

CZESŁAW PRZYBYŁA, EUGENIUSZ PACHOLAK

ROLA NAWODNIEŃ W REPLANTOWANYM SADZIE JABŁONIOWYM

WSTĘP

Problemy zmęczenia gleby mają coraz większe znaczenie przyrodnicze, techniczne oraz ekonomiczne, a rola wody, z uwagi na powstałe zmiany w środowisku glebowym, jest niezwykle istotna (REBANDEL 1987; PACHOLAK, PRZYBYŁA 1996, 1997). W pracy podjęto próbę oceny wpływu nawodnień deszczownianych na gospodarkę wodną gleb oraz plonowanie jabłoni w warunkach sadu po replantacji (SWELL, WHITE 1979; PRZYBYŁA, PACHOLAK 1999).

Zagadnienia replantacji, rozumiane jako kompleks czynników występujących przy zakładaniu nowego sadu na terenach uprzednio zajmowanych przez sad, mają istotne znaczenie dla efektywności replantacji. Czynniki decydujące w tym procesie są związane z utrzymaniem optymalnej wilgotności gleby nawodnienia oraz nawożeniem (PACHOLAK 1992; PACHOLAK, RUTKOWSKI; PRZYBYŁA 1999; PRZYBYŁA 1994). Nawożenie azotem i potasem w replantowanym sadzie miało również wpływ na wzrost i plonowanie drzew jabłoni, zaś wpływ ten w istotny sposób zależał także od zastosowanych deszczowań.

Celem badań było określenie, w jakim stopniu wieloletnie nawodnienia deszczowniane oraz zróżnicowane nawożenie mineralne determinuje plonowanie replantowanego sadu jabłoniowego (PACHOLAK 1990, 1992).

Przedstawione w pracy wyniki badań, obejmujące lata 1997–1999, uzyskane zostały w doświadczalnym sadzie znajdującym się w położonej ok. 25 km w kierunku północnym od Poznania Przybrodzie.

MATERIAŁ I METODY

Obiekt badań – doświadczalny sad po replantacji – położony jest na Wysoczyźnie Poznańskiej, na obszarze Równiny Szamotulskiej. Dominują tutaj gleby płowe wytworzone z piasków gliniastych oraz glin lekkich. Warunki glebowe scharakteryzowano na podstawie wykonanych oznaczeń podstawowych właściwości fizycznych i chemicznych, które zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1 – Table 1

Niektóre właściwości fizyczne i chemiczne badanych profili glebowych
Physical and chemical properties of investigated soil profiles

Profil nr Profile no.	Warstwa Depth	Symbol składu granulometrycznego Texture symbol	Substancja organiczna Organic matter	Gęstość fazy stałej Particle density	Woda higroskopowa Hygroscopicity	Max. higroskopowość Max. hygroscopicity	pH		CaCO ₃	Fe ₂ O ₃
							w – in H ₂ O	w – in KCl		
	[cm]						[%]	[gcm ⁻³]	[%]	
1	0–50	pgl	0,93	2,62	0,55	0,94	5,3	4,7	0	0,46
	50–95	gl	1,47	2,65	2,65	4,16	7,1	6,2	śląd	1,73
	95–100	gl	1,14	2,65	2,20	3,67	7,3	6,3	śląd	1,40
2	0–50	pgl	0,58	2,63	0,32	0,73	4,6	4,3	0	0,48
	50–95	gl	1,44	2,65	2,83	4,57	6,1	5,1	0	1,71
	95–100	gl	0,9	2,65	1,82	2,90	7,0	6,2	śląd	1,27
3	0–30	pgr	1,39	2,6	0,67	1,55	4,4	3,9	0	0,43
	30–50	gl	1,64	2,66	3,14	5,05	5,2	4,4	0	1,81
	50–80	gl	1,28	2,68	2,19	3,57	7,0	6,1	0	1,57
	80–120	gl	0,87	2,62	1,29	2,30	8,1	7,6	6,6	0,98
4	0–60	pgl	0,46	2,64	0,40	0,63	5,1	4,9	0	0,43
	60–110	gl	0,92	2,67	2,51	3,60	5,4	4,6	0	1,61
	110–150	gl	0,58	2,65	2,22	3,39	7,9	7,1	1,5	1,3
5	0–45	gl	1,15	2,57	0,70	1,15	4,9	4,4	0	0,38
	45–90	gl	1,18	2,63	3,03	4,71	6,4	5,8	0	1,82
	90–145	gl	0,73	2,61	1,44	2,59	8,2	7,6	10,2	1,10
6	0–35	pgl	1,08	2,6	0,66	1,19	5,5	5,0	śląd	0,40
	35–70	gl	1,28	2,68	3,08	4,79	5,9	5,0	śląd	1,98
	70–100	gl	0,99	2,67	2,81	4,40	6,9	6,4	śląd	1,86
	100–150	gl	0,38	2,67	1,45	2,60	8,1	7,6	10,4	1,09

