

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 180

ROLNICTWO 32

G
923

B91-R

*XV KRAJOWE SYMPOZJUM NAWADNIANIA ROŚLIN
BYDGOSZCZ - 1991*

BYDGOSZCZ - 1992

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 180

ROLNICTWO 32

BYDGOSZCZ – 1992

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
prof. dr hab. Ojcumiła Stefaniak

REDAKTORZY NAUKOWI
prof. dr hab. inż. Stanisław Grabarczyk
prof. dr hab. inż. Wojciech Piotrowski

OPRACOWANIE REDAKCYJNE I TECHNICZNE
mgr Aleksandra Ławniczak, Zbigniew Gackowski

Wydano za zgodą Rektora
Akademii Techniczno-Rolniczej
w Bydgoszczy

ISSN 0208-6344

**WYDAWNICTWO UCZELNIANE AKADEMII TECHNICZNO-ROLNICZEJ
W BYDGOSZCZY**

Wyd. I. Nakład 150 egz. Ark. aut. 13,34. Ark. druk. 14, papier kl. V.
Oddano do druku w październiku 1992 r. Druk ukończono w listopadzie 1992 r.
MEN
Prasowe Zakłady Graficzne w Bydgoszczy, ul. Dworcowa 13.
Zamówienie nr 2480/92

S p i s t r e ̄ c i

	str.
1. Stanisław Grabarczyk - Stan i perspektywy deszczowania roślin w Polsce	7
2. Stanisław Bieszczad, Maciej Piotrowski - Plonowanie pszenżyta jarego w warunkach deszczowania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego	15
3. Stanisław Bieszczad, Paweł Szyszkowski - Plonowanie lnu włóknistego w warunkach deszczowania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego	23
4. Kazimierz Chmura - Efekty deszczowania oraz intensywnego nawożenia azotem wieloletnich roślin pastewnych. Cz.I. Dactylis g. w monokulturze i mieszance z Medicago s.	31
5. Stanisław Rojek - Efekty deszczowania nowych odmian ziemniaka	43
6. Elżbieta Kaszycka, Mieczysław Trybała, Henryk Żurawski - Wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego na jakość plonu buraków cukrowych na glebie lekkiej	51
7. Mieczysław Trybała, Elżbieta Kaszycka - Wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego na plon buraków cukrowych na glebie lekkiej	59
8. Franciszek Borówczak, Jerzy Szukała - Wpływ deszczowania na jakość materiałów siewnych buraków cukrowych, grochu i bobiku ..	67
9. Franciszek Borówczak, Jerzy Szukała, Stanisław Grześ, Tomasz Maciejewski - Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego na plony niektórych roślin uprawnych w warunkach Wielkopolski	73
10. Jerzy Peszek, Stanisław Rolbiecki - Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plonowanie ziemniaków jadalnych uprawianych na glebie bardzo lekkiej	83
11. Czesław Rzekanowski - Reakcja buraków cukrowych uprawianych na glebie bardzo lekkiej na nawadnianie deszczowniane i nawożenie azotem	91
12. Jacek Źarski - Efekty deszczowania zbóż jarych na glebie bardzo lekkiej	101
13. Elżbieta Podstawka-Chmielewska, Bogusław Kapusta - Plonotwórczy efekt deszczowania i nawożenia azotowego w uprawie niektórych zbóż na glebie lekkiej	109
14. Adam Rużyczka - Efektywność deszczowania i nawożenia azotowego zbóż ozimych na glebie lekkiej	117
15. Adam Rużyczka - Wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotowego na wysokość i jakość plonu pszenżyta uprawianego na glebie lekkiej	125

	str.
16. Ludwika Martyniak - Jakość plonu ziarna pszenicy jarej odmian chlebowych w zależności od typu i różnego uwilgotnienia gleby	133
17. Małgorzata Roy - Stosowanie wody morskiej do nawadniania niektórych roślin uprawnych	139
18. Jacek Dyśko, Stanisław Kaniszewski - Wpływ wilgotności gleby na plonowanie papryki	147
19. Stanisław Kaniszewski - Wpływ nawadniania kropłowego i mulczowania folią na plon pomidorów polowych	155
20. Władysław Buniak - Wpływ deszczowania na zawartość aminokwasów w roślinach uprawnych	163
21. Stanisław Grabarczyk, Jacek Żarski - Próba statystycznej weryfikacji niektórych wzorów określających ewapotranspirację potencjalną	169
22. Lech Nowak, Jacek Janusz - Porównanie kilku metod sterowania deszczowaniem	177
23. Józef Mosiej - Zmiany składników bilansu wodnego profilu glebowego pod wpływem nawodnień	185
24. Stanisław Żakowicz - Stres wodny rośliny jako kryterium ustalania terminu nawodnień mikrodeszczownianych	193
25. Jan Gruszka - Koszty eksploatacji deszczowni wielkoobszarowej w rachunku gospodarstwa	205
26. Andrzej Kosturkiewicz, Paweł Kozaczyk, Czesław Przybyła, Michał Trzęsowski - Produkcyjne i ekonomiczne efekty wykorzystania deszczowni wielkoobszarowych	211

Contents

	P.
1. Stanisław Grabarczyk - State and the prospects of sprinkling irrigation of plants in Poland	7
2. Stanisław Bieszczad, Maciej Piotrowski - Yielding of spring triticale in conditions of spray irrigation and mineral fertilization	15
3. Stanisław Bieszczad, Paweł Szyszkowski - Yielding of flax in condition of spray irrigation and differentiated mineral fertilization	23
4. Kazimierz Chmura - The effects of spray irrigation and intensive nitrogen fertilization of perennial forage crops. Part I. <i>Dactylis glomerata</i> in monoculture and in mixture with <i>Medicago sativa</i>	31
5. Stanisław Rojek - The effects of spray irrigation on new potato varieties	43
6. Elżbieta Kaszycka, Mieczysław Trybała, Henryk Żurawski - The effect of spray irrigation and differentiated nitrogenous-potassic fertilization on the quality of sugar beet yield on light soil	51
7. Mieczysław Trybała, Elżbieta Kaszycka - The effect of spray irrigation and differentiated nitrogenous-potassic fertilization on the yield of sugar beet yield on light soil	59
8. Franciszek Borówczak, Jerzy Szukała - Influence of sprinkling on the quality of sugar beet, pea and faba bean seeds	67
9. Franciszek Borówczak, Jerzy Szukała, Stanisław Grześ, Tomasz Maciejewski - Influence of sprinkling and nitrogen fertilization on the yields of some cultivated plants in Wielkopolska conditions	73
10. Jerzy Peszek, Stanisław Rolbiecki - The influence of sprinkling irrigation and nitrogen fertilizing on edible potatoes crop when cultivated on very light soil	83
11. Czesław Rzekanowski - The reaction of sugar beets grown on very light soil to sprinkling irrigation and nitrogen fertilizing	91
12. Jacek Źarski - The effects of spray irrigation on spring cereals on very light soil	101
13. Elżbieta Podstawka-Chmielewska, Bogusław Kapusta - Yield improving effect of sprinkling and nitrogen fertilization in the cultivation of some grains on light soil	109

	p.
14. Adam Rużyczka - The efficiency of sprinkling and nitrogen fertilization of winter crops on light soil	117
15. Adam Rużyczka - The effect of sprinkling and variable nitrogen fertilization on yield and quality of triticale cultivated on light soil	125
16. Ludwika Martyniak - Quality of bread varieties the spring wheat grain in dependence of the soil type and the moisture content	133
17. Małgorzata Roy - Application of sea water for the irrigation of some cultivated plants	139
18. Jacek Dyśko, Stanisław Kaniszewski - Effect of different soil moisture levels on the yield of sweet pepper	147
19. Stanisław Kaniszewski - Effect of trickle irrigation and polyethylene mulch on the yield of tomatoes	155
20. Władysław Buniak - The effect of spray irrigation on the contents of aminoacids in cultivated plants	163
21. Stanisław Grabarczyk, Jacek Żarski - Statistic verification of some formulae defining potential evapotranspiration	169
22. Lech Nowak, Jacek Janusz - Comparison of a few methods of spray irrigation control	177
23. Józef Mosiej - Water balance changes in root zone under surface irrigation	185
24. Stanisław Żakowicz - Plant water stress as a criterion of microirrigation scheduling	193
25. Jan Gruszka - Operating costs of a large-area sprinkling machine in a farm calculation	205
26. Andrzej Kosturkiewicz, Paweł Kozaczyk, Czesław Przybyła, Michał Trzęsowski - Economic effects of the utilization of great-area sprinkling irrigation systems	211

STAN I PERSPEKTYWY DESZCZOWANIA ROŚLIN W POLSCE

Stanisław Grabarczyk

Katedra Melioracji i Użytków Zielonych
Wydział Rolniczy, ATR Bydgoszcz

W pracy omówiono pokrótce dotychczasowy dorobek w zakresie deszczowania roślin w Polsce. Stwierdzono, że obserwuje się bardzo słabe wykorzystanie deszczowni wielkoobszarowych oraz znacznie większą celowość stosowania nawodnień rolniczych na kompleksach żytnich słabych i bardzo słabych. Dużo lepszą opłacalność otrzymuje się w przypadku nawadniania upraw ogrodniczych.

Henryk Janota-Bzowski w podręczniku „Melioracje wodne w gospodarstwie wiejskim” z 1906 r. nie wspomina o deszczowniach. Można zatem przyjąć, iż do tej daty urządzenia te nie były szerzej rozpowszechnione.

Jednak w latach 1904-1908 miały miejsce próby z deszczowaniem roślin w Łęgu pod Bydgoszczą w gospodarstwie Szczepkowskiego [3]. Skonstruował on deszczownię przetaczaną, która stała się następnie pierwowzorem szeregu innych europejskich rozwiązań. W okresie międzywojennym zainstalowano w Polsce pewną liczbę deszczowni (np. w Majkowie koło Kalisza), głównie w gospodarstwach ogrodniczych i doświadczalnych. Po roku 1945 za osiągnięcia w produkcji roślinnej PGR Wałdowo koło Ostródy jako jeden z pierwszych (a może pierwszy) otrzymał - od ówczesnego prezydenta - deszczownię produkcji czechosłowackiej. Deszczownia ta nie została zainstalowana, a po kilku latach stalowe rury zniszczyła rdza.

W Polsce do 1960 r. objęto deszczowaniem obszar około 2000 ha, w 1972 r. zwiększył się on do 20 000 ha, aby w 1980 r. osiągnąć 46 000 ha [3] i w 1990 r. około 60 000 ha. Przeważnie były to deszczownie przetaczane i przenośne produkcji jugosłowiańskiej, czechosłowackiej, a następnie nawet polskiej (MEPROZET Nierodzim). W MEPROZET-INOFAMA w Inowrocławiu podjęto produkcję elementów szpul do rurociągów nawijanych na zlecenie firmy szwedzkiej. Po zerwaniu tej kooperacji inowrocławska fabryka produkowała kompletne szpule, które bądź z braku zainteresowania, bądź z powodu usterek technicznych nie znalazły szerszego zastosowania. Ogólnie biorąc produkcja krajowa polegała na naśladownictwie innych rozwiązań lub kooperacji. Oryginalnych konstrukcji własnych (poza drobnymi elementami) trudno byłoby się doszukać, nie licząc konstrukcji półautomatycznej deszczowni GR-1 i urządzenia szpulowego do rozdeszczania gnojowicy produkcji MEPROZET w Nierodzimiu.

Większe osiągnięcia można natomiast zanotować w konstrukcji i produkcji urządzeń do nawodnień umiejscowionych (patenty Drupki, Słowika i współautorów oraz Grabarczyka).

Podany wyżej obszar naszego kraju z zainstalowanymi deszczownikami do 1990 roku w porównaniu do krajów sąsiednich można ocenić jako niewielki. Do około 1980 roku zainstalowano bowiem deszczownie w b. NRD na obszarze 440 000 ha, b. RFN - 250 000 ha, Holandii - 275 000 ha, Czechosłowacji - 300 000 ha, b. ZSRR - 5 000 000 ha [3]. Istniały jednak w Polsce dość duże zamierzenia odnośnie inwestycji deszczownic. W ramach „Programu Wisła” zamierzano zainstalować deszczownie na obszarze 800 000 ha [1], systemu wodno-produkcyjnego „Górna Noteć” - 88 000 ha [8], programu rozwoju rolnictwa w aspekcie wykorzystania zbiornika Jeziorsko - 45 000 ha [2]. W wymienionych programach budowę deszczowni wielkoobszarowych wiązano z przekształcaniem struktury agrarnej, to znaczy z uspołecznieniem rolnictwa. Obecnie trudno dociec czy pierwotne były zamierzenia przekształceń własnościowych, czy chęć budowy wielkoobszarowych frontalnych deszczowni, które nie mogły mieścić się na poszatkowanych polach gospodarstw indywidualnych. Na przykład, aby wykorzystać wody zbiornika Jeziorsko, zamierzano wywłaszczyć rolników indywidualnych z 33 000 ha gruntów. Zbudowano już nawet pompownię przerzutową w Śremie o wydajności $6 \text{ m}^3/\text{s}$ z trzema przesyłowymi rurociągami o średnicy 1,2 m każdy. Ze względu na zmiany polityczno-społeczne, jakie zaszły w Polsce, zamierzenia te zostały zdeaktualizowane, zaś zbudowane ujęcie wody w Śremie prawdopodobnie nie będzie nigdy w pełni wykorzystane, zostając swoistym pomnikiem woluntarystycznego planowania deszczowań. Jest rzeczą niezmiernie ciekawą, iż zapałowi w opracowywaniu coraz to nowych programów deszczowniczych nie towarzyszyła równoległa troska o wykorzystanie już zainstalowanych urządzeń. Na podstawie własnych obserwacji mogę stwierdzić, iż było one - oględnie mówiąc - bardzo słabe, zaś efekty dalekie od planowanych. Na przykład, w jednym ze znanych mi obiektów deszczowano uporczywie silnie zachwaszczone pole, w innym wykorzystywano sporadycznie wielkoobszarową deszczownię na 10 - 20 % powierzchni. Zrealizowane w ostatnich latach przez Kosturkiewicza i Przybyłę [7] badania nad wykorzystaniem deszczowni w województwie poznańskim wykazały, iż wykorzystywano je w roku średnim zaledwie w 8 %, a w suchym w 20 %. Dotyczyło to gospodarstw dobrych; w innych było prawdopodobnie jeszcze gorzej. Mało prowadzono także badań nad efektami deszczowania w skali produkcyjnej.

Przyczyny słabego wykorzystania deszczowni wielkoobszarowych są różne, jedną z ważniejszych jest wadliwa lokalizacja. Deszczownie instalowano przeważnie na względnie dobrych glebach w państwowych i spółdzielczych gospodarstwach, które osiągały już w większości lat zadowalający poziom produkcji rolnej. Lepsze wykorzystanie deszczowni wiązałoby się natomiast ze zmianą profilu gospodarowania na warzywnictwo i produkcję zwierzęcą opartą na paszach zielonych (w tym pastwiska). Najprawdopodobniej gospodarstwa te nie były zainteresowane, bądź nie były one do tego przygotowane (brak robocizny, budynków inwentarskich, przetwórci owocowo-warzywnych, a

przede wszystkim zapewnionych możliwości eksportu tych produktów). Inną przyczyną słabego wykorzystania deszczowni jest duża awaryjność urządzeń i uciążliwość obsługi (pękające rurociągi azbestowo-cementowe, awaryjność automatyki stacji pomp i inne). W pobliskim Minikowie przez wiele lat deszczownia nie mogła być należycie wykorzystywana z uwagi na zapływanie gitią doprowadzalnika wody do pomp. Nawet przenośne rurociągi są uciążliwe w eksploatacji przez samoczynne rozpinanie się po zmianie temperatury powietrza. Za przyczynę niewykorzystywania deszczowni wymienić także należy brak krajowej przemysłowej produkcji typoszeregów deszczowni. W rezultacie każdą inwestycję można traktować jako prototypową z całym dobrodziejstwem inwentarza.

Obok i w dość nikłej korespondencji do praktyki deszczownianej rozwijały się badania naukowe nad efektami deszczowania, ale tylko w skali ścisłych doświadczeń polowych. Na większą skalę zapoczątkował je prof. J. Dzieżyca z zespołem, organizując w 1960 roku pola doświadczalne w Swojcu i Samotworze. W późniejszym czasie włączyły się w te badania także inne ośrodki akademickie i IMUZ. Badania w większości lat przeprowadzano w ramach koordynacji tematu przez zmieniających się koordynatorów. Badano przede wszystkim wpływ deszczowania na plonowanie różnych gatunków roślin polowych i warzyw, przy wzrastającym nawożeniu NPK, a w ostatnich latach tylko przy zróżnicowanym nawożeniu azotem oraz wpływ wymienionych czynników na skład chemiczny ziemiopłodów i zasobność gleby. Owocem tych badań były liczne prace i artykuły naukowe publikowane głównie w Zeszytach Problemowych Postępów Nauk Rolniczych (około 540 prac w 15 zeszytach), a także w innych wydawnictwach (Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczych, wydawnictwa IMUZ). Wyniki badań referowano na 15 Sympozjach Nawadniania Roślin, z których 10 zorganizowała Akademia Rolnicza we Wrocławiu, 2 Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy i po 1 Akademia Rolnicza w Olsztynie, Poznaniu i Szczecinie.

Opublikowane prace naukowe zostały wykorzystane w mniejszym lub większym stopniu przez J. Dzieżycę w opracowaniu następujących książek-monoografii:

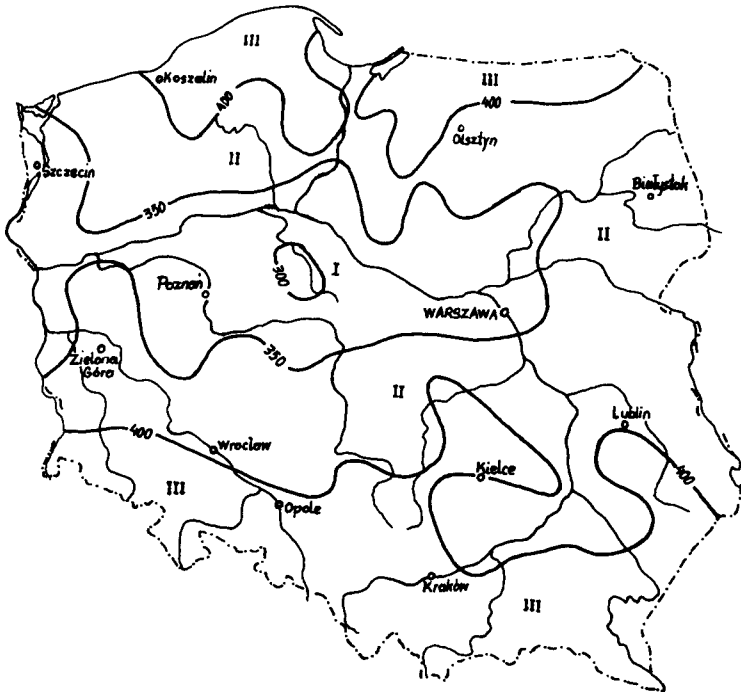
- 1) Deszczowanie roślin. PWRiL, Warszawa 1967, 1970,
- 2) Nawadnianie roślin. PWRiL, Warszawa 1974,
- 3) Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN, Warszawa 1988,
- 4) Potrzeby wodne roślin uprawnych. PWN, Warszawa 1989 (praca zbiorowa)

Z książek dotyczących deszczowania wymienić jeszcze należy: S. Drupka: Deszczownie i deszczowanie. PWRiL, Warszawa 1972, 1980; S. Drupka: Techniczna i rolnicza eksploatacja deszczowni. PWRiL, Warszawa 1976; B. Nowaczyk: Deszczownie. Projektowanie, wykonawstwo, eksploatacja. PWN, Warszawa 1975, 1978.

Dorobek piśmienniczy o deszczowniach i deszczowaniu można ocenić jako bardzo duży - niewspółmiernie większy niż praktyczne zastosowania, które w dodatku w ostatnich latach uległy całkowitemu zahamowaniu, jeśli chodzi o uprawy polowe i częściowej stagnacji - w ogrodnictwie.

Zastosowanie deszczowania roślin w praktyce będzie zawsze zależało od ekonomiki inwestycji, dostępności urządzeń i postępu w upowszechnianiu ich eksploatacji. Koszty deszczowania są obecnie bardzo trudne do oszacowania z uwagi na brak realizacji inwestycji po nowych cenach. Znacznie łatwiejsze jest natomiast określenie spodziewanych przyrostów ważniejszych ziemiopłodów i ich wartości w oparciu o dotychczasowe doświadczenia polowe. Dotąd najwięcej wykonano ich na glebie IV klasy bonitacyjnej (kompleks żytni dobry) w zachodniej części Polski.

Przyrosty plonów pod wpływem deszczowania w tych doświadczeniach okazały się odwrotnie proporcjonalne do opadów atmosferycznych w miesiącach największego zapotrzebowania roślin na wodę. Możliwe było zatem ich określenie dla lat średnich pod względem opadów z interpolacją na inne regiony kraju [4]. Określone w ten sposób przewidywane na tych glebach przyrosty plonów ważniejszych gatunków roślin w wydzielonych strefach opadowych (rys.1) podano w tabeli 1. Z przedstawionych liczb wynika, iż spodziewane średnie zwyki plonów pod wpływem deszczowania są znaczne, ale tylko w Krainie Wielkich Dolin, cechującej się znacznie niższymi opadami niż pozostały obszar kraju.



Rys.1. Regionalne zróżnicowanie celowości instalacji deszczowni: I, II, III - strefy malejącej celowości instalacji deszczowni, -300- izohiety

Fig.1. Regional differentiation of installation purposefulness of irrigation systems: I, II, III - zons of decreasing purposefulness of irrigation systems installation, -300- isohyets

Tabela 1
Table 1

Przewidywane średnie przyrosty plonów pod wpływem deszczowania na glebach o przewadze IVb klasy bonitacyjnej w wydzielonych strefach opadów atmosferycznych (t/ha)
Means effects of sprinkling irrigation on the soil of IVb class in distributed rainfalls zone (t/ha)

Roślina - Culture	Strefy opadów - Rainfalls zone *		
	I	II	III
	300 - 350 mm	350 - 400 mm	400 - 450 mm
Burak cukrowy - korzenie Sugar beet - roots	7 - 11	4 - 7	< 4,0
Burak pastewny - korzenie Fodder beet - roots	13 - 23	5 - 13	< 5,0
Ziemniak Potato	5,2 - 9,0	2,2 - 5,2	< 2,2
Kukurydza - zielona masa Maize - fresh matter	8 - 13	4 - 8	< 4,0
Pszemica ozima - ziarno Winter wheat - grain	1,4 - 1,6	1,0 - 1,4	< 1,0
Pszemica jara - ziarno Spring wheat - grain	1,0 - 1,5	0,4 - 1,0	< 0,4
Koniczyna - sucha masa Clover - dry matter	3,3 - 4,9	1,8 - 3,3	< 1,8
Trawy - sucha masa Grasses - dry matter	3,1 - 4,9	1,4 - 3,1	< 1,4

* - średnie opady za okres wegetacji
* - mean rainfalls in vegetative period

Według własnych obliczeń [6] i poziomu cen z lat 1983/84, nawet największe wyżki nie zapewniały zwrotu pełnych kosztów deszczowania (z oprocentowaniem kapitału i amortyzacją). Trudno zatem wymagać, aby urządzenia deszczowniane były instalowane na tych glebach wyłącznie na koszt użytkownika. Według innych doświadczeń przeprowadzanych na glebach lepszych niż klasy IV, przyrosty plonów pod wpływem deszczowania okazały się mniejsze niż podano w tabeli 1. Wystąpiły także przypadki ujemnego oddziaływania deszczowań na tych glebach [5].

