

ZOFIA ZYDLIK, EUGENIUSZ PACHOLAK

WPLYW FERTYGACJI NA PLONOWANIE DRZEW I ZDOLNOŚĆ PRZECHOWALNICZĄ JABŁEK ODMIANY ŠAMPION

WSTĘP

Na jakość owoców wpływ mają zarówno warunki klimatyczne, jak i agrotechniczne, z których największe znaczenie ma nawadnianie i nawożenie. Jabłoń jest gatunkiem charakteryzującym się dużymi wymaganiami wodnymi (PACHOLAK 1986), zwłaszcza jeśli uprawiana jest na podkładkach karłowych (MIKA 1994). Nawadnianie poprawia wartość handlową owoców (PACHOLAK 1986), podnosi masę owoców, lecz obniża zawartość ekstraktu i jędrność owoców (PACHOLAK 1990).

Wysoka jakość owoców to dopiero połowa sukcesu. W ogólnej strukturze produkcji przeważają jabłka odmian późnojesiennych i zimowych, osiągające dojrzałość konsumpcyjną po kilku lub kilkunastu tygodniach po zbiorze. Dlatego powinniśmy zadbać o stworzenie optymalnych warunków ich przechowywania i poprawę zdolności przechowalniczej owoców.

Zdolność przechowalnicza owoców zależy od kilku czynników. Do najważniejszych zaliczamy: odpowiedni termin zbioru (SKRZYŃSKI 1997) oraz odpowiednie zaopatrzenie owoców w wapń, który wpływa na długość okresu przechowywania (LANGE 1991; TOMALA 1996). Również nadmiar azotu w owocach może powodować wzrost występowania chorób fizjologicznych w okresie ich przechowywania, co podkreślają m.in. FAUST, SHEAR (1968).

Ostatnio do nasadzeń towarowych polecana jest odmiana Šampion, która charakteryzuje się wysoką jakością owoców i corocznym plonowaniem (MAKOSZ 1997). Jednakże odmiana ta bardziej niż inne reaguje zarówno na nadmiar, jak i niedobór składników pokarmowych w glebie (PACHOLAK 1997; SKRZYŃSKI 1997).

Jednym ze sposobów oszczędnego gospodarowania wodą jest stosowanie nawadniania kropłowego (PACHOLAK 1992; HAWELKE 1992; TREDER 1996). Dodatkową zaletą tego sposobu jest możliwość wykorzystania sieci nawadniającej do stosowania nawożenia zwanego fertygacją (TREDER 1996). Zabieg ten jest z dużym powodzeniem stosowany w uprawach pod osłonami. Natomiast w sadach wpro-

wadzany jest z dużą ostrożnością, głównie ze względu na trudności z określeniem odpowiednich dawek i terminów nawożenia. Brak również jednoznacznych danych dotyczących wpływu tego zabiegu na jakość owoców po zbiorze, jak też po okresie przechowywania.

Celem badań była ocena wpływu fertygacji na plonowanie i zdolność przechowalniczą owoców odmiany Šampion.

MATERIAL I METODY

Obserwacje przeprowadzono w latach 1994–1996 w sadzie jabłoniowym założonym jesienią 1990 roku na terenie Rolniczo-Sadowniczego Gospodarstwa Doświadczalnego w Przybrodzie koło Poznania.

Badaniami objęto drzewa odmiany Šampion, zaokulizowane na podkładce M 26. Wysadzono je na glebie płowej właściwej, wytworzonej z glin lekkich zwałowych, w rozstawie $4 \times 1,25$ m (2000 drzew na hektar). Poziom wody gruntowej utrzymuje się na głębokości około 180 cm.

W kwietniu 1991 roku zainstalowano w pełni zautomatyzowany system nawadniania kropłowego, połączonego z nawożeniem holenderskiej firmy Bergverff Fertigate System B.V. Strijen.