pgl – piasek gliniasty lekki (slightly loamy sand); gl – glina lekka (light loam), pgr – piasek gliniasty mocny (very loamy sand)

Gleby obiektu badawczego zbudowane są w warstwie wierzchniej (0–50 cm) z piasków gliniastych lekkich do piasku gliniastego mocnego, natomiast w podłożu występuje glina lekka. Gleby te charakteryzują się wymyciem węglanów z poziomów przypowierzchniowych i ich występowaniem w poziomach głębszych oraz wzbogaceniem poziomów iluwalnych we frakcję ilastą. Charakteryzują się one wyjątkowo dużą gęstością gleby suchej (średnio ok. 1,8 Mg/m³) w warstwach poniżej 0,5 m głębokości. Występująca duża gęstość gleby powoduje redukcję makroporów oraz mezoporów glebowych, a także zmniejsza wartość połowej pojemności wodnej oraz wielkości infiltracji i filtracji.

Odzwierciedlenie przebiegu warunków meteorologicznych na obiekcie oraz potrzeby stosowania nawodnień w analizowanych latach badań 1997–1999 charakte-

ryzują niedobory opadów N , obliczone jako klimatyczne bilanse wodne, które wyznaczono na podstawie różnic pomiędzy ewapotranspiracją potencjalną ETp a opadami rzeczywistymi P (ryc. 1).

Warunki hydrometeorologiczne w okresie badań opracowano na podstawie danych z posterunku meteorologicznego w Przybrodzie. Ewapotranspirację potencjalną ETp oraz rzeczywistą ETr dla sadu obliczono wzorem Penmana w modyfikacji francuskiej. Obliczenia ewapotranspiracji rzeczywistej wykonano przy użyciu programu „Bilans”, uwzględniając w obliczeniach fazę rozwoju drzew oraz rzeczywiste zapasy wody w glebie (ryc. 3) (PRZYBYŁA 1994).

Na podstawie wykonywanych systematycznie metodą neutronową pomiarów wilgotności gleby oraz pomiarów zwierciadła wód gruntowych obliczono wartości średnie. Okresowe pomiary wilgotności gleby metodą radioizotopową wykonywano w stałych punktach pomiarowych na głębokościach: 15, 40, 70 i 100 cm poniżej powierzchni terenu. Stany wód gruntowych obliczono jako średnie arytmetyczne z wyników pomiarów wykonanych w całym okresie wegetacji (ryc. 2).

Schemat doświadczeń zarówno po, jak i przed replantacją obejmował trzy warianty nawodnieniowe:

W_0 – wariant kontrolny, obejmujący warunki opadów naturalnych,

W_1 – deszczowanie umiarkowane, stosowane dla utrzymania wilgotności gleby na poziomie $-0,03$ MPa potencjału wodnego, co odpowiadało 60% połowej pojemności wodnej (PPW),

W_2 – deszczowanie intensywne, stosowane dla utrzymania wilgotności gleby na poziomie $-0,01$ MPa potencjału wodnego, co odpowiadało 90% połowej pojemności wodnej (PPW).

Nawodnienia wykonywano deszczownią typu stałego ze zraszaczami o natężeniu opadu 7 mm/godz. i dawkami jednorazowymi od 14 do 35 mm.

