

EUGENIUSZ PACHOLAK

## NAWOŻENIE I NAWADNIANIE W INTENSYWNYM SADZIE JABŁONIOWYM A WZROST I PLONOWANIE ODMIANY JAMES GRIEVE

### WSTĘP

Wyniki badań krajowych i zagranicznych wykazują, że nawożenie mineralne w warunkach naturalnych opadów atmosferycznych w regulowaniu wzrostu i owocowania roślin sadowniczych jest mniej efektywne niż inne zabiegi agrotechniczne (Boyhton i in. 1952, Cain 1953, Soczek i in. 1970, Bould i in. 1972, Hołubowicz, Pacholak 1978).

Reakcja jabłoni na nawożenie jest bardzo zróżnicowana w zależności od wieku drzew, typu i gatunku gleby oraz rodzaju zastosowanego nawożenia. Cain (1953), Bould i in. (1972), Sadowski i in. (1978) oraz Piątkowski i in. (1982), stwierdzili, że na glebach wytworzonych z piasków gliniastych stosowanie zbyt wysokich dawek azotu i potasu nie powoduje wzrostu plonu, mogą nawet wpływać ujemnie. Wyraźny spadek plonu jabłek przy zastosowaniu wysokich dawek NPK/ha stwierdzili w swych badaniach Parynow i Piątkowski (1973) oraz Pacholak (1986).

Efektywność nawożenia można jednak zwiększyć przez zastosowanie nawadniania. Goode i in. (1978), Levin i in. (1979), Shalhevet i in. (1983), Pacholak (1986) uważają, że zastosowanie nawadniania, zapewnia optymalne warunki zaopatrzenia drzew w wodę i składniki mineralne. Stworzenie więc takich warunków ma istotny wpływ na wzrost i plonowanie drzew, oraz jakość produkowanych owoców (Assaf i in. 1978, Blasse i in. 1983, Słowik 1984, Pacholak 1986).

Celem pracy było określenie wpływu nawożenia i nawadniania na wzrost i plonowanie jabłoni w sadzie intensywnym od dziewiątego do dwunastego roku po posadzeniu (ostatni rok prowadzenia sadu).

### MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 1984—1987 w sadzie jabłoniowym Katedry Sadownictwa Akademii Rolniczej w Poznaniu, na terenie Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Przybroda. Drzewa odmiany James Grieve na



podkładce A2 ze wstawką skarłającą M26 wysadzono jesienią 1975 r. na glebie plovej wytworzonej z gliny zwałowej. Warstwa orna i podorna miała skład mechaniczny gliny lekkiej silnie spiaszczonej. Poziom wody gruntowej w maju utrzymywał się na ogół na głębokości 150—180 cm.

Drzewa posadzono w rozstawie 2×2 m systemem pasowym, po 3 rzędy w pasie. Pomiędzy pasami zastosowano 3 m „uliczki” robocze (2125 drzew/ha).

Przygotowanie gleby przed posadzeniem oraz sposób prowadzenia drzew w pierwszym roku po posadzeniu dokonano zgodnie z zaleceniami dla tego gatunku.

Od 1977 r. (od drugiego roku po posadzeniu drzew), stosowano zróżnicowane nawożenie i nawadnianie drzew. Natomiast cięcie drzew, zabiegi ochrony roślin oraz systemy uprawy gleby były jednakowe na całej powierzchni doświadczenia. Podstawowym cięciem było cięcie letnie, a uzupełniającym — cięcie korekcyjne.

Ochronę chemiczną przed chorobami i szkodnikami stosowano według zaleceń przyjętych dla produkcyjnych sadów jabłoniowych.

Jako system uprawy gleby, w pasach drzew zastosowano czarny ugór herbicydowy, a między pasami murawę.

W doświadczeniu porównywano trzy poziomy nawadniania gleby:

$W_0$  — kombinacja kontrolna bez nawadniania,

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

$W_2$  — nawadnianie stosowano dla utrzymania wilgotności gleby na poziomie  $-0,01$  MPa potencjału wodnego.

Potencjał wodny gleby mierzony do głębokości 30 cm określano za pomocą tensjometrów glebowych, wykonanych w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Melioracji Użytków Zielonych w Biebrzy.

Każda kombinacja nawadniania obejmowała dwa pasy drzew, co dawało w sumie 6 rzędów po 54 drzewa, ogółem 324 drzewa.

Nawadnianie wykonywano deszczownicą typu Agro 2 o wydajności zraszacza 4 mm wody na godzinę. Jednorazowa dawka polewowa wynosiła 32 mm/m<sup>2</sup>, którą dzielono na dwie części. Między pierwszym a drugim nawadnianiem stosowano przerwę 4—5-godzinną dla uniknięcia infekcji drzew przez parch jabłoni. Ilość zużytej wody oraz terminy nawadniania przedstawiono w tabeli 1.

W obrębie każdego poziomu nawadniania zastosowano cztery kombinacje nawozowe, rozmieszczone losowo w czterech powtórzeniach:

I — kontrolna bez nawożenia

II — 1 NPK — 200 kg/ha (N-65; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-40; K<sub>2</sub>O-95)

III — 2 NPK — 400 kg/ha (N-130; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-80; K<sub>2</sub>O-190)

IV — 3 NPK — 600 kg/ha (N-195; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-120; K<sub>2</sub>O-285)

Powierzchnia każdego poletka nawożonego wynosiła 72 m<sup>2</sup>. Na poletku znajdowało się 18 drzew. Obserwacje przeprowadzano na 6 drzewach, pozostałe stanowiły pasy izolacyjne. W każdej kombinacji nawożenia obserwacje obejmowały 24 drzewa.



