

WPLYW NAWOZENIA POTASEM NA WIELKOŚĆ POTENCJAŁU MACIERZYSTEGO  
GLEBY I WZROST JABŁONI ODMIANY KATJA

dr inż. Stanisław Zakowicz

Katedra Melioracji Rolnych i Lesnych SGGW Warszawa

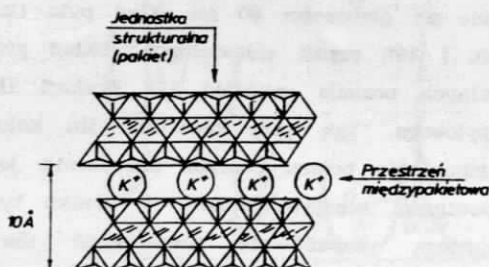
dr inż. Ewa Jadczyk

Katedra Sadownictwa SGGW Warszawa

1. Wstęp

W celu racjonalnego prowadzenia gospodarki wodnej w intensywnym sadzie jabłoniowym niezbędne jest poznanie wpływu potasu na wzrost roślin i ich transpirację. Potas pomimo, że w większości gleb mineralnych występuje w dużej ilości to jest bardzo często trudno dostępny i obserwujemy w roślinach charakterystyczne objawy jego niedoboru. Potas jest niezbędny roślinie przy tworzeniu skrobi, przemieszczaniu cukrów i wytwarzaniu chlorofilu. Pierwiastek ten w roślinie utrzymuje właściwy stan fizykochemiczny koloidów plazmy komórkowej (uwodnienie, pęcznienie). Potas wpływa na właściwą gospodarkę wodną i węglowodanową, na fotosyntezę, oddychanie, gospodarkę azotem, żelazem, manganem, a także aktywuje układy enzymatyczne w roślinie. W warunkach naturalnych większość potasu ( $K^+$ ) w glebie znajduje się w minerałach ilastych zawartych w frakcji części sypialnych. Dla roślin dostarczany on jest w wyniku wietrzenia tych minerałów. Szybkość uwalniania  $K^+$  w wyniku procesów wietrzenia jest uzależniona nie tylko od jego zawartości w danym mineralu, ale także od budowy strukturalnej pakietów. Najważniejsze minerały zawierające potas to: skalenie, biotyt, illit, chloryt, smektyt. Z uwagi na budowę strukturalną minerałów w praktyce sadowniczej zwraca się szczególną uwagę na minerały takie jak smektyt i illit. Smektyt nazywany jest często montmorylonitem z uwagi na fakt znalezienia go około 1847 roku we Francji w miejscowości Montmorillon. Ma charakterystyczną podobnie jak illit strukturę warstwową typu 2:1. Powoduje to jak pokazano na przykładzie illitu (rys.1) wchodzenie

jonów potasu w przestrzeń międzypakietową.



Rys. 1. Budowa strukturalna illitu.

Jony  $K^+$  równoważą ujemne ładunki elektryczne występujące na przylegających do siebie płaszczyznach pakietów. W wyniku tego procesu często obserwujemy małą skuteczność nawożenia potasem. Wynika to z szybkiego unieruchomienia jonów tego pierwiastka przez minerały typu 2:1. Potas w glebie występuje w trzech formach. Potas wchodzący w skład minerałów glebowych, potas zasorbowany przez kolojdy mineralne i organiczne oraz jony potasu w roztworze glebowym.

Szybkość dyfuzji jonów potasu w kierunku korzeni zależy w dużym stopniu od stężenia potasu w roztworze glebowym. Pobierany przez rośliny potas jest akumulowany w komórkach różnych tkanek. Akumulacja jonów potasu w tkankach ksylemu obniża potencjał osmotyczny soku komórkowego co powoduje silniejsze pobieranie wody glebowej przez roślinę i zmniejszenie transpiracji co podkreśla Carson (1980). Jednakże zagadnienie to według Hsiao (1973) oraz Mengla i Kirkby (1980) jest bardziej skomplikowane. Potas odgrywając istotną rolę w sterowaniu aparatami szparkowymi liści może bardzo zróżnicowanie wpływać na transpirację. Dlatego też mając na uwadze optymalizację czynnika wodnego w uprawie jabłoni odmiany Katja podjęto także ten problem.