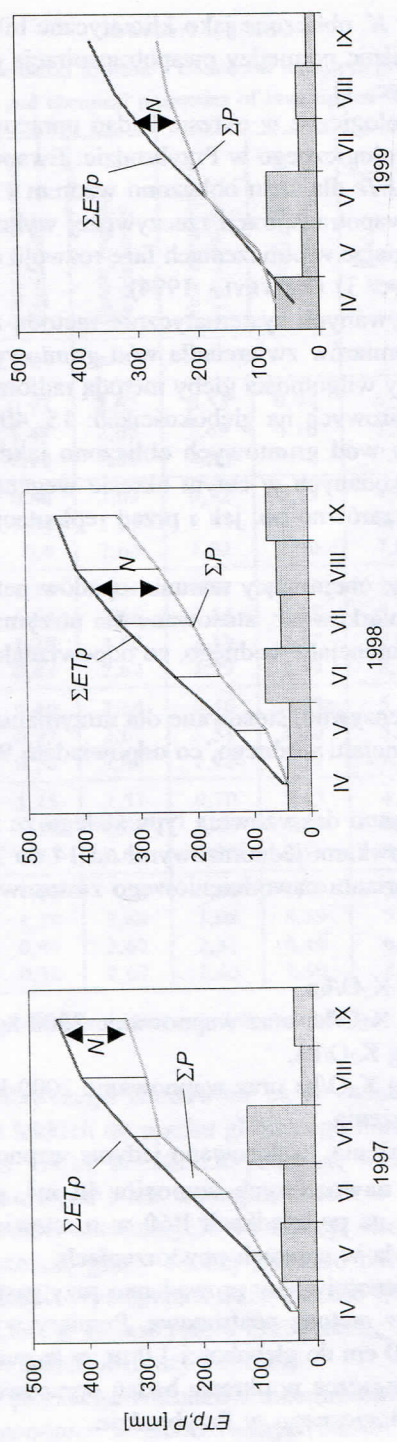
W obrębie każdego wariantu nawodnieniowego zastosowano następujące kombinacje nawożenia:

- 65 kg N/ha,
- 65 kg N/ha i 95 kg K_2O /ha,
- 65 kg N/ha i 95 kg K_2O /ha oraz wapnowanie 2000 kg/ha,
- 130 kg N/ha i 190 kg K_2O /ha,
- 130 kg N/ha i 190 kg K_2O /ha oraz wapnowanie 2000 kg/ha,
- kombinacja bez nawożenia,
- kombinacja bez nawożenia, zastosowano jedynie wapnowanie 2000 kg N/ha.

Powierzchnia poletek nawozowych wynosiła 42 m², gdzie wysadzono po 8 drzew odmiany Šampion na podkładkach P60 w rozstawie 1,5 × 3,5 m. Każda kombinacja prowadzona była w czterech powtórzeniach.