Tabela 1

Terminy nawadnień i sumaryczne zużycie wody dla zapewnienia różnych warunków wilgotności gleby

Terms of irrigation and total water consumption necessary to provide the planned moisture conditions of the soil

Poziom nawadnień Irrigation level	Lata Years	Maj May			Czerwiec June			Lipiec July			Sierpień August			Wrzesień September			Suma zużycia wody (mm) Total of consumed water in mm
		dekady - decades															
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
W <sub>1</sub> -0,03 MPa	1981											16				16	
	1982				32	32				16	32	16			32	160	
	1983	16				36			68			52			32	204	
	1984													32		32	
	1985			32					32							64	
	1986								36				32			68	
	1987															0	
Suma - Total			16	32		32	0	68	104	32	16		84	64	32	64	544
W <sub>2</sub> -0,01 MPa	1981						32						16			48	
	1982				40	32			32		32	32	32		32	232	
	1983	32				64			88	32	32	16		64		328	
	1984								32					32		64	
	1985			32						32	24		8			96	
	1986						22		20		32			32		106	
	1987			32												32	
Suma - Total			32	64		40	128	22	172	64	120		56	80	96	32	906

Pierwsze nawożenie mineralne zastosowano wiosną 1977 r., to jest w drugim roku po posadzeniu drzew i stosowano je corocznie zgodnie z kombinacjami, przez wszystkie lata badań do 1987 r.

Nawozy fosforowe (superfosfat potrójny 46%) i potasowe (sól potasowa 60%) wysiewano jesienią, nawozy azotowe w formie saletry amonowej 34% wysiewano jednorazowo wiosną na 4-5 tygodni przed kwitnieniem drzew.

Ocenę wpływu nawożenia i nawadniania na wzrost drzew przeprowadzono na podstawie pomiarów pola przekroju poprzecznego pnia i jego przyrostów, liczby i długości długopędów oraz sumarycznego ich przyrostu.

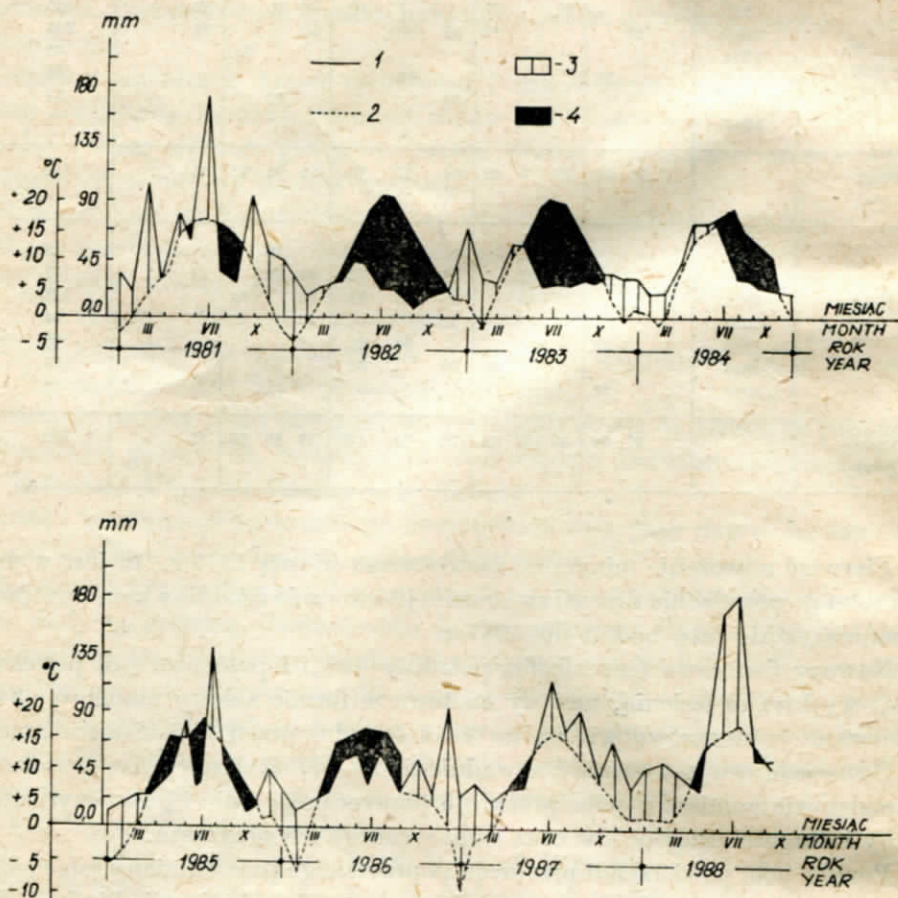
Pomiar pola powierzchni przekroju poprzecznego pnia odmiany szlachetnej dokonano na wysokości 10 cm nad miejscem drugiej okulizacji. Liczbę i długość długopędów określano w III dekadzie lipca bezpośrednio przed wykonaniem cięcia letniego. Na podstawie uzyskanych pomiarów obliczono sumę przyrostów pędów w metrach na 1 drzewo.

Ocenę plonu dokonywano przez zebranie owoców z każdego drzewa oddzielnie, oznaczając plon jednostkowy, a następnie obliczono plon z przelicze-

nia na powierzchnię 1 hektara. Bezpośrednio po zbiorze owoców z drzew oceniano ich jakość. Z ogólnego plonu z każdej kombinacji pobrano losowo 100 kg owoców, które dzielono na wybory: ekstra, pierwszy i drugi.

W próbie na 100 sztuk owoców pobranych losowo z każdej kombinacji określono masę poszczególnych owoców, oznaczono w nich zawartość ekstraktu przy użyciu refraktometru Abbego oraz określono jędrność owoców jędrnościomierzem Magnessa.

Wyniki poddano analizie statystycznej metodą analizy wariancji wieloczynnikowej. Istotność różnic między średnimi oceniono na podstawie przedziałów ufności testu Duncana dla poziomu  $\alpha = 0,05$  ( $NIR_{0,05}$ ).