## 2. Metodyka badań

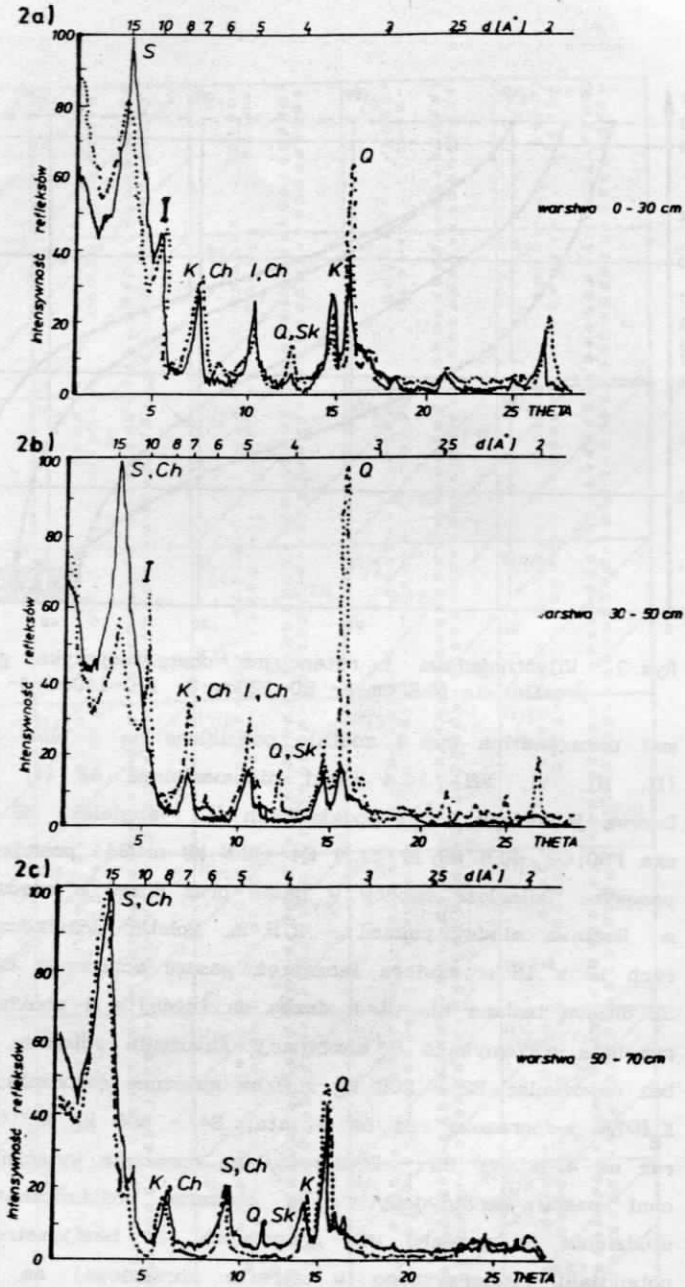
Badania przeprowadzono w 1992 roku w nowo założonym sadzie na Polu Doświadczalnym Katedry Sadownictwa SGGW w Wilanowie i Stacji Lizymetrycznej Katedry Melioracji Rolnych i Leśnych w Warszawie.

Gleba w sadzie doświadczalnym to mada wykazująca w poziomie A1 (0-35 cm) oraz w warstwie do głębokości 80 cm skład pyłu ilastego o ponad 46% frakcji pyłu i 49% części spławialnych. Skład granulometryczny części spławialnych pozwala wyróżnić 12% frakcji iłu koloidalnego i 37% iłu pyłowego. Tak duża zawartość iłu koloidalnego może powodować unieruchomienie potasu poprzez wchodzenie jonów tego pierwiastka do przestrzeni międzypakietowej. W wyniku tych procesów jony potasu mogą stawać się niedostępne dla drzew jabłoniowych i powodować objawy chorobowe.

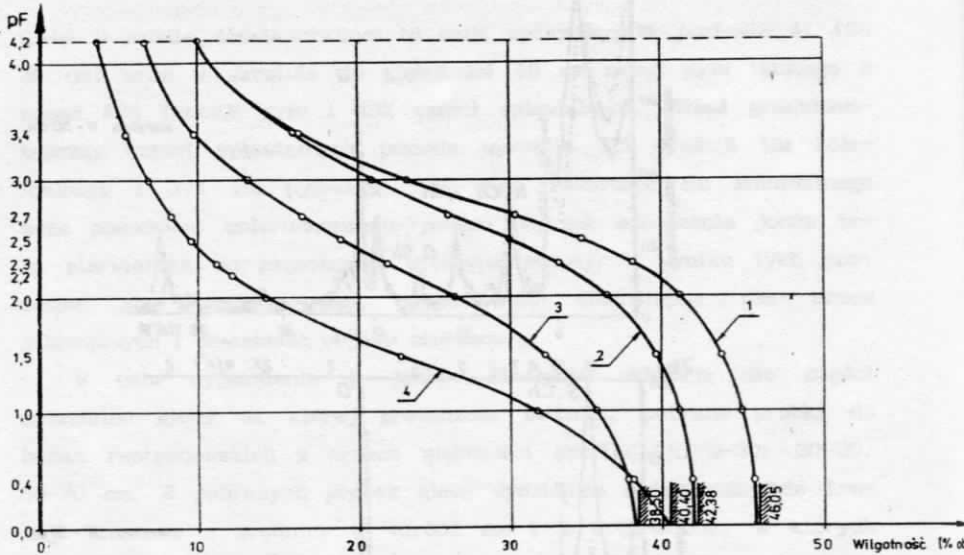
W celu wyjaśnienia z jakich minerałów składają się części spławialne gleby na której prowadzono badania, pobrano próbki do badań rentgenowskich z trzech głębokości profilu tj. 0-30; 30-50, 50-70 cm. Z pobranych próbek gleby wydzielono sedymentacyjnie frakcje ziarnowe o średnicy  $\phi < 0.002$  mm i  $\phi 0.02-0.002$ , w których znajdują się najbardziej aktywne składniki gleb. Wykonano badania rentgenostrukturalne identyfikując minerały ilaste w preparatach surowych, glikolowych i prazonych w temperaturze  $600^{\circ}\text{C}$ . Pomiarów wykonano na dyfraktometrze rentgenowskim Sigma 2000 promieniowaniem  $\text{C}_{\alpha}$  metodą refleksyjną z wykorzystaniem techniki komputerowej do rejestracji i przetwarzania danych oraz graficznej interpretacji wyników.