W doświadczeniu były dwa poziomy nawadniania:

W_0 – bez nawadniania (kontrola)

W_1 – nawadnianie stosowano dla utrzymania wilgotności na poziomie $-0,03$ MPa potencjału wodnego gleby.

W kombinacji nawadnianej (W_1) zastosowano następujące dawki nawożenia azotem:

$W_1 0$ – bez nawożenia

$W_1 5$ – 5 g N / pod drzewo

$W_1 10$ – 10 g N / pod drzewo

$W_1 15$ – 15 g N / pod drzewo

$W_1 5$ posyp. – 50 kg N/ha posypowo

Każda kombinacja obejmowała 20 drzew po 5 drzew w powtórzeniu. Pomiedzy powtórzeniami było 5 drzew bez nawadniania, które stanowiły kombinację kontrolną bez nawadniania (W_0).

Woda wraz z rozpuszczonym nawozem rozprowadzana była za pomocą przewodów polietylenowych o średnicy 20 mm. Pod każdym drzewkiem w odległości 50 cm od pnia zainstalowano kropłowniki o wydajności 3 l/h.

Fertygację stosowano przez 20 dni w czterech cyklach, przez 5 dni w każdym cyklu, począwszy od połowy maja do końca czerwca. Do wykonania zabiegu używano saletry amonowej (NH_4NO_3). Nawadnianie stosowano przez 60 dni,

dostarczając w okresie wegetacji 170 litrów wody na 1 drzewo. W okresie trwania doświadczenia każdego roku przeprowadzono następujące obserwacje i pomiary:

1. Ocenę wzrostu wegetatywnego:
 - na podstawie pomiaru liczby długopędów,
 - pomiaru długości 20 wybranych długopędów,
 - pomiaru obwodu pni na wysokości 30 cm nad powierzchnią ziemi, wykonanego wiosną i jesienią.
2. Ocenę kwitnienia i zawiązywania owoców w skali 6-stopniowej od 0–5.
3. Ocenę plonowania.
4. Ocenę jakości owoców po zbiorze na podstawie:
 - masy owoców z dokładnością do 1 g,
 - zawartości ekstraktu, mierzonej refraktometrem Abbego (w %),
 - jędrności owoców, mierzonej jędrnościomierzem Magnessa-Taylora (w kg).
5. Ocenę jakości owoców po okresie przechowywania na podstawie:
 - ubytku masy owoców,
 - zmiany jędrności owoców,
 - zmiany zawartości ekstraktu w owocach,
 - strat spowodowanych wystąpieniem chorób grzybowych,
 - strat spowodowanych wystąpieniem chorób fizjologicznych.

Wyniki poddano analizie wariancji, a istotność różnic pomiędzy średnimi dla poszczególnych kombinacji oceniono na podstawie testu Duncana dla przedziału ufności prawdopodobieństwa $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DISKUSJA

Wielkość plonu drzew zależy od nawożenia, zaopatrzenia w wodę oraz od przebiegu warunków pogodowych. Wśród warunków klimatycznych duże znaczenie ma ilość opadów w okresie wegetacji (IV–IX). Spośród pięciu sezonów wegetacyjnych sezon w 1995 roku był suchy, z sumą opadów 297,6 mm, jeden (1996) okazał się wilgotny, z sumą 463,5 mm, a pozostałe trzy – umiarkowanie wilgotne, ze średnią sumą opadów 326,8 mm.

Na przestrzeni pięciu lat badań stwierdzono istotny wpływ nawadniania i nawożenia na plonowanie drzew odmiany Šampion (tab. 1). Drzewa rozpoczęły plonowanie w drugim roku po wysadzeniu. W pierwszych dwu latach plon z drzewa był niski i nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy kombinacjami. Począwszy od czwartego roku po posadzeniu (1994), plon z drzewa był wyższy przy zastosowaniu nawadniania i nawożenia azotem niezależnie od dawki i techniki stosowania. Plon wykazywał również znaczne zróżnicowanie pomiędzy latami. W pierwszych dwóch latach (1994 i 1995) średni plon z drzewa wynosił 20,9 kg. W kolejnych sezonach (lata 1996 i 1997) nastąpił wzrost plonu, który średnio wynosił 30 kg/drzewo. Natomiast w sezonie wegetacyjnym 1998 stwierdzono niższe plony, który kształto-

