

EUGENIUSZ PACHOLAK

WPLYW NAWOŻENIA I NAWADNIANIA NA ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH W LIŚCIACH DRZEW I W GLEBIE SADU JABŁONIOWEGO

WSTĘP

Ocenę stanu zaopatrzenia drzew owocowych w składniki mineralne przeprowadza się obecnie na podstawie analizy liści i gleby. Rozpoznając zasobność gleby i stanu odżywiania drzew można ustalić prawidłową diagnozę i program nawożenia (Kłossowski 1972, Hołubowicz 1979).

Poprawna interpretacja otrzymanych wyników wymaga znajomości liczb granicznych i wartości krytycznych dla składników pokarmowych zarówno w glebie jak i w roślinie (Borys 1979).

Opracowane przez Kłossowskiego w 1972 roku tymczasowe liczby graniczne są nadal modyfikowane w wyniku przeprowadzanych w kraju badań. Ostatnia weryfikacja została przeprowadzona pod redakcją Sadowskiego w roku 1981 (Hołubowicz 1982). Uwzględnia ona prowadzenie sadu systemem tradycyjnym bez nawadniania, zastrzegając się wyraźnie, że nawadnianie może mieć wpływ na pobieranie przez drzewo i na zawartość w glebie składników pokarmowych.

Celem podjętych badań była próba określenia wpływu nawadniania na zawartość składników pokarmowych w liściach jabłoni i w glebie przy różnych poziomach nawożenia, w pierwszych latach po posadzeniu.

MATERIAŁ I METODY

Sad jabłoniowy założono w 1975 roku na terenie Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Akademii Rolniczej w Przybrodzie. Drzewa odmiany James Grieve na podkładce Antonówka z wstawką skarłającą M 26 posadzono w rozstawie 2×2 m systemem pasowym po 3 rzędy w pasie. Pomiedzy pasami zastosowano 3 metrowe odległości przeznaczone do

wykonania zabiegów pielęgnacyjnych. Między poziomami nawadniania wprowadzono 6 metrowe pasy izolacyjne. W pasach utrzymywano ugór herbicydowy, a między pasami murawę.

Doświadczenie zostało założone na glebie III klasy bonitacyjnej zaliczanej do typu gleb bielcowych słabo oglejonych, zdrenowanych. W warstwie ornej znajduje się piasek gliniasty mocny, glina lekka zalega na głębokości około 70 cm. Poziom wody gruntowej utrzymywał się wiosną na głębokości 180 - 220 cm. Gleba pod sad została przygotowana zgodnie z obowiązującymi zaleceniami (Pieniążek 1981). Wiosną w roku poprzedzającym posadzenie sadu wysiano na polu mieszankę traw. Przed posadzeniem drzew pasy pod drzewa wypalano herbicydem Gramoxone.

W doświadczeniu zastosowano 3 poziomy nawadniania: W_0 — bez nawadniania, W_1 — nawadnianie przy 0,03 MPa siły ssącej gleby, W_2 — nawadnianie przy 0,01 MPa siły ssącej gleby. Nawadnianie wykonywano deszczownicą typu Agro 2 o wydajności zraszacza 4 m³/godz.

W każdym poziomie nawadniania w układzie bloków losowych zastosowano 4 poziomy nawożenia: I — bez nawożenia, II — 1 NPK — 200 kg/ha, III — 2 NPK — 400 kg/ha, IV — 3 NPK — 600 kg/ha (NPK w stosunku N:P₂O₅:K₂O jak 1:0,6:1,4).

Tabela 1

Wartość siły ssącej gleby, liczba nawadnień i suma mm deszczowania w latach 1977 - 1981
Value of soil moisture (MPa) number of irrigations and total amount of artificial precipitation in 1977 - 1981

