

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

Rozprawy
nr 35

CZESŁAW RZEKANOWSKI

Wpływ nawadniania kroplowego
na plonowanie najważniejszych
gatunków drzew owocowych
w warunkach sadu produkcyjnego

ki, Czesław Kazi
edniania kroplew

BYDGOSZCZ – 1989



631.5/9

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

Rozprawy
nr 35

CZESŁAW RZEKANOWSKI

**Wpływ nawadniania kroplowego
na plonowanie najważniejszych
gatunków drzew owocowych
w warunkach sadu produkcyjnego**

Biblioteka Główna ATR w Bydgoszczy



000000062269

BYDGOSZCZ – 1989

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
prof. dr hab. Ojcumiła Stefaniak

OPINIODAWCY
prof. dr hab. Kazimierz Słowik
prof. dr hab. Stanisław Rojek

REDAKTOR NAUKOWY
prof. dr hab. Stanisław Grabarczyk

OPRACOWANIE REDAKCYJNE I TECHNICZNE
mgr Halina Klupczyńska, Zbigniew Gackowski



Wydano za zgodą Rektora
Akademii Techniczno-Rolniczej
w Bydgoszczy

74 152

ISSN 0209-0597

**WYDAWNICTWO UCZELNIANE AKADEMII TECHNICZNO-ROLNICZEJ
W BYDGOSZCZY**

Wyd. I. Nakład 150. Ark. aut. 5,25, ark. druk. 5. Papier drukowy kl. V, 71 g, B-1
Oddano do druku w sierpniu 1989 r. Druk ukończono we wrześniu 1989 r.
Cena 200 zł
Uczelniany Zakład Małej Poligrafii ATR, Bydgoszcz, ul. Olszewskiego 20
Zamówienie nr 235/89.

89 n 34/2

Spis treści

	str.
WSTĘP	5
1. PRZEGLĄD LITERATURY	7
1.1. Rys historyczny nawadniania kropłowego	7
1.2. Zalety i wady nawadniania kropłowego	8
1.3. Reakcje roślin sadowniczych na nawadnianie kropłowe	12
2. MATERIAŁ I METODYKA	17
3. WARUNKI KLIMATYCZNO-GLEBOWE	23
4. WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE	33
4.1. Plonowanie wiśni cv. 'Łutówka'	33
4.2. Plonowanie śliw	38
4.2.1. Plonowanie cv. 'Jerozolimka'	38
4.2.2. Plonowanie cv. 'Ruth Gersteter'	38
4.3. Porównanie plonowania śliw	43
4.4. Plonowanie jabłoni	44
4.4.1. Plonowanie cv. 'Melba'	44
4.4.2. Plonowanie cv. 'McIntosh'	48
4.4.3. Plonowanie cv. 'Spartan'	52
4.5. Porównanie plonowania jabłoni	56
5. DYSKUSJA WYNIKÓW	59
6. WNIOSKI	63
LITERATURA	65
STRESZCZENIA	77



WSTĘP

Nawadnianie upraw rolniczych w Polsce, pomimo że nie jest dla większości roślin zabiegiem niezbędnym, przynosi często wyraźne zwyżki plonów i szybko się amortyzuje. Jest to po części wynik dość dużych potrzeb wodnych określonych upraw oraz okresowego występowania dłuższych okresów bezdeszczowych [55, 89]. Do roślin szczególnie wrażliwych na niezadawalającą ilość wody zaliczono wszelkie uprawy ogrodnicze. Powszechnie w naszym kraju wyraża się opinię, iż drzewa owocowe najlepiej rosną w rejonach, w których opady przekraczają 600 mm rocznie [64, 144]. Tymczasem w całej centralnej Polsce, gdzie koncentruje się przeważająca ilość sadów, średnie roczne opady kształtują się najczęściej w granicach 500 - 550 mm.

Brakujące ilości wody należałoby zatem dostarczyć roślinom w postaci uzupełniającego nawadniania, które nie tylko podnosi plony, ale zapewnia ich stabilizację na wysokim poziomie i przynosi poprawę jakości owoców. Jak podaje Słowik [146], w Polsce nawadnia się około 7 tys. ha sadów, co przy ogólnej powierzchni 400 tys. ha tych upraw jest wartością znikomą. Do tej pory najczęściej wykorzystywano w tym celu różne typy urządzeń deszczowniczych [118, 143, 144]. Jednak system ten, uchodzący za najpopularniejszy w naszym kraju, w sadownictwie nie rozwinął się na szerszą skalę. Jedną z przyczyn tego zjawiska jest brak takich produkowanych w Polsce urządzeń, które by wyraźnie do tego celu były dostosowane.

W ostatnich dwudziestu latach zaczęto na świecie wprowadzać do upraw ogrodniczych nowe metody nazywane ogólnie mikronawodnieniami. Zgodnie z nomenklaturą zaproponowaną na konferencji ICID w 1986 r. w Budapeszcie, do tego typu zalicza się nawodnienia: podkoronowe, podpowierzchniowe i kropłowe.

Nawodnienie podkoronowe (micro-jets, micro-sprinklers), zwane też umiejscowionym podkoronowym mikrodeszczowaniem, zostało w Polsce opracowane przez Drupkę [10, 31] w IMUZ i jest - zgodnie ze słowami autora - „daleko posuniętą innowacją techniczną w stosunku do deszczowni”. Obecnie tą metodą nawadnia się w kraju wiele setek hektarów sadów, przy czym urządzenia te pracują już na powierzchniach przewyższających niejednokrotnie 20 ha. Wspomniany system nie jest w świecie absolutną nowością i z powodzeniem bywa stosowany w wielu krajach [25, 67, 93, 98], a urządzenia do niego produkuje wiele firm w Izraelu, USA, Włoszech czy ZSRR.

Nawodnienia podpowierzchniowe, niekiedy zwane wgłębnymi (subsurface irrigation), będące w pewnych elementach podobne do kropłowego, są w świecie z powodzeniem stosowane w warzywnictwie i sadownictwie [15, 66, 95, 122, 123, 140]. Niektóre z tych systemów można uznać za formę pośrednią między nawadnianiem podpowierzchniowym a kropłowym [19, 29, 86, 113].

Zdecydowanie największą popularność zyskało jednak nawadnianie kroplo-
we (drip irrigation, trickle irrigation), polegające na lokalnym podawaniu
wody w małych dawkach (kroplami lub strużkami) bezpośrednio w strefę ko-
rzeniową roślin [16, 36, 103, 135, 166]. Z racji swoich specyficznych za-
let jest to system wybitnie przydatny do nawadniania wszelkich upraw og-
rodniczych sadzonych rzędami. Świadczy o tym jego szybki rozwój w ostat-
nich latach na świecie. Według Gustafsona [60] zapoczątkowano tę metodę w
wersji produkcyjnej w 1948 r., a na szerszą skalę rozpowszechniono w la-
tach sześćdziesiątych.

W Polsce badania nad zastosowaniem nawadniania kropłowego podjęto w
połowie lat siedemdziesiątych i do tej pory system ten zasadniczo nie wy-
kroczył poza ramy doświadczeń. Brakuje też szerszych opracowań ekspery-
mentalnych, w tym prowadzonych w skali produkcyjnej. Wiadomo zresztą, iż plo-
ny roślin uzyskane na polatkach doświadczalnych są często o kilkadziesiąt
procent wyższe, niż osiągnięte w warunkach produkcyjnych.

Podstawowym celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu nawadniania
kropłowego na plonowanie najważniejszych gatunków drzew owocowych. Do-
świadczenia przeprowadzono na drzewach produkujących najbardziej popularne
w Polsce owoce, decydujących o globalnych zbiorach tych płodów. Jabłonie
i śliwy, według Słowika [144], to drzewa o najwyższych wymaganiach wod-
nych, wiśnie natomiast, sadzone z reguły na glebach najsłabszych (IV i V
klasa bonitacyjna), mimo że te potrzeby mają dużo niższe, najszybciej pa-
dają ofiarą okresowych braków opadów (posuchy atmosferyczne).

1. PRZEGLĄD LITERATURY

1.1. Rys historyczny nawadniania kropłowego

Początków nawadniania kropłowego, jak podają Słowik [103] i Słowik z Kielakiem [147], należałoby upatrywać w zamierzchłych czasach. Punktowe doprowadzanie wody do części systemu korzeniowego znane było już w starożytności, gdzie do tego celu wykorzystywano przepuszczalne dla wody naczynia gliniane. Niektórzy uważają, iż prekursorami są Chińczycy, narody Azji Środkowej lub Indianie Ameryki. Owe prymitywne sposoby nawadniania drzew owocowych są do dziś spotykane w pustynnych rejonach Meksyku, gdzie wykorzystuje się w tym celu różne puszki metalowe, z których woda sączy się do gleby przez niewielkie otworki.

Sam system nawadniania kropłowego, zdaniem cytowanych wyżej autorów, ma historię krótszą. Choć nie ma jednomyślności co do daty opracowania tej metody dla praktyki ogrodniczej, to wszyscy przyznają, że największe zasługi w przystosowaniu jej do warunków polowych położył na początku lat sześćdziesiątych Blass z Izraela.

Nawadnianie kropłowe w praktyce, jak przedstawiają Słowik z Kielakiem [147] oraz Somorowski i współpracownicy [150], najwcześniej zaczęto stosować w krajach klimatu suchego, o ograniczonych zasobach wodnych (Izrael, Australia, Meksyk, USA). W ostatnim dziesięcioleciu jednak coraz częściej wprowadza się je w strefie umiarkowanej, w państwach zasobnych w wodę lub posiadających wysoki poziom produkcji rolnej np.: w Anglii, Francji, Bułgarii czy na Węgrzech. Duże perspektywy dla tego systemu widzi się też w Czechosłowacji, RFN, Holandii, Szwecji, Szwajcarii, Austrii, a nawet w Norwegii [26, 27, 28, 30, 37, 47, 63, 75, 88, 96, 109, 132, 133, 167].

O popularności metody kropłowej na świecie świadczy szybkie powiększanie się arealu nawadnianych sadów. Bucks i współpracownicy [16] opierając się na literaturze podają, że jeśli przykładowo w 1972 r. nawadniano w taki sposób 4 tys. ha, to w 1980 r. już 175 tys. ha, a w perspektywie w 1985 r. - 350 tys. ha i w 1990 r. - 1 mln ha. Ionowa [76] przytacza ocenę ICID, z której wynika, że w latach 1975-1981 powierzchnia nawodnień kropłowych na świecie powiększyła się 4 razy i w 1981 r. obejmowała 416 tys. ha. W tej liczbie 55 % obszaru stanowiły sady, 18 % winnice, 13 % warzywa gruntowe, pozostałe 14 % to uprawy pod szklarnią, bawełna, okopowe i inne rośliny.

Za przodujące pod względem rozwoju nawadniania kropłowego uważane są USA, a szczególnie stan Kalifornia, który ma w całym areale bez mała 2/3 udziału (123,4 tys. ha w 1981 r. i 202,3 tys. ha w 1985 r.). Na terytorium tego stanu spotyka się rejony, w których system kropłowy stosuje się na

1/3 powierzchni upraw drzew owocowych i winnic [77].

Wśród krajów socjalistycznych największą popularnością cieszy się nawadnianie kropłowe w ChRL, gdzie obejmuje obszar 13,3 tys. ha [160], następnie w ZSRR - 7 tys. ha [108] i na Węgrzech - 1 829 ha [5, 65]. Obecnie tym systemem nawadnia się w Czechosłowacji 480 ha [168], kilkaset ha w Bułgarii [49, 161] i w NRD [141]. Natomiast w Polsce obszar ten wynosi około 250 - 300 ha upraw ogrodniczych [157].

1.2. Zalety i wady nawadniania kropłowego

Nawadnianie kropłowe uważane jest za metodę, która spośród aktualnie możliwych do zastosowania w sadach posiada najwięcej zalet. Jej podstawowym walorem jest podkreślane przez wszystkich autorów najbardziej ekonomiczne gospodarowanie wodą, będące wynikiem wykluczenia nieproduktywnego parowania i strat na przesiąki, spływy powierzchniowe oraz zrzuty. Ogólnie ocenia się, iż w porównaniu do innych systemów powierzchniowych, oszczędności w zużyciu wody sięgają od 30 do 50 % [8, 36, 38, 49, 67, 76, 109, 117, 160, 161]. Jednak w warunkach klimatu umiarkowanego (Holandia, RFN, Anglia) oszczędności te w stosunku do nawadniania deszczownianego kształtują się w granicach 20 - 30 %. Przykładowo w jednym ze ścisłych badań w RFN przy zastosowaniu tej metody do nawadniania roślin pastewnych i okopowych, otrzymano oszczędności rzędu 23 - 28 % [153]. Należy przy tym zauważyć, iż poza mniejszym zużyciem wody, niższe są również nakłady na jej dostarczenie, bowiem system nawadniania kropłowego pracuje przy niższych ciśnieniach.

Wspomniana oszczędność wody, zależnie od warunków klimatyczno-glebowych i od właściwości nawadnianych upraw, może w niektórych warunkach dochodzić do 500 - 700 % [60, 67]. Przykładowo z chwilą posadzenia drzew przy nawadnianiu wystarczy zwilżyć jedynie 1 - 2 % powierzchni gleby, powiększając ją z czasem do 10 % i 30 - 35 % dla sadów już owocujących [4, 126, 140]. Ocenia się, że przy niektórych metodach powierzchniowych na spływy i zrzuty wody straty mogą sięgać 30 - 40 %, a na skutek znoszenia przy deszczowaniu przez wiatr od 10 do 20 % [38, 67, 159].

Powolne dostarczanie przez instalację wody wprost do systemu korzeniowego roślin, zapewnia utrzymanie w glebie optymalnych warunków wodno-powietrznych oraz podtrzymywanie ich bez periodycznych zaiian cykli przewilgocenia i przesychania gleby, występujących zwykle przy innych metodach. Dzięki temu, pomimo mniejszych ilości wody zużywanej w omawianej metodzie, uzyskuje się plony co najmniej równe lub wyższe niż przy stosowaniu innych sposobów, charakteryzujące się także lepszą jakością. Stwierdzono ogólny wzrost plonów przeciętnie w granicach od 20 do 60, a nawet do 100 %. Jest to zależne od strefy klimatycznej, rodzaju gleb, upraw i innych czynników [9, 27, 36, 104, 165, 166]. Najlepsze efekty występują w strefie klimatu suchego. W umiarkowanej natomiast najczęściej spotykane przyrosty plonów

mieszczą się w granicach od 20 do 40 % [21, 26, 28, 57, 82, 87, 116, 133, 137, 163].

Przy stosowaniu nawadniania kropłowego zaobserwowano wcześniejsze dojrzewanie owoców, a drzewa rok do dwóch lat wcześniej zaczynają owocować. Są też lepsze warunki zbiorów owoców dzięki suchym międzyczędom oraz nie występuje nawodnieniowa erozja gleby [67, 112, 124, 126]. Do dalszych istotnych zalet wspomnianej metody zaliczyć należy niską energochłonność i mały wkład robocizny niezbędnej do obsługi instalacji. Z reguły urządzenia te pracują przy niskim ciśnieniu (od 0,015 do 0,2 MPa) przy jednocześnie stosunkowo niewielkich objętościach wody. Do budowy systemów nawodnień kropłowych bardzo rzadko stosuje się wysokociśnieniowe i drogie przewody przesyłowe, wystarczą tanie niskociśnieniowe węże z polietylenu [62]. Ocenia się, iż przy nawadnianiu kropłowym zużywa się jedynie 10 % energii niezbędnej przy deszczowaniu i 50 % w innych systemach. Dzięki temu instalacje do nawadniania kropłowego mogą funkcjonować w oparciu o mniejsze źródła energii, jaką daje przykładowo Słońce. O takich przypadkach wspominają Norum [107] z USA i Stackouse [154] z Australii (Nowa Południowa Walia), gdzie silniki są napędzane przez baterie słoneczne.

Niewielkie zapotrzebowanie na siłę roboczą jest głównie wynikiem dość dużego stopnia zautomatyzowania instalacji nawadniającej. Możliwa jest pełna automatyzacja systemu, która prawie całkowicie wyklucza siłę roboczą. Uczestnictwo człowieka sprowadza się wówczas tylko do doglądania i ewentualnego wyłapywania usterek w pracy urządzeń nawadniających [7, 45, 62, 104, 166].

Wyróżnianą przez większość autorów cechą nawadniania kropłowego jest możliwość podawania wraz z wodą rozpuszczonych w niej nawozów mineralnych, pestycydów, a nawet inhibitorów wzrostu i fungicydów [11, 13, 16, 50, 60, 98, 104, 120, 131]. Zabieg ten zwany „fertigation”, stosuje się w ostatnim czasie w świecie w większości systemów. Powoduje on nie tylko oszczędności w zużyciu nawozów i środków chemicznych, ale obniża też koszty ich dostarczenia roślinom, przyczynia się do ochrony środowiska glebowego i pośrednio wpływa na czystość wód. Wprowadzenie tym sposobem nawozów pozwala na zaoszczędzenie ich o 30-40 % w porównaniu do deszczowania i 50-60 % do innych metod powierzchniowych [16, 51, 67]. Muszą być one jednak rozpuszczalne w wodzie, który to warunek najlepiej spełniają niektóre nawozy azotowe. Zdaniem Ibaneza [72] dotyczy to form amonowych i siarczanowych, gdyż inne zawierające sole wapnia i magnezu, na skutek wytrącania się związków nierozpuszczalnych zapychają emitory. Z innych nawozów nadają się do tego celu niektóre formy chemiczne potasu oraz takie mikroelementy jak Fe, Cu, Zn, Mn, B i Mo. Szerzej o możliwości wprowadzania nawozów fosforowych i potasowych mówi Montesinos [96], który przedstawia specjalne zalecenia dla sporządzania ich roztworów.

Pocini [125] wspomina o produkcji między innymi w USA, Włoszech i Australii nawozów płynnych, przystosowanych głównie do celi nawodnień kropłowych. Ich stężenie w wodzie jest zmieniane z 0,3-0,6 % w początkowej fazie nawodnień do 2-2,5 % w końcowej. W Polsce Zakład Produkcji Na-

wozów Płynnych „Hydrokomplet” z Częstochowy wytwarza „Hydrovit 300”, określany jako „kompletny skoncentrowany nawóz klarowny”, polecany do nawożenia z nawadnianiem. Zawiera on podstawowe makroelementy (N, P, S, K, Ca, Mg), mikroelementy (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo) i ultramikroelementy (Se, Ti, Co, V i inne), a także koloidalną krzemionkę SiO_2 i kwasy humusowe. Został on opracowany w Instytucie Warzywnictwa w Skierniewicach. Do instalacji nawadniającej daje się też roztwory kwasu solnego i inne chemikalia, zalecane do walki z zapychaniem się emiterów.

Utrzymywanie suchych międzyrzędzi w trakcie nawadniania umożliwia wykonywanie w tym czasie różnych zabiegów agrotechnicznych, w zdecydowany sposób je ułatwia, nie stwarza korzystnych warunków dla rozwoju chwastów. Ta ostatnia zaleta umożliwia skuteczniejszą z nimi walkę, ograniczając też w pewnym stopniu konieczność stosowania dużych ilości herbicydów [68, 98, 104, 120, 166].

Poza wymienionymi dotychczas walorami systemu nawadniania kropkowego, na podkreślenie zasługuje również eliminacja niszczenia struktury gleby i jej zamulania (przy deszczowaniu), mniejsza podatność na porażenie roślin przez choroby grzybowe, możliwość wykorzystania wód o podwyższonej mineralizacji, prostota eksploatacji i napraw, duża mobilność, możliwość stosowania w rejonach podgórskich o dużym zróżnicowaniu spadków terenu (do 60°), możliwość nawadniania gleb o bardzo małej pojemności wodnej oraz inne [59, 79, 83, 104, 110, 124, 134, 136, 151, 154].

Oczywiście system nawadniania kropkowego nie jest idealny. Posiada również dość istotne wady, które w pewnej mierze ograniczają jego jeszcze szybszy rozwój. Należy jednak zauważyć, iż niektóre z nich, ujawniające się silnie w klimacie gorącym, w naszych warunkach mogą być zaledwie zauważalne.

Zastrzeżenia budzą stosunkowo wysokie koszty instalacji i duża wrażliwość urządzeń nawadniających na zanieczyszczenia zawarte w wodzie. Pociąga to konieczność instalowania precyzyjnych filtrów, a nawet całych systemów uzdatniania wody, co stanowi istotny składnik podwyższający i tak już wysokie nakłady. Właśnie koszty instalacji są w szczególny sposób akcentowane w instrukcji do projektowania tych systemów, wydanej w ZSRR [131]. Zgodnie z nią metoda kropkowa może być stosowana do nawadniania wysokointensywnych oraz dochodowych upraw w warunkach, kiedy wprowadzenie innych sposobów nawadniania jest trudne lub mniej opłacalne. Zaleca się ten system głównie w sadownictwie i w winnicach położonych w warunkach podgórskich (duże spadki terenu), w terenach o silnym zróżnicowaniu spadków powierzchni, przy małych zasobach wodnych, na glebach lekkich i glebach zniszczonych erozją wodną. Instrukcja ta zaleca też, aby każdorazowa decyzja została poparta wnikliwą analizą techniczno-ekonomiczną. Podobna opinia zalecająca rozpatrzenie najpierw innych możliwości nawadniania, wyrażana jest też w pracach Grabarczyka z Rzekanowskim [57] oraz Wolfa [166].

Koszt nawadniania kropkowego, ogólnikowo określany jako wysoki, jest w naszych publikacjach szczególnie akcentowany. Tymczasem z literatury wyni-

ka, iż nie jest on wyższy od nakładów niezbędnych przy deszozowaniu stacjonarnym; często bywa od nich dużo niższy [53, 60, 79, 80, 84, 102, 104, 125, 166]. Najczęściej spotykane koszty wahają się w granicach od 1 do 3 tys. dolarów/ha, ale bywa też niższy - do 1 tys. dolarów/ha. Najdroższe są instalacje do nawadniania upraw warzywnych, okopowych i pastewnych, najtańsze natomiast w sadach [62, 68, 69]. Ocenia się, iż przeciętnie 35 - 40 % nakładów finansowych pochłaniają przewody polietylenowe, 30 % urządzenia filtrujące, a pozostałe 30 % stacje pomp [34, 166]. Przykładowo w ZSRR na wyposażenie 1 ha w instalację nawadniającą potrzeba od 0,5 do 0,8 t polimerów. Nie licząc stacji pomp oraz filtrów, 68,6 % kosztów pochłaniają przewody, 20,2 % detale łączące i 11,2 % emiterzy [97].

