami dotyczącymi składu chemicznego owoców polskich odmian truskawek podanymi przez Pijanowskiego i innych (1964) można stwierdzić, że w większości analizowane wartości nie odbiegały od standardowych norm. Średnia zawartość suchej masy w owocach odmiany Kama wynosiła 9,46% dla roślin nawadnianych i 10,39% dla roślin pochodzących z kombinacji

kontrolnych. W przypadku odmiany Senga Sengana średnia zawartość suchej masy w owocach pochodzących z kombinacji nawadnianych znajdowała się na poziomie 9,56%, a w owocach z poletek kontrolnych 10,46%. W doświadczeniu Bojarskiej i innych (2006) średnia wartość suchej masy dla odmiany Kama wynosiła około 10,89%, dla odmiany Senga Sengana 11,51%. W badaniach Koszańskiego i innych (2002) zawartość suchej masy w owocach odmiany Senga Sengana pochodzących z kombinacji nawadnianych kształtowała się na poziomie 10,2%, natomiast z poletek kontrolnych 11,0%. W badaniach Kopytowskiego i innych (2006) uśredniona z dwóch lat zawartość suchej masy w owocach odmiany Senga Sengana wynosiła 9,66%, w doświadczeniu Skupień (2003) w świeżych owocach tej odmiany sucha masa występowała na poziomie 10,7%, zaś w badaniach Skupień i Jakubowskiej (2004) – 9,21%, w badaniach Michalskiego i Murawskiej (2001) – 10,9%, a u Żmudy i innych (2001) 9,28%. W doświadczeniu Masny i innych (2001b) natomiast sucha masa dla stanowiących kontrolę odmian Kama i Senga Sengana wynosiła odpowiednio 9,6% i 9,5%. Porównując zawartość suchej masy w owocach z własnego doświadczenia z wartościami podanymi przez Pijanowskiego i innych (1964) można stwierdzić, że jej ilość zawierała się w granicach normy, przy czym ilość suchej masy w owocach pochodzących z roślin nawadnianych była bliższa wartościom minimalnym. Zdaniem Błońskiego i współautorów (1987) zmiany w zawartości suchej masy są spowodowane inną budową komórkową i tkankową owoców poszczególnych odmian.

Rozpatrując wpływ gęstości sadzenia na skład chemiczny owoców nie stwierdzono istotnego wpływu tego czynnika na zawartość suchej masy w owocach. Również Michalski i Murawska (2001) nie stwierdzili wpływu systemu sadzenia na zawartość suchej masy w owocach odmiany Senga Sengana.

Zawartość witaminy C w owocach odmiany Kama wynosiła $52,77\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ świeżej masy dla roślin nawadnianych i $60,28\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ świeżej masy dla owoców pochodzących z kombinacji kontrolnych. Dla odmiany Senga Sengana wartości te wynosiły 58,19 i $66,88\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ świeżej masy, odpowiednio dla roślin nawadnianych i kontrolnych. W doświadczeniu Masny i innych (2001b) owoce odm. Kama z kombinacji kontrolnych zawierały $28,0\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ świeżej masy i $30,9\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ świeżej masy w przypadku odmiany Senga Senga, co stanowiło wartości dwukrotnie niższe niż otrzymane w badaniach własnych. W doświadczeniu Koszańskiego i innych (2002) zawartość witaminy C w owocach odmiany Senga Sengana wynosiła $23,4\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ świeżej masy dla roślin kontrolnych i $23,0\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ dla owoców pochodzących z poletek nawadnianych, co stanowiło wartości niemal trzykrotnie niższe niż w doświadczeniu

własnym. Z kolei Kopytowski i współautorzy (2006) otrzymali wyniki zbliżone do wartości z doświadczenia własnego – zawartość witaminy C w owocach odmiany Senga Sengana wynosiła średnio $73,66 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ świeżej masy. W badaniach Skupień (2003) zawartość witaminy C w owocach odmiany Senga Sengana wynosiła $48,9 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ świeżej masy, a u Żmudy i innych (2001) – $37,40 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, z kolei Kubuj i Rychter (1985) ustalili, że poziom witaminy C w badanych przez nich owocach tej odmiany wynosił $71,7 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ świeżej masy.

Porównując poziom witaminy C w owocach w doświadczeniu własnym z wartościami podanymi przez Pijanowskiego i innych (1964) można stwierdzić, że analizowane wartości zawierają się w granicach przedstawionych norm. Wartości uzyskane przez Hakala i innych (2003) ukazujące przedział: $32,4\text{--}84,7 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ świeżej masy również pozwalają stwierdzić, że poziom witaminy C zawierał się w podanej normie. Natomiast Cordenunsi i inni (2003) jako przedział zawartości witaminy C podają $44\text{--}62 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ świeżej masy.

Zawartość cukrów ogółem w owocach odmiany Senga Sengana w badaniach własnych wynosiła 6,43% dla roślin nawadnianych i 7,11% dla roślin z kombinacji kontrolnych. Były to wartości wyższe niż w badaniach Kopytowskiego i współautorów (2006), którzy uzyskali w owocach tej odmiany średnią zawartość cukrów ogółem na poziomie 4,48%. Również w badaniach Żmudy i innych (2001) przeprowadzonych dla warunków Lublina zawartość cukrów w owocach odmiany Senga Sengana była niższa niż w doświadczeniu własnym i utrzymywała się na poziomie 4,52% (dla kombinacji kontrolnej). Natomiast w dwuletnim doświadczeniu Skupień (2003) zawartość cukrów ogółem w świeżych owocach odmiany Senga Sengana wynosiła 8,26%. Poziom cukrów ogółem w owocach badanych odmian w porównaniu do danych przedstawionych przez Pijanowskiego (1964) zawiera się w normach.