Ryc. 1. Klimadiagram dla warunków Przybroda w latach 1981–1988

1 – miesięczne sumy opadów (mm), 2 – średnie temperatury miesięczne (°C), 3 – okres opadów, 4 – okres posuchy

Fig. 1. Climatic diagram for the conditions in Exp. Sta. Przybroda in the years 1981–1988

1 – sums of monthly rainfalls (mm), 2 – mean monthly temperatures (°C), 3 – period of rainfall, 4 – period of drought



CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW ATMOSFERYCZNYCH ORAZ POTRZEBA  
NAWADNIANIA W LATACH 1981–1987

Dane dotyczące przebiegu pogody w latach 1980–1987 przedstawiono na klimadiagramie (ryc. 1). Jest to graficzne zestawienie średnich temperatur miesięcznych oraz miesięcznych sum opadów w stosunku  $1^{\circ}\text{C}:4,5\text{ mm}$  opadów, zgodnie ze schematem opracowanym przez Waltera i Lietha (1970).

Z klimadiagramu wynika (ryc. 1), że warunki atmosferyczne w okresie przeprowadzonych badań znacznie się różniły w poszczególnych latach. Lata 1981, 1987 i 1988 charakteryzowały się obfitymi opadami, bez wyraźnych okresów posuchy. Wyraźniejsze okresy posuchy wystąpiły w latach 1984, 1985 i 1986. Największą posuchę stwierdzono w latach 1982 i 1983, trwała ona przez cały okres wegetacji.

Rozkład opadów atmosferycznych w poszczególnych latach był bardzo zmienny, a wahania wyrażone w formie norm procentowych w stosunku do średniej wieloletniej zmieniały się od 11,7% we wrześniu 1982 r. do 301,4% w czerwcu 1988 r. Reasumując należy stwierdzić, że rozkład opadów atmosferycznych w poszczególnych latach był mało korzystny dla wzrostu i owocowania drzew, gdyż stwierdzono zarówno okresy niedoboru, jak i nadmiaru opadów.

Z przebiegiem warunków pogody ściśle był skorelowany potencjał wodny gleby (ryc. 2). Pomiar potencjału wodnego gleby wykazał, że tylko w 1987 r. nie stwierdzono potrzeby nawadniania i to dla utrzymania wilgotności gleby na poziomie  $-0,03\text{ MPa}$ . Natomiast we wszystkich latach stwierdzono okresy, w których potencjał był poniżej  $-0,01\text{ MPa}$ , co oznaczało deficyt wody i potrzebę nawadniania.

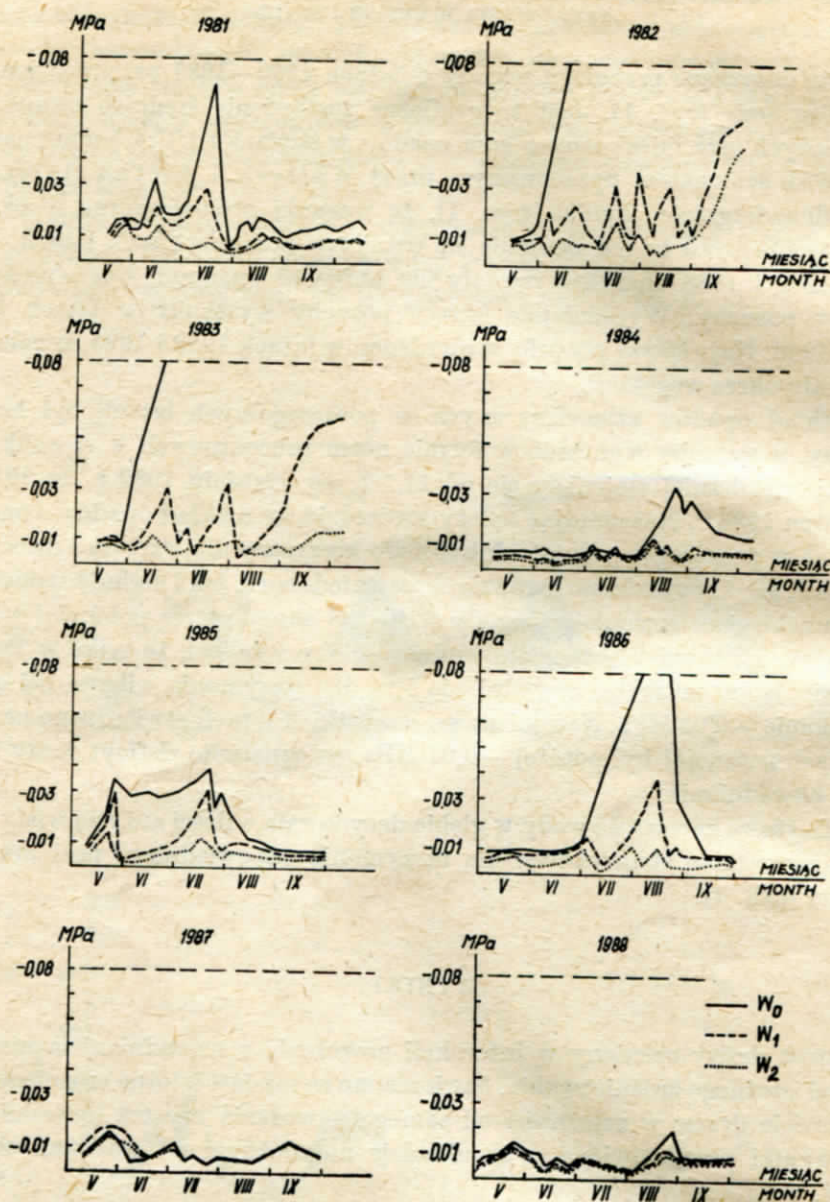
Deficytowa zawartość wody w glebie decydowała o ilości zużytej wody oraz liczbie nawadnień stosowanych dla utrzymania odpowiedniego poziomu wilgotności (tab. 1).