Mimo ponoszenia wysokich kosztów niezbędnych do zainstalowania nawadniania kropłowego, wszyscy autorzy podkreślają bardzo szybki zwrot wyłożonych pieniędzy. Z większości doniesień wynika, iż następuje to najczęściej od 2 do 4 lat [80, 165].

Problematyce zatykania się przewodów i emiterów poświęcona jest bardzo bogata literatura [12, 14, 16, 40, 41, 46, 48, 56, 61, 67, 78, 99, 100, 131, 152, 162]. Podstawową przyczyną wspomnianych zjawisk są zawarte w wodzie zawiesiny mechaniczne i związki chemiczne. Długo czas te niedostatki omawianego systemu były trudne do pokonania. Podjęto w związku z tym w wielu państwach ścisłe badania nad ustalaniem źródeł i sposobów walki z zapychaniem się instalacji. Poza wprowadzonymi już wcześniej filtrami, następstwem badań było opracowanie szczegółowych metod walki chemicznej, sposobów przemywania urządzeń i instrukcji ich właściwej eksploatacji [12, 78, 100, 127, 131, 152, 162].

Do poważniejszych niedostatków nawadniania kropłowego niektórzy autorzy zaliczają rozkładanie się plastikowych przewodów pod wpływem promieni słonecznych bądź ich częściowe uszkodzenie przez gryzonie [39, 67]. Wydaje się, że większym problemem jest to pierwsze zjawisko. Okres bezawaryjnego użytkowania przewodów określany bywa różnie. Zdarza się, iż trzeba je wymieniać już po dwóch latach, a koszt tego przedsięwzięcia ocenia się na 20 - 30 % pełnych nakładów na nową instalację [38, 39]. Częściej jednak za okres niezawodnego działania przewodów uważa się 4, 5 a nawet 10 - 15 lat [52, 71, 80]. Zależy to w dużej mierze od jakości użytego surowca i kraju, w którym zostały one wyprodukowane. Jednym ze sposobów zapobiegania temu niepożądanemu zjawisku i jednocześnie przedłużenia okresu użytkowania węży, jest zagłębianie ich w ziemi.

W ZSRR opracowano kilka wariantów takich systemów. W jednym z nich zaproponowano układanie przewodów ϕ 20 mm na głębokości 20 cm (nad systemem korzeniowym), równolegle do rzędów drzew. Niezawodny okres pracy takiego systemu trwa 20 - 25 lat. Podobną ideę wykorzystano w systemie „Tawrija”, gdzie przewody ułożone na głębokości 50 cm mają służyć przez 30 - 50 lat [29, 86]. Zbliżone rozwiązania przyjęto we Francji i w USA, gdzie między innymi w stanie Delaware, Maryland i Wirginia ułożono przewody pod ziemią o 10 cm głębiej niż sięga orka, a zatem na głębokości 30 - 35 cm [15, 95].

Dyskusyjny w warunkach naszego klimatu wydaje się zarzut, iż przy nawadnianiu kropowym część systemu korzeniowego drzew ulega poważnym deformacjom, przez co stają się one mało stabilne i mogą wywracać się na wierzchołki. Nie ulega wątpliwości, iż przy strefowym podawaniu wody powstają zmiany w przestrzennym rozmieszczeniu się korzeni. Obserwowano to szczególnie w klimacie suchym, gdzie system korzeniowy ogranicza się całkowicie do penetrowania jedynie strefy uwilgotnienia. Zjawisko takie w naszych warunkach klimatycznych teoretycznie może się pojawiać, jednak do tej pory brak potwierdzenia w literaturze. Stwierdzono natomiast pojawianie się w strefie uwilgotnienia większej ilości korzeni, ale przenikają one z powodzeniem również w inne partie gleby, przez co penetrują większą jej objętość. Można więc przypuszczać, iż lokalne podawanie wody w klimacie umiarkowanym nie powoduje istotnej deformacji systemu korzeniowego roślin [16, 67, 107, 147].

Z literatury wynika, iż dla uzyskania wysokich plonów roślin sadowniczych niezbędne jest takie zaprojektowanie instalacji, aby zwilżała ona około 1/3 lub więcej strefy życiowej korzeni. Zależy to jednak w dużej mierze od warunków klimatycznych. W klimacie suchym powinno się dawać taką ilość emiterów, aby zapewniły one zwilżanie co najmniej 30 % strefy korzeniowej, jednak w klimacie umiarkowanym można wartość tę zmniejszyć do 20 % [6, 33, 85, 90, 111, 119, 142].

Niektórzy autorzy wśród wad systemu kropowego wymieniają również brak możliwości regulacji mikroklimatu pola, niemożność prowadzenia nawodnień przeciwpromykowych, gromadzenie się nadmiernych ilości soli na granicy strefy uwilgotnienia, brak możliwości zmywania z liści uprzednio zastosowanych środków ochrony roślin i zjawisko wychodzenia korzeni drzew na powierzchnię gruntu [3, 98, 104, 112, 124, 133, 166].

Jak uprzednio wspomniano, system kropowy jest uważany za najbardziej przydatny do nawadniania sadów oraz szeregu upraw warzywnych i szklarniowych. Na świecie podejmuje się jednak wiele prób z nawadnianiem takich roślin, jak burak cukrowy, ziemniaki, kukurydza, trzcina cukrowa, bawełna, truskawki, pszenica itp. [11, 17, 21, 25, 36, 44, 60, 72, 114, 115, 129, 130, 139, 151, 152, 153, 155, 166]. W USA z dużym powodzeniem wykorzystuje się omawiany system do nawadniania pasów wiatrochronnych [52]. Stosuje się też różnorodne rozwiązania pośrednie, łącząc nawadnianie kropowe z deszczownicami maszynami frontalnymi [7, 25, 68, 73, 158]. Wszystkie te działania świadczą o nieustannych badaniach poszukujących w celu poszerzenia możliwości nawadniania wszelkich upraw rolniczych, w tym także zbóż.

1.3. Reakcje roślin sadowniczych na nawadnianie kropowe

W dostępnej literaturze skromnie prezentowane są wyniki doświadczeń z nawadnianiem kropowym wiśni i śliw. W przypadku wiśni brakuje doniesień zagranicznych, a pojedyncza informacja, jaką znaleziono, dotyczy czereśni

w ZSRR. W prowadzonych tam w latach 1974 - 1980 badaniach, odnotowano przy nawadnianiu kropowym średnio od 5,54 do 6,14 t/ha owoców, bez nawadniania tylko 3,78 t/ha [81]. Nie stwierdzono różnicy w przyroście średnicy pni drzew, ale powiększyła się z 72,5 do 93,6 - 98,9 m sumaryczna długość pędów jednorocznych.

Jedynie dotychczas badania w kraju dotyczące nawadniania kropowego wiśni prowadzono w Skierniewicach. Kielak [87] otrzymywał z poletek kontrolnych, zależnie od roku, od 1,24 do 1,99 kg owoców, po zastosowaniu nawadniania kropowego od 1,4 do 2,95 kg/drzewa. Jednocześnie w drugim przypadku występowało od 10 do 15 % więcej zawiązków kwiatowych, a przekrój pnia wzrósł średnio od 10,7 do 18,7 % (zależnie od ilości dostarczonej wody).

Czerniak [22], stosując nawadnianie kropowe przy trzech sposobach uprawy międzyrzędzi, uzyskał w porównaniu do drzew nie poddanych temu zabiegowi, największy przyrost wynoszący 74,1 % w warunkach ugoru herbicydowego. W przypadku koszenia chemicznego było 15,5 % więcej owoców wiśni, a mechanicznego - 12,5 %. Z innych danych wynika, że zależnie od sposobu uprawy międzyrzędzi, otrzymana zwyżka wahała się od 11,0 do 32,0 % przy nawadnianiu kropowym i od 13,0 do 27,5 % przy deszczownianym [23, 149].

W przypadku śliw, w literaturze krajowej i zagranicznej nie udało się natrafić na żadne informacje dotyczące stosowania tego zabiegu. Jedynie dostępne źródła dotyczyły tylko nawadniania brzoskwiń i moreli. Rośliny te, fizjologicznie podobne do śliw, pod wpływem wspomnianego zabiegu dawały znaczne przyrosty plonu owoców. Na jednej z plantacji moreli w Kotlinie Issyk-Kulskiej (ZSRR) odnotowano zwiększenie zbiorów z 4,5 t/ha przy nawadnianiu bruzdowym, do 15,0 t/ha przy kropowym [101]. Rozmiary pojedynczych owoców wzrosły przeciętnie o 20 %.

Przy takich samych systemach nawadniania brzoskwiń w Brazylii, plony owoców wzrosły z 10,39 do 13,43 - 14,22 t/ha [20]. Masa pojedynczego owocu zasadniczo nie zmieniła się, liczebność natomiast powiększyła się z 1418 do 1743 - 1898 sztuk na drzewo. Jakość owoców i soku różniła się nieznacznie.

W USA - przy nawadnianiu kropowym - plon brzoskwiń (zależnie od roku) w stosunku do drzew nienawadnianych wzrósł od 20,0 do 67,0 %, zaś średnica owoców w granicach 10,0 - 11,0 % [23].

Kułow [90] przytacza badania włoskie, które odnotowują przyrost plonu o 1,7 t/ha w stosunku do deszczowania, ale zmniejszenie o 1,5 t/ha w porównaniu do nawadniania bruzdowego.

Większość opublikowanej do tej pory literatury dotyczącej zastosowania systemu w sadach, ogranicza się do nawadniania jabłoni. Prowadzono przy tym szerokie badania obejmujące nie tylko plonowanie, lecz wpływ nawadniania na jego jakość, fizjologię drzewa, rozwój systemu korzeniowego i przyrosty pędów. Dane te jednak nie zawsze są porównywalne z naszymi wynikami, gdyż pochodzą w większości z krajów o klimacie suchym, w którym drzewa mogą rosnąć i owocować jedynie dzięki nawadnianiu. Publikacje te dotyczą zatem najczęściej porównania sposobu kropowego z innymi metodami powierzchni-

wymi, głównie z bruzdowym i deszczownianym. Natomiast w warunkach klimatycznych zbliżonych do polskich, plony uzyskane w wyniku nawadniania porównywano z otrzymanyymi bez zastosowania tego zabiegu.

Doświadczenia przeprowadzone w wielu krajach dowodzą, iż z powodzeniem można nawadniać tą metodą drzewa dopiero co posadzone, jak też już owocujące. Przykładowo, w porównaniu do innych metod, w przypadku młodych drzew obserwowano bardziej intensywne rozrastanie się korony z większą ilością pędów [4, 94, 140].

Oriel i Siemasz [112] przedstawiają wyniki prowadzonych na Ukrainie 4-letnich badań, w których porównywali nawadnianie kropłowe z deszczownianym i bruzdowym. Zanotowali przyrosty pędów większe o 40-70 % niż przy deszczownianym i 1,5 raza większe niż przy nawadnianiu bruzdowym. Ponadto o 2 lata prędzej w przypadku metody kropłowej nastąpiło owocowanie drzew, a łączny plon jabłek za ten okres wyniósł 35,9 t/ha. W dalszych już latach średni zbiór owoców uległ wyrównaniu, kształtując się w granicach 21,5-22,0 t/ha, jedynie przy nawadnianiu bruzdowym wynosił 17,3 t/ha.

W innym doświadczeniu prowadzonym w latach 1983-1985 w rejonie Rostowa (ZSRR), badano wpływ nawadniania przy zastosowaniu zmiennej ilości emiterów na jedno drzewo [58]. Najwyższe przyrosty owoców sięgające 7,82 t/ha w stosunku do obiektów nie nawadnianych, uzyskano przy wykorzystaniu 2-3 emiterów na drzewo. Zastosowanie tylko jednego takiego urządzenia dawało średnią zwyżkę sięgającą jedynie 1,78 t/ha. Najbardziej ekonomiczne okazało się instalowanie dwóch emiterów, założonych w odległości 0,5 m od pnia drzewa.

W warunkach Mołdawii Bałcatu [6] stosując nawadnianie deszczowniane otrzymał 28,26 t/ha, zaś przy kropłowym 31,86 t/ha. Wyniki te są zbliżone do rezultatów wielu innych doświadczeń prowadzonych w ZSRR, gdzie przyrosty plonu jabłek sięgały 20,0 % [90, 165].

Według opinii naukowców z centrum naukowo-badawczego stanu Waszyngton (USA), wpływ nawadniania kropłowego na wzrost i rozwój jabłoni zaczyna się ujawniać szczególnie od trzeciego roku po posadzeniu [126]. W porównaniu z deszczowaniem obserwuje się bardziej zwarte korony, łączna długość przyrostów pędów bywa nieco mniejsza, ale za to jest ich więcej. Drzewa nawadniane kropłowo zaczynały kwitnąć w trzecim roku, owocować natomiast w czwartym od posadzenia. Przy deszczowaniu zbiory jabłek rozpoczynano o dwa lata później. W ósmym roku na obiektach nawadnianych kropłowo zbierano średnio 66,0 kg jabłek z drzewa, na deszczowanych natomiast od 33,5 do 42,5 kg (zależnie od dawek wody). Masa pojedynczego owocu była w obu przypadkach taka sama, zaś nieznacznie wyższy poziom cukrów notowano przy nawadnianiu kropłowym.

Podobnie korzystny wpływ tego zabiegu na plonowanie jabłek i rozwój drzew odnotowano również w innych badaniach prowadzonych w tym kraju [42, 43, 95, 106, 126].

W latach 1967-1980 prowadzono w Izraelu doświadczenia, w których wykonano dokładną analizę plonowania pięciu odmian jabłoni deszczowanych i nawadnianych kropłowo [2]. W badaniach tych między innymi codziennie mie-

rzono obwody pojedynczych owoców. Analiza danych wykazała, że plon lepiej koreluje z liczbą owoców na drzewie niż z ich rozmiarami. Przy zapewnieniu optymalnego uwilgotnienia gleby, masa owoców w czasie wegetacji powiększała się liniowo. Dla każdej odmiany wykonano po dwa wykresy wzrostu owoców: jeden przy plonowaniu średnim, drugi przy urodzaju maksymalnym. Za pomocą wykresów można prognozować rozmiar owoców przy zbiorze, ich plon i liczebność. Poza tym w sadach produkcyjnych już od paru lat steruje się nawadnianiem poprzez codzienne pomiary wzrostu owoców.

W sadach Bułgarii w porównaniu do innych metod powierzchniowych, przyrosty plonów wynoszą średnio od 25,0 do 50,0 % [49]. Natomiast w Austrii system kropłowy z powodzeniem wykorzystuje się w nowoczesnych sadach przy zagęszczonym obsadzeniu drzew (2000 - 2500 szt./ha). Dzięki temu zabiegowi, plony w porównaniu do nie nawadnianych wzrosły od 20,0 do 60,0 %, przy jednoczesnej poprawie jakości owoców [163].

Nawadnianie kropłowe w warunkach dość wilgotnego klimatu Holandii poprawia żywotność zasadzeń jabłoni i przyspiesza rozrost pędów o 30 - 40 % [26, 28]. W sadzie produkcyjnym uzyskiwano o 30 - 40 % więcej jabłek niż bez nawadniania, charakteryzujących się lepszą jakością owoców dzięki większym rozmiarom i intensywniejszej barwie, co pozwalało na uzyskiwanie korzystniejszej ceny.

Za uzasadniony uważa się omawiany zabieg w RFN, gdzie średnie opady zbliżone są do 650 mm w ciągu roku [133]. W jednym z przeprowadzonych doświadczeń średni wzrost plonów sześciu odmian młodych jabłoni wyniósł 19,0 %, a roczny przyrost pędów był większy o 33,0 %. Na innym obiekcie badawczym notowano roczny przyrost średnie pędów z 7,13 do 9,05 mm, a długość z 44,7 do 45,5 cm i liczebność z 15 do 19,9 sztuk [132]. Udział jabłek o średnicy 70 - 80 mm zmniejszył się w plonie z 31,6 do 24,1 %, przekraczających zaś 80 mm powiększył się z 60,7 do 66,1 %.

Zachęcające wyniki stosowania nawadniania kropłowego odnotowano też w sadach Wielkiej Brytanii [74, 92] i Francji [70], gdzie poza wzrostem plonów poprawiła się też jakość owoców. Ponadto we Francji po 5-letnim nawadnianiu 14-letnich drzew posadzonych na glebie średniozwięzłej i w rozstawach 4 x 2,5 m, w odległości 0,5 m od emitera (dwa emitery na drzewo) system korzeniowy jabłoni był taki sam jak na poletkach kontrolnych.

W naszym kraju prowadzono do tej pory niewiele badań nad zastosowaniem nawadniania kropłowego w sadach jabłoniowych. Najbardziej kompleksowe doświadczenia prowadził Pacholak [113], który nawadniał trzy odmiany jabłoni w RZD Przybroda k/Poznań. W stosunku do obiektów kontrolnych (bez nawadniania), uzyskał on średni przyrost plonów o 23,09 %, a w latach suchych osiągnął nawet 52,2 %. Na obiektach deszczowanych przyrost zbiorów wyniósł 21,55 %, a w latach suchych, zależnie od odmiany, aż 61,4 %. W znacznym stopniu zwiększyła się masa pojedynczego owocu. W pierwszym przypadku wzrosła ona z 94,9 do 137,1 g, w drugim do 138,9 g. Zawartość ekstraktu zmniejszyła się jednak odpowiednio z 15,3 % do 12,7 %.

W innej publikacji ten sam autor [117] przedstawia wyniki badań z tego sadu, obejmujące lata 1978 - 1985. Okazuje się, iż w stosunku do drzew nie

nawadnianych, po wprowadzeniu nawadniania kroplowego uzyskano średnio o 12,1 % więcej jabłek, przy deszczowaniu zaś o 12,0 %.

Również zastosowanie nawadniania kroplowego w sadzie produkcyjnym rolnika indywidualnego w Przyborowicach, dało plon jabłek różnych odmian wyższy średnio o 20,0 % [82].

2. MATERIAŁ I METODYKA

Badania przeprowadzono w latach 1981 - 1985 w sadzie produkcyjnym zajmującym łącznie 130 ha, należącym do PGR Lubostroń w woj. bydgoskim. Doświadczenie założono jako jednoczynnikowe, metodą losowanych bloków, w 4 powtórzeniach. Badany czynnikiem było nawadnianie kropłowe, a wyniki z tych obiektów porównywano z nienawadnianymi (kontrola). Drzewami doświadczalnymi były wiśnie odmiany 'Łutówka', dwie odmiany śliw: 'Ruth Gerstetter' i 'Jeruzolimka' oraz trzy jabłoni: 'Melba', 'McIntosh' i 'Spartan'.

Drzewa cv. 'Łutówki', szczepione na podkładach antypki bądź czereśni ptasiej, posadzono w 1976 r. w rozstawach 5 x 3,5 m, czyli 571 sztuk na 1 ha. Śliwy obu odmian szczepione na podkładkach cv. 'Alyczy', posadzone zostały w tym samym roku co wiśnie, rozstawy wynosiły 6 x 4 m, gęstość nasadzenia 415 drzew na 1 ha. Drzewa jabłoniowe na podkładkach cv. 'Antonówki' ze wstawką skarłającą M26 sadzono także w 1976 r., przy rozstawach 4 x 2,5 m (sadzono 1000 sztuk na 1 ha). Prowadzono je w formie szpalerowej, stosując podwязywanie gałęzi do drutów rozciągniętych na stalowych słupkach.

Nawadnianie rozpoczęto w 1981 r., obejmując nim łącznie 7,5 ha sadu, w tym: 5,0 ha wiśni, 2,0 ha jabłoni i 0,5 ha śliw. Wodę pobierano ze studni głębinowej i doprowadzono do sadu istniejącą siecią wodociagową. Instalację nawadniającą wykonano sposobem gospodarczym według projektu autora, w warstwie należącej do PGR Lubostroń. Składała się ona z podziemnych rurociągów stalowych o średnicy 65 mm, wyposażonych w trójniki i wychodzące od nich na powierzchnię gleby przy każdym rzędzie drzew, króćce z zaworami. Wzdłuż rzędów drzew (liczących od 340 do 380 m), poprowadzono przewody z czarnego polietylenu o średnicy 21 mm, na których zamocowano emiterzy. Stosowano emiterzy autorstwa Słowika [145] oraz przewód z mikroszczelinami według Grabarczyka (otwórki wykonane szpilą i nakryte obejmami) [54].

Wzdłuż rzędu drzew poprowadzono jeden przewód, na którym pod każdym drzewem zamontowano po dwa emiterzy, w odstępach 0,8 - 1,0 m od pnia. Takie rozwiązanie zapewniało teoretycznie wystarczające uwilgotnienie gleby w strefie korzeniowej drzew [33, 79, 105]. Wydatek 6 - 8 l/godz. obliczono na podstawie pomiaru wydajności 50 losowo wybranych emiterów. Terminy nawodnień i wysokość dawek uzależniano od wskazań tensjometrów, zainstalowanych na głębokości około 30 cm w odległości 15 - 20 cm od emiterów. Sygnałem do uruchomienia instalacji było obniżenie się potencjału wodnego gleby do 0,03 MPa, przy czym nigdy nie przekroczył on 0,04 MPa. Przyjmując ten system sterowania nawadnianiem opierano się na wskazaniach literatury krajowej i zagranicznej [6, 18, 118, 138, 148].

Dawki nawodnieniowe i ich ilość w poszczególnych latach przedstawiono w tabeli 1. Dostosowywano je do przebiegu warunków pogodowych, a w przy-

Tabela 1

Table 1

Dawki nawodnieniowe w sezonie wegetacyjnym
Irrigation doses in vegetation period

Lata Years	cv. 'Lutówka'		cv. 'Ruth Gersteter'		cv. 'Jeruzolimka'		cv. 'Malba'		cv. 'McIntosh'		cv. 'Spartan'	
	ilość dawk number of doses	l/drzewo l/tree	ilość dawk number of doses	l/drzewo l/tree	ilość dawk number of doses	l/drzewo l/tree	ilość dawk number of doses	l/drzewo l/tree	ilość dawk number of doses	l/drzewo l/tree	ilość dawk number of doses	l/drzewo l/tree
1981	9	762	9	762	9	762	16	1250	16	1250	16	1250
1982	15	1128	18	1369	18	1369	25	1720	25	1720	25	1720
1983	21	960	21	1008	21	1008	30	1860	30	1860	30	1860
1984	1	56	1	56	1	56	1	56	1	62	1	62
1985	3	210	5	380	5	380	5	270	7	378	7	378

padku przedłużającego się okresu bezopadowego, przerwy międzynaodnieniowe wynosiły, zależnie od rośliny i gleby, od 2 do 3 dni. Zależnie od wiosennego potencjału wodnego gleby, zabieg ten najczęściej rozpoczynano już w połowie maja (lata 1981, 1983, 1985), a jeden raz w pierwszych dniach czerwca (rok 1982).