Zawartość ekstraktu w owocach odmiany Kama w badaniach własnych wynosiła średnio 8,98%, a dla odmiany Senga Sengana 7,94%, co stanowi wartość zbliżoną do wyników doświadczenia Żmudy i innych (2001) – 7,8% ekstraktu dla odmiany Senga Sengana oraz Makowskiej i in. (2004) – 7,2% ekstraktu dla odmiany Senga Sengana uprawianej na czarnej ziemi w okolicach Sandomierza. Z kolei w badaniach Skupień (2003) zawartość ekstraktu w owocach w stanie świeżym była wyższa niż w doświadczeniu własnym i wynosiła dla odmiany Senga Sengana średnio 10%. Z kolei w truskawkach badanych przez Płocharskiego i Zbrozarczyka (1989) ekstrakt w owocach odmiany Kama stanowił 9,8%, natomiast w przypadku odmiany Senga Sengana był – podobnie jak w doświadczeniu własnym niższy – i jego wartość kształtowała się na poziomie 8,4%.

W badaniach Skupień i Jakubowskiej (2004) zawartość ekstraktu u odmiany Senga Sengana kształtowała się na poziomie 8,4%. Podobne wartości uzyskał również Money (1950), podając, że średnia zawartość tego parametru w owocach truskawki wynosi około 8,2%.

Porównując poziom kwasowości ogólnej owoców odmian objętych doświadczeniem ze standardami można zauważyć, że u obu odmian poziom kwasowości (u roślin nawadnianych i kontrolnych) przyjął wyższe wartości niż maksymalne liczby graniczne podane przez Pijanowskiego i innych (1964). Z doświadczenia Kopytowskiego i współautorów (2006) wynika jednak, że średni poziom kwasów organicznych w owocach odmiany Senga Sengana wynosi 1,87%, co także stanowi wartość wyższą niż ujęta przez normy Pijanowskiego i innych (1964). Zawartość kwasów organicznych w owocach odmiany Senga Sengana w badaniach Koszańskiego i innych (2002) występowała na poziomie 1,07% dla owoców roślin nienawadnianych i 1,02 dla owoców pochodzących z poletek poddanych temu zabiegowi. Natomiast w badaniach Skupień i Jakubowskiej (2004) wartość kwasowości ogólnej dla odmiany Senga Sengana wynosiła 1,19%.

W doświadczeniu własnym analizowano również skład chemiczny liści truskawki. W doświadczeniu własnym ilość azotu w liściach kształtowała się na poziomie 1,56-1,69% dla odmiany Kama i 1,56-1,77 dla odmiany Senga Sengana, co można uznać za ilość niższą niż zalecana w literaturze przedmiotu. W doświadczeniu Rebandel i innych (1993) zawartość tego pierwiastka w liściach odmiany Senga Sengana wynosiła 1,89%, w badaniach Makowskiej i innych (2005) średnio 2,58%. Pieniążek (2000) natomiast jako optymalny zakres podaje przedział od 2,6% do 3,0%. Kęsik i Maskalaniec (2004) na podstawie badań przeprowadzonych w Lublinie, za wysoką wartość tego pierwiastka w liściach truskawki uważają 2,93% (pomiar przeprowadzone wiosną), za niską natomiast, ale mieszczącą się w granicach normy 2,31 % (mierzone jesienią). Potwierdzają to badania Nurzyńskiego i innych (1990) oraz liczby graniczne dla truskawki ustalone przez Sadowskiego i innych (1983).

Jak podaje Nesfby i inni (2004), decydujący wpływ na ilość i jakość owoców truskawki odgrywa zaopatrzenie roślin w azot. Z kolei doświadczenie Jarosza i Konopińskiej (2006) dotyczące plonowania i składu chemicznego liści truskawki w zależności od podłoża i nawożenia azotem nie wykazało istotnego wpływu nawożenia azotem na wielkość plonu ogólnego truskawki. Kopański i Kawecki (1994) oraz Kłossowski i Sobczykiewicz (1996) są zdania, że zawartość tego pierwiastka w liściach powinna zawierać się w granicach 2,5-2,8%, ponieważ przy niższej ilości azotu może nastąpić słabsze plonowanie.

Smolarz (1998) uważa, że obfite nawożenie truskawki azotem nie wpływa na lepszą jakość owoców ponieważ przy zawartości wyższej niż 2,8% wzrost wegetatywny roślin jest zbyt silny i istnieje ryzyko porażania owoców przez szarą pleśń.

W badaniach własnych nie wykazano wyraźnych różnic pomiędzy zawartością fosforu w liściach pomiędzy badanymi odmianami. Pieniążek (2000) jako optymalną zawartość fosforu podaje przedział 0,24-0,30%, natomiast według Kłossowskiego i Sobczykewicza (1966) oraz Kłossowskiego (1972) optymalna zawartość fosforu w liściach wynosi od 0,17 do 0,40 %, co sprawia, że zawartość tego pierwiastka w doświadczeniu własnym mieściła się w wartościach normy.

Badania Bould i Catlow (1954) wykazały, że aby osiągnąć dobre plonowanie, zawartość potasu w liściach powinna wynosić co najmniej 0,91%. W badaniach nad składem chemicznym liści truskawki Jarosz i Konopińska (2006) uzyskali zawartość potasu w liściach na poziomie 1,07-1,49% s.m., co zdaniem Almaliotis i innych (2002) oraz Michalskiego i Winiarskiej (2003) należy uznać za wartość niską. Z kolei jak podaje Pieniążek (2000) optymalna zawartość potasu w liściach kształtuje się na poziomie 1,15%-1,45%. W doświadczeniu Makowskiej i innych (2005) zawartość potasu w liściach odmiany Senga Sengana wynosiła 1,63% (rośliny kontrolne, nie poddane zabiegom nawożenia). Jak podają Lieten i Misotten (1993) oraz Tagliavini i inni (2004) w celu wykształcenia jagód niezbędne są wyższe niż przeciętne ilości potasu i fosforu.

Zdaniem Michalskiego i Winiarskiej (2003) optymalna zawartość magnezu w liściach truskawki wynosi od 0,21 do 0,27%, co oznacza, że wyniki otrzymane w badaniach własnych kształtują się na poziomie normy.

Jak podają Lacroix i Carmentran (2001) wapń w przypadku truskawek ma pozytywny wpływ na jędrność owoców oraz proces ich przechowywania. Tego samego zdania jest Cieśliński (1999), podając że wapń ma duży wpływ na jędrność owoców truskawki.

Nawożenie wapniowe zastosowane na plantacji truskawki skutkowało większą jędrnością jagód, zwiększeniem odporności na zgniliznę i jakości przechowalniczej również w badaniach Cheour i innych (1990, 1991), Na Phun i innych (1995, 1997) oraz Wójcika i Lewandowskiego (2003).