W całkowicie innym świetle przedstawia się natomiast instalacja deszczowni na glebach żytnych słabych i bardzo słabych. Sieje się na nich głównie żyto, osiągając przy tym znikome plony. Z tego względu gleby te były często porzucane na rzecz PFZ i zalesiane. Gleby żytne słabe i bardzo słabe stanowią w Polsce około 4,5 mln ha. Przeznaczenie ich pod zalesianie byłoby - moim zdaniem - błędne z uwagi na przewidywany przyrost ludności w kraju oraz możliwość eksportu płodów rolnych po udostępnieniu rynków EWG i republik byłego ZSRR. Produkcyjność tych gleb po zainstalowaniu deszczowni ilustrują liczby tabeli 2. Ważna jest również możliwość uprawy na tych glebach (zamiast żyta) roślin określanych jako intensywne.

Tabela 2
Table 2

Efekty deszczowania roślin na glebie bardzo lekkiej
(kompleks żytni bardzo słaby) w okolicach Bydgoszczy
- według badań Katedry Melioracji ATR w Bydgoszczy

The effects of sprinkling irrigation of plants on very
light soil (very weak rye complex) in Bydgoszcz environs
- according to Department of Land Reclamation ATR Bydgoszcz

Roślina - Culture	Plony w t/ha Yields in t/ha		Przyrost plonu pod wpływem deszczowania The effect of sprinkling irrigation	
	O	W	t/ha	%
Jęczmień browarny Brewery barley	1,44	3,41	1,97	137
Jęczmień pastewny Fodder barley	1,80	4,49	2,69	149
Pszenica jara Spring wheat	1,54	4,40	2,86	186
Owies Oats	1,52	3,93	2,41	159
Ziemniak jadalny Edible potato	27,3	44,7	17,4	64
Ziemniak pastewny Fodder potato	24,4	42,7	18,3	75
Burak cukrowy Sugar beet	26,3	47,7	21,4	81
Burak pastewny Fodder beet	29,6	55,0	25,4	86

O - bez deszczowania
- without sprinkling irrigation

W - z deszczowaniem
- with sprinkling irrigation

Opiłacalność instalacji deszczowania roślin na tych glebach jest przy tym bezsporna. Wykonane dla suchego 1990 roku obliczenia wykazały, iż osiągnięte jednoroczne przyrosty plonów buraków cukrowych i ziemniaków jadalnych pokrywały koszty zakupu deszczowni przenośnej. Deszczownię tę dyskwalifikuje jednak uciążliwość przeprowadzania nawodnień i w zasadzie mogą być one użyteczne tylko na małych powierzchniach w uprawach warzyw.

Najbardziej opłacają deszczowanie uprawy jagodowe, warzywa i sady z racji wysokich cen produktów. Wystarczy tu zatem zazwyczaj 20-30 % zwykła plonów do pokrycia pełnych kosztów nawadniania. W tym przypadku za przyczynę małego jeszcze wykorzystania nawodnień w tych uprawach można uznać brak odpowiednich urządzeń lub ich znaczne koszty, a szczególnie trudności w pozyskaniu wody w tradycyjnych rejonach towarowego ogrodnictwa.

Wzrost plonów ważniejszych warzyw można przyjmować według wieloletnich i wielokrotnych badań w byłej NRD (tab. 3), a zatem w podobnych warunkach klimatycznych. Zbliżone wyniki otrzymano również w niektórych latach i krótszych seriach w Polsce ze wskazaniem na większą efektywność deszczowania na glebach słabszych.

Tabela 3
Table 3

Wyniki doświadczeń z deszczowaniem warzyw w NRD w latach 1967-1976
(za Dzieźycem [3])
Results of experiments with sprinkling irrigation of vegetables in GDR
in years 1967-1976 (according to Dzieźyc [3])

Roślina - Culture	Liczba doświadczeń Number of experiments	Dawka wody w mm Dose of water in mm	Plon bez deszczowania w t/ha Yield without irrigation in t/ha	Przyrost plomu The effect of sprinkling irrigation	
				t/ha	%
Kapusta biała Cabbage	63	129	36,1	17,6	49
Kapusta czerwona Red cabbage	34	107	29,6	13,1	44
Kapusta włoska Savoy	14	96	27,2	13,0	48
Selery Celery	18	144	13,7	8,6	63
Ogórki Cucumbers	12	68	12,7	8,0	63
Cebula Onion	8	68	13,6	6,8	50

Przedstawiony skróto obraz stanu deszczowania roślin w Polsce jest niewątpliwie w części subiektywny i w dużej mierze pesymistyczny odnośnie zastosowań deszczowania w praktyce rolniczej, co jest może po części celowe, aby wywołać żywszą dyskusję.

LITERATURA

- [1] Bartoszek T., 1980: Potrzeby i zadania melioracji w dorzeczu Wisły na tle różnych kierunków rozwoju rolnictwa. Wiad. Mel. i Łąk., 4, 105-106
- [2] Białończyk J., Grabia J., 1985: Inwestycje związane z wykorzystaniem wód zbiornika Jeziorsko. Wiad. Mel. i Łąk., 4, 100-103
- [3] Dzieźyc J., 1988: Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN Warszawa
- [4] Grabarczyk S., 1986: Kryteria lokalizacji deszczowni. Frag. Agron., 1, 15-28
- [5] Grabarczyk S., Rytelowski J., Kasińska D., Rybak A., 1986: Efekty deszczowania niektórych roślin w warunkach Żuław. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 268, 525-533
- [6] Grabarczyk S., 1987: Opłacalność inwestycji deszczownianych w gospodarstwach indywidualnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 326, 213-226

- [7] Kosturkiewicz A., Przybyła Cz., 1990: Problemy eksploatacji deszczowni wielkoobszarowych w Regionie Wielkopolski. Mat. Konf. Nauk. „Usprawnienie eksploatacji deszczowni wielkoobszarowych”. Poznań, 20-27
- [8] Łukaszewicz H., 1981: System wodno-gospodarczy w zlewni Górnej Noteci. Cz.I. Wiad. Mel. i Łak., 4, 110-112

STATE AND THE PROSPECTS OF SPRINKLING IRRIGATION OF PLANTS IN POLAND

Summary

In the paper there are presented prevailing attainments connected with sprinkling irrigation of plants in Poland. It was confirmed that in Poland there is feable utilization of sprinkler irrigation equipment in a large areas as well as bigger purposefulness of agricultural irrigation application on the soils of weak and very weak ryeland complex. We obtain better profits of irrigation in the event of it's application in gardening.

PLONOWANIE PSZENŻYTA JAREGO W WARUNKACH DESZCZOWANIA
I ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO

Stanisław Bieszczad, Maciej Piotrowski

Katedra Rolniczych Podstaw Melioracji

Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, AR Wrocław

W pracy przedstawiono wpływ deszczowania na plony ziarna, liczbę kłosów na 1 m², liczbę ziarn w kłosie i masę 1000 ziarn pszenżyta jarego z 4 doświadczeń polowych, uprawianego na różnych dawkach azotu, fosforu, potasu i NPK. Stwierdzono, że deszczowanie pszenżyta zwiększyło plon ziarna, liczbę ziarn w kłosie i masę 1000 nasion tylko w niektórych przypadkach. Poziomy nawożenia azotowego i pełnego (NPK) spowodowały zróżnicowanie plonu ziarna. Oprócz tego dawki azotu zróżnicowały obsadę kłosów, liczbę ziarn w kłosie i masę 1000 nasion.

1. WSTĘP

Pszenżyto, będące nowym syntetycznym gatunkiem zboża stworzonym całkowicie przez człowieka, wchodzi do uprawy na coraz szerszą skalę. Jest ono bardzo wartościowym zbożem pastewnym [3], nadającym się także do wypieku chleba, ciastek i wyrobu makaronu [1]. Pszenżyto wykorzystuje należycie zapasy wody glebowej podobnie jak żyto, a lepiej niż pszenica, dzięki dobrze rozwiniętemu systemowi korzeniowemu. Sprawia to, że wymagania wodne pszenżyta są względnie małe. Największe zapotrzebowanie na wodę (podobnie jak inne zboża) wykazuje w okresie od strzelania w źdźbło do kłoszenia, a także w okresie rozwoju i wypełniania ziarna [4]. Susza w czerwcu i lipcu silnie obniża plon ziarna, przez zmniejszenie przeciętnej masy ziarniaka i liczby ziarn w kłosie.

Potrzeby nawozowe pszenżyta nie są dotychczas dostatecznie opracowane. Polscy badacze podają, że dla wysokich odmian pszenżyta wystarczy 60 kg N/ha, zaś dla odmian niskich efektywna dawka wynosi 90, a nawet 120 kg/ha [2]. Na glebach żyznych wystarczająca dawka azotu wynosi około 60 kg/ha, natomiast na mniej żyznych około 100 kg. Obecnie zalecane nawożenie fosforem i potasem jest wzorowane na potrzebach nawozowych pszenicy ozimej i żyta. Jak można wnioskować z dostępnej literatury, dotychczas nie przeprowadzono badań z nawadnianiem pszenżyta. Dlatego zaprojektowano doświadczenie polowe z deszczowaniem i zróżnicowanymi poziomami nawożenia azotowego, fosforowego, potasowego i pełnego, chcąc poznać przede wszystkim potrzebę nawadniania tej rośliny oraz jej wymagania nawozowe.

2. WARUNKI I METODY BADAŃ

Celem zbadania wpływu deszczowania i różnych poziomów nawożenia mineralnego na plon ziarna pszenżyta jarego odmiany Jago, przeprowadzono w latach 1988-1990 cztery doświadczenia polowe w RZD Samotwór koło Wrocławia. Doświadczenia założono na glebie kompleksu żytznego dobrego metodą losowych podbloków, w układzie zależnym z dwoma czynnikami zmiennymi:

- a) wodnym: objekty nie deszczowane (W_0) i deszczowane (W_1) przy spadku wilgotności gleby poniżej 75 % polowej pojemności wodnej,
- b) nawozowym, stosując następujące nawożenie w kg/ha:
- azotowe: 0, 45, 90 i 135 N, na tle jednakowego nawożenia fosforo-potasowego w ilości 80 P_2O_5 i 100 K_2O (A),
 - fosforowe: 0, 40, 80 i 120 P_2O_5 , na tle jednakowego nawożenia azotowo-potasowego w ilości 90 N i 100 K_2O (B),
 - potasowe: 0, 50, 100 i 150 K_2O , na tle jednakowego nawożenia azotowo-fosforowego w ilości 90 N i 80 P_2O_5 (C),
 - pełne: 0 (bez nawożenia),
 - NPK - 45 N + 40 P_2O_5 + 50 K_2O ,
 - 2NPK - 90 N + 80 P_2O_5 + 100 K_2O ,
 - 3NPK - 135 N + 120 P_2O_5 + 150 K_2O (D).

Opady atmosferyczne w okresie od kwietnia do sierpnia, tj. w okresie wegetacji pszenżyta, były mniejsze od średniej wieloletniej o 111, 69 i 119 mm (tab.1). Miesięczne sumy opadów były niższe od średniej wieloletniej w kwietniu 1988 i 1990 oraz w maju, lipcu i sierpniu we wszystkich trzech latach badań.

Tabela 1
Table 1

Opady naturalne i dawki wody deszczowanej (Stacja: Wrocław - Lotnisko)
Natural precipitation and doses of sprinkling (Station: Wrocław-Airport)

Lata Years	Miesiące - Months					
	IV	V	VI	VII	VIII	IV - VIII
1988	14 + 20	6 + 105	80	73 + 20	58	231 + 145
1989	79	36 + 100	92	41 + 60	23	273 + 160
1990	36	13 + 80	88 + 20	24 + 80	62	223 + 180
1951 - 1980	40	61	72	96	73	342

W doświadczeniach stosowano identyczne zabiegi agrotechniczne z wyjątkiem nawożenia. Były one usytuowane szeregowo, stanowiąc jeden pas. Przedplon dla pszenżyta stanowiły ziemniaki późne na oborniku. Okresy wegetacji pszenżyta: 8.04 - 23.08.1988; 24.03 - 17.08.1989; 22.03 - 27.08.1990. Zawsze wysiewano 5,5 mln ziarna na hektar.

Określano plon ziarna, liczbę kłosów na powierzchni 1 m², liczbę ziarn w kłosie i masę 1000 ziarn. Wpływ deszczowania i dawek nawozowych na wymienione cztery cechy plonu obliczono statystycznie metodą analizy wariancji.

3. WYNIKI BADAŃ

Deszczowanie pszenżyta nie zwiększyło plonu ziarna, również dawki azotu nie spowodowały istotnego zróżnicowania plonu (tab.2). Niższy plon stwierdzono tylko na obiekcie kontrolnym.

Tabela 2
Table 2

Plon ziarna w t/ha w zależności od deszczowania i poziomu nawożenia azotowego
Yield of grains in t/ha as dependents on sprinkling and nitrogen fertilization

Deszczowanie Sprinkling	N - 0	N - 45	N - 90	N - 135	Średnie Mean
W ₀	2,90	3,23	3,38	3,11	3,16
W ₁	2,82	3,29	3,36	3,40	3,34
Średnie Mean	2,86	3,29	3,37	3,26	3,20

NIR
LSD = 0,35

Deszczowanie i zróżnicowanie poziomu nawożenia fosforowego nie wywołało udowodnionych różnic w plonie ziarna (tab.3).

Tabela 3
Table 3

Plon ziarna w t/ha w zależności od deszczowania i poziomu nawożenia fosforowego
Yields of grains in t/ha as dependents on sprinkling and phosphorus fertilization

Deszczowanie Sprinkling	P ₂ O ₅ - 0	P ₂ O ₅ - 40	P ₂ O ₅ - 80	P ₂ O ₅ - 120	Średnio Mean
W ₀	3,10	2,93	3,13	3,09	3,06
W ₁	3,29	3,43	3,28	3,34	3,34
Średnie Mean	3,20	3,18	3,20	3,22	3,20

Nawadnianie pszenżyta uprawianego na różnych dawkach potasu zwiększyło plon o 0,72 t/ha, tj. o 25 %, natomiast poziom nawożenia nie wywarł żadnego wpływu na wysokość plonów (tab.4).

Tabela 4
Table 4

Plon ziarna w t/ha w zależności od deszczowania
i poziomu nawożenia potasowego
Yield of grains in t/ha as depends on sprinkling
and potassium fertilization

Deszczowanie Sprinkling	K ₂ O-0	K ₂ O-50	K ₂ O-100	K ₂ O-150	Średnio Mean
W ₀	2,89	2,83	2,89	2,93	2,89
W ₁	3,65	3,60	3,51	3,68	3,61
Średnie Mean	3,27	3,22	3,20	3,31	3,25

NIR dla W₀ i W₁ = 0,36LSD for W₀ and W₁ = 0,36

Pszenżyto deszczowane i nawożone różnymi dawkami NPK miało wyraźnie zróżnicowane plony (tab.5).

Tabela 5
Table 5

Plon ziarna w t/ha w zależności od deszczowania i poziomu nawożenia NPK
Yield of grains in t/ha as depends on sprinkling and NPK fertilization

Deszczowanie Sprinkling	NPK-0	1 NPK	2 NPK	3 NPK	Średnie Mean
W ₀	2,68	2,81	3,57	3,08	3,04
W ₁	3,01	3,73	3,88	3,62	3,56
Średnie Mean	2,85	3,27	3,73	3,35	3,30

NIR
LSD = 0,36NIR dla W₀ i W₁ = 0,23LSD for W₀ and W₁ = 0,23

Nawadnianie zwiększyło plon o 0,52 t/ha, zaś najwyższy plon uzyskano przy podwójnej dawce pełnego nawożenia mineralnego i to zarówno w przypadku deszczowania jak i bez tego zabiegu.

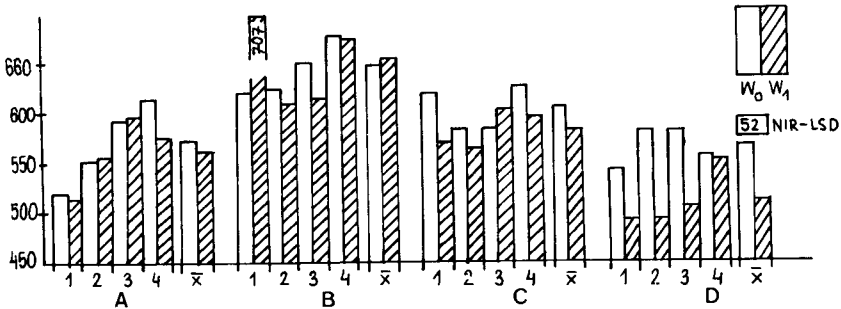
Na podstawie danych zamieszczonych w tabelach 2-5 można wnioskować, że najkorzystniejszym układem nawodnieniowo-nawozowym było deszczowanie pszenżyta i pełne nawożenie dawką 270 kg/ha NPK, ponieważ uzyskano 3,88 t ziarna z hektara.

Należy zaznaczyć, że rok 1988 był najkorzystniejszy dla plonowania pszenżyta, gdyż średni plon ziarna z 4 doświadczeń wynosił 3,58 t/ha. W następnych dwóch latach plony były niższe (3,06 i 3,08 t/ha), między innymi na skutek wylegnięcia zboża w doświadczeniu z dawkami fosforu w roku 1989 oraz tego samego zjawiska w doświadczeniu ze zróżnicowanym nawoże-

nieniem potasowym w 1990 roku, a także w skutek niskiego plonowania na obiektach nie deszczowanych z pełnym nawożeniem mineralnym również w 1990 roku.

Podsumowując wyniki doświadczeń należy stwierdzić, że deszczowanie zwiększyło plon ziarna tylko przy zróżnicowanym nawożeniu potasowym i pełnym. Zwyżki wyniosły odpowiednio 0,72 i 0,52 t/ha (tab.4 i 5). Z tego można wnioskować, że pszenżyto jare jest rośliną trudną w nawadnianiu. Można także przypuszczać, że opady atmosferyczne w wysokości 223 - 273 mm w okresie wegetacji pszenżyta jarego były wystarczające dla tej rośliny, gdyż średni plon za 3 lata z wszystkich obiektów nie nawadnianych (A - D) wynosił 3,03, zaś z obiektów nawadnianych - 3,44 t/ha. Zwyżka wynosiła 0,41 t/ha, tj. 13,5 %.

Deszczowanie nie wpłynęło na zwiększenie liczby kłosów na powierzchni 1 m² (rys.1), natomiast zwiększyło liczbę ziarn w kłosie w doświadczeniach z dawkami fosforu, potasu i NPK (rys.2), a także zwiększyło masę 1000 ziarn przy zróżnicowanym pełnym nawożeniu mineralnym (rys.3).

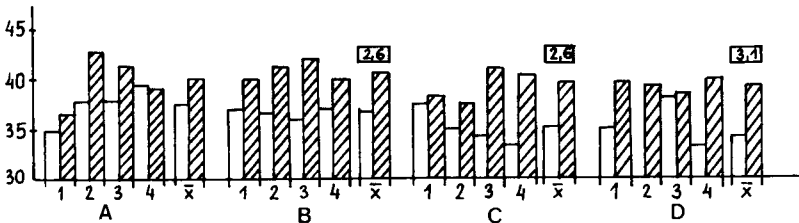


Rys.1. Liczba kłosów na 1 m²

A - doświadczenie z dawkami N, B - doświadczenie z dawkami P₂O₅
 C - doświadczenie z dawkami K₂O, D - doświadczenie z dawkami NPK
 1 - bez nawożenia, 2 - dawka najniższa
 3 - dawka średnia, 4 - dawka najwyższa

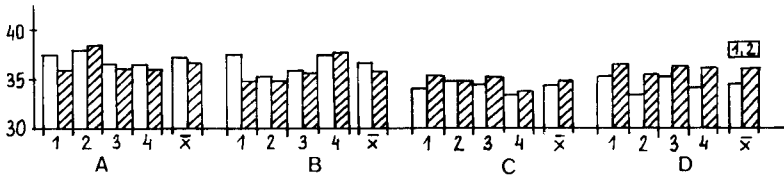
Fig.1. Number of ears on 1 m²

A - experiment with doses N, B - experiment with doses P₂O₅
 C - experiment with doses K₂O, D - experiment with doses NPK
 1 - without fertilization, 2 - the smallest dose
 3 - the average dose, 4 - the greatest dose



Rys.2. Liczba ziarn w kłosie, objaśnienia jak do rys.1

Fig.2. Number of grains in the ear, explanation see fig.1



Rys. 3. Masa 1000 ziarn, objaśnienia jak do rys. 1

Fig. 3. Weight of 1000 grains, explanation see fig. 1

4. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Deszczowanie pszenżyta jarego nie dało zadowalających wyników, gdyż tylko w dwóch przypadkach na cztery możliwe uzyskano wyższą plon ziarna, a przy wylegnięciu roślin nastąpiła nawet jego obniżka. Dodatni wpływ deszczowania na liczbę ziarn w kłosie i masę 1000 ziarn wystąpił tylko w niektórych przypadkach. Można przypuszczać, że opady atmosferyczne w granicach 223 - 273 mm w okresie wegetacji pszenżyta były wystarczające.

2. Poziomy nawożenia azotowego i pełnego mineralnego spowodowały zróżnicowanie plonu ziarna. Oprócz tego dawki azotu zróżnicowały obsadę kłosów, liczbę ziarn w kłosie i masę 1000 ziarn. Za najbardziej odpowiednią dawkę nawozową, tak w warunkach deszczowania jak i bez, należy uznać 2 NPK (270 kg/ha), ponieważ przy jej zastosowaniu uzyskano najwyższe plony ziarna.