Zakres prac badawczych podporządkowano produkcyjnemu charakterowi sadu, nad którym nadzór merytoryczny sprawował Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach. Nawożenie ustalano wg wskazań Stacji Chemiczno-Rolniczej, wykonującej badania zasobności gleby oraz zawartości poszczególnych składników chemicznych w liściach drzew. Stąd też dawki i rodzaj zastosowanych nawozów były w kolejnych latach zróżnicowane (tab.2).

Ochronę fitosanitarną prowadzono w sadzie stosownie do potrzeb w danym roku oraz zaleceń pracowników naukowych ISK w Skierniewicach.

Zbioru owoców, niezależnie od rodzaju i odmiany, dokonywano zawsze w dwu rzutach, przy czym terminy ustalało kierownictwo sadu.

Badając wpływ nawadniania kropłowego na plonowanie drzew określano:

a) wiśnie

- plon owoców w t/ha,
- masę 100 sztuk owoców w g,
- masę 100 sztuk pestek w g,
- stosunek masy pestek do masy owoców w %,
- liczebność owoców w szt./drzewa,
- przyrosty długości pędów jednorocznych w cm,
- przyrosty grubości pędów jednorocznych w mm,

b) śliwy

- plon owoców w t/ha,
- masę pojedynczego owocu w g,
- liczebność owoców w szt./drzewa,
- przyrosty długości pędów jednorocznych w cm,
- przyrosty grubości pędów jednorocznych w mm,

c) jabłonie

- plon owoców w t/ha,
- masę pojedynczego owocu w g,
- liczebność owoców w szt./drzewa,
- poziom cukrów prostych w %,
- poziom sacharozy w %,
- poziom cukrów ogółem w %,
- zawartość witaminy C w mg%,
- zawartość suchej masy w %,
- przyrosty długości pędów jednorocznych w cm,
- przyrosty grubości pędów jednorocznych w mm.

Powierzchnia poletek do zbioru w przypadku wiśni wynosiła 70 m², śliw 96 m², natomiast jabłoni 40 m².

Liczebność owoców śliw i jabłoni określano w drodze przeliczenia wszystkich owoców z poletki, masę zaś z podzielenia plonu przez liczebność. W przypadku wiśni określono ją z plonu i masy 1000 sztuk owoców.

Tabela 2

Table 2

Nowożenie mineralne i organiczne w sadzie w latach 1961-1985
 Mineral and organic fertilizing in orchard in 1961-1985

Dawki nawozów w kg/ha Fertilizers doses in kg/ha	Wiśnie - Tart cherries					Śliwy - Plums					Jabłonie - Apples				
	1961	1982	1983	1984	1985	1961	1982	1983	1984	1985	1961	1982	1983	1984	1985
	P ₂ O ₅	80	-	90	-	-	90	-	-	-	60	80	70	-	-
MgO	-	-	29	-	-	-	-	29	-	-	-	-	-	-	-
K ₂ O	120	-	57	-	120	120	-	57	-	117	120	-	-	-	90
N	-	-	34	-	125	-	-	34	-	112	-	-	-	-	65
CaO	1000	-	-	-	2000	1000	-	-	-	-	1000	3500	-	-	-
Gnojowica w m ³ /ha Liquid manure in m ³ /ha	-	-	90	53	-	-	-	60	53	28	-	-	52	50	-
Florovit l/ha	18	20	-	8	10	12	10	-	24	-	18	-	10	-	-

Badanie poziomu poszczególnych składników w owocach prowadzono następującymi metodami:

- a) witamina C w mg% - metodą Tillmansa,
- b) cukry w % - metodą kolorymetryczną podaną przez Talburta i Smitha [157],
- c) sucha masa w % - metodą suszarkową.

Do prób brano po 5 jabłek z każdego drzewa, analizy wykonano między 7 a 10 dniem od zbioru owoców.

Przyrosty pędów określono dokonując dokładnych pomiarów 50 sztuk w każdym powtórzeniu.

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji i wyliczono NUR, a następnie określono korelacje liniowe poszczególnych czynników.



3. WARUNKI KLIMATYCZNO-GLEBOWE

Teren, na którym założono sad, usytuowany w dzielnicy klimatycznej środkowej, zaliczyć można do północno-zachodniego krańca Kujaw. Obszar ten charakteryzuje się stosunkowo niskim opadem rocznym. Według notowań stacji Łabiszyn za lata 1981-1930 wynosił on 486 mm, przy średniej temperaturze rocznej z lat 1954-1961 7,9°C. Notuje się tu przeciętnie 40 dni pogodnych, 142 pochmurne, 30-50 mroźnych i od 100 do 110 z przymrozkami. Czas trwania pokrywy śnieżnej wynosi 30-60 dni, częstotliwość opadu gradowego jest względnie mała. Przeważają wiatry z kierunków zachodnich, a długość okresu wegetacyjnego wynosi 210-215 dni. Jego początek przypada na I dekadę kwietnia, koniec na I dekadę listopada. Roboty polowe zaczyna się w III dekadzie marca.

Obiekt leży w zasięgu zlewni III rzędu rzeki Noteci, wody powierzchniowe spływają bezpośrednio do niej ciekami stałymi lub okresowymi. Grunty gospodarstwa położone są na przejściu z równiny nadnoteckiej do wysoczyzny morenowej, o łagodnym skłonie południowo-wschodnim. Przeważająca ich część leży już na wysoczyźnie o rzeźbie niskofalistej.

Sad posadzono na glebach płowych, utworzonych z piasku gliniastego na glinie lekkiej bądź średniej, zakwalifikowanych do IIIa (śliwy) lub IVa (jabłonie i wiśnie) klasy bonitacyjnej. Szczegółowy opis morfologiczny przedstawia się następująco:

odkrywka I - wiśnie

typ: gleba płowa,
podtyp: gleba płowa właściwa,
rodzaj: gleba utworzona z piasku słabo gliniastego na glinie zwałowej, zalegającej średnio głęboko,
klasa bonitacyjna: IVa,
kompleks przydatności rolniczej: żytni dobry,
poziomy:

- 0 - 25 cm A₁ - poziom próchniczny,
barwa jasnoszarobrunatna,
piasek słabogliniasty,
struktura słabogruźkowata;
- 25 - 40 cm A₂ - poziom przemywania,
barwa słomkowożółta,
piasek luźny,
struktura bezagregatowa;
- 40 - 60 cm Bt - poziom wycią,
barwa brunatna,
głina piaszczysta pylasta,
struktura orzechowata;

60 i niżej C - skała macierzysta,
barwa brunatna,
głina piaszczysta pylasta,
struktura orzechowata;

odkrywka II - śliwy

typ: gleba płowa,

podtyp: gleba płowa właściwa,

rodzaj: gleba wytworzona z piasku gliniastego na glinie średniej zwałowej
(zalegającej średnio głęboko),

klasa bonitacyjna: IIIa,

kompleks przydatności rolniczej: pszenno-żytni,

poziomy:

- 0 - 32 cm A₁ - poziom próchniczny,
barwa szarobrunatna (w stanie świeżym),
piasek gliniasty lekki pylasty,
struktura w 2/3 agregaty orzechowate, w 1/3 gruzełkowate;
- 32 - 52 cm A₃ - poziom przemywania,
barwa jasnoszarobrunatna,
piasek gliniasty mocny,
zgrużenie słabe orzechowate;
- 52 - 90 cm Bt - poziom wycia,
barwa ciemna,
głina średnia,
agregaty orzechowate;
- 90 i niżej C - skała macierzysta,
barwa szarobrunatna,
głina średnia,
agregaty orzechowate;

odkrywka III - jabłonie

typ: gleba płowa,

podtyp: gleba płowa właściwa,

rodzaj: gleba wytworzona z piasku gliniastego na glinie zwałowej,

klasa bonitacyjna: IVa,

kompleks przydatności rolniczej: żytni dobry,

poziomy:

- 0 - 25 cm A₁ - poziom próchniczny,
barwa szarobrunatna,
piasek słabo gliniasty pylasty,
struktura gruzełkowata i orzechowata;
- 25 - 57 cm A₃ - poziom przemywania,
barwa żółtobrunatna,
piasek gliniasty lekki pylasty,
struktura bezagregatowa;

- 57 - 82 cm A_3Bt - poziom przemycia z cechami wycia,
barwa jasnoszara plus soczewki barwy brązowej,
piasek gliniasty lekki pylasty,
struktura orzechowata;
- 82 - 112 cm C - skała macierzysta,
barwa brązowa,
głina piaszczysta pylasta,
struktura orzechowata.

Skład mechaniczny i pojemność wodną gleb przedstawiono w tabeli 3.

Z przeprowadzonej analizy chemicznej gleby i liści wynikało, iż odczyn pH w 1 n KCl wahał się w granicach od 4,5 (jabłonie) do 6,4 (śliwy) - tabela 4. Zawartość P, K i Ca oceniano na umiarkowaną do optymalnej, zasobność w Mg znajdowała się w niskich lub bardzo niskich granicach.

Rozkład opadów i temperatur powietrza przedstawiono w oparciu o notowania postępu obserwacyjnego we Frydrychowie (IMUZ). Podczas pięciu lat trwania doświadczenia, stosunkowo najkorzystniejsze dla roślin były lata 1981 i 1984 (tab. 5 i 6). W tych latach suma opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym zbliżała się do średniej wieloletniej. Mniej korzystny był ich rozkład w poszczególnych miesiącach. W 1981 roku aż 47 % opadów całego okresu wegetacyjnego spadło w lipcu, natomiast suchy był kwiecień, maj i wrzesień. Ponadto wspomniany rok należy uznać za bardzo zimny, gdyż jedynie maj zaliczyć można do ciepłych (o $0,7^{\circ}\text{C}$ temperatura powietrza wyższa od średniej). Pozostałe miesiące charakteryzowały się temperaturami niższymi, w tym kwiecień i sierpień o około 1°C . Podobne anomalie obserwowano również w 1984 roku, chociaż aż trzy miesiące charakteryzowały się względną obfitością opadów atmosferycznych (maj, czerwiec i lipiec). Okresowe ich niedobory notowano w kwietniu i sierpniu. Pod względem temperatur powietrza był to rok niekorzystny dla roślin. Po ciepłym kwietniu i przeciętnym maju, przyszedł bardzo chłodny czerwiec, a następnie lipiec. Należy zaznaczyć, iż właśnie w okresie kwitnienia drzew (od 7 do 14 maja) pojawiła się fala przymrozków, która w dniach 9 i 10 maja przyniosła obniżenie temperatury do $-3,4$ i $-3,3^{\circ}\text{C}$. Spowodowała ona silne przemarznięcie kwiatów, a na niektórych drzewach nawet całkowite ich zniszczenie (lokalne obniżenia terenowe). Sierpień charakteryzował się wysokimi temperaturami, wrzesień był zbliżony do średnich wieloletnich.

Pod względem ilości opadów za bardzo złe dla roślin można by teoretycznie uznać lata 1982 i 1983. W pierwszym z nich, jedynie w maju opady osiągnęły wieloletnią wartość przeciętną. We wszystkich pozostałych miesiącach okresu wegetacyjnego w obu latach było bardzo sucho, a odchyłki od średniej sięgały 30 - 50 mm. W całym okresie wegetacyjnym w 1982 roku spadło zaledwie 165,6 mm opadów, a w następnym 165,0 mm. Dla odmiany w obu latach było bardzo ciepło. Szczególnie gorący był 1983. rok, gdzie we wszystkich miesiącach temperatura powietrza przekraczała średnią wartość wieloletnią.

Tak w 1982 jak i 1983 roku notowano również największe niedosyty wilgotności powietrza (tab. 7).

Niektóre właściwości gleb w sadzie PCR Lubostroń
Some characteristics of soil in State Farm Lubostroń orchard

Poziom genetyczny (cm) Genetic horizon layer (cm)	Głębokość pobrania próbek (cm) Depth of sampling (cm)	% frakcji o wymiarach (mm) % of particle size in dia (mm)		Nazwa podgrupy gramilometrycznej (g-tunku gleby) Name of granulometric sub-group (soil)	% próchnicy % of humus	Gęstość gleby Mg · m ⁻³ Soil bulk density	Pojemność wodna w % objętościowych przy pF = Water capacity in volume % with pF =			Retencja wody użytecznej (pF 2-4,2) Useful water retention			
		1-0,1	0,1-0,02				0,02	0	2,0	2,5	4,2	% objętościowych volume %	% wagi weight %
		0,002	0,002				0,002	0	2,0	2,5	4,2		
Odkrywka I - wiśnie (Profile I - tart cherries)													
A ₁ (0-25)	10-15	70	23	7	6	1,53	41,3	13,8	7,3	2,2	11,6	7,6	
A ₂ (25-40)	30-35	72	25	3	3	1,68	36,6	11,3	5,5	1,2	10,1	6,0	
B ₂ (40-60)	55-60	45	32	23	12	1,75	33,2	22,8	19,3	8,0	14,8	8,5	
C ₁ (60)	90-100	46	32	22	9	1,75	34,6	24,5	20,6	8,1	16,4	9,4	
	120-125	41	36	23	12	1,74	35,9	24,6	21,0	9,5	15,1	8,7	
Odkrywka II - śliwy (Profile II - plums)													
A ₁ (0-15)	10-15	57	30	13	7	1,58	34,9	18,6	13,3	5,2	13,4	8,5	
A ₂ (15-45)	40-45	47	33	20	8	1,70	33,7	20,8	14,6	4,3	16,5	9,5	
B ₂ (45-90)	75-80	32	22	46	29	1,67	37,2	32,0	30,6	23,0	9,0	5,4	
C ₁ (90)	105-110	31	28	41	27	1,72	38,7	31,5	29,0	19,1	12,4	7,2	
	Odkrywka III - jabłonie (Profile III - apples)												
A ₁ (0-25)	10-15	60	30	10	5	1,57	42,2	15,0	9,6	2,9	12,1	7,7	
A ₂ (25-57)	40-45	58	31	11	3	1,69	32,4	17,0	10,5	2,0	15,0	8,9	
A ₃ (57-82)	65-70	60	28	12	3	1,67	31,3	17,0	9,4	1,8	15,2	9,1	
C ₁ (112)	120-125	48	28	24	12	1,82	31,5	24,0	21,7	14,5	9,5	5,2	

gpp - glina piaszczysta pylasta (sandy silty loam)
 gs - glina średnia (medium-heavy loam)
 gsp - glina średnia pylasta (silty medium-heavy loam)
 pglp - piasek gliniasty lekki pylasty (light silty loamy sand)
 pgsp - piasek gliniasty mocny pylasty (silty strongly loamy sand)
 pl - piasek luźny (loose sandy soil)
 psgp - piasek słabo gliniasty pylasty (silty weakly loamy sand)
 pgs - piasek słabo gliniasty (weakly loamy sand)

Tabela 4
Table 4

Zasobność gleb w niektóre składniki pokarmowe i ich zawartość w liściach
Some soil nutrients and their content in leaves

Lp No	Składniki pokarmowe Nutrients	Wiśnie - Tart cherries		Śliwy - Plums		Jabłonie - Apples	
		gleba mg/100 g soil	liście w % Leaves in %	gleba mg/100 g soil	liście w % Leaves in %	gleba mg/100 g soil	liście w % Leaves in %
1	pH w 1n KCl	4,5	-	6,4	-	5,6	-
2	P	5,24	0,35	6,11	0,20	5,24	0,21
3	K	14,11	2,79	14,11	3,52	14,11	1,68
4	Ca	-	1,76	-	2,72	-	1,20
5	Mg	2,04	0,24	4,80	0,39	2,94	0,24
6	N	-	3,44	-	3,62	-	4,12

Tabela 5

Table 5

Rozkład opadów w latach 1981 - 1985
według posterunku obserwacyjnego IMUZ we Frydrychowie

Rainfall arrangement in 1981 - 1985
according to observation station IMUZ in Frydrychowo

Miesiące Months	Suma opadów w mm Sums of rainfall in mm					
	1981	1982 [■]	1983	1984	1985	1972 - 1986
I	41,0	37,2	34,5	43,0	30,0	28,5
II	27,0	10,6	38,3	32,8	35,6	23,3
III	30,5	27,7	27,3	12,0	27,5	22,6
IV	7,0	23,5	26,5	16,0	18,3	24,3
V	31,4	52,3	22,5	95,5	81,5	51,4
VI	51,0	54,5	14,0	70,5	98,5	60,3
VII	136,0	24,0	17,0	86,5	65,5	76,9
VIII	52,3	6,3	51,5	49,3	207,0	58,8
IX	10,0	5,0	33,5	42,0	32,0	39,4
X	71,5	19,7	40,0	16,0	6,5	38,8
XI	42,5	23,1	22,0	43,5	29,0	32,2
XII	27,5	23,0	25,3	12,5	42,0	30,2
Suma roczna Annual sum	527,7	306,9	352,4	519,6	673,4	486,7
Suma okresu vegetacyjnego Period vege- tation sum	287,7	165,6	165,0	359,8	502,8	311,0

■ I, II i III dla stacji meteorologicznej IMUZ w Bydgoszczy

■ I, II and III for to the meteorological station IMUZ in Bydgoszcz

Tabela 6

Table 6

Srednie temperatury powietrza w latach 1981 - 1985
według posterunku obserwacyjnego IMUZ we Frydrychowie

The average air temperatures in years 1981 - 1985
according to observation station IMUZ in Frydrychowo

Miesiące Months	Temperatury powietrza w °C Air temperatures in °C					
	1981	1982 ^{II}	1983	1984	1985	1972 - 1986
I	-3,2	-3,3	3,8	0,1	-7,9	-1,9
II	-1,0	-0,9	-2,3	-1,1	-8,1	-2,6
III	4,1	4,6	3,9	0,7	2,8	2,5
IV	5,2	5,1	8,3	7,8	8,0	6,3
V	13,1	12,3	13,9	12,5	14,4	12,4
VI	16,1	14,9	16,0	14,3	14,5	15,7
VII	16,8	18,3	18,5	16,1	17,3	17,1
VIII	15,7	17,5	17,6	17,6	16,8	16,5
IX	13,1	13,6	13,9	12,7	12,5	12,4
X	7,8	8,7	8,8	10,9	8,5	7,6
XI	3,8	4,6	2,5	2,3	0,6	3,3
XII	-4,4	0,6	-1,1	-0,8	2,1	0,2
Srednia roczna Annual average	7,2	8,0	8,6	7,8	6,8	7,5
Srednia okresu wegetacyjnego Period vegeta- tion average	13,3	13,6	14,7	13,5	13,9	13,4

^{II} I, II i III dla stacji meteorologicznej IMUZ w Bydgoszczy

^{II} I, II and III for to the meteorological station IMUZ in Bydgoszcz

Tabela 7

Table 7

Srednie miesieczne niedosyty wilgotności powietrza w latach 1981 - 1985
według posterunku obserwacyjnego IMUZ we Frydrychowie

The average air humidity deficiency in 1981 - 1985
according to observation station IMUZ in Frydrychowo

Miesiące Months	Niedosyty wilgotności w mb Humidity deficiency in mb					
	1981	1982 ¹	1983	1984	1985	1972 - 1985
I	0,7	1,0	1,4	0,8	0,6	0,6
II	0,8	1,3	0,6	1,0	0,6	0,6
III	1,8	3,4	1,7	2,1	1,5	1,6
IV	3,4	3,2	3,7	4,3	4,2	3,5
V	5,7	5,0	5,3	4,2	6,3	5,3
VI	5,6	6,0	9,3	4,5	4,7	6,8
VII	5,3	7,5	9,8	5,9	6,5	6,0
VIII	3,9	7,8	8,7	7,1	4,8	5,7
IX	3,2	5,3	5,3	3,5	3,1	3,4
X	2,0	2,6	2,6	3,0	2,2	1,9
XI	1,2	1,5	1,0	1,2	1,0	1,0
XII	0,6	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7
Srednia roczna Average annual	2,8	3,7	4,2	3,2	3,0	3,1
Srednia okresu vegetacyjnego Period vegeta- tion average	4,5	5,8	7,0	4,9	4,9	5,1

¹ I, II i III dla stacji meteorologicznej IMUZ w Bydgoszczy

¹ I, II and III for to the meteorological station IMUZ in Bydgoszcz

W pierwszym z nich najbardziej charakterystyczny pod tym względem okazał się lipiec i sierpień, w drugim zaś czerwiec, lipiec i sierpień. Przy czym w tych dwóch ostatnich miesiącach 1983 roku, niedosyty przekraczały o ponad 50 % wartość średnią z wielolecia.

Całkowicie przeciwnymi warunkami charakteryzował się rok 1985, w którym suma opadów przekraczała o blisko 200 mm średnią wieloletnią. Niemniej jednak w niektórych miesiącach pojawiały się okresy suche, wskazujące na potrzebę nawadniania. Potwierdzają to pomiary niedosytów wilgotności powietrza, które w kwietniu, maju i lipcu okazały się wyraźnie wyższe od przeciętnych z okresu wegetacyjnego. Rozkład temperatur powietrza był zbliżony do normy, jedynie za wybitnie chłodny należy uznać czerwiec.

Reasumując, lata 1981 - 1985 można ocenić jako charakteryzujące się dużą zmiennością klimatyczną, stwarzającą roślinom skrajne warunki wegetacji. Wystąpiły bowiem 2 lata względnie normalne (1981 i 1984), 2 lata wybitnie suche (1982 i 1983) i jeden rok bardzo wilgotny (1985).

Dostateczną ilość wody dla drzew owocowych, zdaniem Słowika [140], zapewniają w warunkach Polski opady w granicach 700 - 800 mm rocznie. Nawadnianie natomiast według tego autora, Dzieżyca [35] i Pieniążka [121], jest w stanie podnieść plony o 20 - 50 %, przy czym zabieg ten staje się opłacalny przy wzroście plonów o 20 %.

Potrzeby wodne drzew owocowych w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego wahają się, zgodnie z danymi Drupki [32] od 2 mm w kwietniu do 4,5 mm w czerwcu i lipcu. Pacholak [118] w swej pracy dotyczącej sadu jabłoniowego w Przybrodzie, podaje podobne wartości potrzeb w kolejnych miesiącach, jedynie w lipcu wymienia 6 mm.