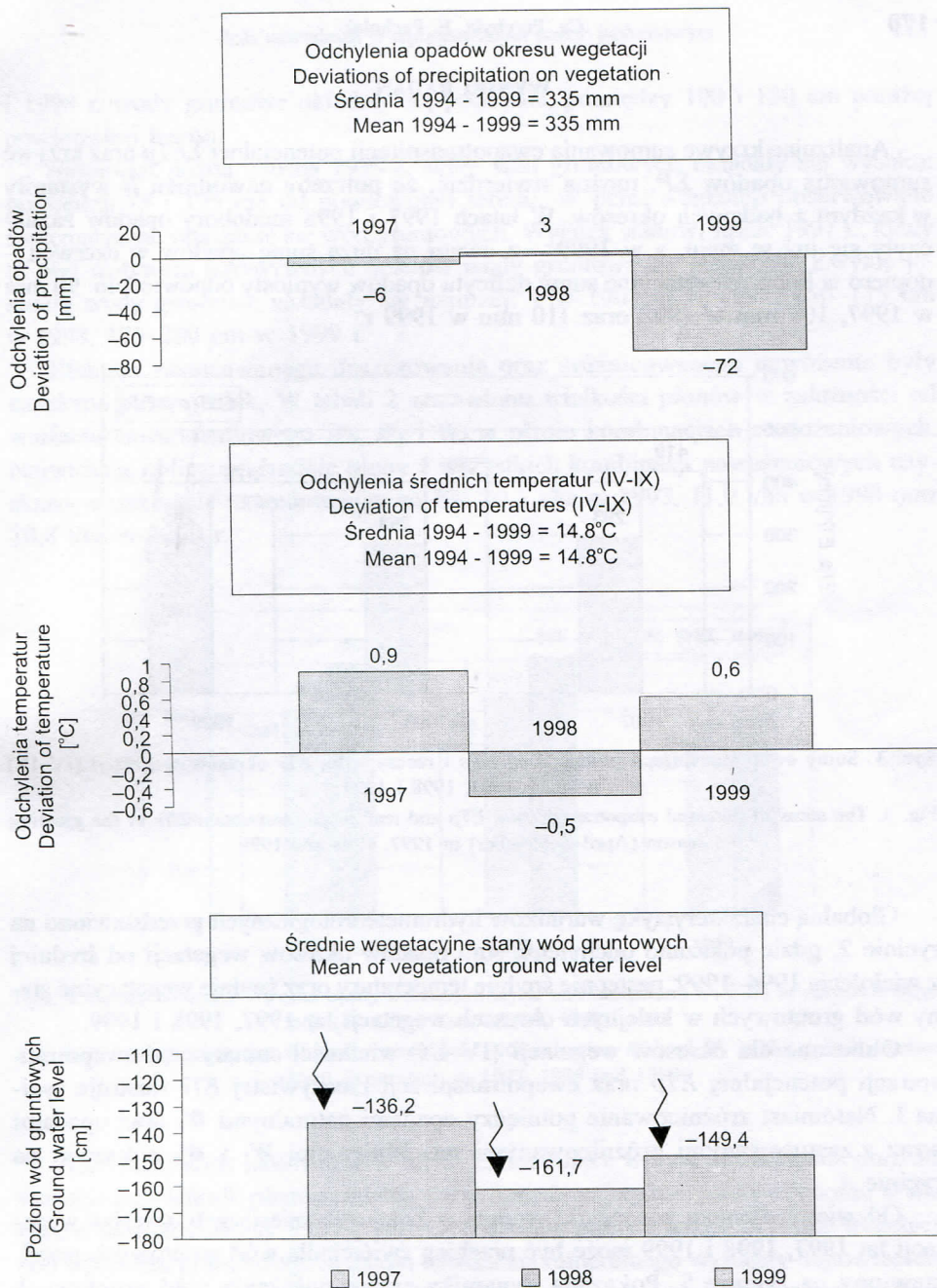
Badania dynamiki wilgotności gleby prowadzono przy zastosowaniu zestawu do pomiarów wilgotności gleby metodą neutronową. Pomiary wykonywano w stałych punktach pomiarowych co 20 cm do głębokości 1,0 m, w terminach co dwa tygodnie.

Warunki hydrometeorologiczne w okresie badań opracowano na podstawie danych z posterunku meteorologicznego w Przybrodzie.



Ryc. 1. Miesięczne sumy opadów P oraz krzywe sumowania opadów ΣP , ewapotranspiracji potencjalnej ΣETp i wielkości niedoborów wody N ,
 $N = ETp - P$ [mm]

Fig. 1. Monthly sums of precipitation P and cumulative curves of precipitation ΣP , potential evapotranspiration ΣETp and water deficiency N ,
 $N = Tp - P$ [mm]

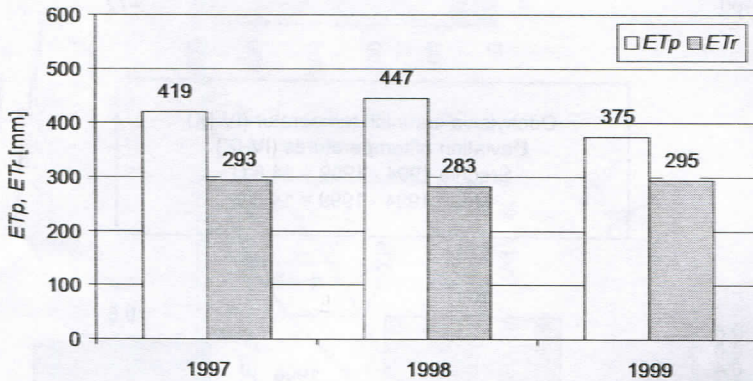


Ryc. 2. Odchylenia sum opadów okresów wegetacji (IV–IX), średnich temperatur (IV–IX) od średniej z wielolecia 1994–1999 oraz średnie z okresów wegetacji stany wód gruntowych na terenie doświadczeń w latach 1997, 1998 i 1999