## WYNIKI

Wzrost drzew oceniany w interakcji nawożenia z nawadnianiem nie wykazywał istotnego zróżnicowania. Stwierdzono natomiast istotne zróżnicowanie we wzroście drzew w zależności od samego nawożenia czy też nawadniania. Stąd wyniki przedstawione są w układzie niezależnym od stosowanych zabiegów.

Drzewa nawadniane charakteryzowały się istotnie większą liczbą długo-pędów (tab. 2 A) i ich długością (tab. 2 B) oraz sumą przyrostów (tab. 2 C) niż drzewa nie nawadniane. Przyrost pola poprzecznego przekroju pnia u drzew nawadnianych był również istotnie wyższy niż u drzew nienawadnianych (tab. 2 D).

W ocenie intensywności wzrostu drzew nie stwierdzono istotnych różnic między zastosowanymi poziomami nawadniania we wszystkich analizowanych cechach (tab. 2 A–D).



Ryc. 2. Potencjał wodny gleby w MPa w latach 1981–1988 przy różnych poziomach wilgotności gleby

$W_0$ ,  $W_1$ ,  $W_2$  – poziomy nawadniania

Fig. 2. Water potential in the soil in MPa, in the years 1981–1988 with different levels of soil moisture

$W_0$ ,  $W_1$ ,  $W_2$  – irrigation levels



Tabela 2

Wpływ nawadniania na wzrost drzew jabłoni odmiany James Grieve

The influence of irrigation on the growth of apple tree, James Grieve cultivar

Poziomy nawadniania Irrigation level	Lata — Years				Średnia Mean
	1984	1985	1986	1987	
A. Liczba długopędów w szt. Number of shoots in piece					
W <sub>0</sub>	47,4 b*	42,8 b	24,7 b	23,0 b	34,5 b
W <sub>1</sub>	62,1 a	52,8 a	34,2 a	31,2 a	45,2 a
W <sub>2</sub>	66,6 a	56,8 a	38,4 a	34,5 a	49,1 a
B. Długość długopędów w cm Length of shoots in cm					
W <sub>0</sub>	37,2 b	38,0 b	36,0 b	31,6 a	35,7 b
W <sub>1</sub>	41,2 ab	43,1 a	44,4 a	36,5 a	41,3 a
W <sub>2</sub>	44,8 a	43,6 a	37,2 b	38,7 a	41,1 a
C. Suma długości jednorocznych przyrostów w m/drzewo Total length of one-year-old shoots in m per tree					
W <sub>0</sub>	17,6 c	16,3 b	8,9 b	7,3 c	12,5 b
W <sub>1</sub>	25,6 b	22,7 a	15,2 a	11,4 b	18,7 a
W <sub>2</sub>	29,8 a	24,8 a	14,3 a	13,4 a	20,6 a
D. Przyrost pola poprzecznego przekroju pnia w cm <sup>2</sup> Increment of trunk cross-section area in cm <sup>2</sup>					
W <sub>0</sub>	7,8 b	8,8 b	9,8 b	10,8 a	9,3 b
W <sub>1</sub>	10,1 a	10,1 a	9,6 b	11,9 a	10,4 a
W <sub>2</sub>	9,2 a	10,3 a	12,8 a	10,9 a	10,8 a

\* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie między sobą przy poziomie prawdopodobieństwa  $\alpha = 0,05$ .

Analizę wariancji wykonano oddzielnie dla każdego roku i badanych cech.

Means marked with the same letters, did not differ significantly at the probability level of  $\alpha = 0,05$ .

Analysis of variance was carried out separately for each year and for each variable studied.

Nawożenie wpływało na intensywniejszy wzrost drzew mierzony liczbą długopędów (tab. 3 A), długością długopędów (tab. 3 B), sumą przyrostów (tab. 3 C) oraz przyrostem pola poprzecznego przekroju pnia (tab. 3 D). Jednakże wysokość zastosowanych dawek nie miała na badane cechy istotnego wpływu.

Na wysokość plonu z drzewa, jak i z jednostki powierzchni duży wpływ miało zarówno nawożenie, jak i nawadnianie. Różnice w plonie między poszczególnymi dawkami nawożenia były zależne od warunków wilgotności gleby, czyli od nawadniania lub nie nawadniania (tab. 4).

Przy braku nawadniania, nawożenie nie miało istotnego wpływu na wzrost plonów w latach 1980—1983. Wręcz przeciwnie, wzrost dawek powyżej 200 kg NPK/ha, to jest 400 i 600 kg NPK/ha wpływały istotnie na obniżenie plono-