Przykładowe wyniki analizy rentgenostrukturalnej preparatów surowych o średnicy  $\phi < 0.002$  i  $\phi 0.02-0.002$  mm przedstawiono dla warstw 0-30; 30-50 i 50-70 na rys 2. Z dyfraktodiagramów pokazanych dla warstwy 0-30 cm (rys.2a) widać, że głównym minerałem frakcji ilastej  $\phi < 0.002$  mm jest smektyt (z serii montmorylonitu), drugim koalinit, trzecim illit, a czwartym chloryt. W warstwach 30-50 i 50-70 (rys.2b i 2c) wyniki są podobne, tylko chloryt jest na drugim miejscu. Skład strukturalny frakcji iłu pylastego ( $\phi 0.02-0.002\text{mm}$ ) jest także podobny z tym, że w warstwach górnych jest mniejsza zawartość smektytu a więcej illitu. Frakcja iłu pylastego zawiera także więcej kwarcu i skalenia. Wilgotnościową i retencyjną charakterystykę tej gleby przedstawiono na rys.3.

Doświadczenie z jabłonią odmiany Katja na powierzchni 0.9 ha założono w układzie split-split-block. Doświadczenie którego sche-

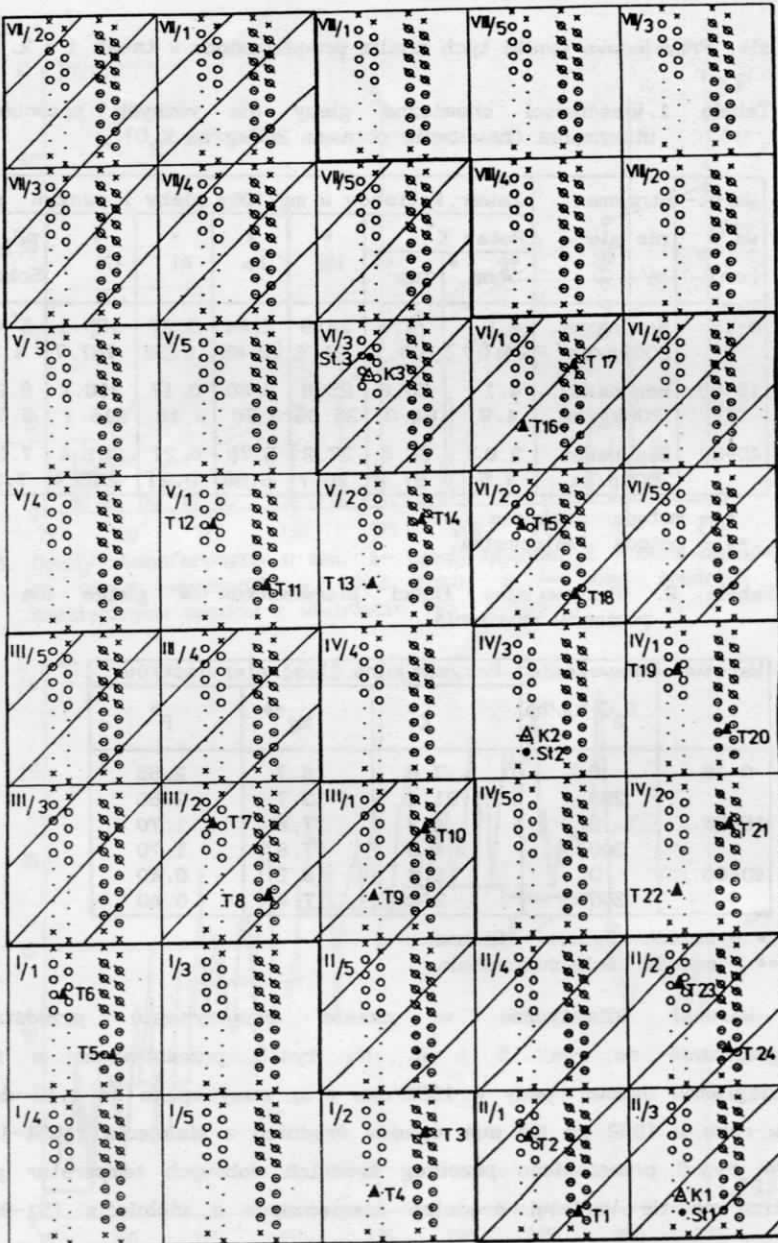


Rys. 2. Wyniki analizy rentgenostrukturalnej frakcji gleby  
1— $\phi < 0.002\text{ mm}$  2— $\phi (0.002 - 0.02\text{ mm})$  dla warstw:  
2a) - 0 - 30cm, 2b) - 30 - 50cm, 2c) - 50 - 70cm.  
(Minerały: S-smektyt, I-illit, K-kaolinit, Ch-chloryt  
Sk-skalenie, Q-kwarc)