Fig. 2. Deviations of precipitation sums for the growing season (April–September) and mean temperatures (April–September) from the mean of 1994–1999, and mean groundwater level in the experimental field in 1997, 1998 and 1999

WYNIKI BADAŃ

Analizując krzywe sumowania ewapotranspiracji potencjalnej ΣETp oraz krzywe sumowania opadów ΣP , można stwierdzić, że potrzeby nawodnień N wystąpiły w każdym z badanych okresów. W latach 1997 i 1998 niedobory opadów zaznaczyły się już w maju, a w 1999 – z uwagi na dużą sumę opadów w czerwcu – dopiero w lipcu. Wegetacyjne sumy deficytu opadów wyniosły odpowiednio: 90 mm w 1997, 109 mm w 1998 oraz 110 mm w 1999 r.



Ryc. 3. Sumy ewapotranspiracji potencjalnej ETp i rzeczywistej ETr okresów wegetacji (IV–IX) w latach 1997, 1998 i 1999

Fig. 3. The sums of potential evapotranspiration ETp and real evapotranspiration ETr in the growing season (April–September) in 1997, 1998 and 1999

Globalną charakterystykę warunków hydrometeorologicznych przedstawiono na rycinie 2, gdzie pokazano odchylenia sum opadów okresów wegetacji od średniej z wielolecia 1994–1999, następnie średnie temperatury oraz średnie wegetacyjne stany wód gruntowych w kolejnych okresach wegetacji lat 1997, 1998 i 1999.

Obliczone dla okresów wegetacji (IV–IX) wielkości sumaryczne ewapotranspiracji potencjalnej ETp oraz ewapotranspiracji rzeczywistej ETr ilustruje rycina 3. Natomiast zróżnicowanie pomiędzy opadami naturalnymi W_0 oraz opadami wraz z zastosowanymi zróżnicowanymi nawodnieniami W_1 i W_2 pokazano na rycinie 4.

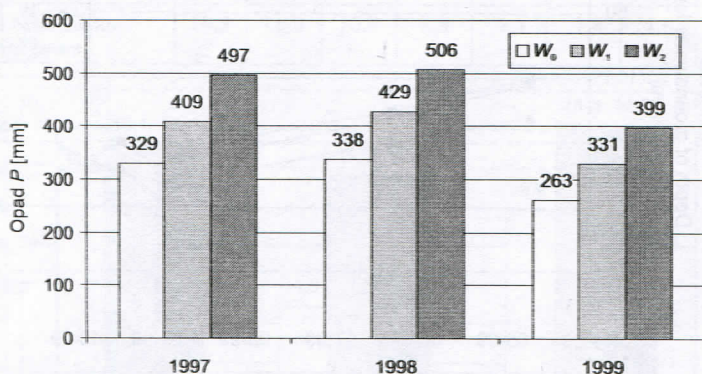
Odzwierciedleniem gospodarki wodnej w kolejnych miesiącach okresów wegetacji lat 1997, 1998 i 1999 może być przebieg zwierciadła wód gruntowych przedstawiony na rycinie 5. Pokazana dynamika zmian położenia wód gruntowych uzależniona była od opadów i zastosowanych deszczowań oraz od przebiegu wyczerpywania wody z warstwy celowego zwilżania, czyli od przebiegu ewapotranspiracji rzeczywistej ETr .

Przedstawiony na rycinie 5 przebieg dynamiki zmian zwierciadła wód gruntowych w okresach wegetacji (IV–IX) kolejnych lat badań wskazuje, że wiosną 1997

i 1998 r. wody gruntowe układały się podobnie, pomiędzy 100 i 150 cm poniżej powierzchni terenu.