LITERATURA

- [1] Biskupski A., 1989: Jakość konsumpcyjna ziarna. W: Praca zbiorowa (red. Cz. Tarkowski): Biologia pszenżyta. PWN, Warszawa
- [2] Mazurek J., Mazurek J., 1989: Agrotechniczna charakterystyka pszenżyta. W: Praca zbiorowa (red. Cz. Tarkowski): Biologia pszenżyta. PWN, Warszawa
- [3] Rakowska M., 1989: Wartość żywieniowa ziarna pszenżyta. W: Praca zbiorowa (red. Cz. Tarkowski): Biologia pszenżyta. PWN, Warszawa
- [4] Wojcieszka U., Gontarczuk W.A., 1989: Fizjologia pszenżyta. W: Praca zbiorowa (red. Cz. Tarkowski): Biologia pszenżyta. PWN, Warszawa

YIELDING OF SPRING TRITICALE IN CONDITIONS
OF SPRAY IRRIGATION AND MINERAL FERTILIZATION

Summary

There have been discussed the effect of sprinkling on grain yields, number of ears per square meter, number of seeds in an ear and weight of 1000 grains of spring triticale grown with different doses of nitrogen, phosphorus, potassium and NPK in 4 field experiments. It was found that sprinkling of triticale increased grain yield, number of seeds in an ear and weight of 1000 grains only in a few cases. Fertilization levels of nitrogen and NPK caused grain yield diversification. Besides, doses of nitrogen diversificated number of ears, number of seeds in an ear and weight of 1000 grains.

PLONOWANIE LNU WŁÓKNISTEGO W WARUNKACH DESZCZOWANIA
I ZRÓZNICOWANEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO

Stanisław Bieszczad, Paweł Szyszkowski

Katedra Rolniczych Podstaw Melioracji
Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, AR Wrocław

W pracy przedstawiono plony słomy lnu włóknistego nie deszczowanego i deszczowanego, uprawianego na różnych dawkach azotu, fosforu, potasu i NPK. Stwierdzono, że deszczowanie lnu w latach 1983 i 1986 zwiększyło plon słomy w doświadczeniach ze zróżnicowanym poziomem nawożenia azotowego, fosforowego i potasowego (A, B i C). Deszczowanie wpłynęło także dodatnio na plon ogólny włókna i włókna długiego, podobnie podziałały wyższe poziomy nawożenia. Poziomy nawożenia azotowego, fosforowego, potasowego i pełnego, zastosowane na jednakowym tle pozostałych składników nawozowych w doświadczeniach nie deszczowanych, w większości przypadków nie spowodowały istotnego zróżnicowania plonu słomy.

1. WSTĘP

Len włóknisty jest typową rośliną strefy umiarkowanej. W wyniku analizy czynników siedliskowych ustalono 8 najważniejszych rejonów uprawy lnu w Polsce. Wśród nich znalazł się rejon śląski, obejmujący województwa: jeleńskie, wałbrzyskie, wrocławskie, opolskie oraz katowickie [4]. Istnieją w nich sprzyjające warunki klimatyczne i glebowe dla uprawy tej rośliny, umożliwiające uzyskanie wysokich plonów o dobrej jakości. Len włóknisty ma stosunkowo duże wymagania wodne, szczególnie w fazie intensywnego wzrostu i tworzenia pąków. Bardzo niekorzystna dla lnu jest susza występująca w maju i czerwcu. Według Dmochowskiego i Gwizdka [1] powoduje ona wydłużenie okresu wegetacji lnu, obniża plon i pogarsza jakość słomy. Cytowani autorzy uważają, że najwyższy plon uzyskuje się przy uwilgotnieniu gleby wynoszącym około 70 % pełnej pojemności wodnej. Wojciechowski i wsp. [6] podają, że wilgotność gleby na poziomie 40 % pojemności wodnej jest niewystarczająca dla lnu, gdyż obniża plon słomy o 20 % w stosunku do uzyskanego przy 70 % pojemności wodnej. Dzieżyc [5] na podstawie syntezy wieloletnich badań podaje, że dla lnu włóknistego optymalne opady na glebach lekkich wynoszą 251 - 300 mm. Niedobór jak i nadmiar opadów obniżają plon słomy lnianej. Przy opadach mniejszych niż 150 mm w okresie wegetacji lnu plony na glebach lekkich były niższe o 20 %. Z przytoczonych danych można wnioskować, że nawadnianie lnu może okazać się celowe i powinno dać

dobre rezultaty. Prac badawczych na ten temat jest bardzo mało [2, 3] i było to głównym bodźcem podjęcia doświadczeń z deszczowaniem lnu włóknistego na tle zróżnicowanego nawożenia mineralnego.

2. WARUNKI I METODY BADAŃ

Celem zbadania wpływu deszczowania i różnych poziomów nawożenia mineralnego na plony słomy nieodziarnionej lnu włóknistego odmiany Regina, w latach 1983-1986 przeprowadzono cztery doświadczenia polowe w RZD Samotwór (koło Wrocławia). Doświadczenia założono na glebie kompleksu żyznego dobrego, metodą losowanych podbloków w układzie zależnym z dwoma czynnikami zmiennymi:

- a) wodnym: obiekty nie nawadniane (W_0) i nawadniane przy spadku wilgotności gleby poniżej 75 % polowej pojemności wodnej,
- b) nawozowym; w doświadczeniach zastosowano następujące nawożenie w kg/ha:
 - azotowe: 0, 15, 30 i 45 N, na tle jednakowego nawożenia fosforowo-potasowego w ilości 60 P_2O_5 i 90 K_2O (A),
 - fosforowe: 0, 30, 60 i 90 P_2O_5 , na tle jednakowego nawożenia azotowo-potasowego w ilości 30 N i 90 K_2O (B),
 - potasowe: 0, 45, 90 i 135 K_2O , na tle jednakowego nawożenia azotowo-fosforowego w ilości 30 N i 60 P_2O_5 (C),
 - pełne: 0 (bez nawożenia),
 - NPK - 15 N + 30 P_2O_5 + 45 K_2O ,
 - 2NPK - 30 N + 60 P_2O_5 + 90 K_2O ,
 - 3NPK - 45 N + 90 P_2O_5 + 135 K_2O (D).

Opady atmosferyczne w okresie wegetacji lnu, tj. od kwietnia do lipca lub sierpnia, różniły się w poszczególnych latach badań (tab.1).

Tabela 1
Table 1

Opady naturalne i dawki wody deszczowanej (Stacja: Wrocław - Lotnisko)
Natural precipitation and doses of sprinkling (Station: Wrocław - Airport)

Lata Years	Miesiące - Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IV - VII	IV-VIII
1983	40	98	106 + 12	35 + 60	-	279 + 72	-
1984	25	134	85	43	43	-	330
1985	49	40	108	36	164	-	397
1986	21	74	86 + 60	89 + 30	-	270 + 90	-
1951-1980	40	61	72	96	73	269	342

Suma opadów w okresie wegetacji lnu w latach 1984 i 1985 (kwiecień - sierpień) była prawie równa lub wyższa od średniej wieloletniej i według

przyjętej wilgotności gleby nie było potrzeby deszczowania. Pomimo, iż sumaryczne opady w okresie wegetacji lnu w latach 1983 i 1986 (kwiecień - lipiec) były na poziomie średniej wieloletniej, to jednak na skutek nierównomiernego rozkładu w czerwcu i lipcu (okresy suszy atmosferycznej i deszcze burzowe), tensjometry wykazywały konieczność deszczowania. Średnie miesięczne temperatury powietrza podczas wegetacji lnu prawie nie różniły się od średnich wieloletnich.

We wszystkich doświadczeniach stosowano identyczne zabiegi agrotechniczne z wyjątkiem nawożenia. Len był uprawiany w płodozmianie trójpolowym: ziemniaki na oborniku, len, pszenżyto ozime. W doświadczeniach określano plon słomy nieodziarnionej. Wpływ deszczowania i dawek nawozowych na plon obliczono statystycznie metodą analizy wariancji. Oprócz tego w Zakładzie Doświadczalnym Roszarnictwa w Stęszewie, w wybranych próbkach lnu z 1986 r. oznaczono ważniejsze cechy techniczne słomy i włókna. Do oznaczeń wybrano po 4 próbki lnu z każdego doświadczenia, pochodzące z obiektów nie deszczowanych i deszczowanych oraz nawożonych najniższą i najwyższą dawką nawozów.

3. WYNIKI BADAŃ

W czteroletnim okresie badawczym deszczowanie roślin przeprowadzono tylko w latach 1983 i 1986. W latach 1984 i 1985, w których nie nawadniano lnu, gdyż tensjometry nie wykazywały takiej potrzeby, zebrano tylko plon z obiektów nie nawadnianych, natomiast objekty przeznaczone do nawodnień sprzątnięto jak łan produkcyjny, z uwagi na zwiększone koszty wynajmu wyrывaczki przy sprzęcie. Z tego względu oddzielnie opracowano objekty nie nawadniane za okres 4 lat (1983-1986) i oddzielnie nawadniane jako doświadczenia z deszczowaniem w latach 1983 i 1986. Dwuletnie wyniki z nawadnianiem należy potraktować przynajmniej jako cenną informację o wpływie deszczowania na plon słomy lnianej.

Zróżnicowane poziomy nawożenia azotowego, fosforowego i potasowego nie wpłynęły na wielkość plonów lnu, jedynie w doświadczeniu D wyższe dawki NPK zwiększyły plon w porównaniu do pozostałych obiektów (tab.2). Wystąpiły istotne różnice między plonami z poszczególnych lat. Najniższe plony uzyskano w pierwszym roku badań, na skutek opóźnionego terminu siewu, wyższej od średniej wieloletniej temperatury powietrza w maju, a przede wszystkim uszkodzeń gradowych oraz wystąpienia fuzariozy. Niezbyt korzystny okazał się także ostatni rok, w którym plony z doświadczeń C i D były niższe od dwóch poprzednich lat. Najwyższe plony z wszystkich czterech doświadczeń uzyskano w roku 1984 i 1985 (średnio około 9,5 t/ha).

Deszczowanie lnu w latach 1983 i 1986 zwiększyło plony słomy w doświadczeniach ze zróżnicowanym poziomem nawożenia azotowego, fosforowego i potasowego (tab.3). Zwyżki plonu wynosiły 0,86; 1,19 i 1,12 t/ha (13,2; 20,9 i 23,5 %). Jak już powiedziano, pierwszy rok badań był mniej korzystny dla plonowania lnu w porównaniu do ostatniego roku, gdyż plon był niższy o 3,05 t/ha, tj. o 40 %.

Tabela 2
Table 2Plony lnu w t/ha w zależności od poziomu nawożenia mineralnego i lat
(średnie za lata 1983-1986)Yield of flax in t/ha as dependents on mineral fertilization level
and years (mean values for years 1983-1986)

Nawożenie azotowe (A) - Nitrogen fertilization (A)					
N - 0	N - 15	N - 30	N - 45	Średnie Mean	
7,30	7,58	7,88	8,00	7,69	
Nawożenie fosforowe (B) - Phosphorus fertilization (B)					
P ₂ O ₅ - 0	P ₂ O ₅ - 30	P ₂ O ₅ - 60	P ₂ O ₅ - 90	Średnie Mean	
7,15	7,20	7,29	7,39	7,25	
Nawożenie potasowe (C) - Potassium fertilization (C)					
K ₂ O - 0	K ₂ O - 45	K ₂ O - 90	K ₂ O - 135	Średnie Mean	
7,13	7,70	7,30	7,49	7,40	
Nawożenie NPK (D) - NPK fertilization (D)					
0	1 NPK	2 NPK	3 NPK	Średnie Mean	
7,23	7,83	8,12	8,82	8,00	
NIR LSD = 0,79					
Średnie plony z doświadczeń w latach 1983-1986 Mean yield from experiments in years 1983-1986					
Rok Year	Doświadczenie - Experiment				Średnie Mean
	A	B	C	D	
1983	5,40	3,06	3,26	3,96	3,92
1984	9,36	9,19	9,41	10,34	9,57
1985	8,34	8,45	10,68	10,42	9,47
1986	7,65	8,33	6,27	7,28	7,38
NIR LSD	0,82	0,92	0,61	0,79	7,59

Tabela 3
Table 3

Plony lnu w t/ha w zależności od deszczowania, poziomu nawożenia mineralnego i lat (średnie za lata 1983 i 1986)
Yield of flax in t/ha as dependents on sprinkling, mineral fertilization level and years (mean values for years 1983 and 1986)

Deszczowanie Sprinkling	Nawożenie azotowe (A) - Nitrogen fertilization (A)					
	N - 0	N - 15	N - 30	N - 45	Średnie Mean	NIR LSD
W ₀ W ₁	5,82	6,33	6,88	7,07	6,52	0,51
	6,30	7,48	7,91	7,84	7,38	
W ₀ W ₁	Nawożenie fosforowe (B) - Phosphorus fertilization (B)					
	P ₂ O ₅ - 0	P ₂ O ₅ - 30	P ₂ O ₅ - 60	P ₂ O ₅ - 90	Średnie Mean	NIR LSD
W ₀ W ₁	5,45	5,55	5,84	5,97	5,70	0,97
	7,25	6,62	6,87	6,81	6,89	
W ₀ W ₁	Nawożenie potasowe (C) - Potassium fertilization (C)					
	K ₂ O - 0	K ₂ O - 45	K ₂ O - 90	K ₂ O - 135	Średnie Mean	NIR LSD
W ₀ W ₁	4,43	5,10	4,66	4,88	4,77	0,43
	5,94	5,94	5,83	5,84	5,89	
W ₀ W ₁	Nawożenie NPK (D) - NPK fertilization (D)					
	0	1 NPK	2 NPK	3 NPK	Średnie Mean	NIR LSD
W ₀ W ₁	4,45	5,47	5,66	6,92	5,63	0,00
	4,93	5,69	6,70	6,97	6,07	

Średnie plony z doświadczeń w latach 1983 i 1986
Mean yield from experiments in years 1983 and 1986

Rok Year	Doświadczenie - Experiment				Średnie Mean
	A	B	C	D	
1983	5,93	4,08	3,83	4,48	4,58
1986	7,97	8,50	6,83	7,21	7,63
NIR LSD	0,51	0,97	0,84	0,89	6,11

Jak widać z powyższych danych, deszczowanie lnu (w: A, B, C) zwiększyło średnio plon słomy w ciągu 2 lat o 1,06 t/ha, tj. o 18,7 %. Wydaje się, że nie jest to zwyżka zachęcająca do deszczowania tej rośliny. Wobec tego nasuwa się wniosek, że opady w ilości 270 - 279 mm w okresie wegetacji są wystarczające, jak podaje Dzieżyc [5]. Aczkolwiek należy przyznać, że deszczowanie poprawia rozkład opadów naturalnych w czasie i można uzyskać nieznaczną zwyżkę plonu.

Deszczowanie lnu wpłynęło dodatnio na plon słomy nieodziarnionej i odziarnionej, a także na ogólny plon włókna, w tym również włókna długiego (tab.4). Zwyżki te wynosiły po kilka procent. Podobnie najwyższe poziomy nawożenia mineralnego zwiększyły o kilka procent wielkości badanych parametrów w porównaniu do najniższych dawek nawozowych.

Tabela 4
Table 4

Wpływ deszczowania i poziomu nawożenia na wydajność i plon włókna lnu
(średnie z 8 obiektów - 1986)

Influence of sprinkling and fertilization level on productivity
and yield of bast flax (mean values from 8 objects - 1986)

Deszczowanie Sprinkling	Słoma nie- odziarniona t/ha Non deseed- ing straw t/ha	Słoma od- ziarniona t/ha Deseeding straw t/ha	Wydajność włókna % Productivity of bast flax %		Plon włókna kg/ha Yield of bast flax kg/ha	
			ogółem overall	długie long	ogółem overall	długie long
w_0	7,74	6,17	23,8	17,4	1466	1072
w_1	8,12	6,56	23,9	17,4	1569	1143
Zwyżka % Increase %	4,9	6,5	0,4	0,0	7,0	6,6
Nawożenie najniższe - The smallest level of fertilization						
	7,66	6,15	24,0	17,4	1468	1065
Nawożenie najwyższe - The highest level of fertilization						
	8,10	6,59	23,8	17,4	1568	1150
Zwyżka % Increase %	5,7	7,2	-0,8	0,0	6,8	8,0

4. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można wysnuć następujące wnioski:

1. Deszczowanie lnu w latach 1983 i 1986 zwiększyło plon słomy w doświadczeniach ze zróżnicowanym poziomem nawożenia azotowego, fosforowego i potasowego (A, B, C). Wpłynęło także dodatnio na plon ogólny włókna i włók-

na długiego. Wyższe poziomy nawożenia mineralnego zwiększyły również plon ogólny włókna i włókna długiego.

2. Zastosowane poziomy nawożenia azotowego, fosforowego, potasowego i pełnego na jednakowym tle pozostałych składników nawozowych w doświadczeniach nie nawadnianych nie spowodowały zróżnicowania plonu lnu (z wyjątkiem 2NPK i 3NPK w doświadczeniu D).

3. Wystąpiło bardzo znaczne zróżnicowanie plonu lnu między latami badań zarówno w doświadczeniach nawadnianych jak i nie nawadnianych.

LITERATURA

- [1] Dmochowski J., Gwizdek S.: Wodne okresy krystaliczne w rozwoju lnu. Szczecińskie Tow. Nauk., Część I, t.18, z.3, 1963; Część II, t.23, z.2, 1964; Część III, t.25, z.3, 1965
- [2] Kurhański M., 1975: Plonowanie lnu przy uprawie śródplonowej marchwi i nawadnianiu ściekami roszarniczymi. Prace Instytutu Krajowych Włókien Naturalnych, R.XXII, 45-60
- [3] Kurhański M., 1979: Wpływ zróżnicowanych dawek nawadniających na plonowanie lnu. Prace Instytutu Krajowych Włókien Naturalnych, R.XXVI, 159-169
- [4] Kurhański M., 1982: Uprawa lnu włóknistego. PWRiL, Warszawa
- [5] Praca zbiorowa (red. J. Dzieżyc), 1989: Potrzeby wodne roślin uprawnych. PWN, Warszawa
- [6] Wojciechowski J., Zielińska D., Tumolewiczowa W., 1960: Wpływ różnej wilgotności gleby na plon oraz cechy morfologiczne i anatomiczne dwu odmian lnu w różnych fazach rozwojowych. Poznańskie Tow. Przyj. Nauk, t.6, z.4

YIELDING OF FLAX IN CONDITION OF SPRAY IRRIGATION AND DIFFERENTIATED MINERAL FERTILIZATION

Summary

There have been discussed the straw yield of flax grown with and without sprinkling, with different doses of nitrogen, phosphorus, potassium and NPK. It was found that sprinkling of flax in the years 1983 and 1986 increased the straw yield in experiments with different level of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization (A, B and C). Sprinkling exerted also positive influence on the total yield of bast flax and long bast flax as so higher levels of fertilization did. Fertilization levels of nitrogen, phosphorus, potassium and NPK applied against similar background of the other fertilizing components in non-sprinkling treatments in majority cases did not caused significant difference of straw yield.

EFEKTY DESZCZOWANIA ORAZ INTENSYWNEGO NAWOŻENIA AZOTEM
WIELOLETNIICH ROŚLIN PASTEWNYCH

CZ.1. DACTYLIS G. W MONOKULTURZE I MIESZANCE Z MEDICAGO S.*

Kazimierz Chmura

Katedra Rolniczych Podstaw Melioracji
Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, AR Wrocław

Badania przeprowadzono w latach 1984-1986 w RZD Samotwór koło Wrocławia na glebie lekkiej. Stwierdzono, że siew kupkówki pospolitej w mieszance z lucerną siewną przyniósł wyższe plony siana (15,3 t) niż jej monokultura (11,9 t z ha). Mimo wilgotnych i chłodnych lat deszczowanie zwiększało roczne plony siana monokultury o 2-6%. Efektywność 1 mm wody wynosiła przeciętnie 4,4 kg siana. Nawożenie azotem badanej trawy dawało zwykłą plonę w granicach 120-140%. Efektywność tego zabiegu była wysoka dla dawek do 120 kg N/ha (około 30 kg siana za 1 kg N). Nawożenie to w przypadku mieszanki przyniosło znacznie mniejsze efekty. Zarówno deszczowanie jak i nawożenie azotem wpływało korzystnie na zmiany jakości badanej trawy.

1. WSTĘP

Równoległe z badaniem możliwości poprawy plonowania łąk i pastwisk, wiele uwagi zwraca się na wykorzystanie wysokiego potencjału roślin motylkowych i traw uprawianych na gruntach ornych [6]. Ujawnia się dodatni wpływ nawożenia azotem roślin motylkowych na słabych glebach i w okresach, gdy wydajność wiązania azotu gazowego przez *Rhizobium* sp. jest znacznie mniejsza (późne lato) [4, 5, 9, 16]. Podkreśla się pozytywne efekty nawadniania tych roślin, wpływającego na lepsze wykorzystanie składników pokarmowych, uaktywniającego mikroorganizmy glebowe, zwiększającego zimotrwałość, np. lucerny [1, 2, 8, 12, 13, 15].

Kupkówka pospolita należy do najwartościowszych traw pastewnych, charakteryzujących się wczesnym rozwojem, bujnym odrastaniem po skoszeniu, wyrównanym plonowaniem w całym okresie wegetacji, pozytywną reakcją na dawki azotu, wysokimi plonami i wydajnością białka dobrej jakości oraz możliwością wielokrotnego i wszechstronnego wykorzystania.

W literaturze rzadko wskazuje się na duże korzyści płynące z nawadniania traw w uprawie polowej. W czasie lat suchych może ono podnieść plony o 30-90%, podczas lat wilgotnych o 15% [7, 11]. Źródła taniej i wartości-

* Podobne badania przeprowadzono z *Bromus unioloides* i *Phleum pratense*.

ciowej paszy poszukuje się także w uprawie mieszanek roślin motylkowych i traw na gruntach ornych [10]. W nielicznych pracach przedstawia się dodatnie strony nawadniania mieszanek lucerny z trawami. Plantacje te najekonomiczniej wykorzystują wodę przy pełnym nawożeniu mineralnym i utrzymywaniu wilgotności gleby w granicach 70 - 85 % ppw, w warstwie 0 - 30 cm [3, 14]. Wyniki tych poszukiwań mogą stać się cennym źródłem informacji dla właścicieli gospodarstw, położonych na obszarach o niekorzystnych warunkach wilgotnościowych (dłuższe okresy posuszne) i troficznych (gleby lekkie), bo rykających się z niedoborem pasz objętościowych.

Przeprowadzonym badaniom przyświecał cel oceny możliwości uprawy kupkówki polskiej oraz jej mieszanki z lucerną na glebie lekkiej w warunkach nawadniania i intensywnego nawożenia mineralnego, a także określenia efektów stosowania tych zabiegów.

2. WARUNKI BADAŃ ORAZ ICH METODYKA I ZAKRES

Badania polowe przeprowadzono w latach 1983-1986 w RZD Samotwór koło Wrocławia, na glebie płowej właściwej (pseudobielicowej, lessive), wytworzonej z piasku gliniastego mocnego na żwirze, kompleksu żytniego dobrego (5), klasy IVb.