Zdaniem Tredera (2004) brak wapnia w podawanej roślinom pożywce nie miał wpływu na masę liści i korzeni, obniżył jednak w sposób istotny plon truskawek. Wallace i współautorzy (1966) twierdzą, że rośliny mogą rosnąć nawet przy bardzo niskich stężeniach tego pierwiastka w pożywce pod warunkiem jednak, że stężenie innych kationów również będzie niskie. Badania Koszańskiego (1991) dowodzą, że wpływ

nawodnienia poprzez deszczowanie na zawartość w roślinach wapnia i magnezu był nieistotny. W doświadczeniu własnym nawadnianie dość wyraźnie obniżyło zawartość wapnia w liściach (o 16,6% u odmiany Kama i o 21,2% u odm. Senga Sengana).

Analizując masę 1 liścia truskawki można stwierdzić, że w przypadku odmiany Kama wartość ta wynosi średnio 0,5g, a dla odmiany Senga Sengana 0,6g. W doświadczeniu Żmudy i innych (2001) wartość ta była wyższa i wynosiła dla kombinacji kontrolnej 2,91g, natomiast w badaniach Klamkowskiego i innych (2008) nad odmianą Elsanta- średnio 1,58g.

6. WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników z przeprowadzonego doświadczenia w latach 2004-2006 można przedstawić następujące wnioski:

1. W warunkach przyrodniczych Szczecina odmiana Senga Sengana plonowała lepiej w porównaniu z odmianą Kama. Obie badane odmiany wydały największy plon w drugim roku owocowania.
2. Większa gęstość sadzenia (80 x 10cm) spowodowała zwiększenie plonu u obu odmian średnio o ok. 43%, wpływając jednocześnie na drobnienie owoców.
3. Masa owoców w początkowych terminach zbioru była największa i zmniejszała się w miarę przebiegu poszczególnych terminów zbioru. Główna masa plonu dla odmiany Kama przypadła pomiędzy 10. a 22. lipca pierwszego roku plonowania, 18. czerwca 2005 i 13. czerwca 2006. U odmiany Senga Sengana główna masa plonu została zebrana pomiędzy 12. a 16. lipca pierwszego roku doświadczenia, pomiędzy 20. a 25. czerwca drugiego roku i w przedziale 19-25. czerwca ostatniego roku.
4. Nawadnianie wpłynęło na wzrost plonowania średnio o 34-39% w porównaniu z roślinami nienawadnianymi i spowodowało zwiększenie masy jednego owocu u odmiany Senga Sengana.
5. Nawadnianie opóźniało termin zbioru owoców w stosunku do roślin nienawadnianych średnio o 4-5 dni.
6. Nawadnianie powodowało zmniejszenie zawartości cukrów ogółem, cukrów redukujących i sacharozy w owocach, przy zwiększonej kwasowości ogólnej. W wyniku zastosowania tego zabiegu zmniejszała się też zawartość suchej masy oraz witaminy C zwłaszcza u odmiany Senga Sengana.
7. Nawadnianie powodowało obniżenie jędrności owoców badanych odmian.
8. Truskawki odmiany Kama posadzone w rozstawie 80 x 10 cm charakteryzowały się wyższym stopniem jędrności niż owoce pochodzące z kombinacji 80 x 20 cm.
9. Nawadnianie skutkowało zmniejszeniem zawartości suchej masy, azotu i wapnia w liściach roślin obu odmian. Zabieg ten nie powodował zmian zawartości potasu i magnezu w liściach.
10. Obydwie badane odmiany prowadzone w warunkach dużego zagęszczenia (80 x 10cm) i bez nawadniania mogą być z powodzeniem wykorzystane w przemyśle mleczarskim do produkcji jogurtów zawierających całe owoce.

7. LITERATURA

1. Agnelli M.E., Mascheroni R.H. 2002. Quality of foodstuffs frozen in acryomechanical freezer. *Journal of Food Engineering*, 52(3), str. 257-263.
2. Aleksiejczyk Z., Kawecki Z., 1986, *Owoce z mojego ogródka*. PWRiL Warszawa: 91-98.
3. Almaliotis D., Velemis D., Bladenopoulou S., Karapetsas N. 2002: Leaf nutrient levels of strawberries (cv.Tudla) in relation to crop yield. *Acta Hort.*, 567, 447-449, 2002.
4. Bielenin A., Meszka B.: 2005: Choroby truskawek – zapobieganie i zwalczanie. *Mat. Ogólnopol. Konf. Truskawkowej ISiK, Skierniewice 2005*: 78.
5. Bieniasz M., Małodobry M., Lech W. 2007. Ocena plonowania i jakości owoców dziewięciu odmian truskawki. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu – CCCLXXXIII, Ogrodnictwo, Poznań, 2007*: 269-273.
6. Błoński Z., Jędrzejczak A., Wąsowicz L., 1987. Ubytki naturalne zamrożonych owoców i warzyw powstające podczas ich przechowywania. Cz.2 Wpływ ususzki na zmiany jakościowe zamrożonych owoców i warzyw. *Chłodnictwo* 22 (2): 15-17.
7. Bogdański K.A. 1957. Zdolności redukcyjne soków owocowych, a ich własności przeciwszkorbutowe. *Pr. Inst. Sad. Skierniewice* 2: 195-222.
8. Bojarska J.E., Czaplicki S., Zarecka K., Zadernowski R. 2006. Związki fenolowe owoców wybranych odmian truskawki. *Żywność Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, 2 (47) Supl., 20-27.
9. Bould C., Catlow E., 1954. Mauriak experiments with fruit I. The manurial treatments effect of long terms on soli fertility and on the growth, yield and Lear nutrient status of strawberry, var. Climax. *J. Hort. Sci.* 29: 203-219.
10. Budzyńska K. 1988, *Warunki przyrodnicze produkcji rolnej województwa szczecińskiego*, IUNG Puławy.
11. Cheour F., Willemot C., Arul J. Makhlof J., Charest P.M., Gosselin A.: 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 115: 789-792.
12. Cheour F., Willemot C., Arul J. Makhlof J., Desjardins Y.: 1991. Postharvest response of two strawberry cultivars to foliar application of CaCl₂. *HortScience* 26 (9): 1186-1188.