Rys.3. Wilgotnościowa i retencyjna charakterystyka gleby. Warstwy profilu: 1- 0-80cm; 2- 80-120cm; 3- 120-140cm; 4- 140-170cm.

mat pokazano na rys 4 zostało podzielone na 4 bloki nawadniane A1 (II, III, VI, VII) i 4 bloki nienawadniane A2 (I, IV, V, VIII). Drzewa jabłoniowe na 4 podkładkach (C1 -angielska M9 EMLA; C2 -polska P60; C3 -RFN M9 nr751 i C4 -RFN M9 nr984) posadzono w systemie pasowym. Odległość rzędów w pasie oraz drzew w rzędzie wynosi 1.5 m. Roztawa między pasami - 3,5 m. Poletko doświadczalne o wymiarach 15 x 15 m zawiera łącznie z pasami ochronnym 60 drzew w tym 32 drzewa badane tj. po 8 drzew na każdej z 4 podkładek. W eksperymencie porównywano 5 kombinacji nawożenia potasem: B1- kontrolne bez nawożenia; B2 - 200 kg  $K_2O$ /ha nawożone corocznie; B3 - 800 kg  $K_2O$ /ha jednorazowo raz na 4 lata; B4 - 400 kg  $K_2O$ /ha jednorazowo raz na 4 lata ; B5 - 200kg  $K_2O$ /ha corocznie wyłącznie na powierzchni pasów herbicydowych. Na obszarze doświadczenia założono 3 studzienki do pomiaru wód gruntowych, 24 tensjometrów do kontroli potencjału macierzystego w strefie korzeniowej na głębokości 15 cm. Ponadto wykonano 3 punkty kontrolne w których zainstalowano tensjometry i termometry glebowe na głębokościach 15, 25 i 50 cm. W celu oceny właściwości chemicznych gleby przed rozpoczęciem doświadczenia pobrano próbki gleby i poddano je stosownej anali-



▨ OBSZAR NAWADNIANIA

□ OBSZAR BEZ NAWADNIEN

St. ● - Studzienka

K1 ▲ - Punkty kontrolne

T1 ▲ - Tensjometr

Rys. 4. Schemat doświadczenia.

zie. Przykładowe wyniki tych analiz przedstawiono w tabeli 1 i 2.

Tabela 1. Właściwości chemiczne gleby dla różnych sposobów jej utrzymania (nawożenie potasem 200kg/ha  $K_2O$ ).

Warstwa w [cm]	Utrzymanie gleby	Zawar. kationów w mg/100g gleby i odczyn pH						
		Potas $K^+$		Mg	Na	Al	Ca	pH <sub>KCL</sub> Sokół.
		wym. *	zap **					
0-15	Bez nawoż.	8.8	74.5	24.9	2.64	0.37	185.1	5.4
	200kg/ha	24.0	108.1	21.4	2.65	0.38	167.7	4.3
15-30	Bez nawoż.	4.1	56.8	25.6	3.80	0.17	210.4	6.2
	200kg/ha	4.9	64.0	25.6	3.70	0.18	216.1	5.7
40-60	Bez nawoż.	3.0	56.5	27.2	5.70	0.21	261.4	7.3
	200kg/ha	3.5	57.2	26.7	6.60	0.21	268.3	7.3

\* - metoda Jacksona

\*\* - metoda Reitenmeira

Tabela 2. Przystawialne ilości pierwiastków w glebie dla dwóch poziomów nawożenia.

Warstwa	Nawożenie $K_2O$ kg/ha	Przystawialna ilość pierwiastków		
		K *	Mg **	P *
0-15	0	7.6	15.7	2.55
	200	31.4	13.7	2.60
15-30	0	4.2	17.8	1.70
	200	4.9	17.8	1.70
40-60	0	2.4	18.2	0.40
	200	2.2	17.4	0.40