Wyliczone według Drupki [32] niedobory opadów dla rejonu Bydgoszczy, w odniesieniu dla pomierzonych opadów we Frydrychowie, wynoszą przeciętnie 338 mm. Podobnie układają się one w oparciu o normy podane przez Pacholaka [118] - 333 mm. Zbliżone wartości przytaczają Jeznach i Pierzgałski [82], którzy dla sadu w Przyborowicach określili je na 336 mm.

Normy nawodnieniowe w przypadku deszczowania określa Słowik [144] dla jabłoni i śliw przeciętnie od 210 do 250 mm, natomiast dla wiśni od 120 do 140 mm. Jednocześnie podaje dalej, że w krajach europejskich jako ogólne wytyczne dla ustalenia optymalnej ilości opadów lub wody do nawadniania przyjmowane są dane Kressera i Schulza, którzy ustalili zależność między średnią temperaturą lata, a ilością opadów potrzebną dla uzyskania wysokiego plonu owoców dobrej jakości. Owe wartości dla warunków sadu w Lubostrońcu podane w tabeli 8. Wynika z niej, iż w dwu najsuchszych latach niedobory opadów przekraczały dla śliw i jabłoni 300 mm, dla wiśni zaś dochodziły do 200 mm. Jedynie w 1985 roku nie zachodziła potrzeba nawadniania, bowiem takie niedobory nie wystąpiły.

Optymalne opady roczne w mm i ich niedobory
według Kemmera i Schulza [144] dla rejonu Lubostronia

Optimal annual rainfalls in mm and their deficiency calculated
according to Kemmer and Schulz [144] for Lubostron region

Uprawy Cultures	1981	1982	1983	1984	1985	Srednio 1972 - 1986 Mean 1972 - 1986
Opady optymalne - Rainfalls						
Wiśnie Tart cherries	479	499	539	473	486	495
Śliwy Plums	656	689	748	624	669	677
Jabłonie Apples	617	646	698	591	628	636
Niedobory opadów - Deficiency						
Wiśnie Tart cherries	+49	-192	-187	+47	+148	+8
Śliwy Plums	-128	-382	-396	-104	+4	-190
Jabłonie Apples	-89	-339	-345	-71	+45	-149

4. WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

4.1. Plonowanie wiśni cv. 'Łutówka'

Plony owoców, jakie zebrano w poszczególnych latach, były silnie zróżnicowane, przy czym najwyższe notowano w najsuchszym 1983 roku (tab.9). Nawadnianie kropłowe w porównaniu do poletek nie nawadnianych, corocznie dawało istotny przyrost zbiorów, które w okresie 5 lat okazały się wyższe średnio o 25,1 % (2,32 t/ha). Największe różnice wystąpiły w ciągu pierwszych trzech lat badań, co było zbieżne z niskimi opadami atmosferycznymi w okresie wegetacyjnym. Przykładowo w roku 1981 pod wpływem nawadniania kropłowego zanotowano zwiększenie plonu wiśni o 3,16 t/ha, tj. o 50 %, zaś w 1983 roku o 3,66 t/ha, co dało 24,7 % przyrostu. Najmniejszy uzyskano w roku 1984, gdyż wyniósł on 0,48 t/ha, czyli był to wzrost o 4,7 %. Ogólnie można przyjąć, iż poza wyjątkowym 1983 rokiem pod wpływem nawadniania kropłowego uzyskano stabilizację plonu wiśni w granicach 10 t/ha.

Niezależnie od wyższych zbiorów, wspomniany zabieg wpłynął istotnie na zmiany w średniej masie 100 sztuk owoców. Najwyższa różnica wynosząca 57,5 g (o 15,3 %) wystąpiła w 1983 roku, najmniejsza zaś w 1982 i 1984 roku - odpowiednio o 25,0 i 25,2 g (5,4 i 5,6 %). Średnio w czasie 5 lat trwania doświadczenia masa 100 sztuk owoców z poletek nawadnianych była większa o 34,5 g, co stanowiło 7,6 %.

Nie zaobserwowano takiego związku w zbadanej masie 100 sztuk pestek, mimo iż średnio w okresie 1981 - 1985 okazały się one nieznacznie cięższe (o 0,38 g) z obiektów nawadnianych kropłowo. W poszczególnych latach występowały jednak duże zmiany, niezależnie od sumy opadów w okresie wegetacyjnym. Świadczy o tym fakt, że pod wpływem nawadniania w jednym suchym roku (1982) masa 100 sztuk pestek była niższa o 1,62 g, w drugim zaś (1983) - o 2,02 g wyższa.

Dla znalezienia odpowiedzi na pytanie, czy nawadnianie nie zwiększa czasem masy owocu kosztem głównie przyrostu masy pestek, obliczono ich procentowy stosunek w plonie. Okazało się, iż we wszystkich latach zabieg ten przyniósł zmniejszenie udziału pestek, przy czym w latach 1983 i 1984 była to różnica istotna. Natomiast w całym okresie badań nawadnianie przyczyniło się do istotnego obniżenia tego wskaźnika przeciętnie o 6,0 %.

Liczebność owoców różniła się istotnie o 14,8 % na korzyść drzew nawadnianych i okazała się miarą dość ciekawą. Wskazuje bowiem na to, iż podczas trzech lat badań przyrost plonu owoców odbywał się głównie w drodze zdecydowanie wyższej ich liczebności na drzewach, w 1983 roku głównie dzięki zwiększonej masie pojedynczych owoców niż liczebności, zaś w roku 1984 wyłącznie poprzez przyrost tejże masy.

Tabela 9

Table 9

Plonowanie wiśni w latach 1981 - 1985

Tart cherries yielding in 1981 - 1985

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1981	1982	1983	1984	1985	Średnio Mean	Różnica Difference
		3	4	5	6	7	8	9
1	2							
Plon owoców w t/ha Fruit yield in t/ha	0	6,32	8,02	14,80	10,11	6,76	9,20	
	W	9,48	10,64	18,46	10,59	8,41	11,52	+ 25,1 %
	Istotność dla: Significance for: - nawadniania (1) - irygation - interakcji - interaction - NUR - LSD	x	xx	x	x	xx	xx	xx
Masa 100 sztuk wiśni w g Weight of 100 tart cherries in g	0	470,0	465,0	375,0	450,0	554,7	463,0	
	W	500,0	490,0	432,5	475,2	589,7	497,5	+ 7,6 %
	Istotność dla: Significance for: (1) (2) (3)	-	x	xx	x	x	xx	-
		41,1	17,2	30,1	16,9	33,3	8,8	

cd. tabeli 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Masa 100 sztuk pestek w g Weight of 100 stones in g	0	24,17	21,81	22,43	23,19	26,78	23,68	
	W	24,77	20,19	24,51	23,64	27,17	24,06	+ 1,6 %
	Istotność dla: Significance for:	-	x	xx	-	-	-	
Stosunek masy pestki do masy wiśni w % Relation of stone weight to tart cherry weight in %	(1)	1,66	0,98	0,67	1,41	1,57	0,39	
	(2)	5,15	4,69	5,98	5,16	4,83	5,16	
	(3)	4,96	4,12	5,67	4,97	4,62	4,87	- 6,0 %
Liczebność owoców w sztuk/drzewa Number of fruit/tree	0	2353	3008	6925	3929	2135	3670	
	W	3322	3797	7534	3897	2512	4213	+ 14,8 %
	Istotność dla: Significance for:	-	x	-	-	x	xx	
		1256	459	1435	299	316	269	

0 - polećka bez nawadniania
fields without irrigation
W - nawadnianie kropłowe
fields with drip irrigation

x - istotność przy P = 95 %
significance at P = 95 %
xx - istotność przy P = 99 %
significance at P = 99 %

interakcja: lata x nawadnienie
interaction: years x irrigation

Doza ogólną poprawą plonowania, omawiany zabieg w istotnej mierze zróżnicował również przyrosty pędów jednorocznych (tab.10).

Tabela 10

Table 10

Przyrosty pędów wiśni w latach 1981 - 1985
Tart cherry trees shoots growth in 1981 - 1985

Badane occhy Examined charac- teristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1981	1982	1983	1984	1985	Śred- nio Mean	Różnica Differ- ence
Przyrosty długości pędów w cm Shoot length growth in cm	O W	21,25 29,50	28,75 34,75	22,25 26,50	22,75 25,75	18,75 23,25	22,75 27,95	+ 22,9%
	Istotność dla: Significance for:							
	- nawadniania (1) - interakcji (2)	x -	- -	x -	- -	xx -	xx -	
	- NUR LSD (3)	5,22	7,57	3,28	3,44	0,92	1,39	
Przyrosty grubości pędów w mm Shoot thickness growth in mm	O W	3,10 3,48	3,40 3,70	3,00 3,33	3,12 3,27	3,77 4,65	3,28 3,69	+ 12,5%
	Istotność dla: Significance for:							
	(1) (2)	x -	x -	x -	x -	xx -	xx -	
	(3)	0,24	0,29	0,20	0,09	0,33	0,07	

Na drzewach nawadnianych były one grubsze średnio o 12,5 % i dłuższe o 22,9 % od wyłączonych z tego zabiegu. Najsilniej reagowały drzewa przyrostami długości, w dwóch pierwszych latach (o 38,8 % i 27,8 %), najsłabiej w roku 1984 (o 13,2 %). Grubości natomiast wzrastały odpowiednio w 1985 roku (o 23,3 %) i w 1984 roku (jedynie o 4,8 %). Można przypuszczać, iż grubsze oraz dłuższe pędy będące wynikiem nawadniania kropłowego, to oznaka większej żywotności drzewa i jego lepszego rozwoju, a jednocześnie zapowiedź wyższych plonów w następnym roku.

Zależności między poszczególnymi badanymi cechami i czynnikami przedstawiono w postaci współczynników korelacji liniowych w tabeli 11. Wynika z nich między innymi, iż plon owoców był dodatnio skorelowany z nawadnianiem. Natomiast wraz z jego wzrostem malała masa 100 sztuk wiśni (korelacja ujemna), dodatnio skorelowany z nim był też stosunek masy pestki do masy wiśni i liczebność owoców.

Współczynniki korelacji liniowych dla wiśni cv. 'Żutówka' w latach 1981-1985
Linear correlation coefficients for tart cherry tree cv. 'Żutówka' yielding in 1981-1985

	Nawad- nianie Irri- gation	Plon Yield	Masa 100 sztuk wiśni Weight of 100 tart cherries	Masa 100 sztuk pestek Weight of 100 stones	Stosunek masy pestki do ma- sy wiśni Relation of stone weight to tart cher- ry weight	Liczebność owoców Number of fruit	Przyrost długości pędów Shoot length growth	Przyrost grubości pędów Shoot thickness growth
Nawadnianie Irrigation	1,000	0,310	0,286	0,083	-0,276	0,147	0,537	0,420
Plon Yield	0,310	1,000	-0,567	-0,202	0,558	0,964	0,128	-0,284
Masa 100 sztuk wiśni Weight of 100 tart cher- ries	0,286	-0,567	1,000	0,616	-0,663	-0,717	-0,056	0,794
Masa 100 sztuk pestek Weight of 100 stones	0,083	-0,202	0,616	1,000	0,170	-0,298	-0,518	0,498
Stosunek masy pestki do masy wiśni Relation of stone weight to tart cherry weight	-0,276	0,558	-0,663	0,170	1,000	0,658	-0,437	-0,493
Liczebność owoców Number of fruit	0,147	0,964	-0,717	-0,298	0,658	1,000	0,052	-0,416
Przyrost długości pędów Shoot length growth	0,537	0,128	-0,056	-0,518	-0,437	0,052	1,000	0,029
Przyrost grubości pędów Shoot thickness growth	0,420	-0,284	0,794	0,498	-0,493	-0,416	0,029	1,000

Wartości graniczne: $n = 40$, dla $\alpha = 0,05$ = $\pm 0,3044$, dla $\alpha = 0,01$ = $\pm 0,3932$
Boundary values:

4.2. Plonowanie śliw

4.2.1. Plonowanie cv. 'Jerozolimka'

Nawadnianie kropłowe śliw tej odmiany wpłynęło na bardzo istotną podwyżkę plonu owoców, która w stosunku do drzew nie nawadnianych wyniosła średnio 2,64 t/ha (tab.12). W ciągu pierwszych trzech lat badań, plon śliw wykazywał bardzo silną tendencję wzrostową, po czym nastąpiło wyraźne załamanie się wysokości zbiorów. Najwięcej owoców zebrano w 1983 roku, wtedy to na obiektach nawadnianych uzyskano 29,91 t/ha, na kontrolnych zaś 22,67 t/ha (wzrost o 33,1 %). Najniższe plony były w 1981 roku, jednak biorąc pod uwagę fakt, iż drzewa te posadzono w 1976 roku, można uznać je za bliskie normy. Na uwagę zasługuje silna coroczna reakcja cv. 'Jerozolimka' na nawadnianie, bowiem zwykła plonów zawsze była wysoka i wahała się od 17,3 % (1985 rok) do 42,8 % (1981 rok).

Masa pojedynczego owocu, mimo potwierdzenia przez analizę statystyczną, iż była to różnica istotna, pod wpływem nawadniania kropłowego powiększyła się średnio jedynie o 3,3 %. Jak należało się spodziewać, przy rekordowych zbiorach w 1983 roku owoce ze wszystkich poletek charakteryzowały się najmniejszą masą, przy czym nawadnianie nie miało żadnego wpływu na jej zróżnicowanie. Z tabeli 12 wynika, iż najdorodniejsze owoce zebrano w najwieloletniej 1985 roku, jednak przy niższym plonie ogólnym.

Odmianem kształtowała się liczebność owoców, która na obiektach nawadnianych istotnie wzrosła średnio o 32,9 %. W pierwszych dwóch latach plon owoców zwiększał się po części poprzez przyrost ich średniej masy, głównie jednak w drodze większej liczebności. W pozostałych trzech latach badań przyrost ten nastąpił wyłącznie tą drugą drogą.

Analiza statystyczna dowiodła, iż nawadnianie kropłowe miało istotny wpływ na kształtowanie się przyrostów pędów, które w porównaniu do drzew na polatkach kontrolnych były dłuższe o 7,0 % i grubsze o 9,2 % (tab.13). Najsilniej na wspomniany zabieg zareagowały śliwy cv. 'Jerozolimka' w pierwszym roku badań.

Ze współczynników korelacji liniowych zamieszczonych w tabeli 14 wynika, iż plon był wyraźnie skorelowany jedynie z liczebnością owoców. W przypadku pozostałych cech, chociaż zależność liniowa okazała się niska, to jednak uprzednio wspomnianą analizą wariancji potwierdziła istotny wpływ omawianego czynnika. Z kolei masa pojedynczego owocu okazała się ujemnie skorelowana z plonem, zaś liczebność dodatnio.

4.2.2. Plonowanie cv. 'Ruth Gersteter'

Śliwy tej odmiany reagowały na nawadnianie kropłowe w dużo słabszym stopniu, niż śliwy odmiany 'Jerozolimka', co przjawiało się głównie mniejszym przyrostem plonów (tab.15).

Tabela 12
Table 12

Plonowanie śliw cv. 'Jerzolimka' w latach 1981 - 1985
Plum trees 'Jerzolimka' yielding in 1981 - 1985

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1981	1982	1983	1984	1985	Srednio Mean	Różnica Difference
Plon owoców w t/ha Fruit yield in t/ha	O	1,45	5,98	22,47	8,98	6,94	9,16	+ 28,8 %
	W	2,07	8,11	29,91	10,77	8,14	11,80	
	Istotność dla: Significance for: - nawadniania (1) - irrigation (1) - interakcji (2) - interaction (2) - NUR (3) - LSD (3)	x	xx	xx	x	-	xx	
Masa pojedynczego owocu w g Weight of a single fruit in g	O	35,05	39,45	33,50	42,85	60,57	42,28	+ 3,3 %
	W	37,87	42,40	33,77	42,90	61,50	43,60	
	Istotność dla: Significance for: (1) (2) (3)	x	xx	x	x	x	xx	
Liczebność owoców w sztuk/drzewa Number of fruit/tree	O	100	363	1614	502	275	571	+ 32,9 %
	W	135	459	2128	589	318	726	
	Istotność dla: Significance for: (1) (2) (3)	x	xx	xx	x	-	xx	
		33	25	68	81	99	20	

Przyrosty pędów cv. 'Jerozolimka' w latach 1981 - 1985
'Jerozolimka' shoot growth in 1981 - 1985

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1981	1982	1983	1984	1985	Średnio Mean	Różnica Difference
Przyrosty długości pędów w cm Shoot length growth in cm	0 W	69,50 81,25	90,75 94,25	65,50 70,00	89,25 91,75	34,35 38,53	69,87 75,16	+ 7,0%
	Istotność dla: Significance for:							
	- nawadniania (1) - irrigation (1)	xx	x	x	x	-	xx	
	- interakcji (2) - interaction (2)						xx	
	- NUR LSD (3)	4,38	3,31	3,79	2,05	6,33	1,26	
Przyrosty grubości pędów w mm Shoot thickness growth in mm	0 W	5,65 6,43	6,50 7,33	5,77 6,07	5,52 5,82	5,07 5,50	5,70 6,23	+ 9,2%
	Istotność dla: Significance for:							
	(1)	x	x	-	x	xx	xx	
	(2)						x	
	(3)	0,48	0,75	0,43	0,22	0,24	0,14	

Tabela 14

Table 14

Współczynniki korelacji liniowych
dla śliw cv. 'Jerozolimka' w latach 1981 - 1985

Linear correlation coefficients for plum trees 'Jerozolimka' in 1981 - 1985

	Nawadnianie Irrigation	Plon Yield	Masa pojedynczego owocu Weight of a single fruit	Liczebność owoców Number of fruit	Przyrost długości pędów Shoot length growth	Przyrost grubości pędów Shoot thickness growth
Nawadnianie Irrigation	1,000	0,153	0,072	0,119	0,126	0,383
Plon Yield	0,153	1,000	-0,315	0,989	-0,067	-0,043
Masa pojedynczego owocu Weight of a single fruit	0,072	-0,315	1,000	-0,434	-0,636	-0,399
Liczebność owoców Number of fruit	0,119	0,989	-0,434	1,000	-0,007	0,180
Przyrost długości pędów Shoot length growth	0,126	-0,067	-0,636	-0,007	1,000	0,603
Przyrost grubości pędów Shoot thickness growth	0,383	-0,043	-0,399	0,018	0,603	1,000

Martości graniczne: $n = 40$, dla $0,05 = \pm 0,3044$, dla $0,01 = \pm 0,3932$
Boundary values: for $0,05 = \pm 0,3044$, for $0,01 = \pm 0,3932$

Tabela 15
Table 15

Plonowanie sliw cv. 'Ruth Gersteter' w latach 1981 - 1984
Fruit trees 'Ruth Gersteter' yielding in 1981 - 1984

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1981	1982	1983	1984	Srednio Mean	Różnica Difference
Plon owoców w t/ha Fruit yield in t/ha	O	1,32	3,96	14,77	8,27	7,08	
	W	1,45	4,91	16,04	9,95	8,08	+ 14,1 %
	Istotność dla: Significance for:						
	- irygacji (1) - interakcji (2) - interakcji (3) NUR LSD	x	x	xx	xx	xx	xx
Masa pojedynczego owocu w g Weight of a single fruit in g	O	31,07	34,37	28,57	30,52	31,13	
	W	35,15	39,90	30,82	34,10	34,49	+ 10,8 %
	Istotność dla: Significance for:						
	(1) (2) (3)	-	x	xx	x	xx	xx
Liczebność owoców w sztuk/drzewa Number of fruit/tree	O	102	276	1242	651	568	
	W	103	296	1253	697	587	+ 3,3 %
	Istotność dla: Significance for:						
	(1) (2) (3)	-	-	-	-	-	-
		11	75	44	62	18	

Z poletek poddanych nawadnianiu kropłowemu uzyskano za cztery lata badań średnio 8,08 t/ha, zaś z nie nawadnianych 7,08 t/ha (istotny przyrost o 14,1 %). Większe przyrosty notowano w trzech ostatnich latach, przy czym w latach 1982 i 1984 przekraczały one 20 % (odpowiednio 24,0 i 20,1 %).

Zasadniczo najsilniej wpływ nawadniania kropłowego przejawiał się w powiększaniu średniej masy pojedynczego owocu. Zanotowano tutaj mianowicie istotny wzrost z 31,13 do 34,49 g, tj. o 10,8 %. Największe zróżnicowanie otrzymano również w latach 1982 i 1984, mniejsze natomiast w obu pozostałych latach.

Liczebność owoców na drzewach nawadnianych i nienawadnianych uległa zróżnicowaniu jedynie w znikomym stopniu (średnio o 3,3 %). Brak istotnych różnic obserwowano szczególnie w latach 1981 i 1983, co było zbieżne ze wspomnianą wyżej tendencją w przypadku masy pojedynczego owocu. Okazało się ponadto, że przyrost plonów nastąpił głównie poprzez powiększanie się wspomnianej masy, czyli odwrotnie, niż to miało miejsce w omawianej wcześniej odmianie.

W bardziej wyrównany sposób w poszczególnych latach zareagowała na nawadnianie cv. 'Ruth Gersteter' w przypadku przyrostów pędów (tab.16). Długości ich bowiem powiększyły się średnio z 72,75 do 79,19 cm (o 8,9 %), grubości natomiast z 6,07 do 6,67 mm (o 9,9 %). W obu przypadkach były to różnice istotne.

Tabela 16

Table 16

Przyrosty pędów śliw cv. 'Ruth Gersteter' w latach 1981 - 1984
Plum trees 'Ruth Gersteter' shoots growth in 1981 - 1984

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1981	1982	1983	1984	Średnio Mean	Różnica Difference
Przyrosty długości pędów w cm Shoots length growth in cm	O	69,00	90,75	67,25	64,00	72,75	+ 8,9 %
	W	77,00	94,50	74,50	79,75	79,19	
	Istotność dla: Significance for:						
	- nawadniania (1) - interakcji (2) - NUR LSD (3)	x	x	xx	xx	xx	
Przyrosty grubości pędów w mm Shoots thickness growth in mm	O	6,12	6,65	5,70	5,82	6,07	+ 9,9 %
	W	6,65	7,03	6,55	6,47	6,67	
	Istotność dla: Significance for:						
	(1) (2) (3)	-	-	x	x	xx	
		0,60	0,57	0,53	0,49	0,19	

Podsumowując należy stwierdzić, iż nawadnianie nie wywarło jednokierunkowego wpływu na plonowanie, miało natomiast dodatni wpływ na liczebność owoców i przyrosty grubości pędów (tab.17).