13. Cholewiński A. 1998a, Wstępna ocena wpływu wybranych stymulatorów wzrostu na plon dwóch odmian truskawki w uprawie polowej, XXXVII Ogólnop. Nauk. Konf. Sad., Skierniewice, 25-27 sierpnia 1998: 57.
14. Cholewiński A. 1998b, Próba oceny wartości smakowej dwunastu odmian truskawki. XXXVII Ogólnop. Nauk. Konf. Sadown. ISiK, Skierniewice, 25-27 sierpnia 1998: 240.
15. Cieśliński G.; 1999: Nawożenie mineralne truskawek w oparciu o ich potrzeby pokarmowe. *Hasło Ogr.* 4/99: 51-52.
16. Cieśliński G., Smolarz K. 1990: Ocena wartości produkcyjnej polskich odmian i klonów truskawki. *Pr. Inst. Sad. Ser. A* 29:41-50
17. Cordenunsi B.R., Nascimento J.R.O., Lajolo F.M. 2003. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chem.* 83: 167-173.
18. Czarnik J. Zdieszzyńska-Mazurczak R., 1997: Porównanie plonowania ośmiu odmian truskawki uprawianej systemem dywanowym. *AR, Szczecin*: 132-135.
19. Drupka S. 1975, Nawadnianie plantacji truskawek, PWRiL. Warszawa.
20. Drzazga B. 1997, Analiza techniczna w przemyśle spożywczym, Warszawa 1997, Wyd. Szkolne i Pedagog.
21. Dzieżyc J. 1988, Rolnictwo w warunkach nawadniania, PWN Warszawa, 1988.
22. Dzieżyc J., 1993. Nawadnianie – skład chemiczny gleb i ziemiopłodów. Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin. Wydawnictwo naukowe PWN. Warszawa-Wrocław
23. Gaworski M., Poławska M., 1999. System nawodnienia pod koronami. *Now. Roln.* 6: 44.
24. Goulart B.L., Funt R.C. 1986. Influence of raised beds and plant spacing on growth and yield of strawberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111 (2): 176-181.
25. Górka W. 2001. Truskawki na świecie. *Hasło Ogrodnicze*, 4, 2002: 24-25.
26. Gruca Z., 1997. Wpływ nawadniania na wzrost i plonowanie borówki wysokiej. I Ogólnopolska Konf. Borówkowa. ISiK, Skierniewice, 53-55.
27. Grzyb Z..S. 2004. Uprawa roślin jagodowych metodami ekologicznymi. Krajowe Centr. Roln. Ekolog., Radom 2004: 17-18.
28. Gwozdecki J.: 2000. Ocena owocowania nowych odmian truskawki w Skierniewicach. *Zesz. Nauk. ISiK Skierniewice* 8: 249-254.

29. Gwozdecki J., Jagoda A., Smolarz K., 1994, Ocena wartości produkcyjnej nowych odmian truskawki. XXXIII Ogólnop. Nauk. Konf. Sad. cz. II: 322-323.
30. Gwozdecki J., Koziński B., Samol Z. 2004: Ocena wartości produkcyjnej nowych odmian truskawki. XLIII Ogólnop. Nauk. Konf. Sad., Skierniewice, 1-3 września 2004: 79-80
31. Hakala M., Lapveteläinen A., Huopalahti R., Kalio H., Tahvonen R.M., 2003. Effects of varieties and cultivation conditions on the composition of strawberries. J. Food. Comp. Anal. 16: 67-80.
32. Hołubowicz T., Rebandel Z. 1997. Wpływ nawadniania i nawożenia mineralnego na plonowanie truskawki. Pr. Kom. Nauk. Rol. Kom. Nauk Leś. 43: 83-89.
33. Jagielliński J. 1994. Sterowana produkcja truskawek w gruncie. Sad Nowoczesny 1: 19.
34. Jarosz Z., Konopińska J., 2006. Plonowanie i skład chemiczny liści truskawki w zależności od rodzaju podłoża i nawożenia azotem. Acta Agrophysica, 2006, 7(4), 901-908.
35. Jędrzejewska J. Wąsowicz L., 1998. Eksport mrożonych owoców ze szczególnym uwzględnieniem eksportu truskawek. Chłodnictwo 33 (9): 102-103.
36. Kaczmarska E., 2006. Dziedziczenie wrażliwości fotoperiodycznej truskawki. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin VOL. XVI: 85.
37. Kaniszewski S., Knaflewski M., Pacholak E. 1987. Efektywność nawadniania roślin sadowniczych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 326: 17-22.
38. Kalt W., Forney Ch.F., Martin A., Prior R. L. 1999. Antioxidant capacity vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. J. Agric. Food Chem. 47: 4638-4644.
39. Kawecki Z., Kryńska W. 1995, Sadownictwo i warzywnictwo. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 113.
40. Kenny T. A.: Studies on precooling of soft fruit. 1. Strawberries. Ir. J. Fd. Sci. Technol. 1979, 3, 19-31.
41. Kęsik T., Maskalaniec T. 2004. Wpływ ściółkowania na zawartość składników mineralnych w glebie i w liściach truskawki. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu – CCCLVI (2004): 87-93.
42. Klamkowski K., Treder W. 2008. reakcja na stres suszy trzech odmian truskawki uprawianych pod osłonami. XLV Ogólnop. Nauk. Konf. Sadown., Skierniewice 28-29 sierpnia 2008: 82.