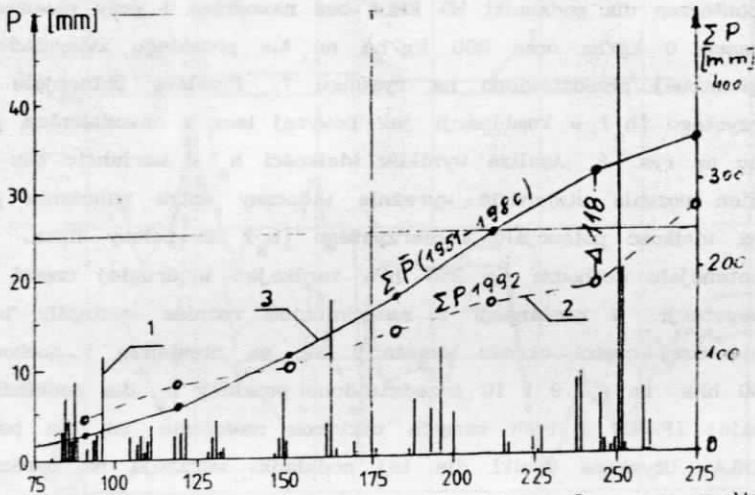
\* - metoda Egnera - Riehma

\*\* - metoda Schachtschabela

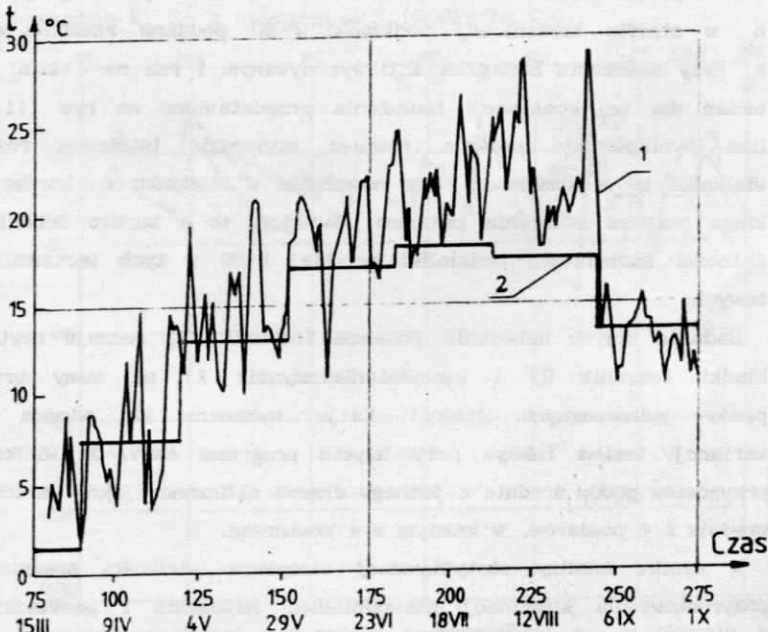
Warunki klimatyczne w czasie eksperymentu przedstawiono graficznie na rys. 5 i 6. Na rys.5 przedstawiono w formie diagramów dobowe opady w 1992 roku oraz sumy opadu od 1.III do 1.X w roku w 1992 na tle sum opadów średnich z wielolecia (1951-1980). Na rys.6 przedstawiono przebieg średnich dobowych temperatur powietrza na tle wartości średnich miesięcznych z wielolecia (51-80).

### 3. Wyniki badań.

Przebieg wielkości potencjału macierzystego ( $h_s$ ) w okresie wegetacyjnym 1992 roku na głębokości 15 cm jako wartości średniej z 3



Rys. 5. Opady atmosferyczne w mm. 1- opady dobowe, 2 - suma opadów za okres wegetacji w 1992 roku, 3 - suma srednich miesiecznych opadów z wielolecia 1951 - 1980 .



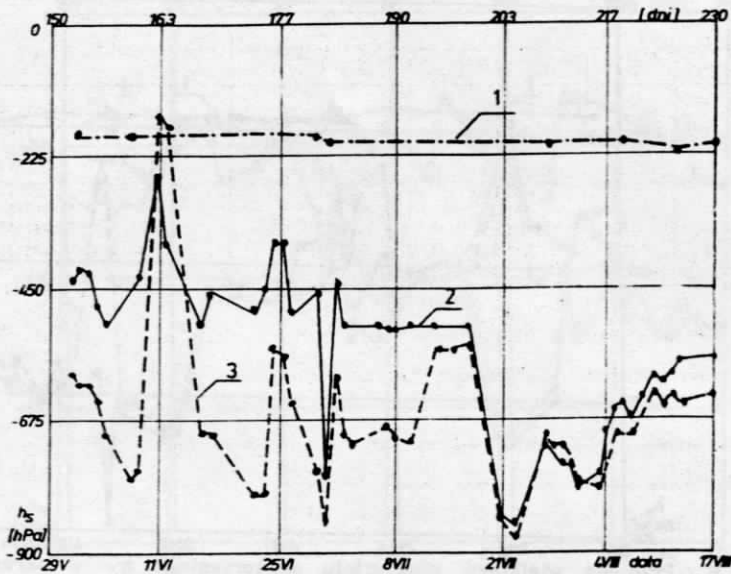
Rys 6. Przebieg temperatur powietrza w  $^{\circ}\text{C}$  .1- srednich dobowych w 1992roku, 2 - srednich miesiecznych z wielolecia 1951-1980.