Z analizy prób pobranych przed założeniem doświadczenia (1983 r.) wynika, że była to gleba lekko kwaśna (pH 5,6 - 6,1), o zawartości w 100 g 13 - 17 mg P_2O_5 , 21 - 27 mg K_2O i 3,3 - 4,0 mg Mg. Analizy wykonane w kolejnych latach użytkowania zasiewów pozwalają stwierdzić, że zarówno odczyn jak i ilość składników zmniejszały się w miarę upływu czasu. Deszczowanie hamowało wzrost kwasowości oraz spadek zawartości magnezu i węgla organicznego. Nawadnianie sprzyjało obniżaniu ilości potasu i nie wywierało wpływu na zmiany ilościowe fosforu. Woda pochodziła z rzeki Bystrzycy zaliczanej do II - III klasy czystości, o odczynie 6,2 - 7,7. W próbkach gleb obiektów nawożonych wysokimi dawkami azotu odczyn, zawartość fosforu i potasu były znacznie niższe niż na poletkach kontrolnych. Mieszanka kupkówki z lucerną wolniej wyczerpywała zapasy fosforu i magnezu oraz węgla organicznego. Nie spowodowała też wzrostu zawartości azotu w glebie.

Przebieg pogody w latach pełnego użytkowania roślin pokazano w tabeli 1. Były to lata wilgotne i raczej chłodne, w których nie należało spodziewać się wysokiej efektywności nawadniania. Sumy opadów za okres wegetacji przekraczały wartość średniej wieloletniej o 41,8 (1984), 54,3 (1985) i 85,5 mm (1986). Najwięcej notowano ich w miesiącach: maj, czerwiec, sierpień i wrzesień. Praktycznie nie występowały dekady bez opadu, wyjątek stanowiły druga dekada maja 1985 r. oraz trzecie dekady kwietnia i czerwca 1986 r. Średnia temperatura w czasie wegetacji była niższa o $1^{\circ}C$ w roku 1984, a w następnych zbliżona do wieloletniej (o $0,1^{\circ}C$ niższa). Do chłodnych można zaliczyć miesiące czerwiec, lipiec i wrzesień. Pozostałe miały temperaturę zbliżoną, a maj w latach 1985 i 1986 wyższą o $1 - 1,5^{\circ}C$ od wieloletniej.

Tabela 1
Table 1

Dekadowy rozkład temperatury i opadów
oraz terminy i dawki deszczowania w latach 1984-1986
Decade decomposition of temperature and precipitation
and doses of sprinkling in years 1984-1986

Miesiąc Month	Dekada Decade	Temperatura °C Temperature °C			Opad mm Precipitation mm			Deszczowanie mm Sprinkling mm		
		rok - year			rok - year			rok - year		
		1984	1985	1986	1984	1985	1986	1984	1985	1986
		Kwiecień April	1 2 3	6,9 8,2 8,1	11,4 7,8 6,3	8,2 4,1 13,4	12,1 9,0 4,2	2,1 19,0 28,2	11,0 10,0 0,0	- - -
Maj May	1 2 3	11,9 12,7 13,6	10,4 17,3 16,4	14,7 15,9 15,2	30,7 37,0 66,1	17,6 0,3 22,1	3,9 33,8 36,6	- - -	- - 30,0	- - -
Czerwiec June	1 2 3	15,5 14,5 14,8	16,0 11,7 14,5	11,9 19,5 17,8	44,9 22,9 16,7	31,4 39,6 36,9	59,7 26,3 0,0	- - -	- - -	- 30,0 30,0
Lipiec July	1 2 3	14,1 17,6 15,5	15,8 19,8 18,3	19,1 15,9 16,5	13,9 26,0 2,6	4,3 12,9 19,1	42,7 20,4 26,3	- - 30,0	30,0 30,0 30,0	- 30,0 -
Sierpień August	1 2 3	17,6 16,4 17,4	15,9 19,9 16,7	20,5 17,5 13,5	37,8 4,6 0,1	122,2 5,7 35,7	19,5 64,9 42,9	- - 60,0	- - 30,0	30,0 - -
Wrzesień September	1 2 3	15,2 12,0 11,3	12,9 13,6 13,3	12,2 11,5 10,6	33,1 29,4 16,7	16,6 4,4 2,2	19,1 31,2 3,6	- - -	- - -	- - -

Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków „split-plot”. Czynniki zmiennymi były: nawadnianie (objekty nie deszczowane - W_0 , deszczowane - W_1), sposób wysiewu traw (w monokulturze - 0, w mieszance z lucerną siewną - R), nawożenie azotem (0, 60, 120, 180, 240, 300, 360 i 420 kg N/ha). Badano kupkóvkę pospolitą (*Dactylis glomerata* L., odm. Nakielska, I ods.), uprawianą oddzielnie i w mieszance z lucerną siewną (*Medicago sativa* L., odm. Alfa, OKW), której udział wynosił 70 %. Wysiewu dokonano bez rośliny ochronnej.

Nawadnianie rozpoczynano w momencie, gdy ciśnienie ssące gleby wynosiło 40 kPa (300 mm Hg - odczyty tensjometrów). Jednorazowa dawka polewowa wynosiła 30 mm (tab. 1).

Do nawożenia azotem używano saletry amonowej (34 % N). Pierwszą część każdej dawki wysiewano przed ruszeniem wegetacji, pozostałe po I i II pokosie. Nawożenie fosforem i potasem nie było zróżnicowane. Każdego roku na przedwiośniu stosowano superfosfat potrójny granulowany (92 kg P_2O_5 /ha) i sól potasową 58-60 % (120 kg K_2O /ha).

W ciągu roku zbierano trzy pokosy zielonki, w fazie wiechowania lub początku kwitnienia traw i pąkowania lub początku kwitnienia lucerny.

Wyliczono produktywność 1 kg azotu z nawozu i 1 mm wody z deszczowań w kg siana. Określono wartość pokarmową materiału roślinnego pokosu pierwszego (metodą weendeńską), a także wydajność białka i jednostek owsianych w sianie z 1 ha. Dokonano oceny statystycznej plonów siana i składu chemicznego roślin pokosu pierwszego. Wykonano również oznaczenia chemiczne prób glebowych z warstwy 0-25 cm.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Wyniki badań zostały poddane analizie zmienności. Potwierdziła ona istotne zróżnicowanie plonów poszczególnych pokosów i plonów rocznych. Ponadto, udowodniła że: deszczowanie w znacznym stopniu działało na plony roczne oraz pokosów II i III; plony trawy sianej w monokulturze i w mieszance z lucerną istotnie różniły się we wszystkich wariantach; nawożenie azotem wywierało decydujący wpływ na plonowanie badanych roślin. Stwierdzono także istotność wielu współdziałań badanych czynników, szczególnie dla plonu rocznego i pokosu III.

Plonowanie badanych roślin przedstawiono w tabeli 2, w postaci średnich plonów siana o wilgotności 15 %, z lat 1984-1986. Zarówno monokultura jak i mieszanka najlepiej plonowały w pierwszym roku użytkowania. Najwyższe plony trawy w monokulturze nie deszczowanej i deszczowanej otrzymywano po zastosowaniu dawki 360 kg N/ha. Wynosiły one odpowiednio 15,1 (W_0) i 15,8 (W_1) ton siana z ha. Jeszcze wyższe były plony kupkówki wysianej z lucerną, na obiektach nie deszczowanych o 3,5 (30 %), a na deszczowanych o 3,4 t z ha (28 %).

Deszczowanie zmieniało plonowanie roślin w zależności od przebiegu pogody i sposobu siewu. Wpływało korzystnie na roczne plony siana monokultury kupkówki zwiększając je o 0,6 t z ha (6 %), a mieszanki o 0,4 (3 %). Największe efekty dawało nawadnianie przeważnie w pokosie III (+ 0,30 t z ha). Deszczowanie w pokosie I w obu wariantach wysiewu obniżało plon (w skrajnych przypadkach o 10 %).

Efektywność 1 mm wody pochodzącej z deszczowania w plonach pokosów i roku, średnio z lat 1984-1986, przedstawiono na rysunku 1. Nawadnianie wpływało korzystnie na przyrost plonów. Efektywność tego zabiegu w monokulturze kupkówki była o ponad 40 % większa niż w mieszance z lucerną i wynosiła średnio w pierwszym przypadku 4,4, a w drugim 3,1 kg siana na 1 mm wody. Nawożenie modyfikowało wyniki tego zabiegu. Największe przyrosty wyliczono dla obiektów nawożonych dawkami od 240 do 360 kg N/ha. Duże przyrosty plonu wywołało deszczowanie w pokosach II i III (przeciętnie 4,5-5,0 kg siana za 1 mm wody). W pokosie I zabieg ten dał wynik negatywny.

Tabela 2
Table 2

Plony siana *Dactylis glomerata* w monokulturze
i mieszance z *Medicago sativa* (wartości średnie z lat 1984-1986)
Yield of *Dactylis glomerata* hay in monoculture
and in mixture with *Medicago sativa* (mean values from years 1984-1986)

Pokos Cut	Objekt Object	Nawożenie N (kg na 1 ha) Nitrogen fertilization (kg on 1 ha)								Śred- nio Mean	NIR LSD
		0	60	120	180	240	300	360	420		
I	W ₀ O	2,84	3,91	4,40	5,30	5,81	6,86	7,08	6,49	5,34	0,18*
	R	6,91	6,80	7,69	7,25	6,75	6,84	7,02	6,28	6,94	
II	W ₁ O	3,02	3,91	4,73	4,94	6,20	6,58	7,16	6,44	5,37	0,29**
	R	7,07	6,51	7,37	6,88	6,74	6,96	6,93	6,18	6,83	
III	W ₀ O	1,92	2,67	3,55	3,94	4,75	4,99	5,25	5,24	4,04	0,10*
	R	4,59	5,13	5,57	5,20	5,33	5,32	5,71	5,41	5,28	
Suma I-III	W ₀ O	1,45	1,53	2,05	2,10	2,41	2,56	2,80	2,83	2,22	0,05*
	R	2,45	2,83	2,83	2,95	2,98	3,01	2,99	2,99	2,88	
Sum I-III	W ₁ O	1,62	2,00	2,20	2,41	2,71	3,02	3,08	3,05	2,51	0,12**
	R	2,92	3,12	3,19	3,10	3,22	3,21	3,38	3,28	3,12	
Suma I-III	W ₀ O	6,22	8,10	10,00	11,34	12,97	14,41	15,12	14,57	11,59	0,23*
	R	13,95	14,76	16,08	15,40	15,07	15,17	15,72	14,68	15,10	
Sum I-III	W ₁ O	7,14	8,90	10,59	11,29	13,66	14,91	15,82	15,02	12,17	0,40**
	R	14,87	14,81	16,06	15,33	15,73	16,07	16,09	15,17	15,52	

O - kupkówka w monokulturze
- cocksfoot in monoculture

R - kupkówka z lucerną
- cocksfoot with alfalfa

W₀ - obiekty nie deszczowane
- no sprinkled objects

W₁ - obiekty deszczowane
- sprinkled objects

* - NIR dla wartości średnich
- LSD for mean values

** - NIR dla pokosów
- LSD for cuts

Nawożenie azotem przynosiło maksimum plonowania badanych roślin na różnych poziomach w zależności od roku, pokosu, sposobu siewu i deszczowania. Przeciętnie (średnio z trzech lat) najwyższe wartości w kolejnych pokosach kupkówki wystąpiły na obiektach nawożonych dawką 300-360 kg N/ha. Łącznie w roku zbierano wówczas więcej o 8,90 t siana z ha, tj. o 143 % (tab. 2).

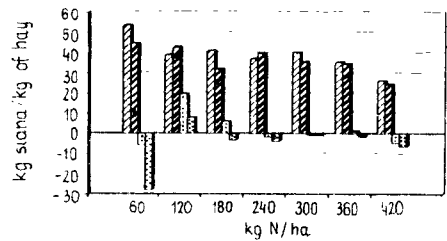
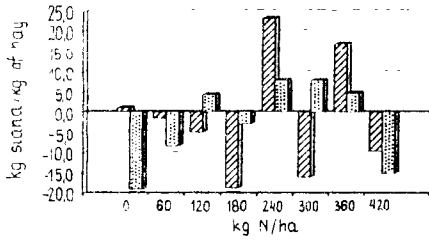
Nawożenie nie miało większego wpływu na plonowanie mieszanek, gdyż wysoki poziom osiągnano już przy niedużych jego dawkach (120-180 kg N/ha). Roczne plony z obiektów nawożonych niewiele różniły się od nie nawożonych (5-9 %). W pokosie I, w większości przypadków, następowało wręcz obniżenie poziomu plonowania w granicach do 10 %.

Efektywność 1 kg azotu z nawozu przedstawiono na rys. 1. Największe korzyści uzyskiwano w pierwszym roku użytkowania, w pokosie I, z monokultury i obiektów nie nawadnianych, niższe w następnych latach i pokosach

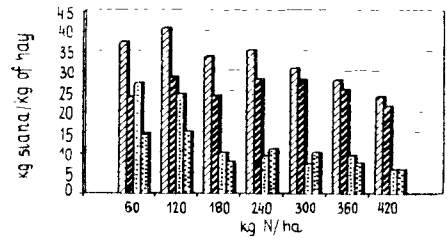
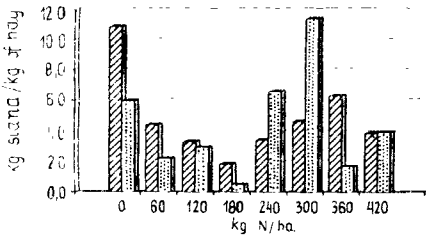
DESZCZOWANIE/SPRINKLING

NAWOŻENIE/FERTILIZATION

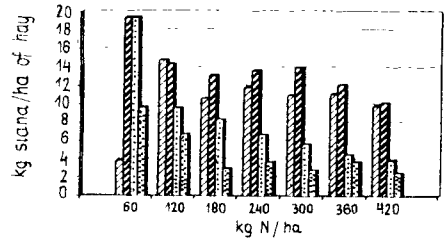
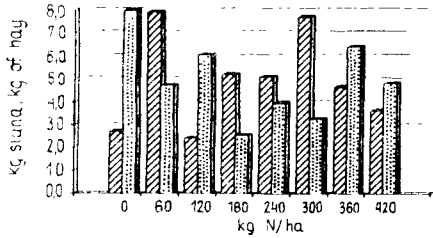
POKOS I/CUT I



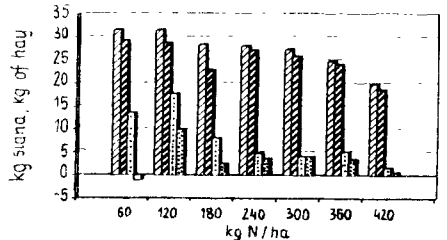
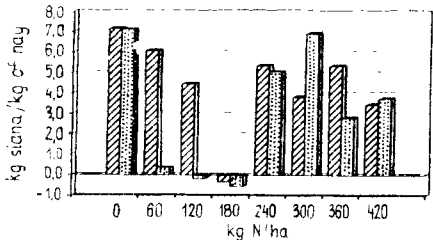
POKOS II/CUT II



POKOS III/CUT III



SUMA POKOSÓW/SUM OF CUTS



bez lucerny
 z lucerną
 without alfalfa
 with alfalfa

bez lucerny (W0)
 bez lucerny (W1)
 without alfalfa(W0)
 without alfalfa(W1)
 z lucerną (W0)
 z lucerną (W1)
 with alfalfa(W0)
 with alfalfa(W1)

Rys.1. Efektywność deszczowania *Dactylis glomerata* w kg siana na 1 mm wody i nawożenia w kg siana na 1 kg azotu w pokosach i rocznie (średnio z lat 1984-1986)

Fig.1. Efficiency of *Dactylis glomerata* sprinkling in kg of hay on 1 mm water and of fertilization in kg of hay on 1 kg of nitrogen, in cuts and early (mean value from years 1984-1986)

oraz z mieszanki i obiektów nawadnianych. Kilogram azotu zwiększał roczną masę siana o ponad 31 kg przy dawkach do 120 kg N/ha. Wyższe dawki nawozu azotowego nie działały już tak korzystnie. Produktywność spadła do 19,9 kg przy 420 kg N/ha. Podobną zależność obserwowano na obiektach deszczowanych z tym, że wartości były o 1-3 (5) kg niższe. Efektywność w kolejnych pokosach była zróżnicowana (zmniejszała się). Nawożenie pokosu III okazało się lepsze w warunkach nawadniania przeciętnie o 3 kg.

Nawożenie kupkówki z lucerną dawką nie przekraczającą 120 kg N/ha zwiększało efektywność azotu do 17,8 (W_0) i 9,9 (W_1) kg siana na 1 kg azotu. Wyższe dawki znacznie ją obniżały, do 1,7 (W_0) i 0,7 (W_1) kg przy 420 kg N/ha. W tym sposobie uprawy bardziej korzystne okazało się nawożenie nie nawadnianych pokosów II i III. W I pokosie nie przyniosło ono rezultatów, a nawet było zbyteczne.

Kupkówka charakteryzowała się dość wyrównanym plonowaniem w pokosach. Najmniej korzystny rozkład plonowania wystąpił w pierwszym roku użytkowania roślin. Przeciętnie w monokulturze kupkówki pokosy stanowiły kolejno 45,4; 34,0 i 20,6 % plonu rocznego. W mieszance z lucerną było podobnie (nieco wyższy był udział pokosu III). Nawożenie azotem i deszczowanie wywierało pozytywny wpływ na równomierność plonowania badanych gatunków w pokosach (udział pokosu pierwszego malał z 48,2 do 44,8 %, a drugiego rósł z 33,3 do 35,9 %).

Określenie wartości pokarmowej siana pierwszego pokosu badanych roślin stanowiło ważne uzupełnienie oceny efektów stosowanych zabiegów (szczegóły w tabelach 3 i 4).

Analiza wariancji zawartości podstawowych składników pokarmowych potwierdziła, że sposób wysiewu trawy wywierał znaczący wpływ na zawartość białka, włókna, związków bezazotowych i popiołu oraz potasu, wapnia i magnezu, a także na wydajność białka i jednostek owsianych. Udowodniono wyraźne zróżnicowanie, pod wpływem nawożenia azotem, wydajności białka i jednostek owsianych oraz zawartości podstawowych składników z wyjątkiem jednostek owsianych i makropierwiastków. Istotne były współdziałania lat i nawożenia N w odniesieniu do zawartości K i Ca, sposobu siewu i nawożenia N w przypadku wydajności białka i jednostek owsianych, deszczowania i sposobu siewu względem zawartości tłuszczu, popiołu i Ca. Najwięcej białka surowego uzyskano w sianie z deszczowanych mieszanek kupkówki z lucerną (powyżej 14 % suchej masy). W miarę wzrostu nawożenia azotem rósł procent białka w trawie z 9,6 do 14,8, a w mieszance z 13,0 do 17,5. Włókna było więcej na obiektach nie nawadnianych i w monokulturach, tj. powyżej 31,5 % suchej masy. Wzrastające nawożenie azotem obniżało ilość włókna zarówno monokultury trawy, jak i jej mieszanki z lucerną. Zawartość popiołu w monokulturze i mieszance była zbliżona (około 9,0 % suchej masy). Nawożenie sprzyjało gromadzeniu popiołu.

Wydajność białka i jednostek owsianych zależała od procentowej ich zawartości, poziomu plonowania i zabiegów. Wyraźnie wyższą wydajnością charakteryzowała się mieszanka kupkówki z lucerną. Deszczowanie zwiększało ją przeciętnie o 4 % (28 kg z ha), a nawożenie azotem zmieniało wydajność wy-

Tabela 3
Table 3

Zawartość podstawowych składników pokarmowych w sianie Dactylis glomerata oraz wydajność białka i jednostek owsianych - pokos I (wartości średnie z 4 powtórzeń i 3 lat)
Content of basis nutrients in Dactylis glomerata hay, productivity of proteins and oats units - cut I (mean values from 4 replications and 3 years)

Czynnik - Factor	Zawartość w suchej masie (%) - Content in dry matter (%)				Jednostki owsiane w 1 kg siana Oats unit in 1 kg hay	Wydajność z 1 ha Productivity from 1 ha	
	białka proteins	włókna plant fibre	tłuszczu fat	beza- towych nitrogen less		popiołu ash	białka (kg) proteins (kg)
W ₀ W ₁	12,9	31,5	2,3	44,5	8,8	684	3371
	13,4	30,8	2,3	44,6		712	3388
monokultura monoculture	11,7	31,6	2,4	45,3	9,0	533	2947
	14,5	30,6	2,3	43,8	8,8	863	3812
Sposób siewu - Way of sowing							
Deszczowanie - Sprinkling							
0 60 120 180 240 300 360 420	9,6	32,7	2,2	47,0	8,5	238	1599
	10,0	32,6	2,2	46,5		8,6	330
monokultur (w kg/ha)	10,9	32,3	2,3	45,7	8,9	415	2491
	11,3	32,0	2,3	45,1	9,1	480	2782
monocultures (in kg/ha)	11,7	31,6	2,4	45,0	9,2	582	3291
	12,5	30,9	2,5	44,0	9,4	687	3711
0 60 120 180 240 300 360 420	12,9	30,9	2,6	44,1	8,6	745	3935
	14,8	30,2	2,3	44,1		8,6	785
mieszanek (w kg/ha)	13,0	31,3	1,9	45,1	8,6	799	3627
	13,2	31,3	2,0	44,8	8,6	768	3672
plant mixtures (in kg/ha)	13,8	31,1	2,2	44,3	8,7	892	4161
	14,3	30,6	2,4	44,3	8,8	844	3907
0 60 120 180 240 300 360 420	15,2	30,3	2,4	44,0	8,9	839	3763
	15,4	30,1	2,4	43,0		9,0	894
mieszanek (w kg/ha)	15,2	30,0	2,4	43,3	9,1	920	3894
	17,5	30,1	2,4	41,2	8,8	949	3502

rażniej u trawy, niż w mieszance. Wydajność jednostek owsianych z 1 ha plantacji mieszanki kupkówki z lucerną wynosiła średnio 3812 i przewyższała o około 900 monokulturę. Deszczowanie nie miało wpływu, nawożenie natomiast zwiększało ilość jednostek owsianych w miarę wzrostu dawki azotu (tab. 3).

Zawartość pierwiastków (fosfor, potas, wapń, magnez i sód) przyswajalnych przez rośliny zmniejszała się w kolejnych latach. W monokulturze kupkówki znajdowano 0,83 % fosforu, 4,18 % potasu, 0,64 % wapnia, 0,20 % magnezu, 0,018 % sodu. Deszczowanie nieznacznie zmniejszało zawartość potasu i zwiększało wapnia. Nawożenie azotem przeważnie obniżało koncentrację wapnia, a podnosiło potasu.