Natomiast późną wiosną 1999 r. stany wód gruntowych układały się wysoko: pomiędzy 75 i 125 cm od powierzchni terenu. W pełni wegetacji obserwowano systematyczne obniżanie się wód gruntowych. Wyjątek stanowi lipiec 1997 r., kiedy to pod wpływem intensywnych opadów wody gruntowe się podniosły. Zwykle jesienią wody gruntowe układały się najniżej: 170–190 cm w 1997, 150–175 cm w 1998, 175–200 cm w 1999 r.

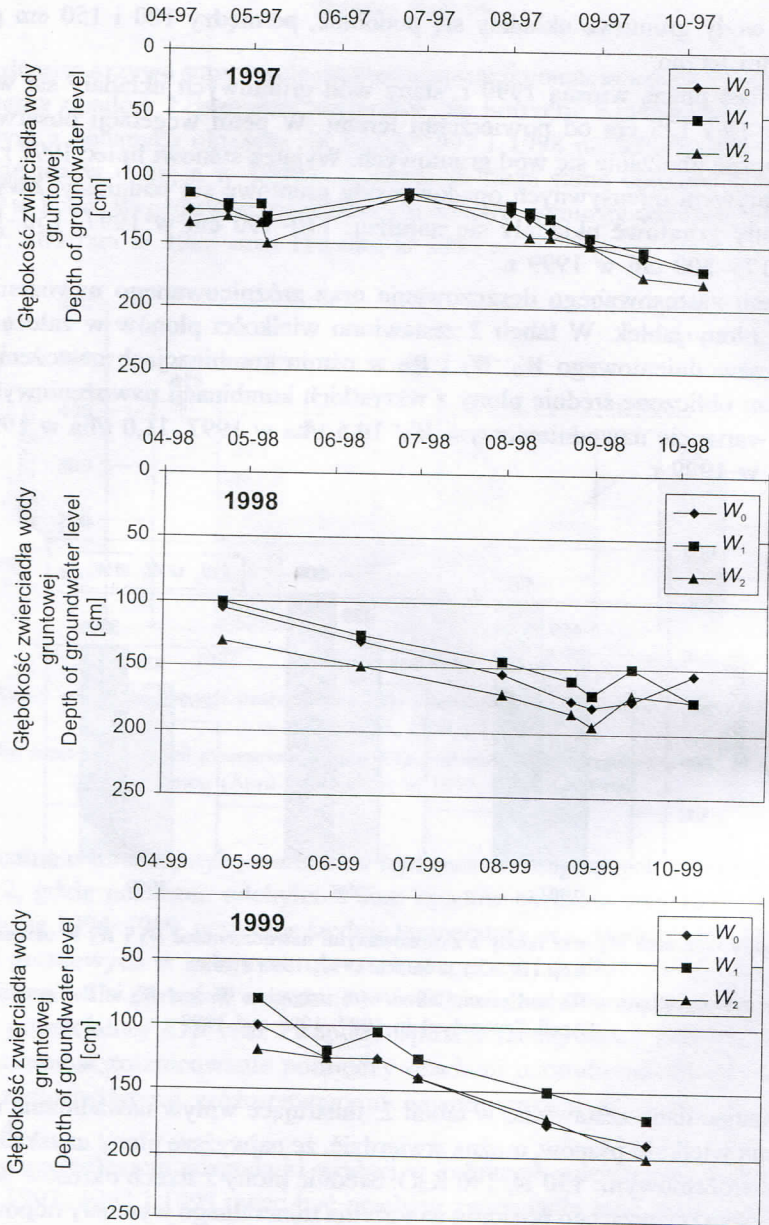
Efektem zastosowanego deszczowania oraz zróżnicowanego nawożenia były uzyskane plony jabłek. W tabeli 2 zestawiono wielkości plonów w zależności od wariantu nawodnieniowego W_0 , W_1 i W_2 w ośmiu kombinacjach nawożeniowych. Największe obliczone średnie plony z wszystkich kombinacji nawożeniowych uzyskano w wariantcie nawodnieniowym W_0 : 10,5 t/ha w 1997, 11,0 t/ha w 1998 oraz 10,8 t/ha w 1999 r.