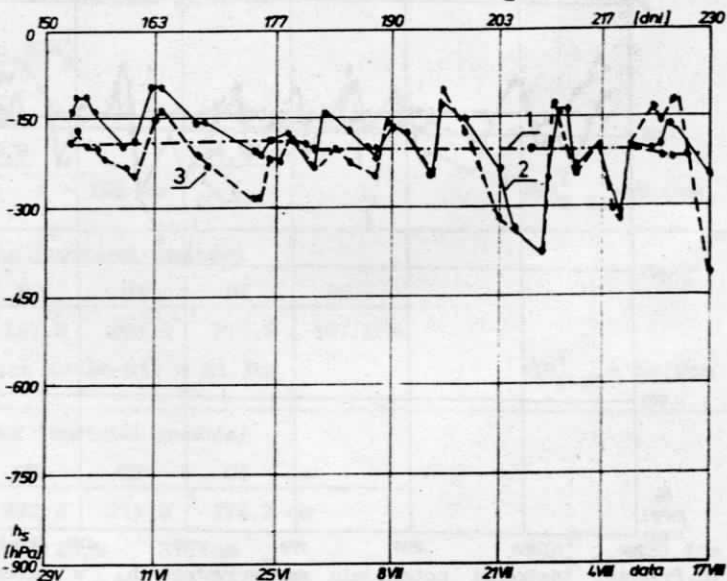
powtórzeń dla podkładki M9 EMLA bez nawodnień i przy nawożeniu potasem 0 kg/ha oraz 200 kg/ha na tle przebiegu zwierciadła wody gruntowej przedstawiono na rysunku 7. Przebieg potencjału macierzystego ( $h_s$ ) w kombinacji jak powyżej lecz z nawodnieniem pokazano na rys. 8. Analiza wyników wielkości  $h_s$  w wariancie bez nawodnień pozwala stwierdzić wyraźnie widoczny wpływ nawożenia potasem na wielkość potencjału macierzystego ( $h_s$ ) do połowy lipca. Różnice potencjału dochodzą do 250 hPa zanikając w drugiej części okresu wegetacji. W kombinacji z nawodnieniem różnice wystąpiły także w pierwszej części okresu wegetacji ale są niewielkie i dochodzą do 50 hPa. Na rys. 9 i 10 przedstawiono przebieg  $h_s$  dla podkładki polskiej (P-60) i tych samych poziomów nawożenia jak dla podkładki EMLA. Uzyskane wyniki dla tej podkładki wskazują na bardzo małe różnice  $h_s$  (a w większości okresu zupełny ich brak) wpływu nawożenia potasem na wielkość potencjału macierzystego. W celu dokładniejszego wyjaśnienia wpływu nawożenia na przebieg potencjału  $h_s$  w strefie korzeniowej podkładki P-60 poddano analizie wielkość  $h_s$  przy nawożeniu 800kg/ha  $K_2O$  wykonywanym 1 raz na 4 lata. Wyniki badań dla tej kombinacji nawożenia przedstawiono na rys. 11. Analiza wyników nie pozwala również stwierdzić istotnych różnic w wielkości  $h_s$  w kombinacji bez nawożenia w stosunku do bardzo wysokiego poziomu nawożenia potasem. Świadczy to o bardzo dobrej przydatności sadowniczej podkładki polskiej P-60 w tych warunkach glebowych.

Badania wpływu nawożenia potasem (czynnik B), rodzaju użytej podkładki (czynnik C) i nawodnienia (czynnik A) na sumy przyrostów pędów jednorocznych jabłoni Katja wykonano za pomocą analizy wariancji testem Tukeya przy użyciu programu ANOVA-3. Wielkość sum przyrostów pędów średnie z jednego drzewa obliczono jako wartości średnie z 4 pomiarów, w każdym z 4 powtórzeń.

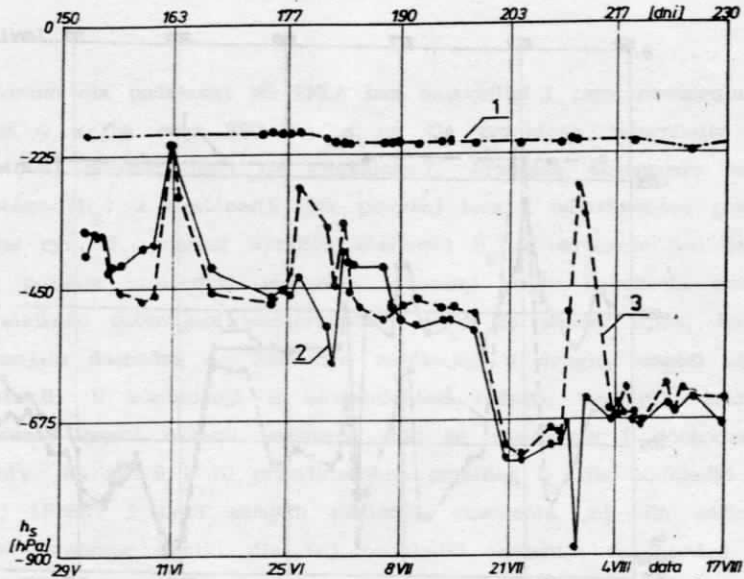
W wyniku analizy statystycznej otrzymano wielkości średnie sumy przyrostów dla kombinacji nawodnienia, nawożenia i podkładki oraz graniczne wartości  $NIR_{\alpha}^{Tukeya}$ , które przedstawiono poniżej.