43. Klamkowski K., Treder W., Tryngiel-Gać A: 2008. Wpływ długości okresu uprawy sadzonek na zawartość skrobi w korzeniach oraz plonowanie roślin truskawki odmiany Elsanta. Zesz. Nauk. ISiK, tom 16, Skierniewice: 113-124.
44. Kłossowski W., 1972. Wyniki badań nad poziomem odżywiania plantacji w pięciu rejonach uprawy truskawki w Polsce. Prace ISiK, Skierniewice, 16: 99-118.
45. Kłossowski W., Sobczykiewicz D., 1966. Analiza chemiczna gleby i liści jako metody badania poziomu odżywiania truskawek. Pr. Inst. Sad. 10: 213-224.
46. Kopański K., Kawecki Z., 1994. Nawożenie azotowe a wzrost i plonowanie truskawek w warunkach Żuław Wiślanych, Roczniki Gleboznawcze, Warszawa, T. XLV nr ½: 67-76.
47. Kopytowski J., Kawecki Z., Bojarska J. E., Stanys V. 2006. Ocena plonowania i jakości owoców kilku odmian truskawki uprawianej na Warmii. Zesz. Nauk. ISiK. Tom 14: 53-60.
48. Kostrzewa Z., Smolarz K. 1963, Wyniki badań nad plennością 15 odmian truskawek w rejonie podgórskim. Prace Inst. Sad. VII: 97-115.
49. Koszański Z. 1991, Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plonowanie roślin uprawnych w zmianowaniu na glebie kompleksu żytniego i pszennego dobrego. Praca hab. 133, AR Szczecin.
50. Koszański Z., Rumas-Rudnicka E. 2008. Efekty nawadniania roślin jagodowych. Acta Agrophysica, 2008, 11(2), 437-442
51. Koszański Z., Rumas-Rudnicka E., Karczmarczyk S., Rychter P. 2002. Wpływ nawadniania i nawożenia mineralnego na plonowanie i cechy jakościowe dwóch odmian truskawek uprawianych na glebie lekkiej. Inżynieria Roln. 3/63: 251-255.
52. Koźmiński Cz. 1983. Agroklimat województwa szczecińskiego, STN, Szczecin.
53. Koźmiński Cz., Czarnecka M. 1993. Klimat miasta i rejonu Szczecina. Zagrożenia i ochrona pod red. J. Jasnowskiej. STN, Szczecin: 49-66.
54. Krzywacka J. 1997. Uprawa truskawek. Ekoland 6: 11.
55. Krüger E., Schmidt G., Rasim S.: 2002. Effect of irrigation on yield, fruit size and firmness of strawberry cv. Elsanta. IV International Strawberry Symposium, ISHS Acta Horticulturae 567. 471-474
56. Kubiak K. 2000, Rynek truskawek w latach dziewięćdziesiątych. Centr. Ośrodek Bad.-Rozwoj. Ogr., W-wa: 26.

57. Kubiak K. 2001 a, Kierunki produkcji i zagospodarowania owoców truskawek w kraju i za granicą. Intensyfikacja Produkcji Truskawek. Ogólnopol. Konf. Trusk., Skierniewice
58. Kubiak K. 2001 b, Truskawki w kraju i za granicą, OWK 12: 2-3
59. Kubuj L., Rychter S., 1985. Wartość handlowa truskawek mrożonych. Chłodnictwo 20 (12): 20-23.
60. Kulesza W. 1973. Nawadnianie truskawek. Zesz. Nauk. ART. Olsztyn, Rol., 4: 143-154
61. Krełowska-Kułas M. 1993, Badanie jakości produktów spożywczych. PWE Warszawa 1993
62. Lacroix R.C., Carmentran M. 2001. Fertilisation du fraiser. Rendement et qualité des fruits. Indos – Ctifl 170: 41-44.
63. Laszlovszky-Zmarlicka A., Masny A., Cieśliński G., Smolarz K. 1997. Ocena przydatności wybranych odmian truskawki do produkcji owoców deserowych. Zesz. Nauk. ISiK, tom 4, Skierniewice: 61-73.
64. Laszlovszky-Zmarlicka A., Żurawicz E. 2004, Uprawa truskawek w polu na zbiór przyspieszony. XLIII Ogólnop. Nauk. Konf. Sadown., Skierniewice, 1-3 września, 2004: 251.
65. Lieten F., Misotten C.: 1993. Nutrient uptake of strawberry plants (cv. Elsanta) grown on substrate. Acta Hort. 348: 299-306.
66. Lipecki J., Janisz A., Sienkiewicz P. 2001: Skład chemiczny kilkudziesięciu odmian śliw. Zesz. Nauk. Inst. Sadow. i Kwiac. 9: 243-250.
67. Lisek J., Gawroński S.W. Porównanie kilku metod zwalczania chwastów na plantacji truskawek odmiany Senga Sengana. Zesz. Nauk. Inst. Sadown. i Kwiac., tom 9: 213-227.
68. Maciąg A. 2000, Truskawka, Wiadomości rolnicze, 9: 35.
69. Makowska M., Borowski E., Ziemia A.: 2004. Rozwój wegetatywny, kwitnienie i owocowanie truskawki uprawianej na glebach z dodatkiem Ekosorbu. Folia Univ. Agric. Stetin. 2004, Agricultura 242 (98): 87-96
70. Makowska M., Borowski E., Ziemia A.: 2005. Wpływ dodatku Ekosorbu do gleby na produktywność oraz zawartość N, P, K, Ca w liściach i korzeniach roślin truskawki. Annales Univ. Mariae Curie-Skłodowska Lublin – Polonia: 17-28
71. Makosz E. 1986: Rośliny jagodowe, PWRiL Warszawa.