Tabela 17

Table 17

Współczynniki korelacji liniowych
dla śliw cv. 'Ruth Gersteter' w latach 1981 - 1984

Linear correlation coefficients
for cv. 'Ruth Gersteter' plum trees in 1981 - 1984

	Nawadnianie Irrigation	Plon Yield	Masa pojedynczego owocu Weight of a single fruit	Liczebność owoców Number of fruit	Przyrost długości pędów Shoot length growth	Przyrost grubości pędów Shoot thickness growth
Nawadnianie Irrigation	1,000	0,092	0,021	0,485	0,289	0,525
Plon Yield	0,092	1,000	0,993	-0,407	-0,294	-0,268
Masa pojedynczego owocu Weight of a single fruit	0,021	0,993	1,000	-0,491	-0,336	-0,312
Liczebność owoców Number of fruit	0,485	-0,407	-0,491	1,000	0,739	0,551
Przyrost długości pędów Shoot length growth	0,289	-0,294	-0,336	0,739	1,000	0,679
Przyrost grubości pędów Shoot thickness growth	0,525	-0,268	-0,312	0,551	0,679	1,000

Wartości graniczne: $n = 32$, dla $\alpha_{0,05} = \pm 0,3494$, dla $\alpha_{0,01} = \pm 0,4487$
Boundary values:

4.3. Porównanie plonowania śliw

Z dwu badanych odmian śliw większą wrażliwość na nawadnianie kropłowe wykazała cv. 'Jerozolimka' (tab.18). Znalazło to odzwierciedlenie w takich istotnych cechach, jak wyższe zróżnicowanie plonu, masy pojedynczego owocu i liczebności. Natomiast odmiana cv. 'Ruth Gersteter' zareagowała zdecydowanie silniejszą rozwojem pędów, gdyż w większym stopniu powiększała się ich długość i grubość.

Pod wpływem nawadniania średni plon obu odmian wzrósł z 8,12 t/ha do 9,94 t/ha, co stanowiło 22,4 %. Wspomniany przyrost został osiągnięty w większym stopniu wyższą liczebnością (o 15,3 %), niż średnią masą pojedynczego owocu (o 9,2 %).

Porównanie plonowania dwóch odmian śliw, średnie z lat 1981 - 1985
 The comparison of two plum cultivars yielding, means from 1981 - 1985

Badane cechy Examined characteristics	cv. 'Ruth Gersteter'		cv. 'Jerzoz- linka'		Średnio Mean		Różnica Differ- ence
	O	W	O	W	O	W	
Plon owoców w t/ha Fruit yield in t/ha	7,08	8,08	9,16	11,80	8,12	9,94	22,4 %
Masa pojedynczego owo- cu w g Weight of a single fruit in g	31,13	34,49	42,28	43,69	36,70	39,09	9,2 %
Liczebność owoców w sztuk/drzewa Number of fruit/tree	568	587	571	726	569	656	15,3 %
Przyrosty długości pę- dów w cm Shoot length growth in cm	72,75	79,19	69,87	75,16	71,31	77,17	8,2 %
Przyrosty grubości pę- dów w mm Shoot thickness growth in mm	6,07	6,67	5,70	6,23	5,88	6,45	9,7 %

Odmiana 'Ruth Gersteter' - średnie z lat 1981 - 1984

Cultivar 'Ruth Gersteter' - means from 1981 - 1984

O - poletka kontrolne bez nawadniania W - poletka nawadniane kropłowo
 control fields without irrigation fields with drip irrigation

4.4. Plonowanie jabłoni

4.4.1. Plonowanie cv. 'Melba'

Najwyższe różnice w plonie jabłek, jakie otrzymano pod wpływem nawadniania kropłowego zanotowano w roku 1981, gdyż wyniosły one 6,53 t/ha (o 36,0 %) i w 1983 roku - 5,4 t/ha (o 19,9 %) - tabela 19. W pozostałych latach kształtowały się w granicach od 2,0 do 2,72 t/ha (od 8,3 do 19,0%). Przeciętnie w czasie pięciu lat trwania doświadczenia, na poletkach kontrolnych otrzymano 19,68 t/ha, a na nawadnianych - 23,44 t/ha. Istotna różnica wyniosła zatem 3,76 t/ha, tj. 19,1 %.

Bardzo silnym zmianom uległa masa pojedynczego owocu. W pierwszych dwóch latach były one wyjątkowo dorodne, o zarysowującej się niewielkiej różnicy na korzyść uzyskanych z drzew nawadnianych kropłowo (od 2,7 do 4,7 %). W trzech kolejnych latach zanotowano zdecydowane ich zdrobnienie, przy czym ujawniło się większe zróżnicowanie między masą owoców z drzew nawadnianych i kontrolnych (od 8,4 do 18,7 %). Na przestrzeni lat 1981-1985 istotna różnica wyniosła 8,6 g (tj. 7,3 %).

Plonowanie jabłoni cv. 'Melba' w latach 1961-1985
'Melba' apple trees yielding in 1961-1985

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1961	1962	1963	1964	1965	Średnio Mean	Różnica Difference
Plon owoców w t/ha Fruit yield in t/ha	O	18,16	24,19	28,36	11,42	16,27	19,68	+ 19,1 %
	W	24,69	26,19	33,76	13,59	18,99	23,44	
	Istotność dla: Significance for:	x	x	x	-	xx	xx	
	- nawadniania (1) - irrigation - interakcji (2) - interaction - MUR - LSD	5,44	1,38	3,00	3,17	0,64	0,96	
Masa pojedynczego owocu w g Weight of a single fruit in g	O	180,8	143,2	71,6	88,9	108,0	118,5	+ 7,3 %
	W	184,8	149,9	85,0	99,0	117,1	127,1	
	Istotność dla: Significance for:	-	x	x	-	x	xx	
	(1) (2) (3)	10,01	3,64	8,34	11,84	7,37	2,88	
Liczebność owoców w sztuk/drzewa Number of fruit/tree	O	101	169	399	128	151	190	+ 5,7 %
	W	134	175	393	158	163	200	
	Istotność dla: Significance for:	x	-	-	-	-	x	
	(1) (2) (3)	32	13	41	31	14	9	

Niektóre cechy owoców cv. 'Melba' w latach 1982 - 1984
Some characteristics of 'Melba' fruit in 1982 - 1984

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1982	1983	1984	Śred- nio Mean	Różnica Differ- ence
Cukry proste w % Simple sugar in %	O	4,875	4,980	5,175	4,967	- 3,5%
	W	4,800	4,425	5,175	4,800	
	Istotność dla: Significance for:					
	- nawadniania (1) - interakcji (2) - NUR (3) LSD	- - 0,540	- - 0,865	- - 0,536	- - 0,258	
Sacharoza w % Saccharose in %	O	2,100	1,875	2,150	2,042	+ 0,8%
	W	2,075	2,025	2,075	2,058	
	Istotność dla: Significance for:					
	(1) (2) (3)	- - 0,457	- - 0,276	- - 0,376	- - 0,205	
Cukry ogółem Total sugars	O	6,975	6,475	7,325	6,925	- 1,2%
	W	6,875	6,400	7,250	6,842	
	Istotność dla: Significance for:					
	(1) (2) (3)	- - 0,536	- - 0,904	- - 0,272	- - 0,257	
Witamina C w mg/% Vitamin C in mg/%	O	12,525	11,175	11,875	11,858	- 15,1%
	W	11,300	8,050	10,775	10,042	
	Istotność dla: Significance for:					
	(1) (2) (3)	- - 2,557	- - 4,315	- - 2,208	x - 1,299	
Sucha masa w % Dry matter in %	O	13,575	14,250	13,525	13,783	- 4,2%
	W	13,225	13,550	12,900	13,225	
	Istotność dla: Significance for:					
	(1) (2) (3)	- - 1,506	- - 1,266	- - 0,628	x - 0,490	

Wpływ nawadniania kropłowego na zmiany liczebności owoców na drzewach poszczególnych obiektów nie był wysoki, chociaż statystycznie udowodniony (o 5,7 %). Zasadniczo jednak zauważalne różnice wystąpiły jedynie w roku 1981 (więcej o 29,0 %), w dwu ostatnich latach notowano wzrost o 7,3 i 7,8 %, natomiast w suchych latach 1982 i 1983 liczebność praktycznie się nie zmieniła.

Przeprowadzona analiza chemiczna owoców na zawartość cukrów prostych i sacharozy wykazała, iż nawadnianie kropłowe w stosunku do obiektów nie nawadnianych nie przyniosło istotnych zmian (tab.20). Niemniej nieco więcej cukrów prostych notowano w owocach z poletek kontrolnych, przy czym jedynie w roku 1983 (rok suchy), była to różnica zauważalna. Zawartość sacharozy nie wykazywała żadnej zależności od nawadniania, gdyż w roku 1983 przykładowo okazała się większa w owocach z drzew poddanych temu zabiegowi, zaś w latach 1982 i 1984 jej poziom ukształtował się zupełnie odwrotnie.

Stosunkowo najwyraźniej zaznaczył się poziom witaminy C, która w istotny sposób uległa zmniejszeniu w stosunku do owoców z drzew nie nawadnianych (przeciętnie o 18,1 %). W podobny sposób ułożyła się też zawartość suchej masy (mniej o 4,2 %).

Tabela 21

Table 21

Przyrosty pędów cv. 'Melba' w latach 1981 - 1985
'Melba' tree shoots growth in 1981 - 1985

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1981	1982	1983	1984	1985	Średnio Mean	Różnica Difference
Przyrosty długości pędów w cm Shoot length growth in cm	O W	61,4 66,6	65,7 70,0	59,4 65,5	46,3 46,9	60,4 65,3	58,6 62,7	+ 7,3%
	Istotność dla: Significance for:							
	- nawadniania (1) - interakcji (2)	x -	xx -	xx -	- -	- -	xx x	
	- NUR LSD (3)	4,7	1,9	1,4	1,1	5,4	1,0	
Przyrosty grubości pędów w mm Shoot thickness growth in mm	O W	4,95 5,45	5,15 5,60	5,07 5,60	5,10 5,90	5,25 5,75	5,11 5,66	+ 11,8%
	Istotność dla: Significance for:							
	(1) (2) (3)	gr nica	-	xx	x	-	xx -	
		0,50	0,49	0,24	0,47	0,62	0,14	

Przedstawione w tabeli 21 wyniki przyrostów pędów jednorocznych wskazują, iż pod wpływem nawadniania kropłowego w większym stopniu zmienia się grubość pędów (średnio o 11,8 %), niż długość (o 7,3 %). Znacienne przy tym było, że w ostatnich latach wspomniany zabieg powiększał grubość w granicach od 0,35 do 0,5 mm, natomiast w 1984 roku aż o 0,8 mm. Zupełnie odwrotnie kształtowały się przyrosty długości, które normalnie zwiększyły się od 4,3 do 6,1 cm, zaś w 1984 roku na poletkach nawadnianych kropłowo i kontrolnych zanotowano całkowite ich zrównanie.

Z zamieszczonych w tabeli 22 współczynników korelacji liniowych wynika, iż plon owoców był dodatnio skorelowany z liczebnością owoców i przyrostami długości pędów. Natomiast liniowa zależność między plonem a nawadnianiem ułożyła się nieco poniżej wartości granicznej.

Tabela 22

Table 22

Współczynniki korelacji liniowych
dla jabłoni cv. 'Melba' w latach 1981 - 1985

Linear correlation coefficients for 'Melba' apple tree in 1981 - 1985

	Nawadnianie Irrigation	Plon Yield	Masa pojedynczego owocu Weight of a single fruit	Liczebność owoców Number of fruit	Przyrost długości pędów Shoot length growth	Przyrost grubości pędów Shoot thickness growth
Nawadnianie Irrigation	1,000	0,271	0,113	0,051	0,250	0,609
Plon Yield	0,271	1,000	-0,011	0,762	0,658	0,045
Masa pojedynczego owocu Weight of a single fruit	0,113	-0,011	1,000	-0,608	0,444	-0,075
Liczebność owoców Number of fruit	0,051	0,762	-0,608	1,000	0,182	-0,012
Przyrost długości pędów Shoot length growth	0,250	0,658	0,444	0,182	1,000	0,071
Przyrost grubości pędów Shoot thickness growth	0,609	0,045	-0,075	-0,012	0,071	1,000

Wartości graniczne: $n=40$, dla $\alpha_{0,05} = \pm 0,3044$, dla $\alpha_{0,01} = \pm 0,3992$
Boundary values: $n=40$, for $\alpha_{0,05} = \pm 0,3044$, for $\alpha_{0,01} = \pm 0,3992$

4.4.2. Plonowanie cv. 'McIntosh'

Drzewa tej odmiany w porównaniu do uprzednio omawianej, plonowały w poszczególnych latach w sposób bardziej wyrównany (tab.23). Najwięcej owoców zebrano w dwu najsuchszych latach, gdzie uwidoczniły się też najwyższe różnice między zbiorami z poletek kontrolnych i nawadnianych kropłowo. Poczynając od 1981 roku przez trzy kolejne lata z poletek nawadnianych kropłowo zbierano więcej, odpowiednio o 5,38 t/ha (o 27,9%), 5,34 t/ha

Plonowanie jabłoni cv. 'McIntosh' w latach 1981-1985
'McIntosh' apple tree yielding in 1981-1985

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1981	1982	1983	1984	1985	Srednio Mean	Różnica Difference
Plon owoców w t/ha Fruit yield in t/ha	0	19,31	21,50	37,60	10,39	17,51	21,26	+ 22,2 %
	W	24,59	26,84	43,77	13,98	20,74	26,01	
	Istotność dla: - nawadniania (1) - interakcji (2) - interakcji (3)	-	XX	-	XX	XX	XX	
	NUR - LSD	6,00	1,43	6,92	1,57	0,59	1,26	
Masa pojedynczego owocu w g Weight of a single fruit in g	0	179,25	131,95	110,30	107,95	118,80	129,65	+ 7,2 %
	W	185,00	144,93	121,95	111,58	132,13	139,12	
	Istotność dla: - (1) - (2) - (3)	XX	X	-	-	XX	XX	
	NUR - LSD	2,72	12,04	21,60	8,10	3,68	3,54	
Liczebność owoców w sztuk/drzewa Number of fruit/tree	0	108	164	341	97	148	171	+ 12,7 %
	W	133	187	363	126	157	193	
	Istotność dla: - (1) - (2) - (3)	-	XX	X	XX	X	XX	
	NUR - LSD	33	9	20	11	7	6	

Niektóre cechy owoców jabłoni cv. 'McIntosh' w latach 1982-1984

Some characteristics of 'McIntosh' apples in 1982-1984

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1982	1983	1984	Średnio Mean	Różnica Difference
Cukry proste w % Simple sugars in %	O	4,625	4,225	4,825	4,558	+ 9,0%
	W	5,025	4,800	5,088	4,971	
	Istotność dla: Significance for:					
	- nawadniania irrigation (1)	x	-	-	xx	
	- interakcji interaction (2)				-	
	- NUR LSD (3)	0,260	1,018	0,571	0,283	
Sacharoza w % Saccharose in %	O	1,912	2,625	3,312	2,617	- 32,2%
	W	1,562	1,650	2,725	1,979	
	Istotność dla: Significance for:					
	(1)	-	xx	-	xx	
	(2)				x	
	(3)	0,416	0,438	0,651	0,210	
Cukry ogółem w % Total sugars in %	O	6,537	6,850	8,137	7,175	- 3,3%
	W	6,587	6,450	7,812	6,950	
	Istotność dla: Significance for:					
	(1)	-	-	x	-	
	(2)				-	
	(3)	0,234	1,006	0,239	0,251	
Witamina C w mg/% Vitamin C in mg/%	O	11,962	12,975	9,787	11,575	- 8,0%
	W	10,700	9,375	12,075	10,717	
	Istotność dla: Significance for:					
	(1)	-	xx	-	x	
	(2)				xx	
	(3)	1,434	0,981	3,092	0,841	
Sucha masa w % Dry matter in %	O	14,250	15,050	12,375	13,892	- 7,3%
	W	13,800	13,200	11,837	12,946	
	Istotność dla: Significance for:					
	(1)	-	x	-	x	
	(2)				-	
	(3)	1,249	1,180	1,571	0,732	

Tabela 25

Table 25

Przyrosty pędów jabłoni cv. 'McIntosh' w latach 1981 - 1985
'McIntosh' apple tree shoots growth in 1981 - 1985

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1981	1982	1983	1984	1985	Srednio Mean	Różnica Difference
Przyrosty długości pędów w cm w Shoot length growth in cm	O W	57,17 72,75	60,40 67,10	58,80 75,00	56,30 59,40	55,22 72,05	57,58 69,26	+ 14,9%
	Istotność dla: Significance for:							
	- nawadniania (1) - interakcji (2)	xx -	xx -	xx -	x -	x -	xx -	
	- NUR - LSD (3)	4,89 -	3,17 -	6,32 -	2,38 -	12,56 -	2,06 -	
Przyrosty grubości pędów w mm Shoot thickness growth in mm	O W	5,00 6,88	5,10 6,00	7,10 8,55	4,70 5,00	4,67 6,37	5,32 6,56	+ 15,8%
	Istotność dla: Significance for:							
	(1) (2)	xx -	x -	xx -	xx -	x -	xx -	
	(3)	0,48	0,77	0,67	0,13	1,10	0,21	

Tabela 26

Table 26

Współczynniki korelacji liniowych
dla jabłoni cv. 'McIntosh' w latach 1981 - 1985

Linear correlation coefficients for 'McIntosh' apple tree in 1981 - 1985

	Nawadnianie Irrigation	Plon Yield	Masa pojedynczego owocu Weight of a single fruit	Liczebność owoców Number of fruit	Przyrost długości pędów Shoot length growth	Przyrost grubości pędów Shoot thickness growth
Nawadnianie Irrigation	1,000	0,228	0,175	0,114	0,725	0,477
Plon Yield	0,228	1,000	-0,017	0,938	0,490	0,799
Masa pojedynczego owocu Weight of a single fruit	0,175	-0,017	1,000	-0,338	0,275	0,062
Liczebność owoców Number of fruit	0,114	0,938	-0,338	1,000	0,319	0,725
Przyrost długości pędów Shoot length growth	0,725	0,490	0,275	0,319	1,000	0,656
Przyrost grubości pędów Shoot thickness growth	0,477	0,799	0,062	0,725	0,656	1,000

Wartości graniczne: n = 40, dla $\alpha = 0,05 = \pm 0,3044$, dla $\alpha = 0,01 = \pm 0,3932$
Boundary values:



(24,8 %) i 6,17 t/ha (16,4 %). W dwóch ostatnich latach badań zbiory zdecydowanie się obniżyły, w wyniku czego były dużo mniejsze ich przyrosty w stosunku do obiektów kontrolnych (odpowiednio o 3,59 i 3,23 t/ha). Łącznie za cały okres badań nawadnianie kropłowe przyniosło istotny wzrost plonów przeciętnie o 4,75 t/ha, co stanowiło 20,2 %.

Najwyraźniejsze zróżnicowanie masy pojedynczego owocu odnotowano w latach 1983 i 1985, kiedy wyniosła odpowiednio 10,6 i 11,2 %, najmniejsze zaś w latach 1981 i 1984 (o 3,2 i 3,4 %). Średnio w latach 1981 - 1985 otrzymano istotną różnicę o 9,47 g na korzyść owoców z drzew nawadnianych.

Istotnym zmianom uległa też liczebność owoców, która za cały okres badań wzrosła o 12,7 %. Największą różnicę, wynoszącą 29,9 %, otrzymano w roku 1984, najmniejszą natomiast w ostatnim roku trwania doświadczenia (o 6,1 %). Przyrost plonów, jaki uzyskano w wyniku wprowadzenia nawadniania kropłowego, nastąpił przede wszystkim dzięki wzrostowi liczebności a nie masy pojedynczego owocu.

Bardzo silnym zmianom uległa zawartość cukrów i sacharozy (tab.24). Najwyższy poziom cukrów prostych w latach 1982 - 1984 otrzymano na poletkach nawadnianych (więcej średnio o 9,0 %), natomiast sacharozy na kontrolnych (aż o 32,2 %). Z analizy statystycznej wynikało, iż w obu przypadkach różnice te okazały się istotne. Zawartość cukrów ogółem na poletkach kontrolnych oraz nawadnianych była zbliżona i przeciętnie oscylowała w granicach 7,0 %.

W przypadku witaminy C otrzymano wyniki niejednolite. W dwóch pierwszych latach największą jej zawartość zanotowano w owocach pochodzących z drzew na poletkach kontrolnych, w ostatnim zaś z nawadnianych kropłowo. Natomiast poziom suchej masy każdorazowo najwyższy był w owocach uzyskanych na poletkach kontrolnych (średnio więcej o 7,3 %).

We wszystkich latach nawadnianie kropłowe wpłynęło istotnie na przyrosty pędów (tab.25). Największe przyrosty długości w przypadku zastosowania tego zabiegu otrzymano w 1983 roku (o 27,6 %) i 1985 roku (o 30,51 %), grubości zaś w roku 1981 (o 37,6 %), roku 1983 (o 20,4 %) oraz roku 1985 (o 36,4 %). W pozostałych latach wartości te były niższe.

Jak wynika z tabeli 26, nawadnianie kropłowe nie wywarło jednokierunkowego wpływu na plonowanie tej odmiany, wpłynęło jednak dodatnio na przyrosty długości i grubości pędów. Natomiast plon był dodatnio skorelowany z tymi dwiema cechami i liczebnością owoców.

4.4.3. Plonowanie cv. 'Spartan'

Z wszystkich trzech omawianych odmian jabłoni, najwyższe zróżnicowanie otrzymano w przypadku cv. 'Spartan' (tab.27). Za cały okres badań w wyniku zastosowania nawadniania kropłowego, plony istotnie wzrosły średnio z 18,86 do 23,48 t/ha (o 24,7 %). Najwyższe różnice w stosunku do obiektów kontrolnych otrzymano w roku 1983 - o 7,49 t/ha i w roku 1981 - o 6,47 t/ha. Najszabszą reakcję notowano w 1984 roku, gdy zwyżka wyniosła tylko 1,07 t/ha i w 1985 roku - 3,23 t/ha.