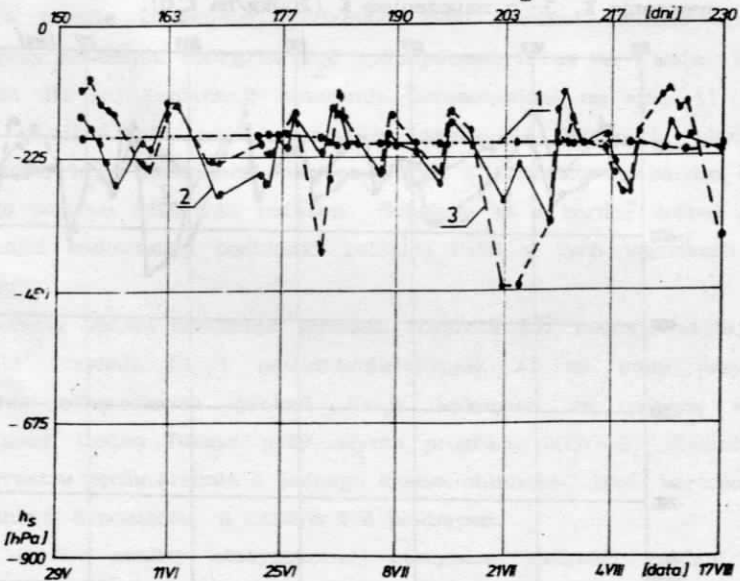
Rys. 7. Przebieg wielkości potencjału macierzystego  $h_s$  w okresie wegetacyjnym 1992 r. na głębokości 15 cm bez nawodnień dla podkładki M9 EMLA. 1- zwierciadło wody gruntowej, 2- bez nawożenia K, 3- z nawożeniem K (200kg/ha  $K_2O$ ).



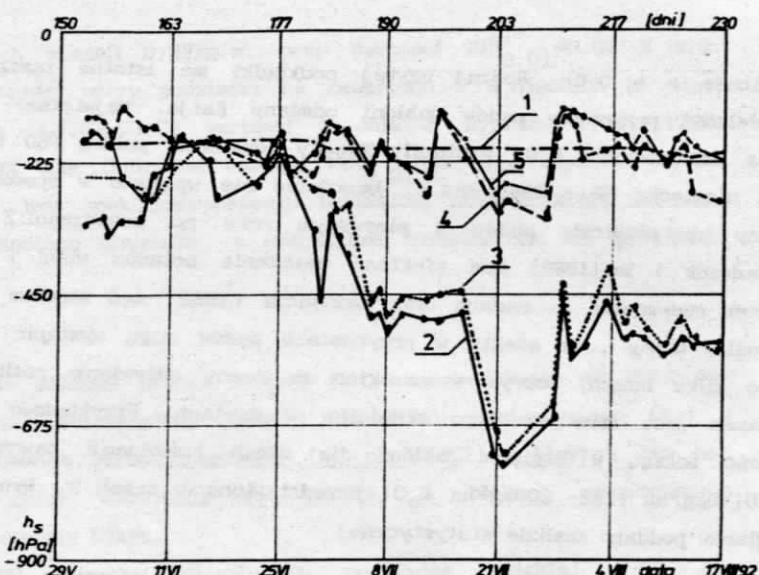
Rys. 8. Przebieg wielkości potencjału macierzystego  $h_s$  w okresie wegetacyjnym 1992 r. na głębokości 15 cm z nawodnieniami dla podkładki M9 EMLA. 1- zwierciadło wody gruntowej, 2- bez nawożenia K, 3- z nawożeniem K (200kg/ha  $K_2O$ ).



Rys. 9. Przebieg wielkości potencjału macierzystego  $h_s$  w okresie wegetacyjnym 1992 r. na głębokości 15 cm bez nawodnień dla podkładki P-60. 1- zwierciadło wody gruntowej, 2- bez nawożenia K, 3- z nawożeniem K (200kg/ha  $K_2O$ ).



Rys. 10. Przebieg wielkości potencjału macierzystego  $h_s$  w okresie wegetacyjnym 1992 r. na głębokości 15 cm z nawodnieniami dla podkładki P-60. 1- zwierciadło wody gruntowej, 2- bez nawożenia K, 3- z nawożeniem K (200kg/ha  $K_2O$ ).



Rys. 11. Przebieg wielkości potencjału macierzystego  $h_s$  w okresie wegetacyjnym 1992 r. przy nawożeniu K (800kg/ha K O) podkładki P-60. 1- zwierciadło wody gruntowej, 2- bez nawodnień gł. 25cm, 3- bez nawodnień gł. 50cm, 4- z nawodnieniami gł. 25cm, 5- z nawodnieniami gł. 50 cm

Wartości  $NIR_{\alpha}^T$

Nawadniane-A1	Nienawadniane-A2
276,9	124,9 cm

Różnica  $\Delta = 152$  cm

$$NIR_{0.01}^T = 65,0 \text{ cm}$$

Nawożenie (wartości średnie)

B1	B2	B3	B4	B5
185,8	197,5	206,2	217,5	197,2cm

Max. różnica  $\Delta = (B4 - B1) = 31,7$  cm

$$NIR_{0.05}^T = 58,0 \text{ cm}$$

Podkładka (wartości średnie)