72. Makosz E. 2007, Szanse rozwoju polskiego sadownictwa, Lublin, grudzień 2007: 53.
73. Małodobry M., Bieniasz M.: 2004. Yield structure of seven strawberry cultivars. *Folia Horticult. Ann.* 16/1, 2004, 79-85.
74. Masny A., Laszlovszky-Zmarlicka A., Cieśliński G., Smolarz K.: 1996. Ocena przydatności wybranych nowych odmian truskawek do uprawy polowej. *Zesz. Nauk. ISiK Skierniewice* 3: 37-47.
75. Masny A., Markowski J., Żurawicz E. 1997: Charakterystyka cech jakościowych owoców nowych klonów truskawki hodowli Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa. *Materiały II Ogólnop. Seminarium Pracowników Katedr Sadownictwa i Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa „Współczesne trendy w agrotechnice sadów”*, Akademia Rolnicza, Lublin, 25-26 września 1997: 204-209.
76. Masny A., Markowski J., Żurawicz E.: 2000. Wstępna ocena wartości gospodarczej najnowszych klonów truskawki hodowli ISK w Skierniewicach. *Zesz. Nauk. ISiK Skierniewice* 8: 255-261.
77. Masny A., Markowski J., Żurawicz E. 2001a: Wartość odżywcza owoców najcenniejszych klonów truskawki hodowli ISiK. *Folia Horticulturae Ann.* 13/1A, 2001: 493-498.
78. Masny A., Markowski J., Żurawicz E. 2001b: Ocena jakości owoców najnowszych klonów truskawki hodowli ISiK w Skierniewicach. *Zesz. Nauk. ISiK, Tom 9*, 2001: 179-184.
79. Masny A., Żurawicz E. 2007: Wzrost i plonowanie późnych odmian truskawki w warunkach Polski Centralnej. *Rocz. AR Pozn. CCCLXXXIII, Ogrodn.* 41: 345-349.
80. Mazza G., Miniati E. 1993: *Anthocyanins in fruits, vegetables and grains*. CRC Press: 106-113.
81. Mazur J. 1986. Wpływ nawadniania truskawki na plonowanie. *Informator o Badaniach Prowadzonych w Katedrze Sadownictwa AR w Poznaniu, II*: 159-162.
82. Mazur J. 1988. Wpływ nawadniania truskawki po zbiorze owoców na jej wzrost i plonowanie. *Pr. Kon. Nauk. Roln. Leśn.* LXV: 139.
83. Michalski P., 1997: Wpływ systemów sadzenia na plonowanie i jakość owoców truskawki. *Współczesne trendy w agrotechnice sadów. Jakość owoców jako czynnik postępu w sadownictwie*. AR, Lublin.

84. Michalski P., Murawska D. 2001: Wpływ wybranych systemów sadzenia na jakość owoców truskawek. Zesz. Nauk. ISiK, Skierniewice 9: 173-178.
85. Michalski P., Wieniarska J.: Wpływ dokarmiania dolistnego na zawartość składników mineralnych w liściach truskawki. *Acta Agrophisica*, 85, 209-217, 2003.
86. Mika A. 1997. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na jakość owoców. II Ogólnop. Spotk. Sadow. Grójec 22-23 stycznia.
87. Mikiciuk G., Chudecka J., Chełpiński P., Ostrowska K., Tomaszewicz T. 2004. Właściwości fizykochemiczne, przynależność systematyczną oraz przydatność do upraw sadowniczych gleb występujących w Sadowniczej Stacji Badawczej Rajkowo Akademii Rolniczej w Szczecinie. *Folia Univ. Agriculturae Stetin*. 2004, *Agricultura* 234 (93): 253-255, 258).
88. Money E., Christian W. 1950: Analytical Deto od Some Common Fruits. *J. Food Sci.*1,8.
89. Na Phun W., Kawada K., Kusunoki M.: 1995. Effect of preharvest calcium application on postharvest quality of 'Nyoho' strawberries. *J. Japan Soc. Hort. Sci. Suppl.* 2: 638-639.
90. Na Phun W., Kawada K., Kusunoki M. 1997. Effect of spray timing, spray part and calcium formula on the effectiveness of calcium spray on 'Nyoho' strawberries. *J. Japan Soc. Hort. Sci. Suppl.* 2: 70-71.
91. Nesfby R, Lieten F, Pivot D, Raynal Lacroix C, Tagliavini M, Evenhuis B. 2004. Influence of mineral nutrients on strawberry fruit. Quality and their accumulation in plant organs. *Acta Hort.*, 649, 2004: 201-205.
92. Nosecka B., Bugała A., Mierwiński J., Strojewska I., Szczepaniak I, Świetlik J. 2004, Rynek owoców i warzyw. Stan i perspektywy. IERiGŻ, Warszawa 2004.
93. Nosecka B., Klimek G.: Rynek truskawek w Polsce. *Mat. Ogólnopol. Konf. Truskawkowej ISiK, Skierniewice 2005*, s. 5-18.
94. Nurzyński J., Kępka M., Komosa A., Kozera G., Wesołowska-Janczarek M.: 1990. Seasonal changes of N, P, K, Ca, Mg content in apple tree leaves during vegetation period. *Acta Hort.*: 274.
95. Ostrowska K., Ostrowski W. 1991, Zakładanie i prowadzenie towarowej plantacji truskawek, AR Szczecin.

96. Ostrowska K. 1998. Wzrost i plonowanie kilku odmian truskawki uprawianej na zbiór przyspieszony. XXXVII Ogólnopol. Nauk. Konf. Sadown., Skierniewice 25-27 sierpnia 1998: 243-244.
97. Ostrowska K., 1998, Rozwój produkcji owoców jagodowych w Polsce. XXXVII Ogólnopol. Nauk. Konf. Sadown., ISiK, Skierniewice 25-27 sierpnia 1998: 228.
98. Ostrowski W. 1996, Nowoczesne sadownictwo, AR Szczecin.
99. Ostrowski W., Prawdzic K., 1996. Modyfikacja metody klimatodiagramów Waltera i Lietha dla okresów dekadowych. Zesz. Nauk. AR Szczecin. 147: 111-119.
100. Pacholak E. 1999. Efekty produkcyjne nawadniania roślin sadowniczych w Polsce. Seminaria sadownicze. AR Poznań: 43-49.
101. Pacholak E., Przybyła Cz. 1996. Wpływ nawadniania i zasobności gleb na jakość plonów jabłoni odmiany Idared. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 438: 165-173.
102. Pawłowska D., Żmuda E., Winiarska J.: 2004. Wpływ przedplonu na plonowanie truskawki. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus 3 (2) 2004, 197-206.
103. Perczak J.: 2005: Nowe odmiany truskawek w rejestrze i badaniach rejestrowych. Mat. Ogólnopol. Konf. Truskawkowej ISiK, Skierniewice 2005: 58, 64.
104. Pieniążek S. A. 2000: Sadownictwo. PWRiL Warszawa.
105. Pijanowski E., Mrożewski S., Horubała A. 1964: Technologia produktów owocowych i warzywnych. PWRiL, Warszawa 1964.
106. Piotrowski A. 1981. Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski. Arkusz Dołuje (227). Wydaw. Geologiczne, Warszawa.
107. Płocharski W., Zbroszczyk J., 1989. Jakość i przydatność przerobowa nowych polskich odmian truskawek. Przem. Ferment. Owoc. Warz. 3, 16-18.
108. Rebandel Z. 1988, Truskawki i poziomki. PWRiL Warszawa
109. Rebandel Z., Przypiecka M., Cofta H., 1992. Wpływ nawadniania na wzrost i plonowanie maliny odmiany Norna. Pr. Inst. Sad., (3-4), 69-70
110. Rebandel Z., Szczygieł A., Przysiacka M., Cofta H. 1993. Chemiczne odkażanie gleby. Ogr. 21,81.
111. Rejman A 1994, Pomologia, PWRiL, Warszawa : 633.
112. Rocznik GUS. Produkcja upraw rolnych i ogrodnich w 2003 roku. 2004. GUS, Warszawa.
113. Rolbiecki S., Rolbiecki R., Rzekanowski Cz., 2004. Wpływ zróżnicowanych warunków wodnych na plonowanie truskawki na luźnej glebie piaszczystej. Acta Agrophysica, 2004, 3(1), 153-159.