Tabela 1 - Table 1

Wpływ fertygacji na plonowanie jabłoni odmiany Šampion w latach 1994-1998
Influence of fertigation on yields of apple cv. Šampion in 1994-1998

Kombinacje Treatment	1994		1995		1996		1997		1998		Średnia Mean
	Plon kg/drzewo Yield kg/tree	[t/ha]	Plon kg/drzewo Yield kg/tree	[t/ha]	Plon kg/drzewo Yield kg/tree	[t/ha]	Plon kg/drzewo Yield kg/tree	[t/ha]	Plon kg/drzewo Yield kg/tree	[t/ha]	
W_0	16,2 a*	32,4	15,1 a	30,2	19,2 a	38,4	22,0 a	44,0	21,8 a	43,6	18,9 a
$W_1 0$	20,8 ab	41,6	22,3 b	44,6	33,8 bc	67,6	31,4 b	62,8	23,3 ab	46,9	26,3 b
$W_1 5$	22,8 b	45,6	22,3 b	44,6	39,9 c	79,8	31,7 b	63,4	23,2 ab	46,4	28,0 b
$W_1 10$	23,1 b	46,2	21,2 b	42,4	30,8 b	61,6	29,5 b	59,0	25,9 b	51,8	26,1 b
$W_1 15$	20,2 ab	40,4	22,9 b	45,8	23,9 ab	47,8	30,1 b	61,6	21,0 a	42,0	23,6 ab
$W_1 5$ posyp	21,5 ab	43,0	21,9 b	43,8	29,7 b	59,4	34,5 b	69,0	25,8 b	51,6	26,7 b
Średnia dla lat Mean for years	20,8		20,9		29,7		30,0		23,4		

* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą na poziomie prawdopodobieństwa $\alpha = 0,05$
Means marked with the same letters did not differ significantly at the probability level of $\alpha = 0,05$

wał się na poziomie 23,4 kg/drzewo. Pięcioletni okres badań wykazał korzystny wpływ nawadniania na wzrost plonu, który w zależności od przebiegu warunków klimatycznych wahał się od 6,1 do 41,4 t/ha. Stwierdzono również, że fertygacja w dawce 5 i 10 g N/drzewo zwiększała plon w porównaniu do drzew kontrolnych, których nie nawadniano i nie nawożono. Wzrost poziomu nawożenia azotem powodował obniżenie plonowania. Pozytywne oddziaływanie fertygacji na plonowanie jabłoni wykazali BOLDING (1987), DENCER (1992). HIPS (1992) stwierdził, iż fertygacja wysokimi dawkami azotu (10 i 20 g N/drzewo) w sposób istotny zwiększała plon owoców. Nie potwierdziły tego wyniki uzyskane w Przybrodzie, gdzie dawka 15 g N/drzewo spowodowała obniżenie plonu w stosunku do fertygacji w dawce 5 g N/drzewo.

Jednym z założeń doświadczenia było także porównanie efektywności fertygacji i nawadniania z nawożeniem posypowym w dawce 5 g/m². Otrzymane wyniki nie wykazały istotnego zróżnicowania w plonie pomiędzy tymi sposobami dostarczania azotu. Nie jest to zgodne z wynikami badań ERICSSONA (1993) i TREDERA (1996), którzy wykazali wręcz niekorzystne oddziaływanie fertygacji na plonowanie w porównaniu z nawożeniem posypowym.

Ważnym parametrem określającym produktywność drzew jest współczynnik plenności, który określa zależność pomiędzy wysokością plonu a wzrostem wegetatywnym drzew (tab. 2) Wskaźnik ten również wykazywał zdecydowany wpływ nawożenia azotowego na wzrost liczby kilogramów owoców przypadających na 1 cm² pppp, niezależnie od techniki jego stosowania.