C1	C2	C3	C4
185,8	232,2	211,3	174,2 cm

$\Delta = 46,4$     20,9    37,1cm

Max.  $\Delta = (C2 - C4) = 58,0$  cm

$$NIR_{0.01}^T = 23,4 \text{ cm}$$

W wyniku analizy możemy stwierdzić, że nawodnienie zwiększyło sumę przyrostu pędów jednorocznych i jest istotne statystycznie na po-

ziomie  $\alpha = 0.01$ . Rodzaj użytej podkładki ma istotne znaczenie na wielkość przyrostów pędów jabłoni odmiany Katja. Największe różnice na poziomie  $\alpha = 0.01$  wystąpiły między podkładką polską P60 (max.), a niemiecką M9 - 984 (min.). Nawożenie nie wpłynęło w sposób istotny na przyrosty pędów w pierwszym roku po posadzeniu. Z badań Jadczyk i in. (1989) nad efektami nawożenia potasem wiśni i porzeczek czerwonych na madach oraz Zakowicza (1992) nad stresem wodnym roślin wiemy, że efekty w przyrostach pędów mogą wystąpić dopiero po kilku latach. Dobrym wskaźnikiem do oceny odżywiania rośliny potasem jest zawartość tego składnika w liściach. Przykładowo zawartość potasu w liściach jabłoni dla dwóch kombinacji nawożenia K (B1-0kg/ha i B2- 200kg/ha  $K_2O$ ) przedstawiono w tabeli 3. Wyniki pomiarów poddano analizie statystycznej.

Tabela 3. Średnie zawartości potasu w liściach jabłoni w [% s.m.] w zależności od nawodnienia, nawożenia potasem gleby i rodzaju podkładki.

Czynniki			Powtórzenia (średnia z 8 próbek)			
Nawod.	Nawoż.	Podkl.	1	2	3	4
A 1	B 1	C 1	0.88	1.04	0.89	1.38
A 1	B 1	C 2	0.91	0.92	1.11	1.25
A 1	B 1	C 3	1.43	0.87	0.98	1.34
A 1	B 1	C 4	1.42	1.12	0.97	1.25
A 1	B 2	C 1	1.61	1.55	1.81	1.84
A 1	B 2	C 2	1.45	1.41	1.38	1.72
A 1	B 2	C 3	1.61	1.44	1.61	1.87
A 1	B 2	C 4	1.51	1.58	1.78	1.74
A 2	B 1	C 1	1.15	0.90	0.99	1.39
A 2	B 1	C 2	0.89	0.78	1.10	0.77
A 2	B 1	C 3	1.07	0.63	1.03	1.26
A 2	B 1	C 4	0.99	0.87	0.92	0.82
A 2	B 2	C 1	1.56	1.23	1.59	1.39
A 2	B 2	C 2	1.19	0.78	1.10	1.16
A 2	B 2	C 3	1.52	1.16	1.38	1.34
A 2	B 2	C 4	1.14	1.15	1.51	1.44

Analiza wariancji pozwala stwierdzić, że wzrost potasu w liściach na skutek nawodnień o 0,22% s.m. w stosunku do bloków nienawadnianych jest istotny statystycznie na poziomie  $\alpha=0,05$  ( $NIR_{0,05}^T=0,19$ ). Wzrost potasu w liściach drzew nawożonych w stosunku do

nienawożonych wynosił 0,42% s.m. przy wartości  $NIR_{0,01}^T = 0,08$  % s.m. Jeżeli porównamy wpływ podkładki na zawartość K w liściach to odpowiednio dla C1, C2, C3, C4 wartości średnie K wynoszą 1,33; 1,12; 1,28; 1,28% s.m. Obliczona wartość  $NIR_{0,01}^T$  dla tego czynnika wynosi 0,13% s.m. i jest spełniona pomiędzy podkładką polską, która ma wartość K w liściach minimalną, a pozostałymi podkładkami (w tym EMLA-max.).

#### 4. Wnioski.

1. Nawożenie potasem jabłoni odmiany Katja na podkładce M9 EMLA powoduje wzrost bezwzględnej wartości potencjału macierzystego ( $h_s$ ) w pierwszej połowie okresu wegetacji (do ok. 15.VII). W blokach bez nawodnień różnice dochodziły do 250hPa, a w blokach nawodnianych różnice te sięgały 50hPa.

2. Nawożenie potasem jabłoni na podkładce polskiej P-60 nie wywołało wyraźnego wzrostu ciśnienia ssącego gleby ( $h_s$ ) zarówno w kombinacji nawodnianej jak i bez nawodnień.

3. Największe różnice w sumie przyrostów pędów jednorocznych na poziomie  $\alpha=0,01$  wystąpiła między podkładką polską P-60 (232cm), a podkładką niemiecką M9-984 (174cm) i podkładką angielską M9 EMLA (185,8cm).

4. Największe różnice zawartości potasu w liściach wystąpiły pomiędzy podkładką P-60 (1,12% s.m.), a podkładką M9-EMLA (1,33% s.m.) i są istotne na poziomie  $\alpha=0,01$  ( $NIR^T=0,13$ ).

#### 5. Literatura

Carson, P. S. 1980. The biology of crop productivity Academic Press Inc. New York.

Hsiao, T. C. 1973. Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol., 24, 519-570.

Jadczyk, E., Ścibisz, K. i inni 1989. Potrzeby i efekty nawożenia potasem wiśni i porzeczek czerwonych na madach. Sprawozdanie z badań w temacie RR. II. 18/1/7/, SGGW.

Mengel, K. and E. A. Kirkby. 1980. Principles of plant Nutrition. International Potash Institut. Worblanfen - Bern. 3rd revised edition.

Zakowicz, S. 1992. Stres wodny rośliny jako kryterium ustalania terminu nawodnień mikrodeszczownianych. Zesz. Nauk. nr 180 ATR Bydgoszcz str. 193-203.