114. Rolbiecki S., Rzekanowski C., 1997. Influence of sprinkler and drip irrigation on the growth and yield of strawberries on sandy soil. *Acta Hort.*, 439 (22), 664-672.
115. Roudeillac P, Trajkovski K. 2004. Breeding for fruit quality and nutrition in strawberries. *Acta Hort.* 649: 55-60
116. Rozpara E. 2001. Śliwa domowa i japońska. Oficyna Wydawnicza Mulico. Warszawa
117. Rumas-Rudnicka E., Koszański Z., Korybut Woroniecki T. 2008. Efekty nawadniania niektórych warzyw. *Acta Agrophysica*, 2008, 11(2), 509.
118. Ruszkowska M., Terelak T. 1992. Wpływ warunków powietrzno-wodnych na zachowanie się składników pokarmowych w glebie i na procesy fizjologiczne roślin. *Pamiętnik Puławski, Polska Akademia Nauk i Instytut Agrofizyki. Ossolineum* 67: 53-61.
119. Rzekanowski C., Rolbiecki S. 1996, Wpływ nawadniania kropłowego na niektóre cechy jakościowe plonu wybranych gatunków roślin sadowniczych, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., PAN, zesz. 438: 213-218.*
120. Sadowski A., Hołubowicz T., Nurzyński J., Pacholak E. (1983): Określenie potrzeb nawożenia roślin sadowniczych. *Pr. Inst. Sad. i Kwiac. F*, 25: 1-17.
121. Sadowski C, Rzekanowski C. 1989, The effect of spray irrigation and drip irrigation on yield and disease of strawberries grown on a very light soil. *Acta Hort.*, 265: 623-626.
122. Samotus B, Leja M., Ścigalski A. 1982, Porównanie czterech metod oznaczania kwasu askorbinowego w owocach i warzywach. *Acta Agraria et Silvestria, Series Agraria Vol. XXI*, 1982: 105-121.
123. Sękowski B., 1993, *Pomologia systematyczna*, PWN 1993.
124. Shahidi F., Nacz M. 1995, *Food phenolics. Sources chemistry effect applications.* Technomic Publishing Company Lancaster USA: 83
125. Shaw D.V., Bringhurst R.S., Voth V. 1987, Genetic variation for quality traits in an advanced-cycle breeding population of strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 112: 699-702.
126. Sikorski Z., 1994, *Chemiczne i funkcjonowanie właściwości składników żywności.* WNT, Warszawa.
127. Skupień K. 2002, Zachowanie walorów odżywczych różnych odmian truskawek podczas przechowywania w niskiej temperaturze, *Mat. Ogólnopolskiej Naukowej Konferencji Sadowniczej, 28-30 sierpnia 2002, Skierniewice: 64.*

128. Skupień K. 2003. Ocena wybranych cech jakościowych świeżych i mrożonych owoców sześciu odmian truskawki. Hort. Cult. 2 (2) 2003: 115-123.
129. Skupień K., Jakubowska B. 2004. Porównanie parametrów chemicznych świeżych i mrożonych owoców, Folia 3: 117.
130. Smolarz K. 1993, Ocena wartości produkcyjnej nowych odmian truskawki. Materiały z Ogólnopolskiej Konferencji Truskawkowej, ISK Skierniewice, 8 czerwca: 1-6.
131. Smolarz K. 1998. Badania nad mineralnym nawożeniem truskawki. I Ogólnop. Sympozjum Mineralnego Odżywiania Roślin Sadown. 1-2.XII, ISiK, Skierniewice.
132. Smolarz K., Masny A., Laszlovszky-Zmarlicka A. 1995, Plonowanie nowych odmian truskawki w warunkach środkowej części kraju. Materiały Ogólnop. Konf. Nauk. „Nauka Praktyce Ogrodniczej”, Akademia Rolnicza, Lublin 1995: 211.
133. Smolarz K., Sobczykiewicz D. 1965. Wyniki badań nad plennością odmian oraz wpływem nawożenia mineralnego na wzrost i owocowanie truskawek w środkowej Polsce. Prace Inst. Sad. IX: 125-135.
134. Smolarz K., Sobczykiewicz D., Kostrzewa Z., Michalski W., Bystydzieński W. 1968. Owocowanie 4 odmian truskawek w różnych rejonach kraju. Prace Inst. Sad. XII: 21-26.
135. Smoleński T. 2000, Nowa „mapa” polskiego sadownictwa. Sad Nowoczesny, 8: 11-12.
136. Strand L.L., 1994. Integrated pest management for strawberries. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Pub. 3351.
137. Szczygieł A., Pierzga K. 1995, Truskawka, Hortpress, Warszawa
138. Szczygieł A., Pierzga K. 1999, Truskawka, Hortpress Sp. z o.o., Warszawa 1999: 22-23, 42.
139. Świat Konsumenta. red. nac. Koluch P. 2002. Jogurty naturalne i owocowe. Ocena porównawcza.
140. Świetlik J. 2003, Sytuacja na rynku truskawek w 2002, prognozy na 2003 r. oraz perspektywy produkcji truskawek po integracji z UE, Mat. Ogólnopolskiej Konferencji Truskawkowej, 26 marca 2003, Skierniewice: 5.
141. Tagliavini M., Baldi E., Nestby R., Ryanal-Lacroix C., Lieten P, Salo T., Pivot D., Lucchi P.L., Baruzzi G., Faedi W. 2004. Uptake and partitioning of major nutrients by strawberry plants. Acta Hort 649: 197-200.