Tabela 2 – Table 2

Sumaryczny plon z drzewa i współczynnik plenności w latach 1994–1998
Total yield per tree and tree productivity index in 1994–1998

Kombinacja Treatment	Sumaryczny plon (kg/drzewo) Total yield (kg/tree)	Pole poprzecznego przekroju pnia Trunk cross-sectional area [cm ²]	Wskaźnik plenności Tree productivity index [kg/cm ²]
W ₀	94,1	50,9	1,8
W ₁ 0	131,6	67,4	1,9
W ₁ 5	139,9	57,7	2,4
W ₁ 10	130,5	49,2	2,7
W ₁ 15	118,1	53,1	2,2
W ₁ 5 posyp	133,4	57,7	2,3

Z punktu widzenia praktyki sadowniczej ważne jest też poznanie wpływu fertygacji na zdolność przechowalniczą owoców, co było jednym z założeń prowadzonych obserwacji.

W latach 1994–1998 nie stwierdzono istotnego wpływu nawadniania i nawożenia azotowego na zmianę zdolności przechowalniczej mierzonej występowaniem chorób fizjologicznych oraz intensywności transpiracji i oddychania (tab. 3 i 4). Na niski procent strat spowodowanych wystąpieniem chorób fizjologicznych wpływ miały: dobre zaopatrzenia owoców w wapń i stałe warunki przechowywania. Znaczne straty owoców spowodowane były wystąpieniem chorób grzybowych, których nasilenie zależało od roku i zastosowania nawożenia.

Do najczęściej występujących chorób fizjologicznych zaliczyć należy gorzką plamistość podskórną, która powodowała największe straty, a jej udział wahał się

Tabela 3 – Table 3

Wpływ fertygacji na występowanie chorób fizjologicznych w latach 1994–1998 (w %)
Effect of fertigation on physiological disorders in 1994–1998 (in %)

Kombinacje Treatment	1994	1995	1996	1997	1998	Średnia dla kombinacji Mean for treatments
W ₀	0,0 a*	0,6 a	0,0 a	0,3 a	1,8 ab	0,5 a
W ₁ 0	1,2 b	0,3 a	0,0 a	0,8 a	0,7 a	0,6 a
W ₁ 5	0,0 a	0,6 a	0,0 a	0,8 a	1,8 ab	0,6 a
W ₁ 10	0,7 a	0,5 a	0,0 a	0,7 a	2,8 b	0,9 a
W ₁ 15	0,0 a	0,4 a	0,0 a	1,5 b	2,8 b	0,9 a
W ₁ 5 posyp	0,5 a	0,4 a	0,0 a	1,2 b	0,8 a	0,6 a
Średnie dla lat Mean for years	0,4	0,5	0,0	0,9	1,8	

* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą na poziomie prawdopodobieństwa $\alpha = 0,05$
Means marked with the same letters did not differ significantly at the probability level of $\alpha = 0,05$

Tabela 4 – Table 4

Wpływ fertygacji na występowanie chorób grzybowych w latach 1994–1998 (w %)
Effect of fertigation on fungal diseases in 1994–1998 (in %)