Tabela 4
Table 4

Zawartość składników mineralnych w sianie *Dactylis glomerata* - pokos I
(wartości średnie z 4 powtórzeń i 3 lat)

Content of mineral components in *Dactylis glomerata* hay - cut I
(mean values from 4 replications and 3 years)

Czynnik - Factor	Zawartość w suchej masie (%): Content in dry matter (%):				
	fosforu phosphorus	potasu potassium	wapnia calcium	magnezu magnesium	
Deszczowanie - Sprinkling					
W ₀	0,80	4,24	0,81	0,20	
W ₁	0,80	4,15	0,88	0,20	
Sposób siewu - Way of sowing					
monokultura monoculture	0,83	4,18	0,64	0,20	
mieszanka plant mixture	0,77	4,21	1,05	0,20	
Nawożenie azotem - Nitrogen fertilization of					
	0	0,88	4,35	0,76	0,21
monokultur	60	0,79	4,22	0,72	0,20
(w kg/ha)	120	0,80	4,23	0,63	0,20
	180	0,81	4,10	0,59	0,19
monocultures	240	0,84	4,13	0,60	0,20
(in kg/ha)	300	0,85	4,19	0,59	0,20
	360	0,87	3,93	0,61	0,20
	420	0,80	4,26	0,63	0,22
	0	0,77	4,10	1,13	0,20
mieszanek	60	0,76	4,11	1,10	0,20
(w kg/ha)	120	0,76	4,13	1,03	0,21
	180	0,77	4,14	0,99	0,21
	240	0,77	4,20	1,01	0,20
plant mixtures	300	0,78	4,30	1,04	0,20
(in kg/ha)	360	0,78	4,53	0,98	0,20
	420	0,75	4,18	1,13	0,21

4. WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Deszczowanie, mimo wilgotnych i chłodnych lat 1984-1986, zwiększało roczne plony siana monokultury kupkówki o 2-6 %, tempo przyrostu zielonej i suchej masy, wyrównywało plonowanie roślin w pokosach, łagodziło spadek udziału lucerny wynikający z wysokiego nawożenia azotem.

2. Nawożenie azotem istotnie zwiększało plony monokultury, przyspieszało dynamikę przyrostu masy roślinnej, przyczyniało się do równomierniejszego jej przyrostu w czasie wegetacji oraz wpływało na zwiększenie udziału kupkówki w mieszance.

3. Siew kupkówki w mieszance z lucerną przyniósł wyższe plony (15,3 t siana z ha) aniżeli jej monokultura (11,9). Optymalnym nawożeniem mieszanki była dawka 120, a monokultury 360 kg N/ha.

4. Efektywność deszczowania zależała od gatunku roślin, intensywności nawożenia azotem, roku użytkowania, pokosu oraz przebiegu pogody. Deszczowanie przyniosło przeciętnie 4,4 kg siana na 1 mm wody. Skuteczność nawadniania mieszanki trawy z lucerną była niewielka.

5. Efektywność nawożenia azotem była najwyższa na obiektach monokultury nawożonej 60-120 kg N/ha. Korzyści osiągnięte w nawożeniu kupkówki wyniosły około 30 kg siana na 1 kg N. Efektywność nawożenia mieszanki z lucerną była znacznie słabsza. Deszczowanie przeważnie jej nie poprawiało.

6. Wartość zbieranej paszy zależała głównie od sposobu siewu roślin i nawożenia azotem. Lepszą wartością pokarmową odznaczała się mieszanka lucerny z badaną trawą. Nawożenie azotem, a także deszczowanie w większym stopniu poprawiały wartość karmową monokultury kupkówki niż mieszanki z lucerną.

LITERATURA

- [1] Bojkov S., 1980: Zavisimost meždu dobiva i vodata pri ogranicena vodosiguvenost na ljucerna. Rasteniev. Nauki, 17, 7, 48-53
- [2] Chomcak M.E., Korop T.P., 1980: Effektivnost primenenija azotnych udobrenij pod ljucernu v uslovijach orosenija. Naucnye Trudy USCHA, 245, 86-88
- [3] Cakarov R., 1980: Posledejstvieto ot torcneto na mnogogodisma trevna ameska pri polivni uslovija. Rasteniev. Nauki, G. 17, 2, 45-54
- [4] Cernova V.J. (i in.), 1982: Fotosynteticeskaja dejatelnost i urožajnost ljucerny v zavisimosti ot plodorodija pocvy i udobrenij. Izv. Timirjazev. Sel.-Choz. Akad., 5

- [5] Erdly B.D., Hannaway D.B., Bottomley P.J., 1985: Nitrogen nutrition and yield of seedling alfalfa as affected by ammonium nitrate fertilization. *Agron. J.*, 77, 1, 57-62
- [6] Falkowski M., 1981: Konferencja w Rydzynie (3-5 czerwca '81). *Prz. Hod.*, XLIX, 18, 3-4
- [7] Garwood E.A., Tyson K.C., Sinclair J., 1979: Use of water by six grass species. 1. Dry-matter yields and response to irrigation. *J. Agricult. Sc. (Cambridge)*, 93, 3, 13-24
- [8] Grabarczyk S., 1984: Wpływ nawożenia mineralnego i deszczowania na plony białka i suchej masy niektórych roślin polowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 238, 440-456
- [9] Jenkins M.B., Bottomley P.J., 1984: Seasonal response of uninoculated alfalfa to N fertilizer: soil N, nodule turnover and symbiotic effectiveness of *Rhizobium meliloti*. *Agron. J.*, 76, 6, 950-963
- [10] Kostuch R., 1982: Przemienne użytki zielone. PWRiL, Warszawa
- [11] Mosiej J., 1983: Efektywność nawożenia i deszczowania traw w uprawie polowej. *Wiad. Mel. i Łąk.*, XXVI, 3, 78-80
- [12] Rusko N.P., 1980: Pitatelnyj režim pocvy na orosaemych i neorosaemych posevach ljucerny. *Agrochimija*, 8, 115-121
- [13] Sipos S., Nagy J., 1982: A lucernatermes minosege es az agrotechnikai eljarasok-talajmuveles, tragyazas, ontozes-kozotti osszefoggesek. *N venytermel s*, 31, 1, 71-84
- [14] Skinder Z., Sypniewski J., 1985: Wpływ nawadniania na plonowanie niektórych gatunków traw i mieszanek z lucerną. W: *Informator Ośr. Inf. Nauk. PAN*
- [15] Stovi D.G., 1984: Effect of fall irrigation on alfalfa winter survival. *Can. Agricult.*, 30, 3/4, 28-31
- [16] Tabin S., Wilczek M., 1984: Wpływ nawożenia mineralnego na plony białka pięciu odmian lucerny. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 238, 629-635

THE EFFECTS OF SPRAY IRRIGATION AND INTENSIVE NITROGEN FERTILIZATION
OF PERENNIAL FORAGE CROPS. PART. I - DACTYLIS GLOMERATA
IN MONOCULTURE AND IN MIXTURE WITH MEDICAGO SATIVA

Summary

The experiments were carried out in the years 1984-1986 at the Agricultural Experimental Station Samotwór near Wrocław on a light soil. Cocksfoot grass sown out in mixture with lucerne gave higher hay yield (15,3 t) than its monoculture (11,9 t/ha). In spite of humid and cool years spray irrigation increased the yearly hay yields of monoculture by 2-6%. The effectiveness of 1 mm water was 4,4 kg hay on an average. Nitrogen fer-

tilization brought about yield increase within the limits of 120 - 140 %. With doses up to 120 kg N/ha the effectiveness of this treatment was high (about 30 kg hay for 1 kg N). In the case of mixture the fertilization gave less effects. Both spray irrigation and nitrogen fertilization exerted an advantageous influence on the quality of the grass tested.

EFEKTY DESZCZOWANIA NOWYCH ODMIAN ZIEMNIAKA

Stanisław Rojek

Katedra Rolniczych Podstaw Melioracji
Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, AR Wrocław

Doświadczenia polowe wykonano w latach 1986-1989 w RZD Samotwór koło Wrocławia na glebie kompleksu żytńskiego dobrego IVb klasy bonitacyjnej. Stwierdzono, że w warunkach nawadniania najlepiej plonowała odmiana Bóbr, nieco gorzej odmiany Brda i Ceza, a najgorzej odmiana Bliza. Deszczowanie w roku ciepłym i dość suchym (1989) dało największe zwyki plonów świeżej masy bulw (o 8,1-9,5 t/ha), a najniższe w roku wilgotnym i chłodnym (1987). Wpływ nawadniania na plonowanie badanych odmian zależał od przebiegu pogody, odmiany i wysokości jednorazowej dawki polewowej. Produktivność 1 mm wody z nawodnień zależała od odmiany i wysokości stosowanych dawek wody. Była wyższa przy dawkach po 20 mm, niż po 40 mm wody.

1. WSTĘP

Klimat umiarkowany jest najbardziej odpowiedni do uprawy ziemniaka. Mogłoby się wydawać, że w Polsce bez żadnych dodatkowych zabiegów można uzyskać wysokie plony tej rośliny. Jednak duża zmienność opadów, wahania temperatury, niedostateczne uwilgotnienie gleby, głównie lekkiej, na której przeważnie są uprawiane ziemniaki oraz dość słaby i płytki system korzeniowy tej rośliny przemawiają za stosowaniem nawadniania ziemniaka w praktyce rolniczej.

Nawadnianie w latach o przeciętnych opadach zwiększa plony o około 10-20 %, a w posusznych nawet 30-40 % [1-8]. Poza tym deszczowanie przyczynia się do lepszego wykorzystania nawozów mineralnych, w tym głównie azotowych, i zwiększa ich produktivność.

Literatura dotycząca wpływu deszczowania na plonowanie ziemniaków jest dość bogata [1-8]. Jednak mało publikacji dotyczy nawadniania różnych odmian ziemniaków. Dlatego podjęto badania, których celem było stwierdzenie wpływu deszczowania na plonowanie różnych odmian ziemniaków oraz produktivność wody nawodnieniowej.

2. WARUNKI I METODYKA BADAŃ

Doświadczenia polowe wykonano w latach 1986-1989 w RZD Samotwór koło Wrocławia na glebie pseudobielicowej, wytworzonej z piasku gliniastego

mocnego na żwirze, zaliczonej do kompleksu żytniego dobrego IVb klasy bonitacyjnej.

Przebieg pogody dla letniego półrocza w wieloletciu i w latach 1986 - 89 ilustrują dane liczbowe zamieszczone w tabeli 1. Wykazują one, że sumy opadów letniego półrocza w latach 1986 i 1987 były wyższe od wieloletnich o 115,8 i 25,4 mm, natomiast w latach 1988 i 1989 były niższe o 36,4 i 31,7 mm. Wysokie opady w 1987 roku wystąpiły głównie w sierpniu. Pod względem cieplnym lata 1986 i 1987 były zbliżone do średniej wieloletniej, a lata 1988 i 1989 nieco cieplejsze.

Tabela 1
Table 1

Miesięczne sumy opadów oraz średnie miesięczne temperatury dla okresów wegetacyjnych w latach 1986-1989
Sums of monthly rainfalls and mean values of monthly temperature for vegetation periods in the years 1986-1989

Miesiące Months	Rok - Year				
	1951-1970	1986	1987	1988	1989
Opady (w mm) - Rainfall (in mm)					
IV	40,0	21,0	39,3	14,0	78,9
V	62,0	74,3	66,4	6,0	38,0
VI	63,0	86,0	63,1	79,9	91,9
VII	86,0	89,4	74,6	63,8	41,1
VIII	75,0	127,3	65,1	58,0	23,3
IX	40,0	53,8	52,9	77,9	31,1
Suma IV-IX Sum IV-IX	336,0	451,8	361,4	299,6	304,3
Temperatura (°C) - Temperature (°C)					
IV	8,2	8,6	8,4	8,1	8,9
V	12,7	15,3	11,4	15,0	13,9
VI	17,0	16,4	15,7	16,4	15,6
VII	18,1	17,2	18,2	18,9	18,4
VIII	17,2	17,2	15,6	17,9	18,3
IX	13,7	11,4	14,8	14,0	15,0
Średnio IV-IX Mean IV-IX	14,5	14,4	14,0	15,0	15,0

Doświadczenia polowe wykonano metodą podbloków losowanych z 3 czynnikami zmiennymi (odmiany, deszczowanie, nawożenie N) w układzie zależnym w 4 powtórzeniach. Do niniejszej pracy wykorzystano wyniki badań dotyczące wpływu nawadniania na plonowanie odmian, bez uwzględnienia działania zróżnicowanego nawożenia azotowego.

Deszczowanie stosowano w zależności od przebiegu pogody, wilgotności gleby, fazy rozwojowej roślin. Nawadnianie rozpoczynano przy wilgotności niższej niż 70 % ppw (w warstwie 20 - 25 cm).

Warianty nawodnieniowe: W_0 - bez deszczowania, W_1 - deszczowanie dawkami po 20 mm i W_2 - deszczowanie dawkami po 40 mm. Łączne dawki wody (w mm) stosowane w latach badań podano w tabeli 2.

Do badań wzięto 4 odmiany ziemniaka: Blizna, Bóbr, Brda i Ceza.

Tabela 2
Table 2

Dawki wody w mm stosowane w okresie wegetacyjnym
Doses of water in mm applied in vegetations period

Rok Year	Łączne dawki wody Total of water doses	
	W [*] ₁	W ^{**} ₂
1986	100	200
1987	20	40
1988	120	240
1989	200	400

- * - obiekty nawadniane dawkami wody po 20 mm
* - objects irrigated doses of water 20 mm
** - obiekty nawadniane dawkami wody po 40 mm
** - objects irrigated doses of water 40 mm

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Plony świeżej masy bulw oraz produktywność 1 mm wody z nawodnień zostały zamieszczone w tabeli 3, natomiast plony skrobi w tabeli 4. Dane te są średnimi z 4 powtórzeń i 4 poziomów nawożenia.

Analizując otrzymane dane można stwierdzić, że plony świeżej masy bulw różniły się dość znacznie w poszczególnych latach badań. Stwierdzenie to szczególnie dotyczy odmiany Blizna, która w chłodnym i wilgotnym roku 1987 dała najniższe plony. O plonowaniu ziemniaków decydowała odmiana, ale w dużym stopniu również przebieg pogody, przede wszystkim ilość i rozkład opadów w okresie czerwiec - sierpień.

Wpływ deszczowania na wysokość plonów świeżej masy bulw zależał w większym stopniu od odmiany i przebiegu pogody niż od wielkości dawki nawodnieniowej. Silniej na deszczowanie reagowały odmiany Brda i Ceza, których plony wzrosły o 4-5 t/ha, a słabiej odmiany Bóbr i Blizna (2-3 t/ha).

Stwierdzono istotne zróżnicowanie plonów 4 badanych odmian pod wpływem nawadniania.

Deszczowanie w dawkach po 40 mm, w porównaniu z dawkami po 20 mm, przeważnie nieznacznie zwiększało plony świeżej masy bulw (o 0,4-2,2 t/ha) i prawie we wszystkich przypadkach różnice były nieistotne (tab. 3).

W tabeli 3 podano średnie plony świeżej masy bulw oraz produktywność 1 mm wody z nawodnień. W zestawieniu odmiany zostały uszeregowane w kolejności malejącej według produktywności wody stosowanej w dawkach po 20 mm. Produktywność ta w dużym stopniu zależała od dawki nawodnieniowej. Najwyższą produktywność wody uzyskano w przypadku nawadniania dawkami po 20 mm odmianę Bóbr. Pozostałe odmiany charakteryzowały się mniejszą produktywnością wody z nawodnień. Deszczowanie wyższymi dawkami wody (po 40 mm) zmniejszało produktywność o 15-44 %.

Wpływ deszczowania na plony skrobi ilustrują wyniki badań zamieszczone w tabeli 4. Dane te potwierdzają zależności poprzednio opisane.

Tabela 3
Table 3

Plony świeżej masy bulw w t/ha oraz produktywność 1 mm wody w kg
(średnie z 4 powtórzeń i 4 poziomów nawożenia N)

Yield of tuber fresh weight and productivity of 1 mm water in kg
(mean values from 4 replications and 4 levels of N fertilization)

Odmiana Variety	Rok - Year	W ₀	W ₁	W ₂	NIR LSD
Bliza	1986	15,0	16,6	16,1	1,4
	1987	27,7	28,3	28,8	1,0
	1988	29,3	34,3	35,4	1,3
	średnio - mean	24,0	26,4	26,8	-
	produktywność 1 mm wody w kg productivity of 1 mm water in kg	-	30,0	17,5	-
Bóbr	1986	30,4	36,7	36,6	1,4
	1987	30,4	30,4	30,6	1,0
	1988	34,0	37,4	38,6	1,3
	średnio - mean	31,6	34,8	35,3	-
	produktywność 1 mm wody w kg productivity of 1 mm water in kg	-	40,0	23,1	-
Brda	1987	26,9	28,7	29,0	1,0
	1988	29,9	31,6	34,0	1,3
	1989	23,8	29,3	33,3	1,4
	średnio - mean	26,9	29,9	32,1	-
	produktywność 1 mm wody w kg productivity of 1 mm water in kg	-	26,5	23,0	-
Ceza	1987	26,4	26,9	27,1	1,0
	1988	26,3	28,5	29,5	1,3
	1989	24,5	30,7	32,6	1,4
	średnio - mean	25,7	28,7	29,7	-
	produktywność 1 mm wody w kg productivity of 1 mm water in kg	-	26,5	17,6	-

Tabela 4
Table 4

Plony skrobi w t/ha oraz produktywność 1 mm wody w kg
(średnie z 4 powtórzeń i 4 poziomów nawożenia N)
Yield of starch in t/ha and productivity of 1 mm water in kg
(mean values from 4 replication and 4 levels of N fertilization)

Odmiana Variety	Rok - Year	W ₀	W ₁	W ₂
Bliza	1986	2,32	2,63	2,53
	1987	4,37	4,45	4,59
	1988	4,85	5,64	5,87
	średnio - mean	3,85	4,24	4,33
	produktywność 1 mm wody w kg productivity of 1 mm water in kg	-	4,87	3,00
Bóbr	1986	4,83	6,01	5,99
	1987	4,80	4,73	4,74
	1988	5,84	6,48	6,67
	średnio - mean	5,16	5,74	5,80
	produktywność 1 mm wody w kg productivity of 1 mm water in kg	-	7,25	4,00
Brda	1987	4,36	4,71	4,68
	1988	5,07	5,47	5,84
	1989	4,20	4,97	5,57
	średnio - mean	4,54	5,04	5,36
	produktywność 1 mm wody w kg productivity of 1 mm water in kg	-	4,41	3,60
Ceza	1987	4,66	4,78	4,89
	1988	4,87	5,20	5,38
	1989	4,62	5,60	5,75
	średnio - mean	4,72	5,19	5,34
	produktywność 1 mm wody w kg productivity of 1 mm water in kg	-	4,15	2,74

4. WNIOSKI

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że:

1. Z przebadanych 4 odmian ziemniaka w warunkach nawodnień najlepiej plonowała odmiana Bóbr, nieco gorzej odmiany: Brda i Ceza, a najgorzej odmiana Bliza (tab. 3-4).

2. Deszczowanie w roku ciepłym i dość suchym (1989) dało największe zwyki plonów świeżej masy - średnio o 8,1-9,5 t/ha, a najniższe w roku wilgotnym i chłodnym (1987). Wpływ nawadniania na plonowanie badanych odmian zależał w dużym stopniu od przebiegu pogody, odmiany i wysokości jednorazowej dawki polewowej.

3. Produktywność 1 mm wody z nawodnień zależała od odmiany i wysokości stosowanych dawek wody. Stwierdzono wyższą produktywność przy dawkach wody po 20 mm niż przy dawkach po 40 mm. Produktywność ta malała ze wzrostem dawek wody.

LITERATURA

- [1] Dzieżyc D.; 1978: Wpływ zróżnicowanych warunków wodnych i nawozowych na przyrost masy oraz wysokość i jakość plonu buraka pastewnego i ziemniaka na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 199, 89-138
- [2] Dzieżyc J., 1973: Ocena reakcji odmian pszenicy, ziemniaków, buraków i kapusty na nawadnianie i wysokie nawożenie w warunkach gleb lekkich. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 140, 87-100
- [3] Herse J., Kołpak R., 1976: Wpływ nawadniania i wysokich dawek nawozów mineralnych na plon i wartość użytkową ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 181, 255-267
- [4] Moszowa J., 1986: Wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotowego na dynamikę rozwoju oraz plon nowych odmian ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 268, 437-480
- [5] Rojek S., 1983: Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego na ilość i jakość plonów ziemniaków późnych. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Melioracja XXIV, 142, 119-126
- [6] Rojek S., 1987: Efekty nawadniania różnych odmian ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 229-239
- [7] Rojek S., Chmura K., 1987: Efektywność produkcyjna deszczowania ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 326, 77-88
- [8] Roztropowicz S., 1986: Występowanie niedoboru wody w okresie wegetacji ziemniaka w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 268, 305-314

THE EFFECTS OF SPRAY IRRIGATION ON NEW POTATO VARIETIES

Summary

Field experiments were carried out in the years 1986-1989 at the Agricultural Experimental Station Samotwór near Wrocław on good rye complex soil of IVb evaluation class. In the conditions of irrigation the Bóbr variety was found to yield best, the Brda and Ceza ones slightly worse and the Bliza one worst. Spray irrigation gave the highest increase in fresh tuber yield weight (by 8,1 - 9,5 t/ha) in warm and rather arid year 1989, while the lowest in humid and cool 1987. The effect of irrigation on yielding of the varieties tested depended on the course of weather, the variety and the amount of single watering dose. Productivity of 1 mm water from irrigations depended on the variety and the amount of water doses applied, being higher with doses of 20 mm than 40 mm of water.

WPLYW DESZCZOWANIA I ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTOWO-POTASOWEGO
NA JAKOŚĆ PŁONU BURAKÓW CUKROWYCH NA GLEBIE LEKKIEJ

Elżbieta Kaszycka, Mieczysław Trybała, Henryk Żurawski

Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, AR Wrocław

Katedra Rolniczych Podstaw Melioracji

Zakład Uprawy Roli, IUNG Jelcz-Laskowice

Doświadczenie polowe wykonano na glebie lekkiej kompleksu żytniego dobrego w RZD w Swojcu koło Wrocławia, w latach 1988-1990. Porównywano w nim trzy czynniki zmienne, a mianowicie: deszczowanie, nawożenie potasowe i nawożenie azotowe w ilości: $K_1 - 133$, $K_2 - 167$ kg K na ha; $N_1 - 125$, $N_2 - 150$, $N_3 - 175$, $N_4 - 200$ kg N na ha, co dało możliwość podniesienia jakości plonów buraka cukrowego drogą optymalizacji wyżej wymienionych elementów agrotechniki. Na poletkach nawadnianych kombinacje czynników doświadczenia zmodyfikowały pobranie niektórych składników mineralnych, wpływając również na przyrost plonu cukru i suchej masy w stosunku do obiektów kontrolnych. Średni trzyletni plon cukru był wyższy o 59 % w stosunku do poletek nie deszczowanych, przy czym nie stwierdzono pogorszenia jakości plonu korzeni i liści.