142. Terry L.A., Gemma A. C., Jordi G.B.: 2007. Effect of Water Deficit Irrigation and Inoculation with *Botrytis cinerea* on Strawberry (*Fragaria x ananassa*) Fruit Quality. *J. Agric. Food Chem.*, 2007, 55 (26): 10812–10819.
143. Treder W., 1992. Kilka uwag o nawadnianiu sadów. *Sad Nowoczesny* 8: 9.
144. Treder W., Grzyb Z.S., Rozpara E., 1998. Influence of irrigation on growth, field and fruit quality of plum trees cv. Valor grafted on two rootstocks. *Acta Hort.*, 478, 271-275.
145. Treder W. 1999 A. Nawadnianie plantacji truskawek, *Sad Nowocz.* 8: 20-22.
146. Treder W. 1999 B. Nawadnianie truskawek. *Ogólnop. Konf. Trusk.* 9.III, ISiK Skierniewice: 29-36.
147. Treder W. 2000, Nawadnianie i fertygacja a środowisko glebowe, *Ogólnop. Zjazd Przod. Sadown. – Proekolog. Technol. Prod. Ow.* 12.IV.2000, Skierniewice: 81-83, 86, 88.
148. Treder W. 2002, Nawadnianie sadów a jakość owoców. *Ogólnop. Konferencja – Marketing i jakość owoców*, Skierniewice, 24 października 2002: 17.
149. Treder W. 2003, Nawadnianie plantacji truskawek jako czynnik warunkujący jakość owoców, *Mat. Ogólnopolskiej Konferencji Truskawkowej*, 26 marca 2003, Skierniewice: 88-92.
150. Treder W. 2004, Wpływ wapnia w pożywce nawozowej na wzrost i owocowanie truskawek oraz jego zawartość w poszczególnych organach roślin. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 2004, *Agricultura* 240 (96): 197-202.
151. Ugolik M., Kantorowicz-Bąk M., 1993. Wzrost i plonowanie odmian oraz klonów truskawki. *Informator o badaniach prowadzonych w Katedrze Sadownictwa AR Poznań 1986-1991*, III: 147-148.
152. Walter H., Lieth H. 1960. *Klimatodiagramm – Weltatlas*, Fischer Verlag, Jena.
153. Wang S.Y., Stretch A.W. 2001. Antioxidant capacity in cranberry is influenced by cultivar and storage temperature, *J. Agric. Food Chem.* 49: 969-974.
154. Wojtkiewicz A., Szewczuk A., Sosna I., 1992. Wpływ nawadniania na wysokość i jakość plonu truskawek odmiany Senga Sengana. *Prace ISiK w Skierniewicach*, 3-4/115-116, 67-98.
155. Wójcik P., 1996. Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego na wzrost, plonowanie i jakość owoców borówki wysokiej. *II Ogólnopolskie Sympozjum AR w Poznaniu pt. „Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie” t. I*, 97-101.

156. Wójcik P., Lewandowski M. 2003. Effect of calcium and boron sprays on yield and quality of 'Elsanta' strawberries. *Journal of Plant Nutrition* 26 (3): 671-682.
157. Zaliwski S. 1984, *Intensywna produkcja owoców jagodowych i leszczynowych*. PWN, Warszawa..
158. Zhang W., Seki M., Furusaki S. 1997. Effect of temperature and its shift on growth and anthocyanin production in suspension cultures of strawberry cell. *Plant Sci.* 127: 207-214.
159. Zmarlicka A. L. Żurawicz E, 2003, *Truskawki polowe na zbiór przyspieszony*. *Hasło Ogr.*, 11: 56-57.
160. Żmuda E., Murawska D., Szember E.: 2001. Badanie przydatności preparatu Betokson Super w uprawie truskawek odmiany Senga Sengana. *Zesz. Nauk. Inst. Sadown. i Kwiac.*, tom 9: 185-191.
161. Żurawicz E. 1997, *Truskawka i poziomka*, PWRiL, Warszawa: 88, 90-91, 112-116.
162. Żurawicz E. 1999, *Czas sadzenia truskawek (cz.1)*, OWK 14: 6-7.
163. Żurawicz E., Bielenin A., Doruchowicz G., Lisek J., Łabanowska B.H., Płocharski W. 1999. *Integrowana produkcja owoców truskawki*. ISiK Skier.: 4-22.
164. Żurawicz E. 2001, *Uprawa truskawek*, ISiK, Skierniewice: 19-20, 33-34, 53-54.
165. Żurawicz E. 2002, *Integrowana Produkcja Owoców Truskawki.*, *Proekol. Technol. Prod. Ow. Trusk.*, Skierniewice 2002: 9-10, 24-25.
166. Żurawicz E. 2003, *Pomologia*, PWRiL, Warszawa 2003: 226.
167. Żurawicz E., Kruczyńska D., Pierzga K., Masny A. 2003: *Nowe odmiany truskawki w Polsce i ich przydatność do uprawy w Polsce*. *Ogólno. Konf. Trusk.* Skierniewice: 58-65.
168. Żurawicz E. 2004. *Intensyfikacja produkcji truskawek, Kierunki unowocześnienia produkcji truskawek w Polsce przed wejściem do Unii Europejskiej*. *Ogólnop. Konf. Trusk.*, Skierniewice 11 kwietnia 2004, ISiK.
169. Żurawicz E., Kruczyńska D., Masny A. 2005. *Wartość produkcyjna najnowszych odmian truskawki w warunkach Polski centralnej*. *Zesz. Nauk. ISiK*. Tom 13: 75-80.
170. Żurawicz E., Masny A. 2004a. *Uprawa truskawek w polu*. *Hasło Ogr.*, 5/2004
171. Żurawicz E., Masny A. 2004b. *Truskawki pod wysokimi osłonami*. *Hasło Ogr.* 6/2004
172. Żurawicz E. 2005, *Integrowana Produkcja Urzędowo Kontrolowana*: 14.