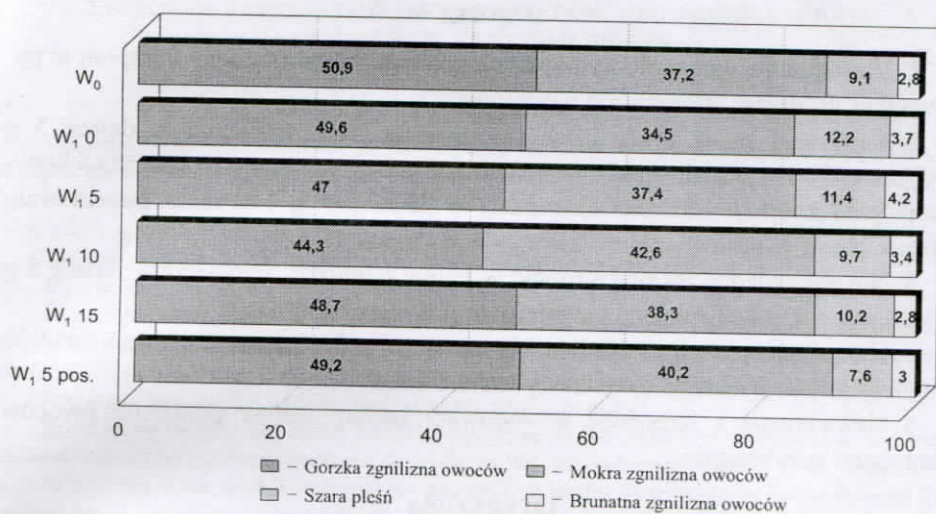
Kombinacje Treatment	1994	1995	1996	1997	1998	Średnia dla kombinacji Mean for treatments
W_0	2,9 a	0,9 a	4,7 b	2,2 a	1,5 a	2,4 a
$W_1 0$	9,4 b	4,7 c	3,1 a	5,7 b	0,8 a	4,7 b
$W_1 5$	3,0 a	2,9 b	5,1 c	5,1 b	5,5 b	4,3 b
$W_1 10$	9,6 b	1,9 ab	3,2 a	4,3 b	2,6 a	4,3 b
$W_1 15$	7,7 b	1,3 ab	3,7 a	5,0 b	1,2 a	3,8 b
$W_1 5$ posyp	9,3 b	4,3 c	4,8 b	4,2 b	1,2 a	4,7 b
Średnie dla lat Mean for years	7,0	2,7	4,1	4,4	2,1	

* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą na poziomie prawdopodobieństwa $\alpha = 0,05$
Means marked with the same letters did not differ significantly at the probability level of $\alpha = 0,05$

w zależności od kombinacji od 68,4% w kombinacji kontrolnej do 77,4% w kombinacji z fertygacją w dawce 15g N/drzewo (ryc. 2). Inną najczęściej występującą chorobą fizjologiczną był rozpad wewnętrzny oraz oparzelizna powierzchniowa. Pięcioletni okres badań wykazał też znaczną podatność owoców odmiany Šampion na wędnięcie, które zaliczamy do uszkodzeń wywołanych m.in. niską wilgotnością powietrza w okresie przechowywania oraz niewłaściwym terminem zbioru owoców (TOMALA 1995).

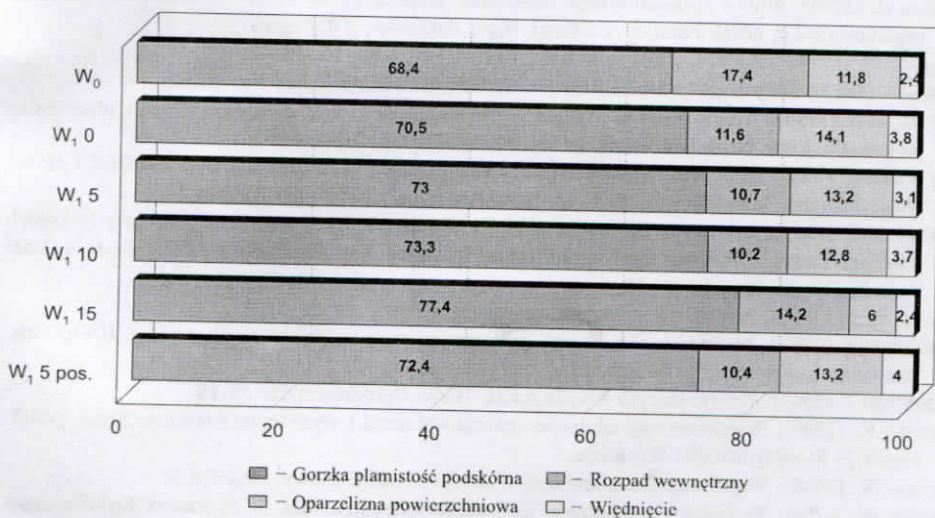
Nawadnianie i fertygacja wykazały natomiast znaczny wpływ na występowanie chorób grzybowych w okresie przechowywania owoców. Intensywność porażenia owoców chorobami grzybowymi zależna była od roku. Najwyższe straty odnotowano w pierwszym roku badań na owocach z drzew młodych, a najmniejsze w sezonie przechowalniczym 1998/99. Średnie wieloletnie dla kombinacji wskazują zdecydowany wpływ nawadniania i nawożenia azotowego na wzrost liczby owoców zgniłych niezależnie od techniki stosowania i dawki. Wzrost nasilenia wystąpienia chorób grzybowych w okresie przechowywania wraz ze wzrastającymi dawkami nawożenia azotem obserwowali w swoich badaniach m.in. ŁYSIAK (1996) i ERICSSON (1993), wykazując, że wzrost dawki nawożenia azotowego powoduje wzrost liczby owoców zgniłych. Takiej zależności nie wykazano w doświadczeniu w Przybrodzie, gdzie wzrost dawki nawożenia azotowego do 15g N/drzewo obniżał procent owoców zgniłych.