Kombinacja nawadniania Treatment of irrigation	Wyszczególnienie Item	Lata — years				
		1977	1978	1979	1980	1981
W_0	Sila ssąca gleby MPa Soil moisture MPa	0,01	0,04	0,07	0,01	0,02
	Liczba nawadnień Number of irrigations	0	0	0	0	0
	Suma mm deszczowania w sezonie Total of irrigation mm per season	0	0	0	0	0
	Sila ssąca gleby MPa Soil moisture MPa	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02
W_1	Liczba nawadnień Number of irrigations	0	2	3,5	0	0,5
	Suma mm deszczowania w sezonie Total of irrigation mm per season	6	64	112	0	16
	Sila ssąca gleby MPa Soil moisture MPa	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Liczba nawadnień Number of irrigations	0	3	6	0	1,5
W_2	Suma mm deszczowania w sezonie Total of irrigation mm per season	0	96	192	0	48

Tabela 2

Opady atmosferyczne w ŹSD Przybroda w latach 1976 - 1981
Precipitations at Przybroda Experimental Station in 1976 - 1981

Rok Year	Opady w mm Precipitation in mm		Liczba dni opadu w IV - IX Numbers of days with rain from April to Sept.	Miesięczne opady w mm Monthly precipitation in mm					
	Rocznie Yearly	IV - IX from April to Sept.		Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September
1976	535,2	268,2	46	12,6	40,0	17,2	77,5	61,5	59,5
1977	637,8	461,1	68	59,7	141,8	42,4	88,8	95,5	33,4
1978	585,7	363,0	58	26,1	29,5	51,1	34,9	88,1	105,4
1979	534,6	303,6	38	43,1	28,8	21,9	51,4	37,4	121,0
1980	765,0	580,3	83	50,0	32,8	209,8	184,2	46,9	37,6
1981	737,1	401,0	64	27,2	72,9	57,8	178,9	23,4	96,0
Srednie wieloletnie Average for 1965 - 1975	520,0	324,7	-	42,0	51,9	53,4	75,2	58,5	43,7

Poletko nawożone obejmowało 15 drzew i było odizolowane od poletka następnego pasem izolacyjnym składającym się z jednego rzędu drzew. Gleba przed zastosowaniem zróżnicowanego nawożenia w 100 g gleby zawierała w warstwie ornej od 0 - 20 cm: 3,5 mg P, 10,6 mg K i 2,4 mg Mg przy pH 5,4 - 6,0, a w warstwie od 20 - 40 cm: 2,6 mg P, 7,6 mg K i 2,0 mg Mg przy pH 5,1 - 6,4.

Pierwsze nawożenia na poletkach wprowadzono w roku 1977 i przez wszystkie lata aż do 1981 roku było nie zmieniane. Nawozy fosforowe (superfosfat 46%) i potasowe (sól potasowa 60%) wysiano w jednej dawce jesienią, natomiast nawozy azotowe (saletra amonowa 34%) wiosną, w jednej dawce.

Cięcie letnie drzew wykonano w lipcu. Zabiegi ochrony roślin wykonano zgodnie z obowiązującymi zaleceniami kalendarza opryskiwań dla jabłoni. Częstotliwość nawadniania drzew i dawki wody w poszczególnych latach przedstawiono w tabeli 1. Terminy nawadniania ustalono na podstawie pomiarów siły ssącej gleby metodą tensjometryczną. Zawartość wody w glebie oraz termin nawadniania uzależniony był od rozkładu opadów atmosferycznych, które przedstawiono w tabeli 2.

W latach od 1978 do 1981 w drugiej połowie lipca pobierało do analiz chemicznych próbki gleby z głębokości 0 - 20 cm i 20 - 40 cm oraz próbki liści. W glebie oznaczano zawartość fosforu i potasu metodą Engera-Riehma, magnez metodą Schachtschabela.