1. WSTĘP

Buraki cukrowe mają duże wymagania odnośnie fizyko-chemicznych właściwości gleb, a głównie odczynu gleby i jej zasobności, zawartości substancji organicznej oraz bilansu wodnego [3]. Właściwości przeważających w Polsce gleb lekkich są najczęściej przeciwstawne tym wymaganiom, jednakże przy umiejętnie stosowanym nawożeniu i możliwości nawodnień rysują się perspektywy uprawy tej rośliny również na kompleksach gleb żytnich.

Jakość plonów buraka, a w tym zawartość cukru, zależy z jednej strony od czynników pluwiotermicznych, z drugiej zaś od zasobności gleby i nawożenia, a w szczególności od zapewnienia roślinom dostatecznej ilości potasu i azotu.

Celem naszej pracy było określenie wpływu deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego na jakość plonu korzeni buraka cukrowego, uprawianego na glebie lekkiej.

2. WARUNKI, ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Doświadczenie polowe ściśle przeprowadzono w RZD w Swojcu koło Wrocławia, w latach 1988-1990, na glebie brunatnej, wytworzonej z piasku glinia-

stego mocnego na piasku słabo gliniastym, kompleksu żynniego dobrego. Doświadczenie polowe założono metodą losowanych podbloków z trzema czynnikami zmiennymi, a mianowicie:

- 1) deszczowanie (W_0, W_1, W_2),
- 2) nawożenie potasowe (K_1, K_2),
- 3) nawożenie azotowe (N_1, N_2, N_3, N_4).

Właściwości gleby, metodyka doświadczenia, opady i deszczowanie opisane są szczegółowo w pracy Trybały i Kaszyckiej [11].

W okresie prowadzenia doświadczeń warunki pluwiotermiczne różniły się w trzech kolejnych latach, niemniej jednak poszczególne sezony wegetacyjne były suche, chociaż różniły się między sobą rozkładem opadów. Potrzeby i terminy deszczowania ustalano według metody tensjometrycznej W_1 oraz dekadowych potrzeb opadowych roślin W_2 .

W celu określenia wpływu badanych czynników empirycznych na skład chemiczny plonów oznaczono zawartość suchej masy, cukru, popiołu i azotu aminowego w korzeniach. Ponadto obliczono biologiczny plon cukru z jednostki powierzchni i oznaczono zawartość N-ogólnego, P_2O_5 , K_2O , MgO i CaO w plonie głównym oraz wykonano analizę statystyczną uzyskanych wyników. Wymienione wyżej analizy wykonano według metodyki stosowanej w cukrownictwie [10] oraz zalecanej przez Stację Chemiczno-Rolnicze [9].

3. WYNIKI BADAŃ

Jak widać z przedstawionych w tabeli 1 danych, żaden z badanych czynników nie wpłynął istotnie na zawartość cukru w korzeniach buraków, niemniej zarysowały się tendencje zmian omawianego parametru, co jest szczególnie widoczne w przypadku obiektów nie deszczowanych. Najsilniej zaznaczył się tu wpływ czynnika pluwiotermicznego, bowiem najwyższą zawartość cukru stwierdzono w suchym roku 1989; jednocześnie w tym właśnie roku podwójne nawożenie potasowe zwiększyło cukrowość buraków nie deszczowanych. Deszczowanie zacięrało skuteczność działania obydwu czynników, lecz w kilku przypadkach zaobserwowano wyżej wspomniane tendencje również na obiektach deszczowanych.

Biologiczny plon cukru istotnie zależał od wielkości nawożenia azotowego oraz deszczowania W_1 i W_2 . Korzystne współdziałanie nawożenia azotowego i deszczowania przy poziomie omawianego parametru wyjaśnić można pozytywnym wpływem tych czynników na plony roślin, gdyż ich wpływ na cukrowość buraków był ujemny. Niezależnie od tego można było zaobserwować istotnie korzystny wpływ współdziałania wyższego nawożenia potasowego i deszczowania na plon cukru.

Zestawione w tabeli 2 wyniki zawartości azotu aminowego i popiołu w korzeniach buraków wykazują, że na poletkach kontrolnych zawartość N-aminowego malała wraz ze wzrostem dawek azotu. Natomiast przy deszczowaniu zaobserwowano zjawisko odwrotne; zwiększone dawki azotu sprzyjały akumulacji N-aminowego. Istotny wpływ na poziom omawianego parametru miała więc interakcja azotu i wody oraz potasu i wody.

Deszczowanie zmniejszało zawartość popiołu rozpuszczalnego w korzeniach (z wyjątkiem obiektu K_1N_2) w stosunku do obiektów kontrolnych na obydwu poziomach nawożenia potasowego.

Procentowa zawartość suchej masy w korzeniach buraków na poszczególnych poziomach nawadniania, nawożenia azotem i potasem nie różniła się istotnie, w związku z czym pominięto ją w pracy.

Wyniki oznaczeń zawartości N-ogólnego, fosforu, potasu, magnezu i wapnia w korzeniach buraków podano w tabeli 3. Z przedstawionych danych wynika, że średnia zawartość azotu kształtowała się w granicach od 0,74 % (W_2K_2) do 1,03 % (W_0K_1). W porównaniu z latami następnymi rok 1988 odznaczał się najniższym pobraniem azotu przez korzenie na wszystkich poziomach deszczowania i nawożenia potasowego. Najwyższe średnie pobranie azotu stwierdzono na obiektach deszczowanych na niższym poziomie nawożenia potasem w umiarkowanie suchym 1990 roku, zaś na wyższym poziomie potasu - w suchym roku 1989. Bez deszczowania zaobserwowano natomiast odwrotną reakcję roślin: w roku 1989 najwyższą zawartość N-ogólnego stwierdzono na nawożeniu K_1 , a w roku 1990 na K_2 . Zaobserwowano również, że poprawa uwilgotnienia gleby przyczyniała się do zmniejszenia zawartości tego składnika w roślinach, a wyższe dawki azotu podwyższały jego zawartość. Nie stwierdzono istotnej interakcji na zawartość azotu w korzeniach buraka między deszczowaniem a nawożeniem potasowym oraz deszczowaniem i nawożeniem azotowym.

Średnia zawartość fosforu w korzeniach buraków była wyższa przy dawce potasu K_1 ; nawożenie azotem przyczyniło się natomiast do istotnego spadku zawartości tego składnika w burakach z poletek W_0K_1 , W_1K_1 i W_2K_2 . Akumulacji fosforu w roślinach sprzyjał układ temperatury i rozkład opadów w roku 1988 na wszystkich poziomach nawadniania przy nawożeniu potasowym K_1 . Nieznaczny spadek zawartości omawianego składnika zanotowano jedynie na obiekcie W_1K_2 . Zwiększenie nawożenia potasowego K_2 nie przyczyniło się do zmiany zawartości fosforu w korzeniach buraków.

Najwyższą średnią zawartość potasu w korzeniach buraków stwierdzono na obiektach W_0K_1 , W_0K_2 . Przebieg pogody w 1988 roku sprzyjał gromadzeniu potasu w burakach z obiektów nie deszczowanych, a w roku 1989 deszczowanych na obydwu poziomach nawożenia potasowego. Najniższą zawartość omawianego składnika stwierdzono na obiektach W_1K_1 i W_0K_2 (1990), na W_0K_1 i W_0K_2 (1989) oraz w roku 1988 na wszystkich obiektach deszczowanych przy obydwu poziomach nawożenia potasowego. Zwiększone nawożenie azotowe sprzyjało gromadzeniu potasu w korzeniach buraków na obiektach W_0K_1 , W_0K_2 i W_1K_2 . Spadek zawartości K_2O wystąpił na obiektach deszczowanych na K_1 i K_2 .

Najwyższą średnią zawartość potasu w liściach buraków stwierdzono na obiektach W_1K_1 i W_0K_2 , natomiast najniższą na obiektach W_2K_1 i W_2K_2 . W roku 1989 więcej potasu było na wszystkich obiektach, a w 1988 roku na obiektach W_2K_1 , W_0K_2 i W_1K_2 , natomiast w umiarkowanie suchym 1990 roku na obiektach W_0K_1 , W_1K_1 i W_2K_2 .

Tabela 2
Table 2

Średnia zawartość azotu aminowego i popiołu rozpuszczalnego w korzeniach buraków cukrowych (1988-1990)
Mean content of amine nitrogen and soluble ash in beet sugar roots (1988-1990)

Czynnik wodny Factor of water	Nawożenie Fertilization		Zawartość N-NH ₂ w mg/100 g Content of N-NH ₂ in mg/100 g	Zawartość popiołu rozpuszczalnego w % Content of soluble ash in %
	K ₂ O	N		
W ₀	K ₁	N ₁	34,1	0,74
		N ₄	28,7	0,78
-----	K ₂	N ₁	28,7	0,74
		N ₄	26,8	0,81
W ₁	K ₁	N ₁	15,7	0,73
		N ₄	22,4	0,76
-----	K ₂	N ₁	13,8	0,60
		N ₄	17,5	0,75
W ₂	K ₁	N ₁	11,3	0,73
		N ₄	18,5	0,78
-----	K ₂	N ₁	19,0	0,80
		N ₄	25,8	0,65

Zawartość N-NH₂ w mg/100 g - Content of N-NH₂ in mg/100 g
NIR dla wody - LSD for the water 3,8733
NIR dla azotu - LSD for the nitrogen 1,5436
NIR dla interakcji potasu i wody 2,4804
LSD for interaction between potassium and water (4,2467)
NIR dla interakcji azotu i wody 2,6736
LSD for interaction between nitrogen and water (4,2875)

Tabela 1
Table 1

Średnia zawartość i biologiczny plon cukru w korzeniach buraków cukrowych (1988-1990)
Mean content and biological yield of sugar in beet sugar roots (1988-1990)

Czynnik wodny Factor of water	Nawożenie Fertilization		Zawartość cukru w % Content of sugar in %	Plon cukru w t/ha Yield of sugar in t/ha
	K ₂ O	N		
W ₀	K ₁	N ₁	18,3	4,54
		N ₄	17,2	5,46
-----	K ₂	N ₁	17,8	4,67
		N ₄	18,1	6,18
W ₁	K ₁	N ₁	17,6	7,41
		N ₄	17,5	8,65
-----	K ₂	N ₁	17,5	7,41
		N ₄	17,9	8,93
W ₂	K ₁	N ₁	17,7	7,74
		N ₄	16,7	8,39
-----	K ₂	N ₁	17,6	7,53
		N ₄	17,5	8,93

NIR w plonie cukru dla azotu 0,2733
LSD in yield of sugar for nitrogen 1,7716
NIR w plonie cukru dla wody 1,7716
LSD in yield of sugar for water

Tabela 3
Table 3

Średnia zawartość podstawowych składników mineralnych
w % absolutnie suchej masy w korzeniach buraków cukrowych (1988-1990)
Mean content of fundamental mineral components in absolute dry matter
in beet sugar roots (in %)

Nawożenie mineralne Minerale fertilization	K ₁					K ₂				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
Nie deszczowane (W ₀) - No spraying (W ₀)										
N ₁	1,01	0,05	1,04	0,17	0,15	0,89	0,04	0,98	0,17	0,13
N ₂	1,06	0,05	1,09	0,14	0,14	0,89	0,04	1,12	0,18	0,13
N ₃	1,01	0,05	1,21	0,13	0,12	0,87	0,03	1,10	0,19	0,13
N ₄	1,04	0,04	1,17	0,13	0,15	0,91	0,04	1,20	0,16	0,16
Deszczowane (W ₁) - Spraying (W ₁)										
N ₁	0,81	0,05	1,23	0,13	0,17	0,73	0,04	1,09	0,18	0,17
N ₂	0,89	0,05	1,07	0,13	0,16	0,73	0,04	1,20	0,14	0,14
N ₃	1,00	0,04	1,04	0,15	0,13	0,76	0,04	1,19	0,13	0,13
N ₄	1,02	0,03	1,05	0,15	0,15	0,85	0,04	1,26	0,16	0,14
Deszczowane (W ₂) - Spraying (W ₂)										
N ₁	0,70	0,05	1,36	0,16	0,15	0,69	0,04	1,13	0,17	0,17
N ₂	0,75	0,05	1,01	0,12	0,14	0,66	0,04	1,17	0,16	0,14
N ₃	0,86	0,05	1,03	0,13	0,15	0,83	0,04	1,19	0,15	0,14
N ₄	0,85	0,05	1,03	0,15	0,17	0,78	0,03	1,08	0,18	0,14

	NIR dla wody, LSD for the water	0,0574
N	NIR dla potasu, LSD for the potassium	0,0732
	NIR dla azotu, LSD for the nitrogen	0,0497
	NIR dla interakcji wody i azotu, LSD for interaction between water and nitrogen	0,0861 (0,0931)
	NIR dla azotu, LSD for the nitrogen	0,0040
P ₂ O ₅	NIR dla interakcji wody, potasu i azotu, LSD for interaction between water, potassium and nitrogen	0,0970
	NIR dla interakcji wody i azotu, LSD for interaction between water and nitrogen	0,1016 (0,3151)
K ₂ O	NIR dla azotu, LSD for the nitrogen	0,1522
	NIR dla interakcji wody i azotu, LSD for interaction between water and nitrogen	0,0182 (0,0361)
CaO	NIR dla wody, LSD for the water	0,0083
	NIR dla potasu, LSD for the potassium	0,0128
	NIR dla azotu, LSD for the nitrogen	0,1539
	NIR dla interakcji wody i azotu, LSD for interaction between water and nitrogen	0,0171 (0,0168)
MgO	NIR dla interakcji wody, potasu i azotu, LSD for interaction between water, potassium and nitrogen	0,0241

Na obiektach nawożonych wyższą dawką potasu stwierdzono większe pobranie (średnio o 0,02 %) MgO. Szczególnie wzmożonej akumulacji magnezu w korzeniach buraka sprzyjał przebieg pogody w 1988 roku, w którym stwierdzono

wzrost zawartości tego składnika na wyższym poziomie nawożenia potasowego i na wszystkich obiektach wodnych. Na niższym poziomie nawożenia potasowego różnic w pobraniu MgO pod wpływem deszczowania nie stwierdzono.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że dzięki umiejętnemu deszczowaniu i właściwemu doborowi nawożenia mineralnego wartość technologiczna korzeni buraków cukrowych w zasadzie nie uległa niekorzystnym zmianom, co jest w dużej mierze zgodne z cytowanym krajowym piśmiennictwem [1, 2, 4-8, 12, 13].

4. WNIOSKI

1. Biologiczny plon cukru wykazywał istotną zależność od nawożenia azotowego i deszczowania, wzrastając o 97 % przy stosowaniu obydwu czynników.

2. Zawartość N-aminowego malała wraz ze wzrostem dawek azotu z 36,3 do 11,0 mg/100 g w przypadku buraków nie deszczowanych, natomiast przy deszczowaniu wystąpiło zjawisko odwrotne, tzn. wzrost dawek azotu sprzyjał gromadzeniu tego składnika w korzeniach.

3. Zawartość popiołu rozpuszczalnego wykazywała tendencję malejącą w miarę poprawy uwilgotnienia gleby.

4. Zawartość N-ogólnego i K_2O w korzeniach buraków stymulowana była poziomem nawożenia azotowego i potasowego, natomiast hamowana deszczowaniem.

LITERATURA

- [1] Borówczak F., Pełczyński W., Sobiech S., 1986: Wpływ nawożenia mineralnego na jakość plonów buraków cukrowych w warunkach deszczowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 327, 95-103
- [2] Buniak W., 1990: Wpływ nawadniania i nawożenia na skład jakościowy gleb i roślin. Rozprawa habilitacyjna 89, AR Wrocław
- [3] Byszewski W., Ostrowska D., 1979: Agroekologiczne podstawy plonowania buraków. W: Biologia buraka cukrowego. PWN, Warszawa
- [4] Czuba R., Mazur T., 1988: Wpływ nawożenia na jakość plonów. PWN, Warszawa
- [5] Dzieżyc J., Trybała M., 1989: Rola wody w intensyfikacji produkcji roślinnej na glebach lekkich. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 377, 179-193
- [6] Grabarczyk S., Rzekanowski Cz., 1982: Wpływ nawożenia mineralnego i deszczowania na plonowanie i zawartość cukru w buraku cukrowym. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 236, 207-214
- [7] Gruszka J., 1982: Wpływ deszczowania przy różnych poziomach nawożenia mineralnego na plonowanie oraz wartość technologiczną i paszową buraków cukrowych i ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 236, 109-178

- [8] Malec J., 1976: Nawożenie azotowe a wartość technologiczna buraków cukrowych. Gaz. Cukr. 11
- [9] Metody badań laboratoryjnych w Stacjach Chemiczno-Rolniczych. Cz.II., 1980: Badania materiału roślinnego. IUNG, Puławy
- [10] Silin P.M., 1967: Technologieja sachara. Piszczepromizdat, Moskva
- [11] Trybała M., Kaszycka E., 1991: Wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego na plon buraków cukrowych na glebie lekkiej. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy (w druku)
- [12] Trybała M., Buniak W., Małkiewicz H., 1982: Wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia na wartość użytkową buraków cukrowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 236, 179-186
- [13] Trzebiński J., 1974: Wpływ wysokich dawek azotu na skład chemiczny buraków cukrowych. Biul. IHAR 3-4

THE EFFECT OF SPRAY IRRIGATION AND DIFFERENTIATED NITROGENOUS-POTASSIC FERTILIZATION ON THE QUALITY OF SUGAR BEET YIELD ON LIGHT SOIL

Summary

Field experiment was carried out on good rye complex light soil at Agricultural Experimental Station Swojec near Wrocław in the years 1988-1990. There were compared three variable factors, namely: spray irrigation, potassic fertilization and nitrogenous fertilization at $K_1 - 133$, $K_2 - 167$ kg/ha K; $N_1 - 125$, $N_2 - 150$, $N_3 - 175$, $N_4 - 200$ kg/ha N, which enabled improving the quality of sugar beet yields by optimization of the agrotechnic elements mentioned above. In irrigated plots combinations of the experimental factors have modified the uptake of some mineral components, also having influenced an increase in sugar and dry matter yields in relation to control treatments. Compared to not sprinkled plots, the mean three-year yield of sugar was higher by 59 %, no deterioration in the quality of root and leaf yields having been found.

WPLYW DESZCZOWANIA I ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTOWO-POTASOWEGO
NA PLON BURAKÓW CUKROWYCH NA GLEBIE LEKKIEJ

Mieczysław Trybała, Elżbieta Kaszycka

Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, AR Wrocław
Katedra Rolniczych Podstaw Melioracji

Doświadczenie wykonano na glebie kompleksu żytniego dobrego w RZD w Swojcu koło Wrocławia, w latach 1988-1990. Badano trzy czynniki zmienne: 3 warianty wodne, 2 poziomy nawożenia potasowego i 4 poziomy azotu ($K_1 - 133, kK_2 - 167$ kg/ha K; $N_1 - 125, N_2 - 150, N_3 - 175, N_4 - 200$ kg/ha N). Uzyskane wyniki badań wskazują, że wszystkie czynniki empiryczne wpłynęły korzystnie na wielkość plonu korzeni i liści buraków cukrowych. Średni trzyletni plon korzeni i liści wzrósł pod wpływem deszczowania, odpowiednio korzeni o 60 %, liści o 28 %. Wpływ nawożenia potasowego i azotowego był mniejszy i sięgał kilkunastu procent.

1. WSTĘP

W ostatnich latach w Polsce plony buraków cukrowych uległy stagnacji. W związku z tym, dla uzyskania potrzebnych krajowi zbiorów buraków, pojawić się może w praktyce tendencja rozszerzania powierzchni uprawy tej rośliny również na gleby kompleksów żytnych. W latach o opadach zbliżonych lub wyższych od średnich wieloletnich, plonowanie buraków na tych glebach może być zadowalające, natomiast przy pojawiających się u nas często posuchach w drugiej połowie lata (sierpień, wrzesień) bywa zawodne [1, 2, 5, 6, 8].

Podjęte badania miały na celu określenie efektów produkcyjnych zróżnicowanego nawożenia potasowego i azotowego oraz deszczowania buraków cukrowych, uprawianych na kompleksie gleby żytnej dobrej w rejonie Wrocławia.

2. WARUNKI, ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Doświadczenie polowe ściśle przeprowadzono w RZD w Swojcu koło Wrocławia, w latach 1988-1990, na glebie brunatnej, wytworzonej z piasku gliniastego mocnego na piasku słabo gliniastym, kompleksu żytniego dobrego. Gleba ta odznaczała się odczynem lekko kwaśnym, średnią zawartością fosforu, wysoką zawartością przyswajalnego potasu oraz średnią zawartością magnezu i niską C-organicznego. Porowatość ogólna gleby była jednakowa w całym

profilu (38,6 %), a połowa pojemność wodna oraz zawartość wody użytecznej dla roślin malała wraz z głębokością, odpowiednio od 17 do 12 % i od 58,5 do 15,0 %.

Doświadczenie polowe wykonano metodą losowanych podbloków z następującymi czynnikami zmiennymi:

- I. Deszczowanie: W_0 - bez deszczowania (obiekt kontrolny),
 W_1 - deszczowanie przy ciśnieniu ssącym do 300 hPa (0,3 at) w warstwie ornej gleby,
 W_2 - deszczowanie według dekadowych potrzeb opadowych roślin;

II. Nawożenie potasowe:

- K_1 - 133 kg · ha⁻¹ K (160 kg K₂O),
 K_2 - 167 kg · ha⁻¹ K (200 kg K₂O);

III. Nawożenie azotowe:

- N_1 - 125 kg · ha⁻¹ N,
 N_2 - 150 kg · ha⁻¹ N,
 N_3 - 175 kg · ha⁻¹ N,
 N_4 - 200 kg · ha⁻¹ N.

Buraki cukrowe na oborniku (30 t · ha⁻¹) uprawiano w 4-polowym zmianowaniu: 1) buraki cukrowe, 2) ziemniaki wczesne, 3) rzepak ozimy, 4) pszenica ozima. Nawożenie fosforowe, jednakowe na wszystkich poletkach (40 kg P na hektar, czyli 90 kg P₂O₅), stosowano przedsięwzięcie razem z potasem i 1/3 nawożenia azotowego.

W okresie prowadzenia doświadczeń warunki pluwialne różniły się w trzech kolejnych latach (tab.1). Niemniej jednak sezony wegetacyjne kwiecień-wrzesień we wszystkich trzech latach doświadczeń były suche, chociaż różniły się między sobą znacznie rozkładem opadów.

Tabela 1
Table 1

Średnie miesięczne sumy opadów w Swojcu, w latach 1988-1990 (mm)
Means sum of rainfall in Swojec in years 1988-1990 (mm)

Rok - Year	Miesiąc - Month						Suma Sum IV - IX
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Średnie z lat 1956-1980 Means in years 1956-1980	39,3	60,1	68,6	89,6	73,1	46,0	376,7
1988	31,2	5,1	58,6	80,7	75,0	70,2	320,8
1989	66,5	30,7	93,0	43,4	30,0	13,1	276,7
1990	30,4	7,9	122,5	16,9	49,1	51,1	277,9

Potrzeby oraz terminy deszczowania ustalano według metody tensyjometrycznej W_1 i dekadowych potrzeb opadowych roślin W_2 [3] (tab.2).