Tabela 27
Table 27

Plonowanie jabłoni cv. 'Spartan' w latach 1981 - 1985
'Spartan' apple tree yielding in 1981 - 1985

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1981	1982	1983	1984	1985	Średnio Mean	Różnica Difference
Plon Jabłek w t/ha Apple yield in t/ha	O	14,81	17,84	35,92	10,24	15,45	18,86	+ 24,7 %
	W	21,28	22,79	43,41	11,31	18,68	23,49	
	Istotność dla: Significance for:	x	x	xx	xx	xx	xx	
	- nawadniania (1)							
	- interakcji (2)							
	- interakcji (3)							
	NUR	4,36	3,70	2,29	0,40	1,00	0,84	
	LSD							
Masa pojedynczego owocu w g Weight of a single fruit in g	O	155,78	127,53	112,57	115,09	112,05	124,60	+ 9,3 %
	W	162,18	149,48	131,23	118,08	120,18	136,23	
	Istotność dla: Significance for:	-	xx	x	-	x	xx	
	(1)							
	(2)							
	(3)							
	NUR	7,93	11,03	12,69	5,48	5,72	2,70	
	LSD							
Liczebność owoców w sztuk/drzewa Number of fruit/tree	O	96	139	322	89	138	157	+ 10,4 %
	W	132	152	331	96	156	173	
	Istotność dla: Significance for:	x	-	-	-	xx	x	
	(1)							
	(2)							
	(3)							
	NUR	25	18	94	7	9	13	
	LSD							

Niekóre cechy owoców jabłoni cv. 'Spartan' w latach 1982-1984

Some characteristics of 'Spartan' apple tree in 1982-1984

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1982	1983	1984	Śred- nio Mean	Różnica Differ- ence
Cukry proste w % Simple sugars in %	O W	4,075 4,188	4,975 4,800	4,900 5,213	4,650 4,733	+ 1,7%
	Istotność dla: Significance for:					
	- nawadniania (1) - irrigation (1)	-	-	xx	-	
	- interakcji (2) - interaction (2)				-	
	- NUR LSD (3)	0,164	1,700	0,100	0,406	
Sacharoza w % Saccharose in %	O W	2,575 2,013	1,675 1,400	2,925 2,713	2,392 2,042	- 17,2%
	Istotność dla: Significance for:					
	(1)	x	-	-	-	
	(2)				-	
	(3)	0,397	1,466	0,676	0,394	
Cukry ogółem w % Total sugars in %	O W	6,650 6,200	6,650 6,200	7,825 7,925	7,042 6,775	- 3,8%
	Istotność dla: Significance for:					
	(1)	x	-	-	xx	
	(2)				-	
	(3)	0,325	0,588	0,675	0,169	
Witamina C w mg/% Vitamin C in mg/%	O W	11,575 11,325	10,600 10,175	11,275 11,300	11,150 10,933	- 2,0%
	Istotność dla: Significance for:					
	(1)	-	-	-	-	
	(2)				-	
	(3)	1,083	2,527	0,931	0,688	
Sucha masa w % Dry matter in %	O W	14,675 15,100	13,500 13,025	14,687 13,975	14,288 14,033	- 1,8%
	Istotność dla: Significance for:					
	(1)	xx	-	-	-	
	(2)				-	
	(3)	0,079	1,792	1,429	0,544	

W przypadku pojedynczego owocu w latach 1981-1985, istotna różnica między obiektami nawadnianymi kropłowo, a nienawadnianymi była równa 11,63 g, co stanowiło 9,3 %. Najsilniejszą reakcję pod tym względem wykazały drzewa w latach 1982 i 1983, kiedy przeciętna masa owoców była większa odpowiednio o 17,2 i 16,6 %, najniższą w 1984 roku - o 2,6 %.

Średnia liczebność owoców na obiektach nawadnianych kropłowo wyniosła 173 sztuk/drzewa i o 16 sztuk (10,4 %) przewyższyła analogiczną cechę na poletkach kontrolnych. Szczególnie silne działanie nawadniania obserwowano w 1981 roku (o 36 sztuk/drzewa), mniejsze w 1983 roku (o 9 sztuk/drzewa) i w 1984 roku (o 7 sztuk/drzewa).

Poziom cukrów prostych w owocach kształtował się w obu przypadkach na zbliżonym poziomie, jedynie poważniejsze różnice wykazywała zawartość sacharozy (tab.28). Mimo, iż jej poziom wzrósł na poletkach nie nawadnianych z 2,042 do 2,392 %, różnica ta nie okazała się statystycznie udowodniona. Z kolei zawartość cukrów ogółem, witaminy C i suchej masy na obu porównywalnych obiektach była zbliżona. Dawały się jedynie zauważyć niewielkie różnice na korzyść poletek nie nawadnianych (nieco więcej tych składników), przy czym - tylko w przypadku cukrów ogółem - różnica ta była istotna.

Nawadnianie kropłowe wpłynęło w istotnym stopniu na przyrosty pędów jednorocznych (tab.29), bowiem pod wpływem tego zabiegu ich średnia długość wzrosła z 55,8 do 61,3 cm, co stanowiło 9,9 %.

Tabela 29

Table 29

Przyrosty pędów jabłoni cv. 'Spartan' w latach 1981 - 1985
'Spartan' apple tree shoot growth in 1981 - 1985

Badane cechy Examined characteristics	Analizowany czynnik Analyzed factor	1981	1982	1983	1984	1985	Średnio Mean	Różnica Difference
Przyrosty długości pędów w cm Shoot length growth in cm	O	62,50	59,22	53,32	49,20	54,52	55,75	+ 9,9%
	W	70,63	67,35	57,80	50,60	60,05	61,28	
	Istotność dla: Significance for:							
	- nawadniania (1) - interakcji (2) - NUR LSD (3)	xx	xx	xx	-	xx	xx	xx
Przyrosty grubości pędów w mm Shoot thickness growth in mm	O	4,92	4,78	4,63	4,60	5,21	4,82	+ 10,6%
	W	5,40	5,43	5,03	4,91	5,88	5,32	
	Istotność dla: Significance for:							
	(1) (2) (3)	xx	xx	x	x	xx	xx	x

Największe przyrosty zaobserwowano w dwu pierwszych latach badań (odpowiednio o 13,0 i 13,7 %). Przeciętne grubości pędów zwiększyły się w badanym okresie z 4,8 do 5,3 mm, a zatem o 10,4 %. We wszystkich latach okazały się te przyrosty istotne, a szczególnie w latach 1982 i 1984 (odpowiednio o 0,65 i 0,67 mm).

Podobnie jak w przypadku uprzednio omawianej odmiany, nawadnianie okazało się dodatnio skorelowane z przyrostami pędów (tab.30). Natomiast takiej zależności nie wykryto w powiązaniu z plonem, z wyjątkiem liczebności owoców.

Tabela 30

Table 30

Współczynniki korelacji liniowych
dla jabłoni cv. 'Spartan' w latach 1981 - 1985

Linear correlation coefficients for 'Spartan' apple tree in 1981 - 1985

	Nawadnianie Irrigation	Plon Yield	Masa pojedynczego owocu Weight of a single fruit	Liczebność owoców Number of fruit	Przyrost długości pędów Shoot length growth	Przyrost grubości pędów Shoot thickness growth
Nawadnianie Irrigation	1,000	0,222	0,299	0,094	0,393	0,558
Plon Yield	0,222	1,000	0,078	0,953	0,092	-0,051
Masa pojedynczego owocu Weight of a single fruit	0,299	0,078	1,000	-0,157	0,747	0,179
Liczebność owoców Number of fruit	0,094	0,953	-0,157	1,000	-0,079	-0,135
Przyrost długości pędów Shoot length growth	0,393	0,092	0,747	-0,079	1,000	0,532
Przyrost grubości pędów Shoot thickness growth	0,558	-0,051	0,179	-0,135	0,532	1,000

Wartości graniczne: $n=40$, dla $\alpha_{0,05} = \pm 0,3044$, dla $\alpha_{0,01} = \pm 0,3932$
Boundary values:

4.5. Porównanie plonowania jabłoni

Średni przyrost plonu owoców z trzech badanych odmian, pod wpływem nawadniania kropkowego wyniósł 4,38 t/ha i był o 22,0 % wyższy, niż z poletek kontrolnych (tab.31). Największe zróżnicowanie zanotowano w przypadku cv. 'McIntosh' i cv. 'Spartan', mniejsze cv. 'Melba'. Również pozostałe zbędane cechy wskazywały, iż te dwie pierwsze odmiany, nieco późniejsze w dojrzewaniu owoców niż 'Melba', najsilniej reagowały dodatnio na nawadnianie.

Porównanie plonowania trzech odmian jabłoni, średnie z lat 1981 - 1985
The comparison of three apple cultivars yielding, means from 1981 - 1985

Lp. No	Badane cechy Examined characteristics	cv. 'Melba'		cv. 'McIntosh'		cv. 'Spartan'		Średnio Mean		Różnica w % Differ- ence in %
		O	W	O	W	O	W	O	W	
1	Plon owoców w t/ha Fruit yield in t/ha	19,68	23,44	21,26	26,01	18,86	23,49	19,93	24,31	22,0
2	Masa pojedynczego owocu Weight of a single fruit in g	118,5	127,1	129,6	135,1	124,6	136,2	124,2	134,1	7,9
3	Liczebność owoców w sztuk/drzewa Number of fruit/tree	190	200	171	193	157	173	173	189	9,2
4	Cukry proste w % Simple sugars in %	4,967	4,800	4,558	4,971	4,650	4,733	4,725	4,835	2,3
5	Sacharoza w % Saccharose in %	2,042	2,058	2,617	1,979	2,392	2,042	2,350	2,026	15,9
6	Cukry ogółem w % Total sugars in %	6,925	6,842	7,175	6,950	7,042	6,775	7,047	6,856	2,8
7	Witamina C w mg% Vitamin C in mg%	11,858	10,042	11,575	10,717	11,150	10,933	11,528	10,564	8,8
8	Sucha masa w % Dry matter in %	13,783	13,225	13,892	12,946	14,288	14,033	13,988	13,401	4,4
9	Przyrosty długości pędów w cm Shoot length growth in cm	58,60	62,70	57,58	69,26	55,75	61,28	57,31	64,41	12,4
10	Przyrosty grubości pędów w mm Shoot thickness growth in mm	5,11	5,66	5,32	6,56	4,82	5,32	5,08	5,85	15,2

Posyłoje od 4 do 8 - wyniki średnie z lat 1982 - 1984
4 to 8 - mean results from 1982 - 1984

O - polejka kontrolne nie nawadniana
0 - control fields - without irrigation
W - polejka nawadniana kroplowo
W - fields with drip irrigation

Poziom cukrów i sacharozę we wszystkich odmianach różnił się w małym stopniu. Podobnie kształtowała się zawartość witaminy C, obniżeniu natomiast pod wpływem nawadniania uległa zawartość suchej masy. W tym ostatnim przypadku największą reakcją wykazała się odmiana 'McIntosh', najsłabszą zaś 'Spartan'.

Stosunkowo większe przyrosty pędów pod wpływem nawadniania kropłowego zanotowano w przypadku odmiany 'McIntosh'. Przy średnim przyroście długości wszystkich odmian o 7,1 cm, na tych drzewach zanotowano 11,68 cm, zaś grubości odpowiednio 0,77 i 1,24 mm.

5. Dyskusja wyników

Nawadnianie kropłowe, ogromnie popularne w ostatnich latach w strefie ciepłej, może być również z powodzeniem stosowane w sadach w naszych warunkach klimatycznych. Doświadczenie ściśle przeprowadzone w PGR Lubostroń dowiodło, iż przyczynia się ono do istotnego przyrostu plonów najważniejszych gatunków drzew owocowych nie pogarszając przy tym jakości plodów. Uzyskane zwyczki, kształtujące się średnio w granicach od 22 do 25 %, pozwalają widzieć nawadnianie kropłowe jako zabieg korzystny i opłacalny, będący dalszym etapem intensyfikacji sadów naszego kraju.

Plony wiśni, jakie uzyskano w poszczególnych latach, ulegały dużym zmianom niezależnie od tego, czy były nawadniane czy też nie (tab.9). Otrzymane zaś przyrosty zbiorów w wyniku zastosowania nawadniania, mieściły się w granicach od 0,48 do 3,66 t/ha, średnio zaś wyniosły 2,32 t/ha, tj. 25,1 %. Były to rezultaty zbliżone do wyników uzyskanych przez innych autorów w naszym kraju [22, 23, 87, 149] i w przypadku czereśni w ZSRR [81].

W pierwszych trzech latach badań obserwowano korzystną dynamikę plonowania wiśni, w dwu ostatnich nastąpił wyraźny regres. Było to jednak głównie spowodowane niekorzystnymi warunkami klimatycznymi. Przy tym, wbrew utartym opiniom, do takich nie zaliczały się bardzo niskie opady w okresie wegetacyjnym i wysokie temperatury powietrza. Dowodem tego jest rok 1983, w którym teoretycznie przy najgorszych warunkach opadowo-termicznych otrzymano rekordowo wysokie zbiory. Jednocześnie w tymże roku uzyskano także najwyższy przyrost plonów w wyniku zastosowania nawadniania. Natomiast za bardzo niesprzyjające warunki należy uznać przymrozki, które występowały w roku 1984 w okresie kwitnienia drzew oraz wysokie opady atmosferyczne i niskie temperatury latem (np. w roku 1985). Zapewne również na regres plonów wpłynęło przesilenie drzew w 1983 roku będące wynikiem wysokich urodzajów.

Zbadana masa owoców potwierdziła ogólnie znaną zależność, iż przy dużych plonach są one wyraźnie drobniejsze, niż przy niskich (tab.9). Zjawisko to miało miejsce tak na poletkach kontrolnych, jak i na nawadnianych, chociaż w tym drugim przypadku występowało w dużo łagodniejszej formie. Ważne okazało się też, że masa 100 sztuk pestek nie wzrastała, lecz przyrost plonów był wynikiem powiększania się głównie miąższu. Należy zauważyć, że dorodniejsze owoce zawsze cieszyły się większym popytem i pozwalały na uzyskanie wyższej ceny. Natomiast potencjalny nabywca kupując ładniejszą i większą owoce nie jest świadomy ich jakości i wartości. Doświadczenie wykazało, iż są one nie gorsze, niż z poletek nie nawadnianych.

Poza zwiększeniem masy pojedynczych owoców, nawadnianie kropłowe przyczyniło się do wzrostu ich liczebności. Należy sądzić, że ten zabieg stwarza korzystniejsze warunki dla utrzymywania zawiązków owoców. Jednocześnie

przypuszcza się, że był to wynik większych przyrostów długości i grubości pędów. Znajduje to potwierdzenie w badaniach Kielaka [87], który w warunkach nawadniania stwierdził występowanie od 10 do 15 % więcej zawiązków kwiatowych i zwiększenie przyrostów średnic pni.

Przeciętny plon śliw obu odmian kształtował się w pobliżu 10 t/ha, zwyczajka zaś pod wpływem nawadniania wyniosła 22,4 % (tab.18). Jak już uprzednio wspomniano, najsilniej na ten zabieg zareagowała cv. 'Jeruzolimka' zwana też Brzoskwinową, dając w 1983 roku rekordowy plon 29,91 t/ha owoców. Wyniki te trudno jest jednak porównywać z innymi, bowiem w kraju takich badań do tej pory nie prowadzono. Z doniesień zagranicznych dotyczących różnych sposobów nawadniania brzoskwiń i moreli wynika, iż wspomniany zabieg pozwalał na uzyskanie około 15 t/ha [20, 101]. W jednych badaniach zanotowano powiększenie się rozmiarów owoców o 20 % [101], w drugich natomiast liczebności od 22,9 do 33,9 % [20]. Wyniki te dotyczyły obiektów nawadnianych bruzdowo. W doświadczeniach francuskich, w stosunku do deszczowania, nawadnianie kropłowe pozwoliło na otrzymanie większych plonów brzoskwiń o 15 % i wzrostu liczebności owoców o 40 % [128]. Bardziej porównywalne są wyniki badań uzyskane w USA, gdzie na obiektach kontrolnych nawadniania nie stosowano [24, 164].

Rezultaty badań własnych dotyczące plonów owoców, ich zwyczaj otrzymywanych na skutek nawadniania, przyrostów masy pojedynczego owocu i liczebności, nie odbiegają od wyżej przedstawionych danych. Natomiast różnice polegające na tym, że cv. 'Jeruzolimka' reagowała silniej przyrostem plonu i liczebnością, zaś cv. 'Ruth Gersteter' masą pojedynczego owocu, są prawdopodobnie wynikiem ich uwarunkowań genetycznych. Silniej, niż w przypadku wiśni, ujawniła się tutaj zmienność plonowania w poszczególnych latach. Bardzo niski zbiór śliw obu odmian w 1981 roku można uznać za normalny dla drzew posadzonych niedawno, bo w 1976 roku, wchodziły one bowiem dopiero w okres owocowania. Następująca potem progresja zbiorów w latach 1982 i 1983 była zgodna z oczekiwaniami, zaś załamanie się ich w roku 1984 należy przypisać silnym przymrozkom wiosennym. Dalsze utrzymywanie się niskich plonów w 1985 roku to również następstwo splotu wybitnie niesprzyjających warunków klimatycznych.

Średni z 5 lat badań plon jabłek w wyniku nawadniania kropłowego, wzrósł zależnie od odmiany od 19,1 do 24,7 % (tab.19, 23, 27). Stosunkowo najniższe przyrosty notowano w przypadku wcześniejszej odmiany 'Melba', wyższe zaś u obu pozostałych późnych odmian. Rezultaty tych badań są zbieżne z wynikami uzyskanymi w doświadczeniach prowadzonych w naszym kraju, w których zwyczajki wynosiły średnio od 12,1 do 23,09 % [82, 116, 117]. W innych krajach osiągnano najczęściej przyrosty zbiorów tych owoców w granicach od 20 do 50 %, jednak występowały tam z reguły znacznie cieplejsze warunki klimatyczne [6, 42, 43, 49, 70, 90, 94, 106, 126, 165]. W zbliżonych do naszych warunkach Holandii, Wielkiej Brytanii, RFN czy Austrii w wyniku zastosowania nawadniania kropłowego zbierano od 20 do 40 % więcej owoców [26, 28, 74, 92, 133, 163].

Porównywanie uzyskanych plonów w doświadczeniu własnym z innymi danymi należy traktować jako orientacyjne. Poza bowiem różnymi warunkami klimatycznymi i glebowymi, różne były też odmiany i wiek drzew. Wskazują na to chociażby badania Pacholaka [116], który nawadniając kropłowo jabłonie cv. 'McIntosh' uzyskał w latach suchych średni przyrost plonów o 30,83 %, zaś cv. 'Lobo' o 52,2 %. Doświadczenie w PGR Lubostroń potwierdziło takie zróżnicowanie.

Zwiększenie się plonów pod wpływem nawadniania kropłowego następowało poprzez przyrost masy i większą liczebność owoców. Przy tym ten pierwszy czynnik dominował w odmianie wcześniejszej, drugi zaś w późniejszych. Zjawisko powiększania się liczebności i masy owoców było sygnalizowane też w pracach innych autorów. Wynika to z cytowanych wyżej publikacji Pacholaka [116], a także z badań izraelskich [2], holenderskich [26, 28] i niemieckich [132].

Bardziej dyskusyjne jest określenie, iż nawadnianie kropłowe wpływa na „poprawę jakości owoców”, co jest podkreślane w niektórych pracach [26, 28, 92, 163, 168]. Z reguły pod tym pojęciem rozumie się poprawę takich cech owoców, które przyczyniają się do większego na nie popytu, osiągnięcia wyższej ceny sprzedaży, a zatem i lepszych wyników ekonomicznych. Często mówi się, iż sad stał się bardziej konkurencyjny. Dlatego też w omawianiu wyników badań podkreśla się, że w wyniku nawadniania kropłowego owoce posiadały większą masę, wzrósł w plonie udział owoców o większych rozmiarach, bądź były lepiej wybarwione itp. Wielu producentów decydując się na zainstalowanie nawadniania kropłowego liczy właśnie na takie skutki wspomnianego zabiegu. Opinie te spotyka się szczególnie u producentów eksportujących swoje płody, którzy, poza przyrostem plonów, bardzo wysoko cenią sobie również poprawę ich jakości.

Chociaż każdy potencjalny nabywca chętniej kupuje owoce dorośniejsze (takie, jak w przypadku nawadniania), nie znaczy to jednak, iż nabył te o najlepszych walorach smakowych i przetwórczych. Należy bowiem spodziewać się, że jabłka pochodzące z drzew nawadnianych mogą różnić się od nienawadnianych zawartością cukrów, witaminy C, suchej masy, zdolnością przechowalniczą czy też przydatnością przetwórczą.

Badania własne wykazały, iż występują dość duże różnice w poziomie cukrów, witaminy C i suchej masy (tab. 20, 24, 28). Pozwala to na wyrażenie opinii, że pod wpływem nawadniania owoce mogą być wyczuwalnie mniej słodkie, zawierać nieco więcej wody bądź posiadać względnie gorsze właściwości odżywcze. Nie można jednak stwierdzić na ile są to zmiany istotne dla konsumenta. Smak jest bowiem odczuciem dość subiektywnym, tak jak i poczucie słodkości. Natomiast zawartość witaminy C zmienia się bardzo silnie wraz z warunkami zewnętrznymi i długością okresu przechowywania. Pieniątek [121] wspomina, iż zależnie od tych warunków poziom witaminy C może wahać się od 6 do 16 mg%. Podobna opinia wynika też z pracy Sułkowskiej-Pazdyk [156], która kształtowanie się poziomu cukrów, kwasowości, pH, ekstraktu i witaminy C, przypisuje właśnie głównie czynnikiem środowiska.

Z badań własnych wynika, że zawartość poszczególnych składników owoców mieściła się na ogół w granicach podanych przez innych autorów [1, 116, 121]. Potwierdziło się też dość duże wahanie w poziomie witaminy C i obniżenie się zawartości suchej masy zaobserwowane w owocach z poletek nawadnianych [116]. Można się spodziewać, iż przy innych sposobach nawadniania różnice byłyby jeszcze wyższe. Wskazują na to badania Rollanda [128], który przy deszczowaniu otrzymał w owocach o 13,04 % niższą zawartość cukrów, niż przy nawadnianiu kroplowym.

Wielu autorów przedstawiając swoje wyniki badań, wskazuje na duży wpływ nawadniania kropłowego na bardziej intensywny rozwój drzew jabłoniowych. Dotyczy to szczególnie zmian w ukształtowaniu się korony, zwiększeniu ilości pędów, ich grubości bądź długości, a także średnic pni [5, 26, 28, 94, 126, 132, 140]. Doświadczenie przeprowadzone w PGR Lubostroń potwierdziło te obserwacje, zanotowano bowiem u wszystkich trzech odmian istotne przyrosty długości i średnic pędów jednorocznych (tab. 21, 25, 29).