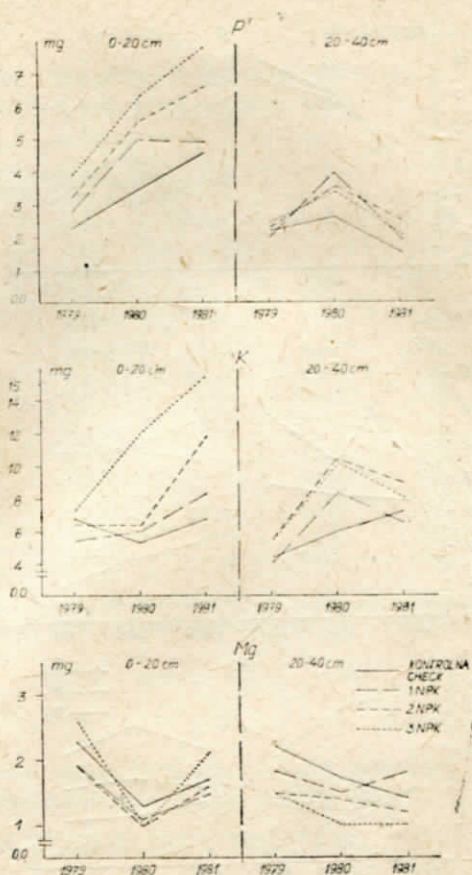
Liście po wysuszeniu w temperaturze 60°C mielono, a następnie oznaczano w nich zawartość azotu metodą Parnasa-Wagnera, potasu i wapnia metodą fotopłomieniową Schuhknechta-Weibla, a fosforu i magnezu metodą kolorymetryczną na Specolu. Przy oznaczaniu fosforu zastosowano molibdenian amonu, a przy magnezie żółcień tytanową. W pracy wszystkie wyniki przeliczano na czysty składnik.

WYNIKI

Analizując zawartość przyswajalnych składników pokarmowych w glebie stwierdzono znaczne wahania między poszczególnymi latami, jak również zmiany ich poziomu w zależności od zastosowanego nawożenia (ryc. 1) jak i nawadniania (ryc. 2).

Wzrastające nawożenie powodowało stopniowy, ale stały wzrost zawartości przyswajalnego fosforu i potasu w warstwie od 0 - 20 cm, natomiast w warstwie od 20 - 40 cm nie stwierdzono tak wyraźnego wzrostu zarówno fosforu jak i potasu. Zastosowane nawożenie nie miało większego wpływu na zawartość przyswajalnego magnezu w glebie. Na głębokościach 0 - 20 i 20 - 40 cm zawartość magnezu kształtowała się na zbliżonym poziomie.

Nawadnianie podobnie jak nawożenie wpływało na zróżnicowanie za-



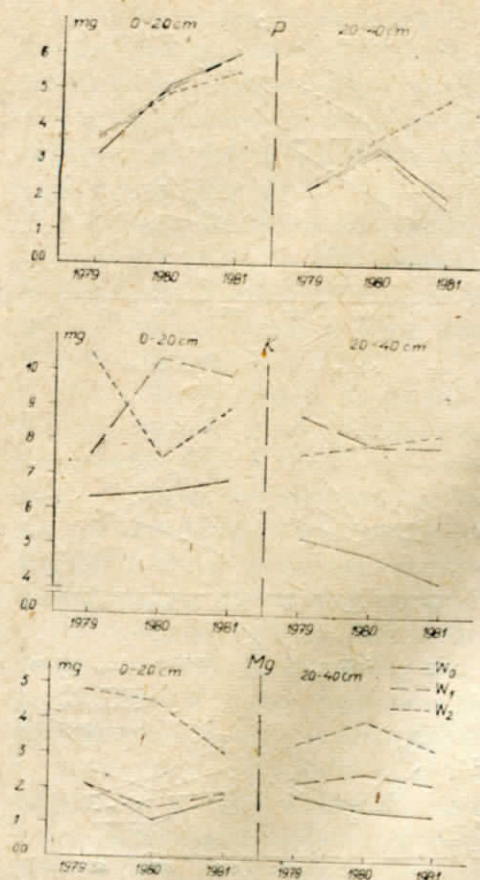
Ryc. 1. Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość składników mineralnych w glebie (mg/100 g gleby)

Fig. 1. Influence of fertilization on the contents of mineral elements in the soil (mg/100 g of soil)

wartości przyswajalnych składników w glebie. Zróżnicowanie to było ściśle uzależnione od składnika (ryc. 2). Zawartość przyswajalnego fosforu w warstwie od 0-20 cm nie ulegała zmianie pod wpływem nawadniania. W warstwie 20-40 cm stwierdzono wyraźny wzrost przyswajalnego fosforu w kombinacji W_2 , gdzie było stosowane najwyższe nawodnienie.

Zawartość przyswajalnego potasu i magnezu w obu badanych głębokościach wyraźnie wzrastała pod wpływem zastosowanego nawadniania (ryc. 2).