Tabela 2
Table 2Deszczowanie buraków cukrowych w Swojcu (mm)
Of spray irrigation of beets sugar in Swojec (mm)

Rok Year	Miesiąc - Month										Suma Sum	
	V		VI		VII		VIII		IX		V - IX	
	W ₁	W ₂	W ₁	W ₂	W ₁	W ₂	W ₁	W ₂	W ₁	W ₂	W ₁	W ₂
1988	65	65	25	25	85	85	60	60	-	-	235	235
1989	-	-	10	10	50	50	100	100	-	30	160	190
1990	-	-	15	15	50	50	45	70	30	30	140	165

W czasie prowadzenia doświadczenia, a także po jego zakończeniu wykonywano pomiary: poziomu wody glebowo-gruntowej i dynamiki ciśnienia ssącego gleby oraz oznaczano masę i cechy fizyczne plonu, a także wykonano analizę statystyczną plonu korzeni i liści [4].

3. WYNIKI BADAŃ

Poziom wody glebowo-gruntowej w roku 1988 wahał się w sezonie wegetacyjnym od 85 cm w pierwszej dekadzie kwietnia do 150 cm w trzeciej dekadzie sierpnia. W roku 1989 poziom ten był niższy i wynosił 120 cm w pierwszej dekadzie kwietnia oraz 160 cm w drugiej dekadzie września. Z powodu skąpych opadów zimowych, poziom ten w roku 1990 uległ dalszemu obniżeniu i wiosną wynosił 155 cm. Panująca ówczesznie susza wiosenno-letnia przyczyniła się do dalszego spadku zwierciadła wody glebowo-gruntowej do około 190 cm w drugiej dekadzie września. Zatem udział podsiąku w gospodarce wodnej buraków był znikomy i malał wraz z obniżaniem się zwierciadła wody, zarówno w trakcie kolejnych sezonów wegetacyjnych, jak i w poszczególnych latach doświadczeń (rys.1).

Wielkość plonów korzeni buraków cukrowych w poszczególnych latach doświadczeń kształtowana była zarówno przez warunki pluwiotermiczne, glebo-we, jak również czynniki doświadczalne (tab.3). W latach o niedostatecznym lub niekorzystnym rozkładzie opadów, deszczowanie w większym stopniu niż nawożenie potasowo-azotowe zwiększało plon korzeni buraków.

W pierwszym roku doświadczeń (1988) stosunkowo wysoki plon korzeni uzyskano w warunkach naturalnych opadów - bez deszczowania. Wynosił on średnio (niezależnie od nawożenia) $357 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$, przy czym najniższy był na obiekcie $W_0K_1N_1$ - $322 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Wyższe nawożenie potasowe, niezależnie od dawek azotu, nie przyczyniło się do istotnego przyrostu plonu korzeni we wszystkich wariantach wodnych, natomiast wzrastające nawożenie azotowe, bez względu na dawki potasu, istotnie różnicowało plon korzeni.

Deszczowanie w obydwu wariantach wodnych (W_1 i W_2) istotnie zwiększyło plon korzeni buraków w stosunku do wariantu bez deszczowania. Wynosił on niezależnie od nawożenia na W_1 - 437 dt · ha⁻¹ (przyrost o 22 %), na W_2 - 451 dt · ha⁻¹ (przyrost o 26 %). Nie było natomiast istotnych różnic między obydwoma wariantami wodnymi. Należy podkreślić, że niski przyrost plonu korzeni buraków w 1988 roku, pomimo dużej ilości nawodnień - szczególnie w maju, był spowodowany sprzyjającymi dla buraków opadami w lipcu, sierpniu i we wrześniu (tab.1). Nie stwierdzono wówczas interakcji między czynnikami doświadczenia.

Przebieg pogody w okresie wegetacyjnym 1989 roku był mniej korzystny dla wzrostu i rozwoju buraków aniżeli w roku poprzednim. Suma opadów w czasie największych potrzeb wodnych roślin (lipiec, wrzesień) była niższa o 205 % od średniej wieloletniej za analogiczny okres i wynosiła 68,5 mm wobec 208,7 mm. W tych warunkach, niezależnie od nawożenia, średni plon z poletek nie deszczowanych wynosił 253 dt · ha⁻¹ i był istotnie niższy od analogicznego plonu z roku poprzedniego. Deszczowanie zwiększyło plon korzeni, niezależnie od nawożenia, o ponad 90 %. Najniższy plon w 1989 roku zanotowano na obiektach W_0 , K_1 , N_1 , N_2 i N_3 . Wzrost nawożenia potasowego, niezależnie od dawek azotu, istotnie zwiększył (o 22 %) plon korzeni tylko w wariacie wodnym W_0 , natomiast w wariantach W_1 i W_2 nie było istotnych różnic.

Wzrastające nawożenie azotowe, niezależnie od dawek potasu, istotnie różnicowało plon korzeni tylko między skrajnymi dawkami, tj. N_1 i N_2 a N_3 i N_4 . Uzyskano również istotną interakcję między deszczowaniem i nawożeniem potasowym.

W roku 1990, o pośrednim przebiegu pogody między tymi dwoma latami, reakcja buraków na deszczowanie była równie wysoka, chociaż niższa niż w roku poprzednim. Średni przyrost plonu korzeni, bez względu na nawożenie, był istotny i wynosił 70 i 74 %, zależnie od wariantu wodnego. Na obiekcie kontrolnym średni plon korzeni, niezależnie od nawożenia, wynosił 260 dt · ha⁻¹ i nie różnił się istotnie od plonu z roku poprzedniego. Podobnie jak w roku poprzednim był on natomiast istotnie niższy w stosunku do plonu z roku 1988. W roku 1990 najniższy plon zanotowano na obiektach W_0 , N_1 , K_1 i K_2 . Nawożenie potasowe, analogicznie jak w roku poprzednim, istotnie różnicowało plon korzeni tylko w wariacie bez deszczowania.

Nawożenie azotowe, niezależnie od dawek potasu, spowodowało istotny przyrost plonu tylko w wariacie W_0 pomiędzy N_2 i N_4 . Przyrost ten wynosił odpowiednio 20 i 10 %. Zanotowano również istotną interakcję pomiędzy nawadnianiem i nawożeniem azotowym.

Należy podkreślić, że efekt produkcyjny nie zależał istotnie od metod, według których je stosowano. Deszczowanie na podstawie tensjometrycznego pomiaru ciśnienia ssącego w ornej warstwie gleby (wariant W_1) we wszystkich trzech latach spowodowało istotny przyrost plonu. Kształtował się on średnio na poziomie 460 dt · ha⁻¹ i był wyższy o 170 dt · ha⁻¹ od plonu z poletek kontrolnych. Podobne rezultaty dało deszczowanie według dekadowych

potrzeb opadowych roślin (wariant W_2). Średni plon korzeni w tym wariancie kształtował się na poziomie $466 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ i był o $177 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ (61 %) większy od plonu z obiektu bez deszczowania. Różnica w plonach korzeni buraków nawożonych dwiema dawkami potasu była istotna tylko w wariancie bez deszczowania, gdzie składnik ten poprawił warunki wodne roślin. Wzrastające nawożenie azotowe istotnie różnicowało plon tylko między niższymi i wyższymi dawkami, czyli N_1 i N_2 a N_3 i N_4 .

Również średni z trzylecia plon liści istotnie różnicowało deszczowanie, nawożenie potasowe i w przeważającej mierze nawożenie azotowe. Średni plon liści w wariancie W_0 , niezależnie od nawożenia, wynosił $305 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$, a w wariantach W_1 i W_2 $390 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ (przyrost o 28 %). Ze względu na ograniczoną objętość artykułu podajemy tylko średnie plony korzeni uzyskane w latach badań (tab.3).

Przedstawione wyniki są w dużej mierze zbieżne z dotychczasowymi rezultatami badań na podobnych i innych glebach w różnych regionach kraju [2, 5 - 8].

4. WNIOSKI

1. Czynnikiem decydującym o wielkości plonu buraków było deszczowanie, które średnio za trzylecie zwiększyło zbiór z hektara: korzeni o 60 % i liści o 28 %.

2. Wzrastające nawożenie azotowe, bez względu na dawki potasu, we wszystkich wariantach wodnych istotnie zwiększyło plon korzeni i liści buraków.

3. Podwojenie nawożenia potasowego nie przyczyniło się do istotnego przyrostu plonu korzeni, zwiększyło natomiast plon liści.

4. Warunki pogodowe modyfikowały działanie nawozowych czynników doświadczalnych, zwiększając ich działanie w latach suchych i zmniejszając w latach umiarkowanie wilgotnych.

5. W dwóch ostatnich latach badań uzyskano korzystną interakcję w plonowaniu buraków: między deszczowaniem i nawożeniem potasowym w 1989 roku oraz między deszczowaniem i nawożeniem azotowym w 1990 roku.

LITERATURA

- [1] Czuba R., 1989: Wpływ nawożenia na glebę piaskową i plonowanie roślin. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 377, 11-17
- [2] Dmowski Z., 1989: Wpływ deszczowania i różnych dawek azotu na plonowanie buraków cukrowych, ziemniaków, kukurydzy i pszenicy na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 377, 205-214

- [3] Dzieżyc J., Nowak L., Panek K., 1987: Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 11-33
- [4] Elandt R., 1964: Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczego. PWN, Warszawa
- [5] Grabarczyk S., Rzekanowski Cz., 1982: Wpływ nawożenia mineralnego i deszczowania na plonowanie i zawartość cukru w buraku cukrowym. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 236, 207-214
- [6] Kaszycka E., Trybała M., Żurawski H., 1991: Wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego na jakość plonu buraków cukrowych na glebie lekkiej (w druku)
- [7] Malicki L., Podstawka E., 1987: Warunki pogodowe a skuteczność deszczowania buraków cukrowych i ziemniaków na rędzinie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 219-228
- [8] Trybała M., 1987: Efektywność produkcyjna deszczowania roślin uprawnych w dwóch płodozmianach na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 326, 45-55

THE EFFECT OF SPRAY IRRIGATION AND DIFFERENTIATED NITROGENOUS-POTASSIC FERTILIZATION ON THE YIELD OF SUGAR BEET YIELD ON LIGHT SOIL

Summary

The experiment was carried out on good rye complex soil at the Agricultural Experimental Station Swojec near Wrocław in the years 1988-1990. Examined were three variable factors: 3 water variants, 2 levels of potassic fertilization and 4 levels of nitrogen (K_1 - 133 kg, K_2 - 167 kg/ha K; N_1 - 125, N_2 - 150, N_3 - 175, N_4 - 200 kg/ha N). The experimental results obtained show that all the empirical factors have positively influenced the amount of sugar beet root and leaf yields. The three-year mean yield of roots and leaves increased under the influence of spray irrigation by 60 % and 28 %, respectively. The effect of potassic and nitrogenous fertilization was less, reaching only about 15 %.

WPLYW DESZCZOWANIA NA JAKOŚĆ MATERIAŁÓW SIEWNYCH
BURAKÓW CUKRÓWYCH, GROCHU I BOBIKU

Franciszek Borówczak, Jerzy Szukała

Katedra Uprawy Roli i Roślin, AR Poznań

W doświadczeniach przeprowadzonych w latach 1985-1989 badano wpływ deszczowania na wartość siewną kłębków buraków cukrowych oraz nasion grochu i bobiku. Deszczowanie zwiększyło plon kłębków buraków cukrowych o 46,1 % i poprawiło ich wartość siewną poprzez zwiększenie masy 1000 nasion i zdolności kiełkowania. Najwyższą zdolność kiełkowania kłębków stwierdzono przy nawożeniu nasiennej dawką 80 kg N/ha. W miarę zwiększania dawek azotu zmniejszał się w plonie udział frakcji kłębków o kalibrze 3,5 - 4,5 mm. Deszczowanie zwiększyło plon nasion grochu o 20,8 %, ale obniżyło ich zdolność kiełkowania. W przypadku bobiku deszczowanie zwiększyło plon nasion o 47,6 %, zwiększyło również masę 1000 nasion, nie zmieniając ich zdolności kiełkowania.

1. WSTĘP

Jednym z podstawowych warunków uzyskania wysokich plonów roślin jest dobrej jakości materiał siewny. Tymczasem w praktyce rolniczej obserwuje się zróżnicowanie wartości materiałów siewnych w zależności od warunków pogodowych panujących w okresie wegetacji i sposobu uprawy plantacji nasiennych. Konieczne jest zatem wskazanie takich rozwiązań uprawowych, które gwarantowałyby wysokie plony nasion, spełniające coraz wyższe wymagania jakościowe i w efekcie dające maksymalny zysk producentom materiałów siewnych.

Niniejsze opracowanie dotyczy wpływu deszczowania na wartość siewną kłębków buraków cukrowych, nasion grochu i bobiku.

2. METODYKA BADAŃ

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1985-1989 w RZD Złotniki na glebie płowej zaliczonej do klasy bonitacyjnej IVa i IVb kompleksu żytniego bardzo dobrego i dobrego. Czynnikiem badawczym I rzędu w doświadczeniach były zmienne warunki wodne, tj. wariant deszczowany i nie deszczowany, natomiast II rzędu w doświadczeniu z burakami nasinnymi cztery poziomy nawożenia azotem, a w doświadczeniach z grochem i bobikiem cztery gęstości siewu.

Deszczowanie stosowano przy obniżeniu się wilgotności gleby w warstwie 0 - 30 cm w okresach największego zapotrzebowania roślin na wodę do 70 % ppw. W ocenie wpływu deszczowania na parametry jakościowe nasion uwzględniono tylko lata, w których konieczny był dodatek wody dla roślin. W przypadku grochu i bobiku wpływ deszczowania określono odnosząc go do średnich z gęstości siewu.

W doświadczeniach uprawiano następujące odmiany roślin: buraków cukrowych - PN Mono, grochu - Ramir, bobiku - Dino.

W tabeli 1 przedstawiono dawki wody z deszczowania w latach, w których jej dodatek dla roślin był stosowany.

Tabela 1
Table 1

Dawki wody z deszczowania w doświadczeniach (w mm)
Doses of sprinkling water in experiments (in mm)

Rok Year	Roślina - Plant		
	buraki nasienne sugar beet seed	groch pea	bobik faba bean
1985	180	*	*
1986	120	*	*
1987	-	50	*
1988	-	35	85
1989	140	125	135

- doświadczenie nie było realizowane
* - experiment was not carried

3. WYNIKI BADAŃ

Badane gatunki roślin zareagowały na deszczowanie wysokimi przyrostami plonów w zakresie od 20,8 do 47,6 %. Szczegółowo wpływ deszczowania na wielkość plonów i produktywność jednostkową wody omówiono w oddzielnym opracowaniu [1].

Deszczowanie wpływało również na parametry jakościowe nasion buraków, grochu i bobiku. Przeprowadzona ocena statystyczna parametrów jakościowych plonów buraków nasiennych wykazała niezależny od nawożenia azotowego wpływ deszczowania na masę 1000 kłębków i zdolność kiełkowania oznaczoną po 14 dniach. Zarówno masa 1000 nasion, jak i kiełkowanie, pod wpływem deszczowania ulegały zwiększeniu (tab. 2).

Zmiany powodowane nawożeniem azotowym w masie 1000 nasion były nieregularne, natomiast zdolność kiełkowania wzrastała przy dawce 80 kg N/ha. Dalsze zwiększanie dawki azotu silnie obniżało kiełkowanie. Deszczowanie i nawożenie azotowe nie miały wpływu na jednokiełkowość kłębków.

Tabela 2
Table 2

Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego
na plon i wartość siewną kłębków buraka cukrowego
Influence of sprinkling and nitrogen fertilization
on the yield and sowing value of the sugar beet seeds

Wariant wodny Water variant	Nawożenie azotowe kg N/ha Nitrogen fertilization kg N/ha	Plon t/ha Yield t/ha	Masa 1000 nasion g 1000 seed weight g	Zdolność kiełkowania % Germination ability %	Jedno- kiełkowość % Mono- germity %
Nie deszczowane Non sprinkled	0	1,80	9,6	62,7	99
	80	2,01	10,3	66,3	97
	160	2,24	9,7	64,3	98
	240	2,20	9,5	62,0	97
Średnio Average		2,06	9,8	63,8	98
Deszczowane Sprinkled	0	2,42	11,5	71,3	98
	80	2,98	10,2	74,0	99
	160	3,24	11,0	68,0	98
	240	3,37	12,1	66,6	98
Średnio Average		3,01	11,6	70,0	98
Przyrost Increase		0,95	1,8	6,2	-
NIR LSD	deszczowanie sprinkling	0,30	0,4	2,0	-
	nawożenie fertilization	0,12	0,3	0,8	-

Z wydzielonych frakcji kłębków w plonie istotne zmiany pod wpływem deszczowania stwierdzono w udziale frakcji o kalibrze poniżej 3,5 mm, 3,5-4,5 mm oraz powyżej 5,5 mm. Z tych frakcji przy dodatku wody obniżeniu ulegał udział w plonie frakcji kłębków o kalibrze 3,5-4,5 mm. Również nawożenie azotowe w miarę wzrostu dawek azotu obniżało udział tej frakcji, zwiększało natomiast udział frakcji o kalibrze powyżej 5,5 mm (tab. 3).

Wpływ deszczowania na jakość nasion grochu wyraził się obniżeniem ich zdolności kiełkowania, natomiast masa 1000 nasion nie ulegała większym zmianom. W przypadku bobiku przy dodatku wody wyraźnie wzrosła masa 1000 nasion i tylko nieznacznie zdolność kiełkowania (tab. 4).

Tabela 3
Table 3

Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego
na udział frakcji kłębków w plonie buraków nasiennych
Influence of sprinkling and nitrogen fertilization
on the share of seed fractions in the yield of sugar beet seed

Wariant wodny Water variant	Nawożenie azotem kg/ha	Fracje kłębków w % Seed fractions in %			
	Nitrogen fertilization kg/ha	< 3,5 mm	3,5 - 4,5 mm	4,5 - 5,5 mm	> 5,5 mm
Deszczowane Sprinkled	0	9,4	47,9	40,9	7,4
	80	8,1	46,5	38,9	6,5
	160	9,5	41,6	39,8	9,1
	240	8,4	41,7	39,3	10,6
Średnio - Average		8,9	43,4	39,7	8,4
Nie deszczowane Non sprinkled	0	7,7	47,6	39,8	4,9
	80	6,2	46,8	40,0	7,0
	160	7,5	48,0	39,3	5,3
	240	6,1	44,5	41,0	7,5
Średnio - Average		7,1	46,7	40,0	6,2
NIR	deszczowanie sprinkled	0,7	3,0	-	2,0
LSD	nawożenie fertilization	0,5	1,6	-	1,5

Tabela 4
Table 4

Wpływ deszczowania na plon, masę 1000 nasion
i zdolność kiełkowania grochu i bobiku
Influence of sprinkling on the yields, 1000 seed weight
and germination ability of pea and faba bean

Roślina Plant	Wariant wodny Water variant	Plon t/ha Yield t/ha	Masa 1000 nasion w g Seed 1000 weight in g	Zdolność kiełkowania w % Germination ability in %
Groch Pea	nie deszczowane non sprinkled	4,37	223,9	94,5
	deszczowane sprinkled	5,28	228,1	87,6
Przyrost - Increase		0,91 [✕]	4,2	- 7,1 [✕]
Bobik Faba bean	nie deszczowane non sprinkled	3,55	522,3	95,4
	deszczowane sprinkled	5,24	579,3	96,8
Przyrost - Increase		1,69 [✕]	57,0 [✕]	1,4

✕ - różnica istotna
- significant difference

4. DYSKUSJA WYNIKÓW

W dotychczasowych badaniach krajowych i zagranicznych nad deszczowaniem roślin uprawnych niewiele jest prac dotyczących wpływu dodatku wody na wartość siewną plonów z plantacji nasiennej.

Przeprowadzone badania własne wykazały, że zwiększając bardzo wyraźnie plony w lata suche deszczowanie może jednocześnie wpływać na wartość siewną nasion poprzez różnicowanie ich parametrów jakościowych. Korzystny wpływ deszczowania na wartość siewną nasion badanych roślin uwidocznił się zwiększeniem masy 1000 nasion buraków i bobiku oraz poprawieniem ich zdolności kiełkowania. Jako zmiany niepożądane przy dodatku wody należy traktować obniżenie się zdolności kiełkowania nasion grochu oraz zmniejszenie się udziału w plonie buraków kłębków o kalibrze 3,5 - 4,5 mm, stanowiącej według Polskiej Normy [4] frakcję siewną. Korzystny wpływ deszczowania na wykształcenie i kiełkowanie kłębków buraków stwierdzili również Snytko [5] i Dobrotworcewa [2]. Poprawa jakości materiałów siewnych poprzez deszczowanie w lata suche jest szczególnie korzystnym zjawiskiem wobec faktu pogarszania się jej w latach wilgotniejszych przy obfitych opadach naturalnych [3]. Różnica we wpływie opadu sztucznego i naturalnego może być związana z korzystniejszym układem innych czynników pogodowych, a przede wszystkim z temperaturą i nasłonecznieniem w warunkach deszczowania.

Wpływ nawożenia azotowego na wartość siewną kłębków buraków w porównaniu z deszczowaniem był mniejszy. Stwierdzone zmiany w jakości powodowane nawożeniem, poza zdolnością kiełkowania i udziałem frakcji siewnej kłębków, nawet przy potwierdzeniu statystycznym nie mają większego znaczenia praktycznego.

5. WNIOSKI

1. Deszczowanie zwiększyło plony kłębków buraków cukrowych nie pogarszając ich wartości siewnej. Do korzystnych zmian powodowanych deszczowaniem należy zaliczyć wzrost masy 1000 kłębków i zdolności kiełkowania, natomiast do niekorzystnych - obniżenie się w plonie udziału frakcji kłębków o kalibrze 3,5 - 4,5 mm.

2. Optymalnym poziomem nawożenia azotowego dla kiełkowania kłębków okazała się dawka 80 kg N/ha. Wzrastające dawki azotu obniżały udział frakcji siewnej kłębków w plonie.

3. W przypadku grochu deszczowanie zwiększając wyraźnie plon nasion obniżyło ich zdolność kiełkowania.

4. Bobik reagował silniej przyrostem plonu na deszczowanie niż groch. Dodatek wody zwiększał masę 1000 nasion nie powodując większych zmian w zdolności kiełkowania.