Wśród chorób grzybowych najczęściej występowała gorzka zgnilizna owoców wywołwana przez grzyby z rodzaju *Pezizula*, ujawniająca się w końcowym okresie przechowywania (ryc. 1). Jej rozwojowi sprzyja wilgotne i chłodne lato. Straty z powodu jej wystąpienia wahały się od 44,3% w kombinacji z nawadnianiem i nawożeniem posypowym do 50,9% w kombinacji kontrolnej. Drugą groźną



Ryc. 1. Wpływ fertygacji na występowanie chorób grzybowych
Fig. 1. Effect of fertigation on fungal diseases

choroba powodująca znaczne straty była mokra zgnilizna owoców, wywoływana przez grzyby z rodzaju *Penicillium*. W znacznie mniejszym nasileniu wystąpiły: szara pleśń oraz brunatna zgnilizna owoców.



Ryc. 2. Wpływ fertygacji na występowanie chorób fizjologicznych i innych uszkodzeń
Fig. 2. Effect of fertigation on physiological disorders and other damages

WNIOSKI

1. Nawadnianie wpływało na wzrost plonowania drzew odmiany Šampion w porównaniu do drzew, których nie nawadniano.
2. Najwyższe plony stwierdzono przy zastosowaniu fertygacji w dawce 5 g N/drzewo. Podwyższanie dawki nawożenia azotem nie wpłynęło na wzrost efektywności produkcyjnej. Zastosowanie azotu w dawce 15 g N/drzewo powodowało spadek plonu w porównaniu do samego nawadniania.
3. Nie stwierdzono istotnych różnic w plonie pomiędzy fertygacją w dawce 5 g N/drzewo, a nawadnianiem z nawożeniem posypowym w ilości 5 g N/m².
4. Nawadnianie i fertygacja nie miały istotnego wpływu na występowanie chorób fizjologicznych w okresie przechowywania owoców.
5. Nawadnianie i fertygacja powodowały istotny wzrost porażenia owoców chorobami grzybowymi.