Oporając się na średnich z trzech lat (tab. 3) i porównując je z obecnie obowiązującymi liczbami granicznymi (Hołubowicz 1982) należy stwierdzić, że zawartość fosforu w warstwie od 0 do 20 cm niezależnie od nawadniania kształtowała się na poziomie średnim na poletkach nie-nawożonych. Wzrastające dawki fosforu i wody podwyższały poziom fosforu w glebie. Kombinacja W_0 potwierdziłaby przypuszczenie wysuwane często przez sadowników, że nawożenie fosforem na glebach zasob-



Ryc. 2. Wpływ nawadniania na zawartość składników mineralnych w glebie (mg/100 g gleby)

Fig. 2. Influence of irrigation on the content of mineral elements in the soil (mg/100 g of soil)

nych w fosfor przyswajalny jest zbędne w sadzie jabłoniowym. Zawartość przyswajalnego potasu w warstwie 0-20 cm stwierdzono na niskim poziomie w I i II, a średnią w kombinacjach III i IV (tab. 3). W warstwie od 20 do 40 cm również wraz ze wzrostem dawek potasu i wody wzrastała zawartość tego pierwiastka. Zawartość magnezu w warstwie od 0-20 i 20-40 cm niezależnie od nawożenia i nawadniania była na ogół niska. Stwierdzono, że przy wzroście nawadniania wzrasta zawartość magnezu w glebie.

Ocenę poziomu odżywiania jabłoni odmiany James Grieve przeprowadzono na podstawie średnich z 4 lat wyników analizy zawartości składników mineralnych w liściach (tab. 4).

Porównując je z obowiązującymi obecnie liczbami granicznymi (H o ł u b o w i c z 1982) nie stwierdzono istotnego wpływu zarówno zróżnicowanego nawożenia jak i nawadniania na zawartość składników pokarmowych w liściach drzew. We wszystkich rozpatrywanych kombinacjach zawartość azotu była na poziomie wysokim, a fosforu, potasu i magnezu na poziomie optymalnym.

Analizując szczegółowo zawartość składników pokarmowych w liś-

Tabela 3

Zawartość składników pokarmowych w glebie (mg/100 g gleby). Średnie z lat 1979 - 1981
Content of some nutrient compounds in soil (mg/100 g soil). Mean for 1979 - 1981

Kombinacje nawozowe Fertilizer's treatments	Kombinacje nawadniania Irrigation's treatment	P		K		Mg	
		Poziom (cm) - Soil layer (cm)					
		0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40
I Kontrolna Check	W ₀	3,4 śr	2,1 śr	6,3 n	5,7 śr	1,8 n	1,8 n
	W ₁	3,0 śr	2,7 śr	5,5 n	4,8 n	1,9 n	2,2 n
	W ₂	3,5 śr	2,4 śr	5,5 n	5,0 śr	4,8 śr	3,4 n
II 1 NPK	W ₀	4,2 w	2,6 śr	6,6 n	6,3 śr	1,5 n	1,7 n
	W ₁	4,3 w	2,5 śr	8,3 śr	6,4 śr	1,9 n	2,7 n
	W ₂	4,0 w	3,3 w	7,5 n	5,1 śr	4,6 śr	3,7 n
III 2 NPK	W ₀	5,1 w	2,8 śr	8,2 śr	8,2 śr	1,5 n	1,5 n
	W ₁	5,3 w	2,5 śr	8,7 śr	8,5 w	1,6 n	2,3 n
	W ₂	4,9 n	3,9 w	10,3 śr	7,6 śr	3,6 n	3,5 n
IV 3 NPK	W ₀	4,8 w	2,2 śr	11,3 śr	8,4 w	1,9 n	1,9 n
	W ₁	6,7 w	2,1 śr	10,4 śr	7,9 śr	1,7 n	1,9 n
	W ₂	6,1 w	4,8 w	11,0 śr	9,2 w	2,8 n	3,4 n

Porównanie z liczbami granicznymi - Comparison with standards (Holubowicz 1982), n - niska klasa zasobności - low classes of mineral content, śr - średnia klasa zasobności - moderate classes of mineral content, w - wysoka klasa zasobności - high classes of mineral content