Tabela 3

Wpływ nawożenia na wzrost drzew jabłoni odmiany James Grieve

The influence of fertilization on the growth of apple tree, James Grieve

Kombinacje nawożenia Fertilizer treatments	Lata — Years				Średnia Mean
	1984	1985	1986	1987	
A. Liczba długopędów w szt. Number of shoots in piece					
Kontrolna — Check	44,9 b*	43,9 b	21,3 d	22,2 b	33,1 b
1 NPK	61,6 a	58,6 a	39,7 a	31,3 a	47,8 a
2 NPK	65,1 a	57,2 a	32,6 c	31,0 a	46,5 a
3 NPK	63,0 a	53,3 a	36,1 b	34,1 a	46,6 a
B. Długość długopędów w cm Length of shoots in cm					
Kontrolna — Check	40,4 a	37,3 b	34,2 a	30,9 b	35,7 a
1 NPK	42,6 a	43,8 a	36,3 a	34,5 b	39,1 a
2 NPK	39,8 a	43,6 a	35,1 a	41,7 a	40,1 a
3 NPK	40,6 a	41,3 a	37,8 a	42,0 a	40,4 a
C. Suma długości jednorocznych przyrostów w m/drzewo Total length of one-year-old shoots in m per tree					
Kontrolna — Check	13,1 b	16,4 c	7,3 c	6,9 c	12,2 b
1 NPK	25,6 a	25,7 a	14,4 a	10,8 b	19,1 a
2 NPK	25,9 a	24,9 ab	11,4 b	12,9 ab	18,8 a
3 NPK	25,6 a	22,0 b	13,6 a	14,3 a	18,9 a
D. Przyrost pola przekroju poprzecznego pnia w cm <sup>2</sup> Increment of trunk cross-section area in cm <sup>2</sup>					
Kontrolna — Check	8,6 b	9,7 ab	7,9 c	11,5 a	9,4 a
1 NPK	7,6 b	11,0 a	10,8 b	11,3 a	10,3 a
2 NPK	11,6 a	8,4 b	13,4 a	13,3 a	11,7 a
3 NPK	7,8 b	11,1 a	9,3 b	12,9 a	10,3 a

\* Objaśnienia patrz tabela 2. For explanation see table 2.

wania. W latach 1984—1987 nie stwierdzono istotnego wpływu na obniżenie plonu, lecz tendencje były podobne, najniższe plony uzyskano przy dawkach 400 i 600 kg NPK/ha (tab. 4).

Przy utrzymywaniu wilgotność gleby na poziomie  $-0,03$  MPa ( $W_1$ ) nawożenie nie miało istotnego wpływu na wzrost plonu w porównaniu z kombinacją kontrolną bez nawożenia (tab. 4). Natomiast przy poziomie nawadniania  $W_2$ , gdzie utrzymywano wilgotność gleby na poziomie  $-0,01$  MPa potencjału wodnego gleby, nawożenie w istotny sposób wpływało na wzrost plonu (tab. 4). Jednakże wysokość zastosowanej dawki nie różnicowała plonu.

Analizując sumy plonów za okres ośmiu lat owocowania z tabeli 4 z analogicznymi kombinacjami nawożenia z poszczególnych poziomów nawadniania, należy stwierdzić, że nawożenie wraz z utrzymaniem odpowiedniej wilgotności gleby może w sposób wyraźny powodować wzrost plonów. Przy utrzymaniu wilgotności gleby na poziomie  $-0,03$  MPa suma plonów była



Tabela 4

Wpływ nawożenia i nawadniania na plonowanie jabłoni odmiany James Grieve w latach 1980–1987 (w t/ha)

The influence of fertilization and irrigation on the yield of James Grieve apple trees in the years 1980–1987 (in t/ha)

Poziomy nawadniania Irrigation level	Kombinacje nawożenia Fertilizer treatments	Suma z 1980–1983 Total for 1980–1983	Lata – Years				Suma z 1984–1987 Total for 1984–1987
			1984	1985	1986	1987	
W <sub>0</sub>	0	87,1 c*	28,9 cd	27,2 de	25,1 e	24,6 c	105,8 d
	1 NPK	87,5 c	29,5 c	28,0 cd	25,9 e	27,0 c	110,4 cd
	2 NPK	75,6 d	25,7 de	25,9 de	23,0 e	26,1 c	100,7 d
	3 NPK	76,8 d	24,7 e	25,8 de	23,4 e	25,3 e	98,7 d
W <sub>1</sub>	0	108,5 b	31,7 bc	30,2 bc	31,4 d	38,0 b	131,3 b
	1 NPK	110,8 b	33,2 b	31,9 ab	37,8 c	38,9 b	141,8 b
	2 NPK	107,8 b	34,0 b	30,4 b	34,0 c	37,6 b	139,0 b
	3 NPK	108,4 b	33,8 b	29,8 bc	34,0 c	37,6 b	135,2 b
W <sub>2</sub>	0	107,2 b	31,9 bc	25,5 e	31,2 c	29,1 c	117,7 e
	1 NPK	125,4 a	40,2 a	34,0 a	46,8 a	44,2 a	165,2 a
	2 NPK	121,4 a	41,0 a	34,0 a	42,7 b	42,5 ab	160,2 a
	3 NPK	119,4 a	43,1 a	33,4 a	42,5 b	41,0 ab	160,0 a

\* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie między sobą przy poziomie prawdopodobieństwa  $\alpha = 0,05$ .

Analizę wariancji wykonano oddzielnie dla każdego roku.

Means marked with the same letters did not differ significantly at the probability level of  $\alpha = 0,05$ .

Analysis of variance was carried out separately for each year.

wyższa od 54,7 do 68,1 t z ha, co średnio dało zwiększenie od 6,8 do 8,5 t/ha rocznie. Nawożenie przy wyższym poziomie utrzymywanej wilgotności gleby ( $-0,01$  MPa) dało sumaryczną zwiększenie za osiem lat od 92,7 do 105,3 t/ha średnio rocznie od 11,6 do 13,2 t/ha wyższy plon.

Analizując wpływ nawożenia niezależnie od nawadniania (tab. 5A, B) w ostatnich czterech latach stwierdzono, że ma ono wpływ na wzrost plonu. Jednakże wzrost dawek powyżej 200 kg NPK/ha nie zwiększał efektywności plonowania, a nawet ją obniżał.

Zastosowane nawożenie nie miało istotnego wpływu na jakość produkowanych owoców: na masę (tab. 5 C), jędrność (tab. 5 D) oraz na zawartość ekstraktu (tab. 5 E).

Nawadnianie niezależnie od nawożenia wpływało na wysokość uzyskiwanych plonów z drzewa (tab. 6 A), jak i z jednostki powierzchni (tab. 6 B).