Pomimo odkrycia już niektórych czynników, nie poznano jednak jeszcze wszystkich mechanizmów przyczyniających się do tak wyraźnych przyrostów plonów i poprawy jakości płodów, jakie w stosunku do innych metod uzyskuje się dzięki nawadnianiu kropłowemu. Podejmuje się ostatnio coraz szersze badania nad właściwościami fizjologicznymi nawadnianych drzew. Wynikiem tych prac prowadzonych w Kiszyniowie (ZSRR) jest stwierdzenie, iż drzewa jabłoniowe przy zastosowaniu systemu kropłowego prowadzą bardziej intensywną gospodarkę wodną, niż deszczowane. Liście tych roślin zawierały bowiem więcej wody świadczącej o intensywniejszej transpiracji, stwierdzono też zwiększoną lizofilność organów wegetatywnych, co przyczyniało się do ich większego rozrostu i lepszego rozwoju [91].

Doświadczenie w PGR Lubostroń prowadzono przez 5 lat, jedynie śliwy cv. "Ruth Gersteter" nawadniano przez 4 lata. Badania zakończono zatem w 1985 roku z powodu pęknięcia przewodów nawadniających wykonanych z polietylenu produkowanego z krajowych surowców. Zasadniczo już po 4 latach użytkowania większość przewodów nie nadawała się do dalszego stosowania. Stały się bowiem bardzo krucho i łamliwe, wyraźnie obniżyła się też ich wytrzymałość na ciśnienie wody. Podobne zjawisko obserwowano również w ZSRR, co między innymi przyczyniło się do opracowania systemu "Tawrija", polegającego na ułokowaniu przewodów nawadniających pod ziemią z wyprowadzeniem na powierzchnię jedynie emiterów [29, 38, 39, 86].

Produkowane obecnie w Polsce przewody polietylenowe są uszlachetniane specjalnymi dodatkami, dzięki czemu są bardziej odporne na działanie promieni ultrafioletowych. Słowik [146] podaje, iż dla celów nawodnień kropłowych wytwarza się węże typu "drip", wyróżniające się znacznie cieńszą ścianką. Stosowane natomiast w doświadczeniu własnym przewody pochodzące z produkcji wcześniejszej, prawdopodobnie jeszcze bez dodatków uszlachetniających, były słabe i o krótkiej żywotności.

W przypadku śliw cv. "Ruth Gersteter" eksperyment ograniczono do 4 lat, gdyż w 1984 roku, prawdopodobnie na skutek przedawkowania środków ochrony roślin, część drzew uschła dekompletując poletki badawcze.

6. WNIOSKI

Na podstawie doświadczenia przeprowadzonego w warunkach sadu produkcyjnego można wyprowadzić następujące wnioski:

1. Nawadnianie kropłowe zastosowane w sadzie wiśniowym przyczyniło się do istotnego wzrostu plomu owoców, średnio o 2,32 t/ha (tj. o 25,1 %). Był to spowodowany głównie poprzez zwiększenie liczebności owoców na drzewach przeciętnie o 14,8 %, przy jednoczesnym przyroście ich masy o 7,6 % i zmniejszeniu udziału pestki o 6,0 %.

2. Zastosowany zabieg wpłynął na znacznie lepszy wzrost drzew wiśni, czego wyrazem był przyrost długości pędów jednorocznych o 22,9 %, grubości zaś o 12,5 %.

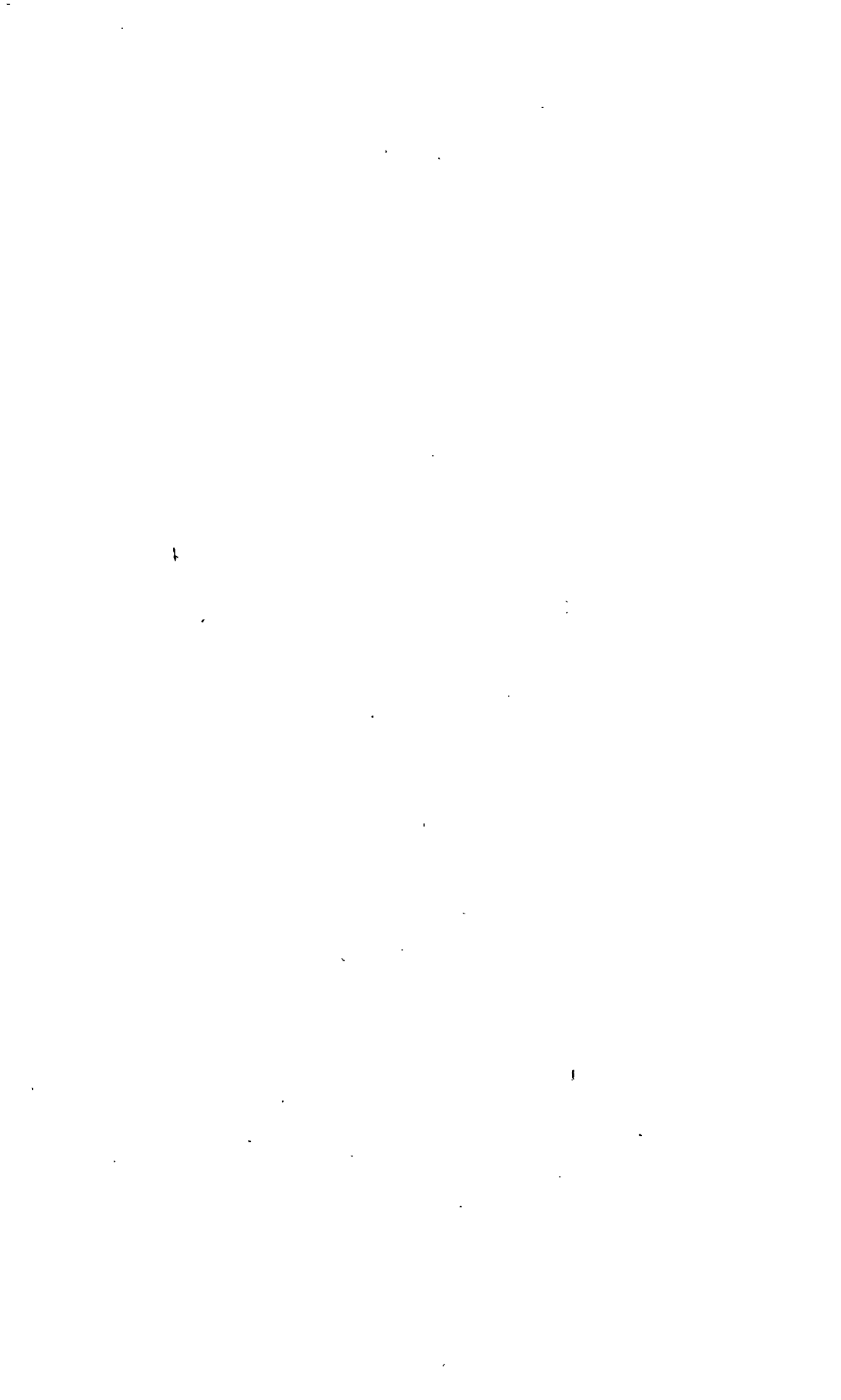
3. Wpływ nawadniania kropłowego na istotną wyżkę plomu śliw odmiany 'Jeruzolimka' (2,64 t/ha - 28,8 %), przejawiał się głównie w przyroście liczebności owoców - o 32,9 %, przy nieznacznym tylko powiększeniu się ich przeciętnej masy - o 3,3 %. Zanotowano również większe przyrosty długości i grubości pędów jednorocznych.

4. Nawadnianie kropłowe śliw odmiany 'Ruth Gersteter' przyczyniło się do istotnego wzrostu plomu średnio o 14,1 %, masy owoców o 10,8 % i ich liczebności o 3,3 %. Wspomniany zabieg wpłynął zdecydowanie na wzrost drzew, spowodował bowiem zwiększone przyrosty pędów (długości o 8,9 %, grubości o 9,9 %).

5. Spośród trzech nawadnianych kropłowo odmian jabłoni, najsłabiej na ten zabieg reagowała 'Melba', dając istotny przyrost plomu jabłek średnio o 3,76 t/ha (tj. 19,1 %), silniej zaś 'McIntosh' - o 4,75 t/ha (22,2 %) i 'Spartan' - o 4,63 t/ha (24,7 %). W przypadku pierwszej odmiany w większym stopniu zwiększyła się masa pojedynczego owocu (o 7,3 %), w mniejszym zaś liczebność (o 5,7 %). W dwu pozostałych odmianach wartości te kształtowały się odpowiednio: 7,2 i 12,7 % oraz 9,3 i 10,4 %.

6. Nawadnianie kropłowe wpłynęło w dość zróżnicowany sposób na poziom niektórych składników owoców. W przypadku cv. 'Melba' przyczyniło się do minimalnego wzrostu zawartości sacharozy, obniżyło zaś poziom cukrów prostych, witaminy C (istotnie) i suchej masy. Owoce odmiany jesiennej 'McIntosh' i zimowej 'Spartan' charakteryzowały się nieco inną zawartością tych składników. Zanotowano bowiem dla odmiany wzrost poziomu cukrów prostych, obniżyła się natomiast zawartość sacharozy (silnie), witaminy C i suchej masy.

7. Największy wpływ na wzrost drzew miało nawadnianie kropłowe w przypadku odmiany 'McIntosh'. Spowodowało ono przyrost długości pędów o 14,9, a grubości o 15,8 %. Słabszą reakcję zanotowano u odmiany 'Melba' - odpowiednio o 7,3 i 11,8 %, oraz u odmiany 'Spartan' - o 9,9 i 10,4 %.



LITERATURA

- [1] Abrosimow W.I., Chackiewicz H.W., 1984: Urożaj i kaczestwo jabłok w przedgornoj zonie Uzbekistana. Sadowodstwo, 2, 17-18
- [2] Assaf P., Levin I., Bravdo B., 1982: Apple fruit growth as a measure of irrigation control. Hort. Science, 17, 1, 59-61
- [3] Atkinson D., 1980: The effect of trickle irrigation on the distribution of root growth and activity in fruit trees. Proceed. of the Symp. on Drip Irrig. in Hortic. with Foreign Experts Particip., Skierniewice, 49-57
- [4] Avraamow G.N. i inni, 1981: Rozpołożenie kapielnic i stwoła pri poliwie sadow. Sad. winogradstwo i winodielie Mołdawii, 6, 44-46
- [5] Balogh J., 1980: Experiences with drip irrigation in Hungary. Proceed. of the Symp. on Drip Irrig. in Hortic. with Foreign Experts Particip., Skierniewice, 151-164
- [6] Bałcatu I.H., 1979: Issliedowanie zakonomiernosti przedwiezienia wody w poczwie pri kapielnom oroszienii sadow w usłowiach Mołdawii. Praca doktorska, Moskwa, MAMI, 1-162
- [7] Becker H., 1985: Technology stretches irrigation water. Agr. Res., 2, 33, 14-15
- [8] Berenstein L., Francois L., 1973: Comparison of drip, furrow and sprinkler irrigation. Soil Science, 115, 1, 73-86
- [9] Bieliajewa T.W., 1975: Sowierszienstwowanie niekotorych sposobow polywa w S Sz A. Kapielnoje oroszenie, Moskwa, 44-62
- [10] Bojarczuk J., Drupka S., 1978: Nowa metoda nawadniania sadow i krzewow jagodowych. Wiad. Mel. i Łak., 8/9, 240
- [11] Bresler E.B., Green R.E., 1987: Transport of a degradable substance and its metabolites under drip irrigation. Agr. Water Manag., 12, 3, 195-206
- [12] Bronowickij W.E. i inni, 1982: Prieduprieżdzenie biozarastania kapielnych wypuskow. Gidrot. i Miel., 2, 48-49
- [13] Bucks D., 1980: Injection of fertilizer and other chemicals for drip irrigation. The Irrigation Association, Annual Technical Conference, Houston, Texas, 166-180
- [14] Bucks D.A., Nakayama F., Gilbert R., 1979: Trickle irrigation water quality and preventive maintenance. Agr. Water Manag., 2, 2, 149-162
- [15] Bucks D.A., Erie L., French O., Nakayama F., Paw W., 1981: Subsurface trickle irrigation management with multiple cropping. Trans. ASAE, St. Joseph, Mich. 24, 6, 1482-1492.

- [16] Bucks D.A., Nakayama F., Warrick A., 1982-83: Principles, practices and potentialities of trickle (drip) irrigation. *Advances in Irrigation*, 1, 219-298
- [17] Burt C.M., Haah C., 1985: Sulfur dioxide (SO₂) injection for drip irrigation. *Drip/trickle irrigation in action*. St. Joseph, Mich., 2, 712-717
- [18] Catzeffis J., 1976: Les tensiometres comme indicateurs du moment L'arrosage. *Rev. Suisse Vitic. Arbotic.*, 8, 6, 238-240
- [19] Chase R.G., 1985: Subsurface trickle irrigation in a continuous cropping system. *Drip/trickle irrigation in action*. St. Joseph, Mich., 2, 909-914
- [20] Coelho M., Cordeiro G., 1980: Comparação dos métodos de irrigação por sulco e gotejamento em maracuja no vale do S. Francisco. V Congresso Nacional., 2, 329-341
- [21] Cook C., 1976: Four times the strawberries with drip irrigation. *Irrigat. Age*, 10, 6, 60
- [22] Czerniak T., 1980: Wpływ nawadniania na plonowanie wiśni odmiany North Star w warunkach różnych systemów uprawy. Co nowego w sadownictwie, *Biul. Inform. C*, 2-3
- [23] Czerniak T., Słowik K., Piątkowski M., 1984: Wpływ nawadniania kropelkowego i deszczowania na wzrost i owocowanie wiśni w trzech systemach pielęgnowania gleby. *Kraj. Konf. Nauk.-Tech., PAN i SGGW-AR Warszawa*, 171-180
- [24] Daniell J., 1982: Effect of trickle irrigation on the growth and yield of 'Loring' peach trees. *J. Hortic. Sci.*, 57, 4, 393-394
- [25] Decroix M., 1983: L'irrigation aux USA les défis des Années 80. *Etudes CENAGREF*, 503, 61
- [26] Delver P., 1982: Drip irrigation and root development in humid climate and problem of irregular dripping. *Instituut voor bodemruuchtbaarheid Naven-Gr.*, 89-101
- [27] Delver P., 1983: Druppelbevloeiing met zouthoudend water voorpas geplante bomen. *Fruittelt*, 73, 16, 396-398
- [28] Delver P., 1983: Druppelbevloeiing in de fruittelt. *Fruittelt*, 73, 17, 1221-1223
- [29] Dienisow W.A., Kalienikow A.T., 1982: Simpozjum po kapielnemu oroznieniu. *Gidrot. i Miel.*, 2, 86-87
- [30] Drip irrigation. *World Crops*, 1982, 34, 2, 52, 63, 64, 66
- [31] Drupka S., 1986: Stan i perspektywy nawodnień podkoronowych. *Mat. Konf. „Stan i perspektywy rozwoju nawodnień w ogrodnictwie”*, Warszawa, 1-12
- [32] Drupka S., 1980: Deszczownie i deszczowanie. *PWRiL, Warszawa*

- [33] Drupka S., 1986: Nawodnienia kroplowe. W: Podstawy melioracji rolnych. PWRiL, Warszawa, 584-616
- [34] Druppelbevloeiing bij tomaten in de vollegrond, 1983, Mededelingen, 37, 11, 124-126
- [35] Dziezyc J., 1974: Nawadnianie roślin. PWRiL, Warszawa
- [36] Elfving D., 1982: Crop response to trickle irrigation. Hortic. Revs. Westport, Conn., 4, 1-48
- [37] Feyen J., 1977: Wat gat de druppelbevloeiing in de fruittelt het worbijze groeseizoen. Belg. Fruitrev., 29, 3, 65-67
- [38] Fiedoriec A.A., 1981: Effiektiwnost sistiem kapielnogo oroszienia. Sielskoje chozjajstwo Mołdawii, 12, 30-31
- [39] Fiedoriec A.A., 1981: Nadieźnost sistiem kapielnogo oroszienia. Gidrot. i Miel., 10, 42-43
- [40] Ford H.W., 1977: The importance of water quality in drip/trickle irrigation systems. Proc. Int. Citriculture, 1, 84-87
- [41] Ford H.W., 1979: Characteristics of slime and ochre in drainage and irrigation systems. Trans. ASAE, St. Joseph, Mich., 22, 5, 1093-1096
- [42] Funt R., et al., 1980: Economic comparison of trickle and sprinkler irrigation of six fruit crops in Maryland, 1978. Maryland Agricultural Experiment Station, 950, 1-16
- [43] Gamble S., 1977: Trickle irrigation in the Great Lakes region. Int. Agric. Plastic Congress., 208-210
- [44] Gardner D., 1982: Cotton grower seeks six bale yields with drip irrigation. Irrigat. Age, 16, 8, 50-52
- [45] Gardner D., 1983: Computer age reads California vineyards. Irrigat. Age, 17, 2, 26T-26U, 26X, 33
- [46] Gautier M., 1983: L'irrigation des vergers. Arboriculture frutiere, 30, 352, 32-37
- [47] Geiger F., 1975: Neue Systeme der Bewasserung. Praktische Landtechnik, 28, 4, 3-5
- [48] Gilbert R.G., Nakayama F.S., Bucks D.A., 1979: Trickle irrigation: Prevention of clogging. Trans. ASAE, St. Joseph, Mich., 22, 3, 514-519
- [49] Gocziew D., 1985: Kapkowoto napojawane w supierintienziwni owoszczni nasazdzenia. Mechanizacja na sielskoto stopanstwo, 35, 2, 17-18
- [50] Goldberg S., 1980: The latest development in drip cultivation practices. Proceed. of the Symp. on Drip Irrigat. in Hortic. with Foreign Experts Particip., Skierniewice, 13-18
- [51] Goode J.E., Higgs K.H., Hyrycz K.J., 1978: Trickle irrigation of apple trees and the effects of liquid feeding with NO_3 and K^+ compared with normal manuring. J. Hortic. Sci., 53, 307-316

- [52] Goodrich L., 1986: Drip irrigation for windbreaks in eastern Colorado. Great Plains Agr. Council Publ., 117, 145-146
- [53] Goriunow N.S., Biezdolnyj N.I., 1981: Ocienka technicznych swiadczeń poliwa dla owocowych i jagodnych kultur. W książce: Technologia oroszenia intensywnych sadów. Mieczurinsk, wyp. 23, 98-102
- [54] Grabarczyk S., 1977: Nowy przewód i dozator do nawadniania kropłowego. Zesz. Nauk. ATR 49, Rolnictwo 4, 13-19
- [55] Grabarczyk S., 1986: Przyrodnicze i techniczne przesłanki nawodnień ogrodniczych w Polsce. Mat. Konf. „Stan i perspektywy rozwoju nawodnień w ogrodnictwie”, Warszawa, 13-25
- [56] Grabarczyk S., Rzekanowski C., 1976: Wstępne wyniki prac nad konstrukcją i zastosowaniem w szklarni urządzenia do nawadniania kropłowego. Zesz. Nauk. ATR 30, Rolnictwo 2, 141-151
- [57] Grabarczyk S., Rzekanowski C., 1984: Przyrodnicze i techniczne przesłanki zastosowania nawodnienia kropłowego w Polsce. Kraj. Konf. Nauk.-Tech., PAN i SGGW-AR Warszawa, 21-29
- [58] Grigorow B.A., Cziebotariw A.W., Grigorowa I.B., 1986: Wlijanie kapielnego oroszenia intensywnych sadów na wzrost i produktywność jabłoniowego sadu. Konf. „Racjonalne ispolzowanie orositielnych ziemiel i programirowanie urożajew”, 37-77
- [59] Gustafson C.D., 1973: A report from California. Drip irrigation: how to fight salinity. The Citrus and Subtropical Fruit Journal, 471, 9
- [60] Gustafson C.D., 1980: History and present trends of drip irrigation. Proceed. of the Symp. on Drip Irrigat. in Hortic. with Foreign Experts Particip., Skierniewice, 25-35
- [61] Haman D.Z., Smajstrla G.A., Zazueta F., 1986: Water quality problems for micro-irrigation in Florida. Inter. Round-Table Conf. Micro-irrigation, Budapest, I, 43-47
- [62] Harrison D., Zazueta F., 1984: An economic analysis of irrigation systems for production of citrus in Florida. The Citrus Industry, 65, 1, 5-17
- [63] Hassan F.A., 1985: Drip irrigation and crop production in arid regions. Drip/trickle irrigation in action. St. Joseph, Mich., 1, 150-155
- [64] Hołubowicz T., 1987: Sadownictwo w Wielkopolsce. PWRiL, Warszawa
- [65] Horansky Z., Riday I., 1982: Opyt kapielnego oroszenia i wozmozności jego rozszierzenia. Międzynarodnyj S-Ch Żurnał, 1, 82-86
- [66] Horansky Z., 1986: Development, fields of application and practice of subsurface irrigation in Hungary. Inter. Round-Table Conf. on Microirrigation, Budapest, III, 5-10

- [67] Howell T., Bucks D.A., Chesness J.L., 1981: Advances in trickle irrigation, challenges of the 80's. The proceedings of the 2nd Nat. irrigation symp., October 20-23, 1980, Univ. of Nebraska, Lincoln, St. Joseph, Mich., 69-94
- [68] Howell T., Phene C., Sanders D., 1981: A new concept for trickle irrigation of row crops. Irrigat. Farmer, 8, 3, 4-5
- [69] Huete S., Lesslen B., Stevens C., 1982: The economics of alternative irrigation systems used in row crop production on the Eastern Shore of Maryland. Maryland Agricultural Experiment Station, 977, 46
- [70] Huguet J., Fourcade P., 1980: Apple tree root distribution in relation to the position of drip irrigation nozzles. Symp. Drip Irrig. Hortic. with Foreign Experts Particip., 59-67
- [71] Hunter C., Mitchell P., 1979: Trickle irrigation for row crops using Agro-Drip. Irrigat. Farmer, 6, 2, 19
- [72] Ibanez Vilar R., 1979: Riego localizado principios básicos. Levante Agrícola, 18, 211, 9-21
- [73] Igle V., Brodovsky J., 1983: LERA irrigation system evaluation. Trans. ASAE, 3, 3, 776-781
- [74] Ingram J., 1976: Trickle irrigation of fruit crops. Hortic. Ind., 245-250
- [75] Ingvarsson A., 1975: Droppbevattning - metod även för bevattning av frukt och bär. SYR Inform. Fruktodlaven, 17, 3, 3-8
- [76] Ionova Z.M., 1986: Kapielnoje orozhienie mnogolietnich nasaidienij. Sadovodstvo, 4, 28-29
- [77] Irrigator devise own test to evaluate drip potential, 1983. Irrigat. Age, 17, 8, 24R-S-T
- [78] James L., 1982: Sediment deposition patterns in multiple outlet piping systems. The Irrigation Associations: Annual Technical Conference. Portland, Oregon, 85-96
- [79] Jasonidi O.E., 1984: Projektowanie sistiem kapielnogo orozhienia. Nowoczierkask, NIMI
- [80] Jasonidi O.E., Kalinin W., Briedichin N., 1979: Dolgoviecznost i nadieznost raboty sistiem kapielnogo orozhienia. Sb. statiej NIMI, 19, 1, 105-109
- [81] Jastrieb G.W., 1985: Kapielnoje orozhienie ozierieszni. Sadovodstvo, 4, 13-15
- [82] Jeznach J., Pierzgaliski E., 1984: Eksploatacja systemu nawodnien kroplowych na obiekcie Przyborowice. Kraj. Konf. Nauk.-Techn., PAN i SOGW-AR Warszawa, 139-152
- [83] Johanson C., 1978: Some water quality problems faced by horticulturists. Comb. Proc., Internot. Plant Propagators Soc., Milltown, 27, 202-206