Tabela 4

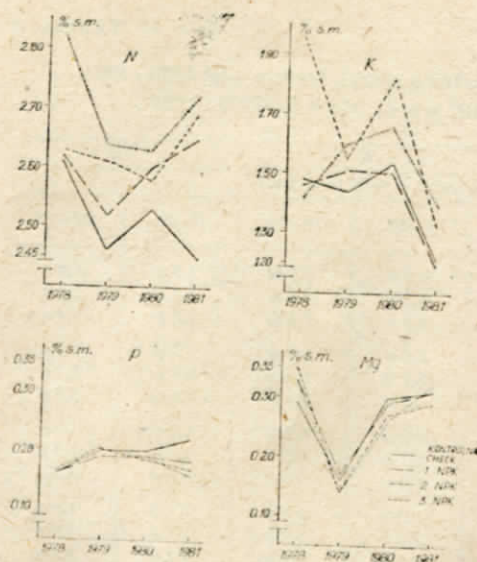
Średnie zawartości składników pokarmowych w liściach (w % s.m.) w latach 1978 - 1981
Mean leaf's content of nutrient elements in leaves (in % d.m.) in 1978 - 1981

Kombinacje nawozowe Treatments of fertilizer	Kombinacje nawadniania Treatments of irrigation	Składnik mineralny - Nutrient elements			
		N	P	K	Mg
I Kontrolna Check	W ₀	2,51 w	0,18 o	1,37 o	0,23 o
	W ₁	2,54 w	0,20 o	1,43 o	0,28 o
	W ₂	2,48 w	0,21 o	1,45 o	0,29 o
II 1 NPK	W ₀	2,59 w	0,15 o	1,42 o	0,25 o
	W ₁	2,65 w	0,19 o	1,35 o	0,27 o
	W ₂	2,55 w	0,19 o	1,48 o	0,29 o
III 2 NPK	W ₀	2,60 w	0,17 o	1,62 o	0,22 o
	W ₁	2,64 w	0,18 o	1,50 o	0,28 o
	W ₂	2,64 w	0,18 o	1,50 o	0,27 o
IV 3 NPK	W ₀	2,60 w	0,17 o	1,55 o	0,26 o
	W ₁	2,75 w	0,17 o	1,47 o	0,28 o
	W ₂	2,76 w	0,19 o	1,53 o	0,25 o

Porównanie z liczbami granicznymi - Comparison with standards (Holubowicz 1982)
w - wysoka zawartość składnika mineralnego - high content of nutrient elements
o - optymalna zawartość składnika mineralnego - optimal content of nutrient elements

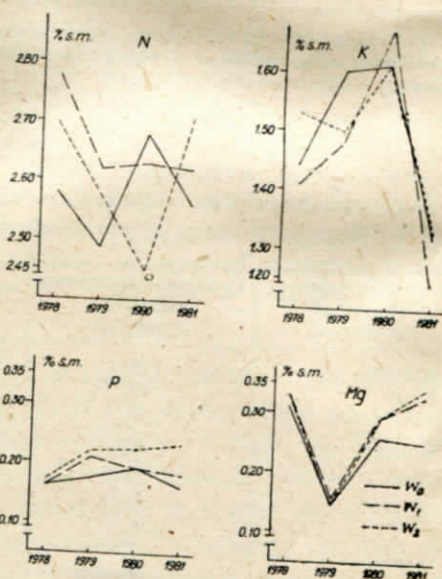
ciach stwierdzono duże wahania w procentowej zawartości (ryc. 3 i 4) azotu i potasu, nie stwierdzono natomiast wyraźnych różnic między latami w zawartości fosforu i magnezu.

Zróżnicowanie dawek nawozowych, nie wpływało w sposób istotny na zmianę zawartości składników pokarmowych w liściach jabłoni (ryc.



Ryc. 3. Nawożenie a zawartość składników pokarmowych w liściach (w % s.m.)

Fig. 3. Relationship between fertilization and the content of nutrient elements compounds in the leaves (in % d.m.)



Ryc. 4. Nawadnianie a zawartość składników pokarmowych w liściach (w % s.m.)