Analizując plony w ostatnich latach prowadzenia sadu (1984–1987), w których nie istniała wyraźna i długotrwała potrzeba nawadniania jak w 1982 i 1983 r. (tab. 1) stwierdzono, że wzrost plonu z drzew nawadnianych był



Tabela 5

Wpływ nawożenia na plon i jakość owoców  
The influence of fertilization on the yield and fruit quality

Kombinacje nawożenia Fertilizer treatments	Lata - Years				Średnia Mean
	1984	1985	1986	1987	
A. Plon w kg/drzewo - Yield in kg per tree					
Kontrolna - Check	14,5 b*	13,0 b	13,8 c	14,4 c	13,9 b
1 NPK	16,1 a	14,7 a	17,3 a	17,3 a	16,4 a
2 NPK	15,8 a	14,2 a	15,6 b	16,7 ab	15,6 a
3 NPK	15,9 a	13,9 a	15,7 b	16,3 b	15,4 a
B. Plon w t/ha - Yield in ton per ha					
Kontrolna - Check	30,8 b	27,6 b	29,3 c	30,6 c	29,6 b
1 NPK	34,3 a	31,3 a	36,8 a	36,7 a	34,8 a
2 NPK	33,6 a	30,1 a	33,2 b	35,4 ab	33,1 a
3 NPK	33,9 a	29,5 a	33,4 b	34,6 b	32,8 a
C. Masa owoców w g - Fruit weight in g					
Kontrolna - Check	104,0 b	115,0 a	99,8 a	99,1 b	104,5 a
1 NPK	108,6 a	122,7 a	100,4 a	104,5 b	109,0 a
2 NPK	106,7 a	119,0 a	102,6 a	112,1 a	110,1 a
3 NPK	108,8 a	115,0 a	101,6 a	110,7 a	108,9 a
D. Jędrność owoców w funtach - Fruit firmness in Lbs					
Kontrolna - Check	14,8 a	14,8 b	17,4 a	17,5 a	16,1 a
1 NPK	14,5 b	15,3 a	17,3 a	17,8 a	16,2 a
2 NPK	14,9 a	14,8 b	17,2 a	17,6 a	16,1 a
3 NPK	14,2 c	14,8 b	17,2 a	17,3 a	15,9 a
E. Zawartość ekstraktu w % - Content of the extract in %					
Kontrolna - Check	9,6 c	10,8 b	9,8 c	12,2 a	10,6 a
1 NPK	9,8 b	11,0 ab	9,9 bc	12,0 a	10,7 a
2 NPK	9,6 c	11,2 a	10,0 b	12,2 a	10,8 a
3 NPK	10,1 a	10,9 b	10,2 a	11,9 a	10,8 a

\* Objaśnienia patrz tabela 2; For explanation see table 2.

bardzo wysoki. Plon był wyższy średnio za okres czteroletni o 30,3% przy utrzymywaniu wilgotności gleby na poziomie  $-0,03$  MPa oraz o 44,4% dla poziomu  $-0,01$  MPa.

W ostatnim roku badań (1987), w którym nie stosowano nawadniania, plony były istotnie wyższe z drzew nawadnianych w latach poprzednich o 47,8% z  $W_1$  oraz o 52,5% z  $W_2$ . Świadczy to o następczym i długotrwałym wpływie nawadniania z lat poprzednich na plonowanie drzew.

Stwierdzono, że w lata o większej potrzebie nawadniania (1984, 1986) utrzymywanie gleby na wyższym poziomie wilgotności ( $-0,01$  MPa) jest korzystniejsze, gdyż plony były istotnie wyższe niż przy poziomie  $-0,03$  MPa potencjału wodnego gleby (tab. 6 A i B).

Nawadnianie miało wpływ na jakość produkowanych owoców tylko w latach o zwiększonej potrzebie nawadniania (tab. 6 C, D, E). Masa owoców (tab. 6 C) z drzew nawadnianych była istotnie wyższa niż owoców z drzew nienawadnia-



Tabela 6

Wpływ nawadniania na plon i jakość owoców  
The influence of irrigation on the yield and fruit quality

Kombinacje nawadnia- nia Irrigation treatments	Lata - Years				Średnia Mean
	1984	1985	1986	1987	
A. Plon w kg/drzewo - Yield in kg per tree					
W <sub>0</sub>	13,0 c*	12,6 b	11,4 c	12,1 b	12,3 b
W <sub>1</sub>	15,6 b	14,4 a	16,1 b	17,9 a	16,0 a
W <sub>2</sub>	18,4 a	14,9 a	19,2 a	18,4 a	17,7 a
B. Plon w t/ha - Yield in ton per ha					
W <sub>0</sub>	27,7 c	16,8 b	24,2 c	25,7 b	26,1 b
W <sub>1</sub>	33,2 b	30,6 a	34,2 b	38,0 a	34,0 a
W <sub>2</sub>	39,1 a	31,7 a	40,8 a	39,2 a	37,7 a
C. Masa owoców w g - Fruit weight in g					
W <sub>0</sub>	98 b	113 b	94,2 b	105 a	102,6 a
W <sub>1</sub>	108 ab	113 b	104,7 a	108 a	108,4 a
W <sub>2</sub>	115 a	127 a	104,3 a	107 a	113,3 a
D. Jędrność owoców w funtach - Fruit firmness in Lbs					
W <sub>0</sub>	14,7 a	15,2 a	18,0 a	17,6 a	16,4 a
W <sub>1</sub>	14,8 a	14,7 b	17,0 b	17,6 a	16,0 b
W <sub>2</sub>	14,4 b	14,9 b	16,9 b	17,4 a	15,9 b
E. Zawartość ekstraktu w % - Content of the extract in %					
W <sub>0</sub>	10,3 a	10,0 a	10,3 a	12,1 a	10,7 a
W <sub>1</sub>	9,9 b	10,2 a	9,9 b	12,1 a	10,7 a
W <sub>2</sub>	10,0 b	10,1 a	9,7 c	12,0 a	10,5 a

\* Objaśnienia patrz tabela 2. For explanation see table 2.

nych. Natomiast zawartość ekstraktu (tab. 6 E) i jędrność (tab. 6 D) owoców kształtowała się odwrotnie i była niższa z drzew nawadnianych niż z drzew nienawadnianych.