Ryc. 4. Opady naturalne W_0 oraz opady z zastosowanymi nawodnieniami W_1 i W_2 w okresach wegetacji (IV–IX) w latach 1997, 1998 i 1999

Fig. 4. Natural precipitation W_0 and precipitation with irrigation W_1 and W_2 in the growing season (April–September) in 1997, 1998 and 1999

Analizując dane zestawione w tabeli 2, ilustrujące wpływ nawadniania oraz nawożenia na wielkość plonów, można stwierdzić, że najwyższe plony uzyskano w wariantcie nawożeniowym: 130 N, 190 K₂O. Średnie plony z trzech okresów wegetacji pod wpływem powyższego poziomu nawożenia mineralnego wyniosły odpowiednio: w wariantcie bez deszczowania W_0 12,5 t/ha, w wariantcie umiarkowanego deszczowania W_1 9,4 t/ha oraz w wariantcie intensywnego deszczowania W_2 12,8 t/ha. Natomiast wielkości uzyskanych plonów w kolejnych okresach wegetacji, 1997, 1998 i 1999 r., w zależności od zastosowanych nawodnień przedstawiono na rycinie 6. Uzyskane wyniki świadczą o braku istotnego wpływu nawodnień na przyrost plonów w warunkach zastosowanych deszczowań.



Ryc. 5. Dynamika zwierciadła wód gruntowych w wariantach W_0 , W_1 , W_2 w okresach wegetacji (IV–IX) w latach 1997, 1998, 1999

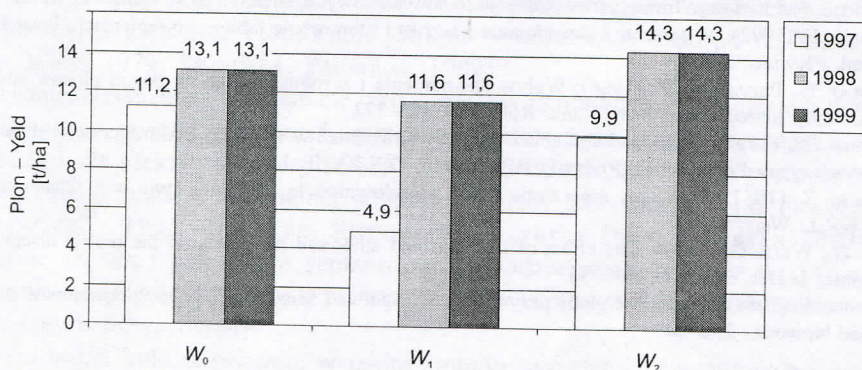
Fig. 5. The groundwater level in the irrigation variants W_0 , W_1 and W_2 for the growing season (April–September) in 1997, 1998 and 1999

W_0 – bez nawadniania (no irrigation), W_1 – 0,03 MPa, W_2 – 0,01 MPa

Tabela 2 – Table 2

Plonowanie jabłoni w replantowanym sadzie w latach 1997, 1998 i 1999 w tonach z hektara powierzchni
 Apple yields in a replanted orchard in 1997, 1998 and 1999 in tonnes per hectar

Kombinacja nawożenia Fertilization variant [kg/ha]	Kombinacja nawadniania Irrigation variant								
	W_0 bez nawadniania no irrigation			$W_1 - 0,03$ MPa			$W_2 - 0,01$ MPa		
	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999
65 N	8,9	7,6	9,7	3,6	6,3	4,8	2,3	3,0	3,4
65 N, 95 K ₂ O	14,8	8,9	8,7	4,8	6,3	2,5	4,0	9,3	4,6
65 N, 95 K ₂ O + Ca 2000	12,5	13,3	11,0	5,5	7,4	3,8	2,5	3,4	1,1
130 N, 190 K ₂ O	11,2	13,1	13,1	4,9	11,6	11,6	9,9	14,3	14,3
130 N, 190 K ₂ O + Ca 2000	9,9	10,8	11,0	7,0	11,6	11,6	9,1	14,3	14,3
Bez nawożenia No fertilization	11,0	11,4	11,2	6,7	11,6	11,6	6,8	10,6	10,6
Bez nawożenia + Ca 2000 No fertilization + Ca 2000	10,8	11,8	11,8	5,7	8,7	8,7	7,6	12,4	12,4
Średnio dla nawadniania Mean for irrigation	10,5	11,0	10,8	4,9	9,1	7,8	4,6	9,7	8,7