Fig. 4. Relationship between irrigation and the content of nutrient elements compounds in the leaves (in % d.m.)

3) z wyjątkiem zmian w zawartości azotu, którego poziom w liściach wzrastał wraz ze wzrostem dawki azotu.

Zróznicowane nawadnianie nie miało również istotnego wpływu na zmianę zawartości badanych składników (ryc. 4).

DYSKUSJA

Po pięciu latach stosowania zróżnicowanego nawożenia, stwierdzono wyraźny wzrost, szczególnie w poziomie 0-20 cm, zawartości przyswajalnego K i P w glebie, co jest zgodne z wynikami uzyskanymi przez

Kępkę i Sadowskiego (1978) oraz Sadowskiego i wsp. (1979). Zmiany te w zawartości składników pokarmowych w warstwie 0-20 cm pod wpływem nawożenia nie wpływały na stan zaopatrzenia drzew w składniki mineralne. Uzyskane wyniki potwierdzają więc opinię Sadowskiego i wsp. (1979), że dopiero po około 10 latach stosowania określonego poziomu nawożenia następuje na tyle istotne przemieszczenie potasu wnoszonego w formie nawozu na powierzchnię gleby, do jej głębszych warstw, że uwidacznia się to w zawartości w liściach. Należy również zauważyć, że zawartość K i P w liściach w badanych latach w żadnej kombinacji nie spadła poniżej zakresu określonego przez liczby graniczne (Kłossowski 1972, Hołubowicz 1982) jako optymalny. W glebie natomiast zawartość była na poziomie niskim, średnim lub wysokim w zależności od rozpatrywanego składnika. Wydaje się więc słuszne, że liczby graniczne proponowane przez Kłossowskiego (1972) dla zawartości K i P w glebie zostały uznane za zbyt wysokie i w roku 1981 na podstawie propozycji Sadowskiego i wsp. (1979) oraz innych badań wykonanych w Polsce zostały obniżone do poziomu obecnie obowiązującego (Hołubowicz 1982).

Podobnie w przypadku Mg gdzie stwierdzono niską jego zawartość w glebie, w liściach zawartość magnezu była na poziomie optymalnym (tab. 4). Nie stwierdzono również wyższej zawartości Mg w liściach w tych kombinacjach, w których pod wpływem nawadniania zawartość przyswajalnego magnezu w glebie wyraźnie wzrastała (tab. 3).

Zawartość w liściach azotu we wszystkich kombinacjach była na poziomie wysokim. Świadczył również o tym klasyczny, zdrowy wygląd drzew i ich dobre plonowanie. Uzyskane wyniki są zgodne z badaniami Sadowskiego i wsp. (1979), którzy stwierdzili brak reakcji jabłoni w sadzie już owocującym na nawożenie azotem.

Według Tertsa (1968) przyczyną braku takiej reakcji są niskie wymagania pokarmowe jabłoni w stosunku do azotu, ze względu na możliwość dużej akumulacji tego składnika w starszych, trwałych organach drzewa.

Uzyskane w doświadczeniu wyniki są zgodne z wynikami badań Obbink i Alexander (1977), którzy wykazali istnienie wpływu nawadniania na wzrost przyswajalnych składników pokarmowych w glebie i na brak odzwierciedlenia takich zmian w zawartości składników w liściach.

W omawianej pracy nie podano danych dotyczących wpływu nawożenia na plonowanie drzew. Będzie to przedmiotem innego, obszernego opracowania. Należy jednak podkreślić, że zarówno wygląd jak i średnie plony z trzech pierwszych lat owocowania wynoszące 12 t/ha należy zakwalifikować dla warunków Wielkopolski jako wysokie. W rozpatrywanym 5-leciu mimo 3 tzw. „mokrych lat”, uwypuklił się wpływ nawadniania na plonowanie drzew. Wskazywałoby to na rzeczywiście optymal-

ne zawartości poszczególnych składników pokarmowych w glebie i w liściach potrzebnych na wyprodukowanie wysokiego plonu. Z drugiej strony wysoka zawartość w liściach azotu, optymalna i nie wzrastająca zawartość fosforu sugeruje na celowość obniżenia nawożenia azotowego i wycofania przynajmniej czasowego nawożenia fosforowego.