LITERATURA

- BOLDING P. (1987): Two years fertigation of young apple trees. *Fruiteelt*, 77: 12–14.
- DENCER J. (1992): Drip irrigation of young apple trees with a nutrient solution. *Frukt og Boer*, 21: 15–17.
- FAUST M., SHEAR C.B. (1968): Corking disorders of apples. A physiological and biochemical review. *Bot. Rev.*, 39: 441–468.
- HAWELKE P. (1992): Podstawy regulowania uwilgotnienia gleby za pomocą nawadniania kropkowego. *Roczniki gleboznawcze*. T. XLIII, 3/4. Warszawa, 5–18.
- HIPS N.A. (1992): Ferigation of newly planted Queen Cox' M 9 apple trees: establishment early growth and precocity of cropping. *Jurnal of Horticultural Science*, 67: 25–32.
- LANGE E. (1991): Jakość jabłek a przechwalnictwo. *OWK*, 21: 12–14
- ŁYSIAK G. (1996): Wpływ zróżnicowanego nawożenia mineralnego na wzrost, owocowanie i zdolność przechwalniczą jabłek odmiany Cortland. Praca doktorska, AR Poznań.
- MAKOSZ E. (1997): Jaka przyszłość w Polsce. *Hasło Ogrodnicze*, 10: 59–60.
- MIKA A. (1994): Sady karłowe i półkarłowe w świetle doświadczeń. *Sad Nowoczesny*. 6: 4–7.
- PACHOLAK E. (1986): Wpływ systemów sadzenia oraz nawadniania kropkowego na wzrost i plonowanie jabłoni. *Pr. Kom. Nauk Rol. i Leś. PTPN*, 61: 162–171.
- PACHOLAK E. (1990) Nawożenie i nawadnianie w intensywnym sadzie jabłoniowym a wzrost i plonowanie odmiany James Grive. *Pr. Kom. Nauk Rol. i Leś. PTPN*, 69: 87–100.
- PACHOLAK E. (1992): Potrzeby nawadniania jabłoni w warunkach Wielkopolski na podstawie 15-letnich wyników badań. *Międzynarodowe Seminarium w Limanowej*. *Biuletyn nr 1. Towarzystwo Rozwoju Sądów Karłowych*, 41–49.
- PACHOLAK E. (1997): Nawożenie mineralne. *Hasło Ogrodnicze*, 10: 50–51.
- SKRZYŃSKI J. (1997): Możliwości określenia optymalnego terminu zbioru owoców. *Mat. II Ogólnop. Spotkania Sadowników w Grójcu*, Grójec 22–23 stycznia 1997, 14–21.
- SKRZYŃSKI J. (1997). Zalety, których szkoda tracić. *Hasło Ogrodnicze*, 10: 58–59.
- TOMALA K. (1995): Prognozowanie zdolności przechwalniczej i wyznaczanie terminu zbioru jabłek. *Fundacja Rozwój SGGW*. Warszawa.
- TOMALA K. (1996): Wapń a gorzka plamistość podskórna. *Sad Karłowy*. *Biuletyn 3*.
- TREDER W. (1996) Technika i technologia stosowania fertygacji. *Mat. V Spotkania Sadowniczego Sandomierz '96*: 105–109.

**EFFECT OF FERTIGATION ON THE YIELDING AND PRESERVEBILITY
OF ŠAMPION CULTIVAR FRUITS.****S u m m a r y**

The experiment was carried out in 1994–1998 in the apple orchard established in the autumn of 1990 in the area of the agricultural and fruit-growing experimental farm in Przybroda near Poznań.

The studies included trees of Šampion variety budded on rootstock M26 and planted in a spacing of 4 m × 1.25 m. (2000 trees per hectare).

The experiment took into consideration two levels of irrigation:

W_0 – without irrigation

W_1 – irrigation was applied to maintain the moisture at the level of 0.03 MPa of soil water potential.

In the irrigation combination (W_1), four levels of nitrogen fertilization were applied: (1) without fertilization; (2) 5 g N/under tree; (3) 10 g N/under tree; (4) 15 g N/ under tree; (5) 50 kg/ha.

Fertigation was applied with the help of a drip irrigation system.

In the study years, a significant effect of fertigation on the yields was demonstrated. The yield increase caused by the above treatment depended on the year and range from 6.1 to 41.4 t/ha.

Irrespective of the applied treatment, the greatest fruit losales were caused by fungal diseases. The occurrence of physiological disorders was insignificant. There were no significant differences between the applied nitrogen fertilization doses and the method of fertilization.