Ryc. 6. Plonowanie jabłoni w replantowanym sadzie

kombinacja nawożeniowa 130 kg N, 190 kg K₂O, 200 kg Ca na 1 ha w latach 1997, 1998 i 1999

Fig. 6. Apple yields in a replanted orchard

fertilization variant: 130 kg N, 190 kg K₂O, 200 kg Ca per hectar in 1997, 1998 i 1999

Tak więc, uogólniając uzyskane wyniki badań, można stwierdzić, że w warunkach wieloletniego nawadniania sadu po replantacji nawodnienia nie były czynnikiem likwidującym objawy zmęczenia gleby.

WNIOSKI

1. W warunkach klimatycznych Przybrody obliczone z bilansów klimatycznych niedobory opadów dla kolejnych okresów wegetacji 1997–1999 wskazują na celowość stosowania nawodnień.

2. Przebieg dynamiki zmian stanów wód gruntowych uzależniony był od wielkości opadów oraz ich rozkładu w kolejnych miesiącach okresu wegetacji.

3. Przebieg warunków meteorologicznych, zastosowane nawodnienia oraz dynamika zmian zasobów wody w warstwie celowego zwilżania gleby miały istotny wpływ na wielkość ewapotranspiracji rzeczywistej.

4. Stosowane przez ponad 20 lat nawadnianie zwiększało skutki zmęczenia gleby. W warunkach deszczowania nawożenie miało istotny wpływ na wielkość używanych plonów, a wyższe dawki nawożenia zmniejszały skutki choroby replantacyjnej w sadzie jabłoniowym.

5. Najmniejsze skutki zmęczenia gleby stwierdzono w wariacie bez deszczowania, czyli w warunkach opadów naturalnych.

LITERATURA

- PACHOLAK E. (1990): Nawożenie i nawadnianie w intensywnym sadzie jabłoniowym a wzrost i plonowanie odmiany James Griewe. Pr. Kom. Nauk. Rol. i Leś. PTPN, 69: 87–100.
- PACHOLAK E. (1992): Potrzeby nawadniania w warunkach Wielkopolski na podstawie 15-letnich wyników badań. Sad karłowy. Towarzystwo Rozwoju Sądów Karłowych, Biuletyn nr 1, Warszawa, 41–49.
- PACHOLAK E. (1992): Nawożenie i nawadnianie a wzrost i plonowanie jabłoni po replantacji. Prace Inst. Sad. i Kwiac., 3–4: 54–55.
- PACHOLAK E., PRZYBYŁA CZ. (1996): Wpływ nawodnienia i zasobności gleb na jakość plonów jabłoni odmiany Idared. Zesz. Post. Nauk. Rol., 438: 165–173.
- PRZYBYŁA CZ. (1994): Gospodarka wodna i potrzeby nawodnień w warunkach klimatyczno-glebowych Wysoczyzny Poznańskiej. Roczniki AR Poznań, CCLXVIII: 147–155.
- REBANDEL Z. (1987): Problemy zmęczenia gleby w sadownictwie. „Sadownictwo w Wielkopolsce”, PWRiL, Warszawa.
- SWELL G., WHITE G. (1979): The effect of formalin and other soil treatments on the replant disease of apple. J. Hat. Sei., 54: 333–335.
- SZCZYGIEL A. (1988): Zmęczenie gleby przy replantacji sądów. I Międzynarodowe Sympozjum w Bonn. Sad Nowocz., 2: 9–11.

Recenzent: Jerzy Jeznach

Czesław Przybyła
Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
Akademii Rolniczej w Poznaniu

Eugeniusz Pacholak
Katedra Sadownictwa
Akademii Rolniczej w Poznaniu

THE ROLLE OF IRRIGATION IN A REPLANTED APPLE ORCHARD

Summary

In the years 1997–1999, studies the effect of different sprinkle irrigation and fertilization regimes on apple yield were carried out in a replanted orchard at the Agricultural Experimental Station at Przybroda. Fertilization and irrigation procedures applied in the replanted orchard had a significant influence on the concentration of assimilable nutrients in the soil. The major function of the water present in the soil and coming both from precipitation and intensive irrigation is matter and energy transportation in the direction of soil water movement.