- [84] Jurriens M., Bos M., 1980: Developments in planning of irrigation projects. Intern. Inst. Land Reclamat. Improvement Land Reclamat. Water Manag. ILRI publ., 27, 99-112
- [85] Keller I., Hanks R., 1972: What about drip irrigation. Idaho Farmer, Stockman, 90, 6, 34-38
- [86] Kiczigin W. i inni, 1983: Dlia sistiem kapielnogo oroszienia. Siel-skoje chozjajstwo Mołdawii, 3, 30-36
- [87] Kielak Z., 1986: Wpływ nawadniania na wzrost i plonowanie wiśni. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 268, 612-616
- [88] Kongarud K., 1978: Vatningsforsøk med jordbaer. Forskn. Forsøk Landbr., 29, 30, 301-312
- [89] Koźmiński C., 1986: Przestrzenny i czasowy rozkład okresów bezopadowych trwających ponad 15 dni na terenie Polski. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 268, 17-36
- [90] Kułow K.M., 1986: Effiektivnost kapielnogo oroszienia. Frunze, Kyrgyzstan
- [91] Kusznirienko M.D. i inni, 1983: Fizjologizieskije osobiennosti jabłoni pri kapielnom orozhienii. Fizjologia i biochimia kulturnych rastienii, 15, 383-388
- [92] Lovelidge B., 1973: Advantages of high pressure for trickle irrigation demonstrated at Mounts-Grover. 80, 16, 792-794
- [93] Megale P., 1982: L'uniformita di erogazione nell'irrigazione localizzata. Irrigazione, 29, 3, 31-39
- [94] Middleton J.E., Proebsting E.L., Roberts S., 1979: Apple orchard irrigation by trickle irrigation and sprinkler. Trans. ASAE, St. Joseph, Mich., 22, 3, 582-584
- [95] Mitchell W., Tilmon H., 1982: Underground trickle irrigation. Crops and Soils, 34, 5, 9-13
- [96] Montesinos M.G., 1987: Abonos fosfatados y patásicos para fertirrigación por goteo. Fertilización, 100, 39-46
- [97] Morozowa W., Zamberg J., Bierżand W., 1980: Ekonomizieskaja effiektivnost i perspektivy primienienia polimiernych materiałow w stroitelstwie sistiem kapielnogo oroszienia. Polimiery i miellioracja w wodnom chozjajstwie. Jelgawa, 71-74
- [98] Moser E., 1981: Tropf- und Mikrojetsbewässerungssysteme, energie- und wassersparende Bewässerungsverfahren für Intensivkulturen Agrarspektrum Schriftenreihe des Dachverbandes, Bd. 1, 132-151
- [99] Nakayama F., 1982: Water analysis and treatment technique to control emitter plugging. Irrigation Associations: Annual Technical Conference. Portland, Oregon, 97-112

- [100] Nakayama F., Bucks D., 1981: Emitter clogging effects on trickle irrigation uniformity. *Trans. ASAE*, 24, 1, 77-80
- [101] Nałojczienko A.O., Kułow K.M., Atakanow A.Ż., 1985: Kapielnoje orozhienie i urożaj. *Woprosy tiechnologii i awtomatyzacji wodorozpriedielienia i poliwa*, 17-23
- [102] Natali S., Xiloyannis C., 1979: Confronto fratre metodi di irrigazione sul pesco. *Risultati di quattro anni di prova. Frutticoltura*, 41, 9, 21-24
- [103] Nawadnianie kropelkowe roślin sadowniczych, 1979: *Prace Inst. Sad., Biul. Inf. ser. C*, 1, 65, Skierniewice, 1-46
- [104] Niestierowa G.S., Zonn I.S., Wejzman E.A., 1973: Kapielnoje orozhienie. *CENTI*, Moskwa
- [105] Newgreen P., 1976: Trickle irrigation design. *Irrigation Farmer*, 3, 2, 2-3
- [106] Norman B., 1976: Trickle irrigation or no, Cox on M9 cracked disappointingly. *Grover*, 86, 17, 825-826
- [107] Norum E.M., Zoldoske D.F., 1985: Adapting irrigation system S to solar based (PV) water supplies. *Drip/trickle irrigation in action. St. Joseph, Mich.*, 1, 459-464
- [108] Nowikowa A.W., 1987: Kapielnoje orozhienie sadow w Uzbekistanie. *Taszkient*
- [109] Novotny M., 1984: Příprava a prevádzka kvapkovej zavlahy. *Ustav vedeckotechn. inform. prozemedelstvi Metodiky prozavod*, 6, 40-59
- [110] Nye R., 1984: Drip irrigation on crops in the midwest and eastern U.S. *Irrigation Association*, 182-185
- [111] Oleksicz W.N., Skripninskaja L.W., 1981: Opriedielienie summarnego wodopotrieblenia i wielicziny orositielnych norm intiensivnych sadow i winogradnikow na tierritorii Mołdawskiej SSR pri kapielnom orozhienii. *W: Riegunirowanie ispolzowania wody w narodnom chozjajstwie. Moskwa*, 44-54
- [112] Oriol I.P., Siemasz D.N., 1981: Sistiema kapielnogo orozhienia intiensivnych sadow i winogradnikow w Ukrainskoj SSR. *W: Oroszenie w gornych usłowiach. Moskwa*, 94-99
- [113] Oriol P., Romaszczienko M.I., 1981: Sistiema kapielnogo orozhienia „Tawrija”. *Gidrot. i Miel.*, 4, 48-57
- [114] Oron G., DeMalach J., Bearman J.E., 1986: Trickle irrigation of wheat applying renovated wastewater. *Water Resources Bul.*, 22, 3, 439-446
- [115] Oron G., DeMalach Y., 1987: Response of cotton to treated domestic wastewater applied through trickle irrigation. *Irrigat. Sci.*, 8, 4, 291-300

- [116] Pacholak E., 1984: Eksploatacja systemów nawodnień kropłowych i deszczownianych a efekty produkcyjne w sadzie jabłoniowym. Kraj. Konf. Nauk.-Techn., PAN i SOGW-AR, Warszawa, 171-180
- [117] Pacholak E., 1986: Efekty produkcyjne nawodnień kropłowych i deszczownianych w sadownictwie. Mat. Konf. „Stan i perspektywy rozwoju nawodnień w sadownictwie”, Warszawa, 35-43
- [118] Pacholak E., 1986: Wpływ nawożenia i nawadniania na wzrost i plonowanie jabłoni odmiany James Grieve. Roczn. AR w Poznaniu, 160, 1-79
- [119] Panasienko I.N., 1982: Riezin kapielnogo oroszienia mołodych nasazdienij gruszi. Sadow., winogradstvo i winodielie Mołdawii, 1, 20-23
- [120] Phene C.J., Fouss J.L., Sanders D.C., 1979: Water-nutrient-herbicide management of potatoes with trickle irrigation. Am. Potato J., 56, 51-59
- [121] Pieniątek S., 1981: Sadownictwo. PWN, Warszawa
- [122] Pierzgałski E., 1984: Rozwój nawodnień wgłębnych. Kraj. Konf. Nauk.-Techn., PAN i SOGW-AR, Warszawa, 201-216
- [123] Pierzgałski E., 1986: Możliwości zastosowania nawodnień wgłębnych w ogrodnictwie. Mat. Konf. „Stan i perspektywy rozwoju nawodnień w ogrodnictwie”, Warszawa, 44-54
- [124] Piłgar M., Biejkał Z., 1981: Kapielnoje oroszenie i urożajnost płodowych kultur. Sielskoje chozjajstvo Mołdawii, 5, 38-39
- [125] Pocini L., 1983: Distribuzione dell'acqua e dell fertilizzanti nell'irrigazione lokalizzata a goccia. Irrigazione, 30, 1, 27-29
- [126] Proebsting L., Peretz J., 1982: Plant response to methods of irrigation. The Irrigation Association: Annual Technical Conference, Portland, Oregon, 155-161
- [127] Rekomendacji po projektowaniu i eksploatacji sistem kapielnogo oroszienia na gornych sklonach. 1987, Kiew
- [128] Rolland L., 1973: An examination of trickle irrigation techniques including their application with water of different qualities. Irrigation and Drainage Paper, FAO, Rome
- [129] Rosseger S., Dambroth M., Siegert E., Sorgel F.P., 1976: Verfahren in der Tropfbewässerung. Ergebnisse über den Einsatz der Tropfbewässerung in Reihenkulturen. Zeitschr. für Bewässerungswirtschaft, 1, 13-44
- [130] Ruen J., 1981: Drip irrigation: costs and returns run high. The Farmer, 99, 2, 51-52
- [131] Rukawodstvo po projektowaniu, stroitelstvu i eksploatacji sistem kapielnogo oroszienia. 1981, Moskwa, Minist. Miel. i Wodn. Choz. SSSR, 3-177

- [132] Rüger H., 1981: Vorteile durch Tropfenbewässerung im Obstbau. Rhein. Mschr. Gemüse Obst Schnittblumen, 69, 5, 210-212
- [133] Rüger H., 1982: Neue Erkenntnisse der Bewässerung im Obstbau. Rhein. Mschr. Gemüse Obst Zierpflanzen, 70, 5, 228-230
- [134] Rzekanowski C., 1978: Nawadnianie deszczowniane i kropelowe a możliwość występowania chorób roślin. I Kraj. Symp. nt. „Nawadnianie kropelkowe”, Skierniewice, 24-26
- [135] Rzekanowski C., 1979: Ocena przydatności trzech typów kropelniczy do nawadniania kropelowego. Zesz. Nauk. ATR 76, Rolnictwo 8, 135-159
- [136] Rzekanowski C., 1979: Wpływ nawadniania deszczownianego i kropelowego na uszkodzenia oraz porażenie przez choroby owoców i liści pomidorów uprawianych w gruncie i pod folią. Zesz. Nauk. ATR 76, Rolnictwo 8, 161-180
- [137] Rzekanowski C., 1986: Findings of Research on the Use of Drip Irrigation in an Orchard. Inter. Round-Table Conf. on Microirrigation, Budapest (Hungary), I, 101-105
- [138] Quast P., 1981: Über die Bestimmung des Beregnungs - bzw. Bewässerungszeitpunktes von Obstanlagen mit Hilfe von Tensiometern. Erwerbsobstbau, 23, 6, 136-141
- [139] Sagontas J.E., Di Paola J.C., 1985: Drip irrigation of maize. Drip/trickle irrigation in action. St. Joseph, Mich., 2, 575-578
- [140] Sammis T.W., 1980: Comparison of sprinkler, trickle, subsurface and furrow irrigation methods for row crops. Agron. Jour., 5, 701-704
- [141] Sharko A.M., Michalev N.B., Vestendorff K., Nessler U., Nolting R., 1986: Techniques of impuls-localized irrigation. Inter. Round-Table Conf. of Microirrigation, Budapest (Hungary), II, 99-103
- [142] Skripninskaja L.W., Biejkal M.N., 1981: Wlijanie rieżima oroszenia i tiechniki poliwa na produktiwnost jabłoni (tipa spur) w usłowiah Moldawii. W: Tiechnologia oroszenia intiensiwnych sadow. Miczurinsk, 33, 15-20
- [143] Słowik K., 1973: Wpływ nawadniania i nawożenia na wzrost i owocowanie roślin sadowniczych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 140, 59-59
- [144] Słowik K., 1973: Deszczowanie roślin sadowniczych. PWRiL, Warszawa
- [145] Słowik K., 1980: Polish experience with application of drip irrigation system. Proceed. of the Symp. on Drip Irrigat. in Hortic. with Foreign Experts Particip., Skierniewice, 15-24
- [146] Słowik K., 1986: Tendencje i kierunki mininawodnień roślin sadowniczych w świecie i Polsce. Mat. Konf. „Stan i perspektywy rozwoju nawodnień w ogrodnictwie”, Warszawa, 55-65
- [147] Słowik K., Kielak Z., 1979: Nawadnianie kropelkowe. Post. Nauk Roln., 2, 29-48

- [148] Słowik K., Kielak Z., 1979: Sposoby określania potrzeb nawadniania roślin sadowniczych. Biul. Inform. Inst. Sadown., Skierniewice, C, 1, 10-15
- [149] Słowik K., Kielak Z., Czerniak T., 1981: Nawadnianie kropelkowe upraw sadowniczych. Prace Inst. Sad. i Kwiac., materiały szkoleniowe, Skierniewice, F, 2-3
- [150] Somorowski C., Pierzgański E., Jeznach J., 1984: Problematyka rozwoju nawodnień kropelowych. Kraj. Konf. Nauk.-Techn., PAN i SGGW-AR, Warszawa, 13-19
- [151] Soper S.J., 1985: Developing a hillside irrigation system. Drip/trickle irrigation in action. St. Joseph, Mich., 1, 416-420
- [152] Sourell H., Brama A., Schön H., 1981: Tropfbewässerung in landwirtschaftlichen Reihenkulturen. Landtechnik, Bd 36, 10, 461-464
- [153] Sörgel F.P., 1979: Die Tropfbewässerung - ein Verfahren zur Lösung vielfältiger Bewässerungsprobleme. Wasserwirtschaft, Bd 69, 10, 307-311
- [154] Stackhouse J., 1987: Solar powered irrigation. Austral Hortico., 85, 10, 47-49
- [155] Sturm A., 1987: Stenerungs-Systeme für Tropfbewässerungs-Anlagen. Dt. Baumschule, 39, 7, 322-323
- [156] Sułkowska-Pazdyk M., 1978: Porównanie zdolności przechowalniczej i zawartości niektórych składników jabłek w zależności od stopnia ich nasłonecznienia. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Ogrodnictwo 6, 140, 75-87, cz. II, 89-102
- [157] Talburt W.F., Smith O., 1975: Potato processing. The Avi Publishing Company, Westport, Connecticut
- [158] Travelling trickle for row crops near. Irrigat. Age, 1980, 15, 2, 13
- [159] Ugrumow A.W., Nosienko W.F., Landies G.A., 1983: Tendencji rozwoju mechanizacji i techniki poliwu w 80-e goły. Gidrot. i Miel., 3, 40-44
- [160] Wang Qinqhua, 1986: Chinese engineers make drip irrigation more affordable. Agrobusiness worldwide, 31
- [161] Wasiliew W., Uzunow N., 1980: Wlijanie na czestotata na poliwkite pri kapkowato napojwanie wrchu dobowite na sredno ranii domati of serto ogosta, otglezdani na otkrito. Naucz. Trud. Wissz. Selskostop. Inst. „W. Kolarow“, Płowdiw, 25, 1, 143-147
- [162] Wasiliew W., Uzunow N., Dułow S., 1980: Kapkowo napojawanie. Sofia, NRB, 59
- [163] Wasser nur noch Tröpfchenweise, 1983: Traktor Aktuell. 2, 11-12

- [164] Willoughby P., Cockroft B., 1974: Changes in Root patterns of peach trees under trickle irrigation. Second Internat. Drip Irrigat. Congress 74, San Diego, California, 439-442
- [165] Wadianickij W.I., Bykow M.D., Kazanciewa L.N., 1980: Wlijanie sposoba poliwa na urožajnost i ekonomiozieskoju effiektivnost jabloniewogo sada. Sadov., winogradstwo i winodielie Moldawii, 6, 22-25
- [166] Wolff P., 1982: Zwei Jahrzehnte Tropfwässerung. Versuch einer Zwischenbilanz. Z. Bewässerungswirtsch., 17, 1, 3-16
- [167] Wolff P., 1985: Drip/trickle irrigation research in the Federal Republic of Germany. Drip/trickle irrigation in action. St. Joseph, Mich., 1, 159-165
- [168] Vlasková J., Šmatlák J., 1983: Bodová závlaha speciálních plodin. Vodni Hospodářství, 33, 1, 13-17

**THE INFLUENCE OF SPRAY IRRIGATION ON THE YIELDS
OF THE MOST IMPORTANT VARIETIES OF FRUIT TREES
IN THE PRODUCTION ORCHARD CONDITIONS**

Summary

The experiment was held in 1981 to 1985 in an orchard of the surface of 130 ha which was founded in 1976 and belongs to the State Farm Lubostroń in Bydgoszcz province. The following fruit trees were irrigated with the spray irrigation method: tart cherry 'Łutówka' variety planted in 5x3,5 m spacing (571 trees/ha), two varieties of plum trees - 'Jeruzolimka' and 'Ruth Gersteter' planted in 4x6 m (415 trees/ha) and three varieties of apple trees - 'Melba', 'McIntosh' and 'Spartan' planted 4x2,5 m spacing (1000 trees/ha). The orchard was cultivated on the soil of clay sand on light or mean clay belonging to the IIIa (plum trees) or IVa (apple and tart cherry trees) bonit class.

The drip irrigation equipment was constructed by own means basing on SK-1 emitters and a pipe with microfissures. Irrigation steering was performed with tensiometers taking under consideration current meteorological conditions. Irrigation was usually started in the first half of may. The interirrigation breaks lasted two to three days. In the Yield experiment the influence of irrigation on threes bearing, on a single fruit weight, number of fruit, on length and girth gain of year shoots and, in the case of apple trees, on the content of sugars, vitamin C and dry matter were examined.

Under the influence of spray irrigation the mean five year gain for the tart cherry 'Łutówka' variety was 2,32 t/ha (25,1 %), for the plum of 'Jeruzolimka' variety it was 2,64 t/ha (28,8 %) and for 'Ruth Gersteter' 1,0 t/ha (14,4 %). From among three varieties of apple trees, summer 'Melba' showed the weakest reaction giving the mean apple yield gain of 3,76 t/ha (19,1 %). Stronger reaction presented autumn 'McIntosh' - 4,75 t/ha (22,2 %) and winter 'Spartan' - 4,64 t/ha (24,7 %).

Apart from the actual gain of fruit yield, the trees mentioned above reacted with more intensive crown growth which was proved by the increased shoots growth. In the case of cherries, the mean growth of shoots length on the fields irrigated with the spray irrigation method was 22,9 % and the growth of girth was 12,5 % more intensive than it happened with the control cherries. Both plum trees varieties had similar growth gains - the mean length increased by 8,2 % and the girth by 9,7 %. The mean gains for three apple trees varieties appeared to increase by 12,4 % and 15,2 %.

Examining of the content of sugars, vitamin C and dry matter proved that three elements changed to a small degree. Spray irrigation caused a little growth of saccharose content in 'Melba' variety and it lowered the level of monosaccharides, vitamin C (significantly) and of dry matter. In the case of both other varieties, the irrigation increased the content of monosaccharides and lowered the level of saccharose (significantly), vitamin C and dry matter.

ВЛИЯНИЕ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ
ВАЖНЕЙШИХ ВИДОВ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ В УСЛОВИЯХ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО САДА

Резюме

Опыты проводились в гг. 1981 -- 1985 в 130 гектаровом саду, засаженном в 1976 году, принадлежащем совхозу Любострель в быдгощской области. Капельным методом орошали вишни сорта Лютувка, посаженные в расстоянии 5x3,5 м /571 дерево на гектар/, два сорта слив Йерозолимка и Рут Герстетер в расстоянии 6x4 м /415 деревьев на гектар/ и 3 сорта яблонь: Мельба, Макинтош и Спартан в расстоянии 4x2,5 м /1000 деревьев на гектар/. Сад посажено на светло-серой почве, образованной из глинистого песка на легкой глине при средней, принадлежащей к IIIa /сливы/ или IУa /яблоня и вишня/ бонитационному классу.

Установка для капельного орошения была построена собственным производством, опираясь на капельницы СК-1 и трубопровод с микроцелями. Управление орошением проводилось при помощи тензометров с учетом актуальных метеорологических условий. Орошение начиналось чаще всего в первой половине мая, применяя междуросаемые перерывы от 2 до 3 дней. В полевом опыте было исследовано влияние орошения на урожайность деревьев, масса одиночного плода, их количество, приросты длины и толщины одногодичных побегов, а в отношении яблонь -- содержание сахара, витамина С и сухой массы.

Под влиянием капельного орошения средний прирост урожая пятигодичных исследований дал:

- вишни сорта Лютувка 2,32 т/га, т.е. 25,1%,
- сливы сорта Йерозолимка 2,64 т/га, т.е. 28,8%
- и Рут Герстетер 1,0 т/га, т.е. 14,1%.

Из трех сортов яблонь слабее всех сортов среагировала летняя Мельба, дав прирост урожая яблок в среднем 3,76 т/га, т.е. 19,1%, сильнее всех осенняя Макинтош -- 4,75 т/га, т.е. 22,2% и зимняя Спартан -- 4,64, т.е. 24,7%.

Кроме существенного прироста урожая фруктов вышеуказанные деревья среагировали также более интенсивным разрастанием кроны дерева. Доводом этому послужили приросты побегов.

У вишни средний прирост их длины на участках орошаемых капельным способом был на 22,9% выше, чем на контрольном участке, а толщина на 12,5%. У обоих сортов слив прирост был похож: длина увеличилась в среднем на 8,2%, толщина на 9,7%. Вышеупомянутые приросты трех сортов яблонь оказались выше в среднем на 12,4% и 15,2%.

Исследования плодов яблонь насчет содержания сахара, витамина С и сухой массы показали, что эти компоненты изменились в небольшой степени. Капельное орошение способствовало в плодах сорта Мельба небольшому увеличению содержания сахарозы, но уменьшило уровень монозы, витамина С /существенно/ и сухой массы. По отношению к обоим остальным сортам увеличилось содержание монозы и уменьшилось сахарозы /существенно/, витамина С и сухой массы.



Biblioteka Główna ATR
w Bydgoszczy.

74152

ISSN 0209-0597