WNIOSKI

1. Wysokie dawki NPK i nawadnianie wywołały wyraźny wzrost zawartości fosforu, potasu i magnezu w warstwie 0 - 20 cm, nie miały natomiast wpływu na zawartość tych składników w liściach.
2. Wieloletnie wysokie nawożenie fosforem i potasem powodowało powolny, ale stały wzrost zawartości tych pierwiastków w warstwie 0 - 20 i 20 - 40 cm gleby.
3. Nawadnianie wpływało na wzrost przyswajalnego potasu i magnezu zarówno w warstwie gleby od 0 do 20 cm jak i 20 - 40 cm.
4. Nawożenie azotem i nawadnianie wpływało na zwiększoną zawartość azotu w liściach.
5. Zawartość azotu, potasu i magnezu w liściach była bardzo zmienna w latach i uzależniona od przebiegu warunków atmosferycznych, co nie stwierdzono w przypadku fosforu.

LITERATURA

- Borys M. W. (1979): Żywnienie mineralne. Rozdział w podręczniku „Fizjologia roślin sadowniczych”. Praca zbiorowa pod redakcją Jankiewicza. PWN Warszawa.
- Hołubowicz T. (1979): Kierunek — ograniczone ale racjonalne nawożenie. Hasło Ogrodn. Nr 4 s. 1.
- Hołubowicz T. (1982): Nawożenie sadów. Rozdział w podręczniku „Nawożenie roślin ogrodniczych”. Praca zbiorowa pod redakcją Starcka. PWRiL, Warszawa (w druku).
- Kępką M., Sadowski A. (1978): Wpływ nawożenia azotem i potasem na niektóre właściwości chemiczne gleby oraz wzrost i owocowanie jabłoni. Roczn. Nauk Roln., ser. A 103: 59 - 77.
- Kłossowski W. (1972): Nawożenie roślin sadowniczych. PWRiL, Warszawa.
- Obbink J. G., Alexander D. M. (1977): Observations of soil water and salt movement under drip and flood irrigation in an apple orchard. Agricultural Water Management 1 (2): 179 - 190.
- Pieniążek S. A. (1981): Sadownictwo. PWRiL, Warszawa.
- Sadowski A., Kępką M., Scibosz K. (1979): Wpływ nawożenia N, K i wapnowania na niektóre właściwości chemiczne gleby na wzrost i owocowanie jabłoni Oliwka Inflancka w warunkach trwałego zadarnienia. Maszynopis. pracy zleconej SGGW Warszawa.
- Terts I. (1968): Télialma — trágyazasi tratamkiesérlet eredmenyei homaktala jom. Szőlő-Gyülnölestern 4: 51 - 72.

EUGENIUSZ PACHOLAK

THE EFFECT OF FERTILIZATION AND IRRIGATION ON MINERAL CONTENTS IN THE SOIL AND IN THE LEAVES OF APPLE ORCHARDS

Summary

An experiment with the fertilization and sprinkle irrigation of apple cv. James Grieve was established in 1977 at the Agriculture experimental Station at Przybroda near Poznań.

There were treatments with different levels of fertilization: I — without fertilization, II — 1 NPK — 200 kg/ha, III — 2 NPK — 400 kg/ha, IV — 3 NPK — 600 kg/ha ($N:P_2O_5:K_2O = 1:0.6:1.4$), and three levels of irrigation: W_0 — without irrigation, W_1 — irrigation at 0.03 MPa of soil moisture, W_2 — irrigation at 0.01 MPa of soil moisture.

The obtained results in 1978-1981 suggested the following conclusions:

1. High doses of fertilizers and irrigation increased slightly the content of phosphorus, potassium and magnesium in the 0-20 cm soil layer. There was no significant increase in the content of mineral nutrients in the leaves.

2. Irrigations increased slightly the content of potassium and magnesium in the 0-20 and 20-40 cm soil layers.

3. Doses of nitrogen increased the content of nitrogen in the leaves.

4. The contents of nitrogen, potassium and magnesium in the leaves were very different in the particular years. Weather conditions were the most important factor.