## DYSKUSJA

Uzyskane w doświadczeniu wyniki potwierdzają badania Caina (1953), Sadowskiego i Kęпки (1974), Pacholaka (1986), którzy zgodnie twierdzą, że stosowanie zbyt wysokiego nawożenia azotowo-potasowego jest nieuzasadnione, a w pewnych wypadkach nawet szkodliwe. W naszych badaniach stwierdzono również spadek plonu jabłoni odmiany James Grieve przy stosowaniu wysokich dawek w warunkach naturalnych opadów atmosferycznych. Dawki 400 i 600 kg NPK/ha nawet w warunkach utrzymywania stałej wilgotności gleby na poziomie  $-0,03$  MPa oraz  $-0,01$  MPa potencjału wodnego gleby nie wpłynęły na wzrost plonu tej odmiany w porównaniu z dawką 200 kg NPK/ha.



Nawadnianie wpłynęło istotnie na intensywniejszy wzrost vegetatywny drzew, jak również na zwyczaję plonów. Dane te potwierdzają i są zgodne z wszystkimi pracami publikowanymi na ten temat.

Badania wskazują na wyraźną współzależność między wielkością plonu a intensywnością wzrostu drzew. Im intensywniejszy był wzrost drzew jabłoni w wyniku nawadniania, tym większy uzyskiwano plon. W przypadku roślin sadowniczych ta zależność ma bardzo duże znaczenie, gdyż oddziaływa na plon w latach następnych.

Zostały więc potwierdzone dane Goode i Hrycza (1964), Słowika (1984), Pacholaka (1986, 1988), że w przypadku jabłoni, nawadnianie zastosowane w jednym roku oddziaływa korzystnie na plonowanie w latach następnych.

Wysokość uzyskanych plonów pod wpływem nawadniania była bardzo zróżnicowana w poszczególnych latach. Ale jak uważają Blasse i in. (1983), Słowik (1984) oraz Pacholak (1986, 1988) zwyczaję plonów zależna jest od warunków pogodowych, typu i gatunku gleby, od kryterium stwierdzającego konieczność nawadniania oraz gęstości wysadzonych drzew.

Słowik (1984) uważa, że w warunkach klimatycznych Polski plon jabłoni na skutek nawadniania powinien być wyższy od 20–50%. W naszym doświadczeniu uzyskano przy niskiej potrzebie nawadniania zwyczaję plonu od 30 do 44%. Zwyczaję ta jest jednak wynikiem nawadniania z lat poprzednich.

Stwierdzono również, że nawadnianie ma wpływ na jakość produkowanych owoców. Związane jest to jednak z potrzebą nawadniania w danym roku. Przy stosowaniu nawadniania wzrastała masa i wielkość owoców, co jest zgodne z badaniami Assafa i in. (1975), Blassa i in. (1983) oraz Pacholaka (1986, 1988).

## WNIOSKI

1. Nawożenie i nawadnianie wpływało na intensywniejszy wzrost vegetatywny drzew. Nawożenie powyżej 200 kg NPK/ha nie zwiększało intensywności wzrostu drzew odmiany James Grieve.
2. Nawadnianie w warunkach niedoboru wody w glebie wpłynęło na bardziej rytmiczny i równomierny wzrost drzew.
3. Nawożenie bez nawadniania różnicowało w sposób istotny plony jabłek. W tych warunkach najefektywniejszą była dawka 200 kg NPK/ha, powyżej tej dawki stwierdzono obniżenie plonowania drzew odmiany James Grieve.
4. Nawożenie przy utrzymywaniu wilgotności gleby na poziomie  $-0,03$  MPa potencjału wodnego nie miało istotnego wpływu na wysokość plonu owoców.
5. Nawożenie przy utrzymywaniu wilgotności gleby na poziomie  $-0,01$  MPa potencjału wodnego wpłynęło w istotny sposób na wzrost plonu. Wzrost poziomu nawożenia ponad dawkę 200 kg NPK na 1 hektar nie zwiększało efektywności nawożenia.



6. Nawadnianie niezależnie od nawożenia wpływało na wzrost plonu owoców, a wpływ nawadniania był skorelowany z niedoborem wody w glebie.
7. Nawadnianie zastosowane w jednym roku wywiera wpływ na wzrost i plonowanie drzew w latach, w których zabiegu takiego nie stosowano.
8. Wilgotność gleby utrzymywana na poziomie  $-0,01$  MPa potencjału wodnego, była efektywniejsza dla wzrostu plonowania jabłoni odmiany James Grieve niż na poziomie  $-0,03$  MPa.
9. Nawożenie zróżnicowanymi dawkami NPK nie miało istotnego wpływu na jakość produkowanych owoców.
10. Nawadnianie w roku zastosowania wpływało na wzrost masy owoców, lecz obniżało zawartość ekstraktu i jędrność owoców.

## LITERATURA

- Assaf R., Bravdo B., Levin L. (1978): An intensive hedgerow drip irrigation system for apples as developed in Israel. *Compact Fruit Tree*, 11: 37-47.
- Blasse W., Bringezu A., Grittener I. (1983): Ergebnisse und Konsequenzen der Abfelbewässerung. *Gartenbau*, 7: 210-212.
- Bould C., Hughes H. M., Gunn E. (1972): Effects of soil management and NPK fertilizers on tree growth, yield and leaf nutrient composition of dessert apples. *Expl. Hort.*, 24: 25-36.
- Boyhton D. R., Smock M., Anderson L. C. (1952): Short-term effects of non leguminous hay mulch and nitrogen fertilizer separately and in varying combinations on the behaviour of McIntosh apple trees. A progress report. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 59: 103-110.
- Cain J. C. (1953): The effect of nitrogen and potassium fertilizers on the performance on mineral composition of apple trees. *Proc. Am. Hort. Sci.*, 62: 46-53.
- Goode J. E., Higs K. H., Hyrycz K. J. (1978): Importance of irrigation timing and time and rate of nitrogen application for economic apple production. *Compact Fruit Tree*, Int. Dwarf Fruit Tree Assoc., 8: 77-84.
- Goode J. E., Hyrycz K. J. (1964): The response of Laxton's Super's apple trees to different soil moisture conditions. *J. Hort. Sci.*, 39: 254-276.
- Hołubowicz T., Pacholak E. (1978): Wpływ nawożenia i uprawy gleby na wzrost i plonowanie wiśni. *Sad nowocz.*, 3: 8-10.
- Levin L., Assaf R., Bravdo B. (1979): Irrigation water status and nutrient uptake in an apple orchard. Reprint from the Conf. on Mine. Nutr. and Quality of Temp. Zone Fruit Trees. Canterbury, England: 1-7.
- Pacholak E. (1986): Wpływ nawożenia i nawadniania na wzrost i plonowanie jabłoni odmiany James Grieve. *Rocz. AR w Poznaniu*; 1-79.
- Pacholak E. (1988): Nawadnianie kroplowe a wzrost i plonowanie jabłoni. W: *Projektowanie i eksploatacja mikronawodnień*. SGGW Warszawa: 129-141.
- Parynow S., Piątkowski M. (1973): Wpływ wysokiego nawożenia mineralnego na plonowanie jabłoni w pełni owocowania. *Pr. Inst. Sad.*, E, 1: 97-99.
- Piåtkowski M. i in. (1982): Zróżnicowane nawożenie azotem i potasem oraz skomasowane nawożenie fosforem i potasem jabłoni, w pełni owocowania. *Pr. Inst. Sad. i Kwic.*, A, 23: 13-22.
- Sadowski A., Kępką M. (1974): Results of nine-year N and K fertilizer trial on Yellow Transparent apple trees. *Proc. 19-th Intern. Hort. Congr. Warszawa*, 1-A: 391.



- Sadowski A., Żółciak E., Kęпка M. (1978): Wpływ nawożenia N i K na wzrost i owocowanie młodych jabłoni odmiany Landsberska. Zesz. Nauk. SGGW, Ogród., 10: 43–61.
- Shalhevet J., Heuer B., Meiri A. (1983): Irrigation interval as a factor in the salt tolerance of eggplant. *Irrig. Sci.* 4: 83–93.
- Słowik (1984): Gospodarka wodna roślin sadowniczych. W: Fizjologia roślin sadowniczych, PWN, Warszawa.
- Soczek Z. i in. (1970): Studies on nitrogen and carbon content in young apple trees as influenced by their bearing age. *Pr. Inst. Sad.*, 14: 43–70.

Katedra Sadownictwa  
Akademii Rolniczej w Poznaniu

## FERTILIZER AND IRRIGATION INTENSITY APPLE ORCHARD FOR THE GROWTH AND YIELD OF JAMES GRIEVE CULTIVAR

### Summary

The experiment conducted from 1984 to 1987. James Grieve apple trees double-grafted on A 2 rootstock with M 26 dwarfing interstock were planted in autumn 1975 on grey brown podzolic soil developed of postglacial clay which is counted to the III-b class according to the Polish soil valuation system. The trees were spaced at 2 × 2 m in a belt system, 3 rows in each belt (2125 trees/ha).

In the experiment three levels of irrigation were compared:

$W_0$  — check treatment — without irrigation

$W_1$  — irrigation was applied to maintain soil moisture at the water potential. Level above  $-0.03$  MPa

$W_2$  — irrigation was applied to maintain soil moisture at the water potential. Level above  $-0.01$  MPa

Irrigation was carried out by a sprinkler using Agro 2 system with a sprinkling capacity of 4 mm/hour. A single dose of sprinkling amounted to 32 mm. The water potential of soil was measured with a soil tensiometer at the depth of 30 cm.

Within each irrigation level, four fertilizer treatments were applied, randomly distributed in four replications.

I — check, without fertilization

II — NPK — 200 kg/ha (N—65;  $P_2O_5$ —40;  $K_2O$ —95)

III — 2 NPK — 400 kg/ha (N—130;  $P_2O_5$ —80;  $K_2O$ —190)

IV — 3 NPK — 600 kg/ha (N—195;  $P_2O_5$ —120;  $K_2O$ —285)

The first mineral fertilization was applied in spring 1977 i.e. in second year after planting, and it was applied annually according to the treatments designed until 1987.

Tree growth was enhanced by irrigation and was affected by fertilization. Fertilization without irrigation decreased the yield when the doses of mineral fertilizers were higher than 200 kg NPK/ha. Whereas the irrigation at the level of  $-0.01$  MPa soil water potential fertilization resulted in a significant increase of yield: however doses above 200 kg NPK/ha even in combination with irrigation did not increase the effectivity of fertilization.

Irrespective of, irrigation had a significant effect upon yielding. Better results were obtained when the soil moisture was maintained at the level of  $-0.01$  MPa: the mean (from 4 years) yield increase at that treatment amounted to 44% while at the level of  $-0.03$  MPa the yield was only 30% higher in comparison with the nonirrigated check.

Fertilization and irrigation did not have any significant effect on fruit quality.