LITERATURA

- [1] Borówczak F., Szukała J., Grześ S., Maciejewski T.; Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego na plon niektórych roślin uprawnych w warunkach Wielkopolski. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy (w druku)
- [2] Dobrotworcewa A.W., 1986: Agrotechnika sacharnej swiękły na semena. Moskwa
- [3] Lityński M., 1982: Biologiczne podstawy nasiennictwa. PWN, Warszawa
- [4] Polska Norma. Materiał siewny. Nasiona roślin rolniczych. PN-78/R-65023 1978
- [5] Snytko A.J., 1983: Racjonalnyj reżim oroszenia semennikow sacharnej swiękły w usłowiach Zapadnoj Sibirii. Biologičieskije i agrotechničieskije osnovy oroszajemowo ziemledielia Akademii Nauk CCCP, Moskwa

INFLUENCE OF SPRINKLING ON THE QUALITY
OF SUGAR BEET, PEA AND FABA BEAN SEEDS

Summary

The influence of sprinkling on the quality of sugar beet, pea and faba bean seeds was investigated in the experiments carried out in the period of 1985-1989. Sprinkling increased the yield of sugar beet seed by 46,1 % and improved the sowing value of seeds by an increase of 1000 seed weight and germination ability. Dose of 80 kg N/ha proved to be the most favourable for the seed germination. The share of seed fraction of size 3,5-4,5 mm in the sugar beet yield decreased with increased nitrogen fertilization. Sprinkling increased the yield of pea by 20,8 % and decreased germination ability of seeds. In the case of faba bean sprinkling increased the yield by 47,6 %, as well 1000 seed weight and did not change the germination ability of seeds.

WPLYW DESZCZOWANIA I NAWOŻENIA AZOTOWEGO NA PLONY
NIEKTÓRYCH ROŚLIN UPRAWNYCH W WARUNKACH WIELKOPOLSKI

Franciszek Borówczak, Jerzy Szukała
Stanisław Grześ, Tomasz Maciejewski

Katedra Uprawy Roli i Roślin, AR Poznań

W doświadczeniach przeprowadzonych w latach 1986-1989 badano wpływ deszczowania i nawożenia azotowego na plony 16 gatunków roślin uprawnych. Spośród badanych roślin deszczowanie nie spowodowało istotnego przyrostu plonów tylko w przypadku marchwi, buraków pastewnych, pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego. Nie stwierdzono współdziałania czynników w kształtowaniu plonów marchwi, buraków nasiennych i łubinu białego. Pozostałe rośliny w miarę wzrostu dawek azotu bardziej zwiększały plon w warunkach deszczowania.

1. WSTĘP

W warunkach urynkowienia gospodarki żywnościowej i samofinansowania się gospodarstw rolnych deszczowanie roślin polowych stało się przedsięwzięciem nieefektywnym ekonomicznie [3, 5]. Wynika to przede wszystkim z wysokich kosztów inwestycji deszczownianych, eksploatacji urządzeń oraz niekorzystnych relacji cen płodów rolnych i nakładów na produkcję. W tych warunkach gospodarowania szczególnego znaczenia dla poprawy efektów deszczowania nabierają uzyskiwane przyrosty plonów przy dodatku wody oraz jej produktywność w przeliczeniu na jednostkę powierzchni.

W doświadczeniach polowych przeprowadzonych w RZD Złotniki w latach 1986-1989 badano wpływ deszczowania oraz 4 poziomów nawożenia azotowego na plony 4 roślin okopowych, 6 roślin zbożowych, 4 roślin strączkowych, lucerny i życicy wielokwiatowej.

2. METODYKA BADAŃ

Doświadczenia założono metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach na glebie płowej zaliczonej do klasy bonitacyjnej IV a i IV b kompleksu żytńskiego bardzo dobrego i dobrego, zasobnej w fosfor i potas, o odczynie słabo kwaśnym. Czynnikiem badawczym I rzędu w doświadczeniach były zmienne warunki wodne z dwoma wariantami, tj. deszczowanym (W_1) i nie deszczowanym (W_0), a II rzędu cztery poziomy nawożenia azotowego. Deszczo-

wanie stosowano przy obniżeniu się wilgotności gleby w warstwie 0-30 cm do 70 % ppw w okresach największego zapotrzebowania roślin na wodę. Poziomy nawożenia mineralnego i ilości wody stosowanej w postaci deszczowania przedstawiono w tabelach 1 i 2. Przeliczenia plonów rzeczywistych na jednostki zbożowe dokonano przyjmując powszechnie przyjęte wskaźniki.

Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej określając istotność różnic na poziomie ufności $\alpha = 0,05$.

W tabeli 3 przedstawiono temperaturę i opady w poszczególnych latach doświadczeń. Okres badań cechowały zmienne warunki pogodowe. W latach 1987 oraz 1988 opady były wyższe od średnich w wieloleciu, szczególnie w czerwcu i lipcu. Opady w okresie wegetacji roku 1986 były zbliżone do normy z wielolecia, natomiast w roku 1989 wyraźnie niższe.

Tabela 1
Table 1

Odmiany hodowlane roślin i nawożenie azotowe w doświadczeniach
Varieties of plants and nitrogen fertilization in experiments

Roślina - Plant	Odmiana Variety	Poziomy nawożenia kg N/ha Levels of fertilization kg N/ha			
		1	2	3	4
Ziemniaki - Potatoes	Brda	0	60	120	180
Marchew - Carrot	St Valery	0	60	120	180
Buraki pastewne - Fodder beet	Tedamono	0	80	160	240
Buraki cukrowe - Sugar beet seed	PN Mono 1	0	80	160	240

Pszenica ozima - Winter wheat	Grana	0	60	120	180
Pszenica jara - Spring wheat	Henika	0	60	120	180
Pszennyto - Triticale	Dagro	0	60	120	180
Jęczmień ozimy - Winter barley	Komes	0	50	100	150
Jęczmień jary - Spring barley	Rudzik	0	50	100	150
Owies - Oat	Marcus	0	50	100	150

Groch - Pea	Ramir	×	×	×	×
Soya - Soybean	Progres	0	30	60	90
Bobik - Faba bean	Dino	×	×	×	×
Łubin biały - White lupine	Wat	0	20	40	60

Lucerna - Alfalfa	Orchesienne	0	40	80	120
Życica wielokwiatowa - Italian ryegrass	Kroto	0	150	300	450

× - nawożenia azotowego nie stosowano
- without nitrogen fertilization

Tabela 2
Table 2Dawki wody z deszczowania (mm)
Doses of sprinkling water (mm)

Roślina - Plant	Lata - Years			
	1986	1987	1988	1989
Ziemniaki - Potatoes	90	-	-	160
Marchew - Carrot	90	-	-	*
Buraki pastewne - Fodder beet	*	-	-	180
Buraki cukrowe - Sugar beet seed	120	-	-	140

Pszenica ozima - Winter wheat	60	15	70	130
Pszenica jara - Spring wheat	90	15	-	165
Pszenżyto - Triticale	*	15	70	130
Jęczmień ozimy - Winter barley	120	30	-	70
Jęczmień jary - Spring barley	90	-	-	165
Owies - Oat	90	-	-	165

Groch - Pea	*	50	35	125
Soja - Soybean	120	-	-	*
Bobik - Faba bean	*	*	85	135
Łubin biały - White lupine	60	-	-	*

Lucerna - Alfalfa	120	-	70	245
Życica wielokwiatowa - Italian ryegrass	*	-	70	245

* - doświadczenie nie było realizowane
* - experiment was not carriedTabela 3
Table 3Temperatura i opady atmosferyczne w okresie wegetacji w latach 1986-1989
Temperature and rainfalls during the vegetation period in 1986-1989

Lata - Years	Miesiące - Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV - IX
Temperatura w °C - Temperature in °C							
1951 - 1985	7,4	13,2	16,8	18,2	17,4	13,5	14,4
1986	5,5	16,6	17,9	19,5	18,2	11,7	15,4
1987	9,1	12,3	16,4	18,4	16,3	14,2	14,4
1988	8,9	16,3	17,5	20,2	18,9	14,6	16,1
1989	10,1	16,0	17,3	19,5	18,6	16,1	16,3
Opady w mm - Rainfalls in mm							
1951 - 1985	31,6	50,3	59,4	71,9	53,7	43,2	310,1
1986	34,7	55,8	81,9	38,2	66,6	26,0	303,2
1987	30,1	36,3	94,2	134,8	68,4	84,3	448,1
1988	28,1	18,8	98,2	118,2	31,2	51,1	345,6
1989	30,8	9,7	22,4	92,0	48,2	13,7	216,8

3. WYNIKI BADAŃ

Spośród roślin okopowych średnio dla czteroletniego okresu badań istotnymi zwyżkami plonów na deszczowanie (niezależnie od nawożenia) zareagowały tylko ziemniaki i buraki cukrowe w uprawie na nasiona (tab. 4).

Tabela 4
Table 4

Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego
na plony roślin okopowych w latach 1986-1989 (t/ha)
Influence of sprinkling and nitrogen fertilization
on the yields of root crops in the years 1987-1989 (t/ha)

Wariant wodny Water variant	Poziomy nawożenia Fertilization level	Ziemniaki Potatoes	Marchew Carrot	Buraki pastewne Fodder beet		Buraki nasienne Sugar beet seed
				korzenie roots	liście leaves	
W ₁	1	22,90	56,78	38,99	22,32	2,40
	2	33,02	67,98	49,83	33,74	2,91
	3	36,48	74,98	57,42	42,20	3,26
	4	38,64	68,97	54,75	45,23	3,40
	średnio average	32,73	67,18	50,25	35,87	2,99
W ₀	1	24,36	54,99	38,86	26,42	2,04
	2	28,68	66,35	46,78	32,51	2,54
	3	34,58	71,73	51,75	41,17	2,62
	4	32,58	63,32	50,63	42,16	2,88
	średnio average	30,05	64,10	47,00	35,56	2,57
Przyrost t/ha Increase %		2,68 8,90	3,08 4,80	3,25 6,90	0,31 0,01	0,42 16,30
NIR - LSD	deszczowanie sprinkling	2,00	-	-	-	2,20
	nawożenie fertilization	1,30	2,88	2,74	1,90	0,10
	deszczowanie x x nawożenie sprinkling x x fertilization	1,84	-	2,75	2,80	-

W przypadku ziemniaków oraz buraków pastewnych deszczowanie współdziałało z nawożeniem azotowym, co wyraziło się większymi przyrostami plonów w miarę zwiększania dawek azotu do optymalnego poziomu na kombinacjach deszczowanych. Na plony marchwi i buraków nasiennych nawożenie azotowe wpływało niezależnie od deszczowania.

Plony ziarna badanych gatunków zbóż deszczowanie różnicowało współdziałając z nawożeniem azotowym. Przyrosty plonów na kombinacjach deszczowanych przy zwiększaniu dawek azotu były wyraźnie większe niż na kontrolnych (tab. 5). Niezależnie od nawożenia deszczowanie nie wpłynęło na plony pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego. Najwyższe przyrosty uzyskano przy deszczowaniu jęczmienia ozimego (20,4 %) i owsa (19,0 %).

Tabela 5
Table 5

Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego
na plony roślin zbożowych w latach 1986-1989 (t/ha)
Influence of sprinkling and nitrogen fertilization
on the yields of cereal crops in the years 1986-1989 (t/ha)

Wariant wodny Water variant	Poziomy nawożenia Fertilization level	Pszenica ozima Winter wheat	Pszenżyto ozime Triticale	Jęczmień ozimy Winter barley	Pszenica jara Spring wheat	Jęczmień jary Spring barley	Owies Oat
W ₁	1	3,26	2,52	2,97	3,28	2,49	3,28
	2	4,35	3,71	4,08	4,59	3,56	4,20
	3	5,18	4,85	4,44	5,12	3,86	5,06
	4	4,85	4,71	4,28	4,88	3,73	4,98
	średnio average	4,41	3,95	3,94	4,47	3,41	4,38
W ₀	1	3,25	2,47	2,85	3,02	2,42	2,90
	2	4,54	3,77	3,35	4,06	3,14	3,71
	3	4,69	4,50	3,52	4,54	3,24	4,20
	4	4,33	4,44	3,34	4,15	3,18	3,90
	średnio average	4,20	3,79	3,27	3,94	3,00	3,68
Przyrost t/ha Increase %		0,21 5,00	0,16 4,20	0,67 20,40	0,53 13,40	0,41 13,60	0,70 19,00
NIR - LSD	deszczowanie sprinkling	-	-	0,20	0,17	0,09	0,16
	nawożenie fertilization	0,04	0,10	0,11	0,04	0,03	0,04
	deszczowanie x x nawożenie sprinkling x x fertilization	0,03	0,21	0,15	0,05	0,05	0,05

Z roślin strączkowych bobik i groch zareagowały na deszczowanie silniej niż soja i łubin biały. Plony łubinu w obu wariantach wodnych były najwyższe przy nawożeniu dawką 20 kg, a soi 60 kg N/ha. Plony lucerny wzrosły pod wpływem deszczowania o 14,4 %, a życicy wielokwiatowej o

17,9 %. Lucerna korzystnie reagowała na wzrost nawożenia azotowego do dawki 80 kg, natomiast żylica do 450 kg N/ha, przy czym przyrosty plonów w warunkach deszczowania (w miarę wzrostu dawek azotu) były większe (tab. 6).

Tabela 6
Table 6

Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego
na plony roślin pastewnych i strączkowych
w latach 1986-1989 (t/ha)

Influence of sprinkling and nitrogen fertilization
on the yields of fodder and pulse crops
in the years 1986-1989 (t/ha)

Wariant wodny Water variant	Poziomy nawożenia Fertilization level	Lucerna Alfalfa	Żylica wielokwiatowa Italian ryegrass	Soja Soy-bean	Łubin biały White lupine	Groch Pea	Bobik Faba bean
W ₁	1	48,70	29,70	0,90	2,57	-	-
	2	54,90	59,50	1,14	2,74	-	-
	3	58,10	82,00	1,40	2,77	-	-
	4	54,10	91,70	1,50	2,47	-	-
	średnio average	54,00	65,80	1,23	2,64	5,28	5,24
W ₀	1	37,00	28,70	0,77	2,36	-	-
	2	42,50	52,50	1,07	2,64	-	-
	3	45,00	67,90	1,27	2,61	-	-
	4	40,30	74,10	1,38	2,40	-	-
	średnio average	47,20	55,80	1,12	2,50	4,37	3,55
Przyrost t/ha Increase %		6,80 14,40	10,00 17,90	0,11 9,80	0,14 5,60	0,91 20,80	1,69 47,60
NIR - LSD	deszczowanie sprinkling	5,30	1,84	0,09	0,13	0,52	0,65
	nawożenie fertilization	1,50	1,51	0,11	0,18	-	-
	deszczowanie x x nawożenie sprinkling x x fertilization	1,20	2,61	0,20	-	-	-

Wyliczenia przyrostów plonów, po ich przeliczeniu na jednostki zbożowe, przy optymalnych poziomach nawożenia azotowego, tylko dla lat suchych wykazują, że najwyższymi procentowymi przyrostami zareagowały na deszczowanie buraki nasienne, jęczmień ozimy, owies, jęczmień jary, bobik i pszenica jara (tab. 7).

Tabela 7
Table 7

Przyrosty plonów i produktywność 1 mm wody z deszczowania przy optymalnych poziomach nawożenia azotowego w latach suchych (średnio z lat 1986 i 1989)

Yield increases and productivity of 1 mm of sprinkling water at optimum nitrogen fertilization levels in dry years (average from 1986 and 1989)

Roślina - Plant	Plon bez deszczowania t/ha Yield without sprinkling t/ha	Przyrost plonu Increase of yield			Produktywność 1 mm wody Productivity of 1 mm of water	
		t/ha	jednostki zbożowe cereal units	%	kg/ha	jednostki zbożowe cereal units
Ziemniaki Potatoes	38,15	9,37	2342	32,5	75,00	18,75
Buraki pastewne Fodder beet						
- korzenie - roots	46,97	9,90	990	21,0	97,38	9,34
- liście - leaves	37,50	4,92	492	13,1	48,46	4,85
Marchew Carrot	78,77	6,36	954	7,9	60,57	9,09
Buraki nasienne Sugar beet seed	1,87	1,39	4170	74,3	10,65	31,96
Pszemica ozima Winter wheat	4,58	0,73	730	15,9	8,42	8,42
Pszemica jara Spring wheat	3,52	1,38	1380	39,2	6,90	6,90
Jęczmień ozimy Winter barley	2,94	1,80	1800	61,2	18,89	18,89
Jęczmień jary Spring barley	2,63	1,37	1370	52,0	10,78	10,78
Owies Oat	3,34	1,75	1750	52,3	13,73	13,73
Pszemczyto Triticale	3,73	0,43	430	11,5	4,50	4,50
Groch Pea	4,37	0,91	1092	20,8	13,04	15,65
Bobik Faba bean	3,55	1,69	2028	47,6	15,36	18,44
Łubin biały White lupine	3,17	0,58	696	16,3	4,83	5,80
Soja Soybean	0,72	0,27	405	37,5	2,25	3,38
Lucerna Alfalfa	40,90	16,57	2485	40,5	114,25	17,14
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	64,20	18,00	2340	28,0	113,97	14,82

Buraki nasienne dały również najwyższy przyrost plonu z 1 ha w jednostkach zbożowych, natomiast zboża - silnie reagujące na dodatek wody, ustąpiły pod tym względem miejsca lucernie, ziemniakom, życicy wielokwiatowej i bobikowi.

Produktywność jednostki wody z deszczowania badanych roślin była bardzo zróżnicowana i mieściła się w zakresie od 3,38 do 31,96 jednostki zbożowej z ha na 1 mm opadu. Najwyższą produktywność 1 mm wody uzyskano deszczując buraki nasienne, jęczmień, ziemniaki, bobik i lucernę, natomiast najmniejszą uzyskano deszczując soję, pszenżyto i łubin biały.

4. DYSKUSJA WYNIKÓW

W sytuacji problematycznej opłacalności deszczowania, szczególnego znaczenia nabierają takie rozwiązania inwestycji deszczownianych, eksploatacji urządzeń i uprawy roślin, które mogłyby poprawić efekty ekonomiczne. Niezależnie od tych uwarunkowań i dotychczasowych badań przeprowadzonych na terenie całego kraju wynika, że największe efekty daje deszczowanie na glebach lekkich [4, 6].

W badaniach przeprowadzonych na glebie lekkiej określono wzrost produkcji pod wpływem deszczowania wyliczając średnie wieloletnie przyrosty plonów dla wszystkich lat doświadczeń, a następnie przyrosty uzyskane dzięki deszczowaniu z uwzględnieniem tylko lat suchych, w których konieczne było uzupełnianie wody roślinom. Porównanie wysokości przyrostu plonów poszczególnych gatunków poprzez przeliczenie plonów rzeczywistych na jednostki zbożowe daje obiektywniejszą informację o możliwym wzroście produkcji w warunkach deszczowania i o jednostkowej produktywności wody uzupełniającej opady.

Stwierdzone w badaniach interakcje deszczowania z nawożeniem azotowym wskazują na lepsze wykorzystanie azotu w korzystniejszych warunkach wilgotnościowych i skutkiem tego większe przyrosty plonów w miarę wzrostu poziomu nawożenia na poletkach deszczowanych. Uzyskane przyrosty potwierdzają wyniki Piechowiaka i wsp. [6] oraz Dzieżyca [1] o możliwości uzyskania największych przyrostów produkcji i najwyższej produktywności jednostkowej wody przy deszczowaniu buraków nasiennych, ziemniaków, bobiku, grochu. Z tych samych względów bardzo celowe, podobnie jak u Dzieżyca [2] oraz Rojka [7], okazało się deszczowanie lucerny i życicy wielokwiatowej. Różna reakcja roślin na deszczowanie nie wpłynęła zasadniczo na uszeregowanie gatunków pod względem ich możliwości produkcyjnych w porównaniu do warunków bez nawodnień.

Wyliczenia jednostkowej efektywności deszczowania wyrażonej w jednostkach zbożowych na 1 mm opadu wykazały, że najwyższą produktywność wody można uzyskać przy nawodnieniu buraków nasiennych, jęczmienia ozimego, bobiku, lucerny i życicy wielokwiatowej. Wysoką produktywność jednostkową wody w przypadku jęczmienia ozimego tłumaczy wystąpienie, w trzech latach czteroletniego cyklu badań, bardzo niskich opadów w kwietniu i maju.

Przedstawione efekty produkcyjne deszczowania powinny być uzupełnione oceną efektów ekonomicznych. W chwili obecnej z uwagi na wysokie koszty środków produkcji, niestabilność i niewłaściwe relacje cen poszczególnych płodów rolnych, obiektywny rachunek ekonomiczny jest niemożliwy.

5. WNIOSKI

1. Spośród uprawianych roślin tylko marchew, buraki pastewne (plon wtóry), pszenica ozima i pszenżyto ozime nie zareagowały istotną zwyżką plonów na deszczowanie niezależnie od nawożenia azotowego.

2. Stwierdzone współdziałanie deszczowania z nawożeniem azotowym w oddziaływaniu na plony niektórych roślin wyraziło się większymi przyrostami plonów w miarę wzrostu dawek azotu w warunkach deszczowania.

3. Najwyższe przyrosty plonów z ha pod wpływem deszczowania w przeliczeniu na jednostki zbożowe z uwzględnieniem tylko lat, w których zaistniała potrzeba uzupełniania wody roślinom, uzyskano przy uprawie buraków nasiennych (4170 j. zb.), lucerny (2485 j. zb.), ziemniaków (2342 j. zb.), życicy wielokwiatowej (2340 j. zb.), bobiku (2028 j. zb.) i jęczmienia ozimego (1800 j. zb.).

4. Produktywność 1 mm wody z deszczowania wyrażona w jednostkach zbożowych była najwyższa przy deszczowaniu buraków nasiennych (32,0 j. zb.), jęczmienia ozimego (18,9 j. zb.), ziemniaków (18,8 j. zb.), lucerny (17,1 j. zb.), grochu (15,7 j. zb.), życicy wielokwiatowej (14,8 j. zb.), owsa (13,7 j. zb.) i jęczmienia jarego (10,8 j. zb.).

LITERATURA

- [1] Dzieżyc J., 1988: Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN Warszawa
- [2] Dzieżyc J., 1989: Potrzeby wodne roślin uprawnych. PWN Warszawa
- [3] Dzieżyc J., Nowak L.; 1990: Wpływ nawodnienia deszczowanego na produkcję polową. Materiały na konferencję naukową „Usprawnienie eksploatacji deszczowni wielkoobszarowych”. Poznań, 5 - 9
- [4] Dzieżyc J., Dmowski Z., Dzieżycowa D., Nowak L., Panek K., 1986: Produktywność nawadniania zależnie od ilości opadów, poziomu nawożenia, i zwięzłości gleb. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 284, 43 - 55
- [5] Łojewski S., 1990: Zasobochłonność i ekonomika eksploatacji systemów deszczownianych. Tezy. Materiały na konferencję naukową „Usprawnienie eksploatacji deszczowni wielkoobszarowych”. Poznań, 40 - 44
- [6] Piechowiak K., Sobiech S., Orłowski F., Borówcza F., 1978: Wpływ różnych poziomów nawożenia w warunkach deszczowania na plon niektórych roślin uprawnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 199, 27 - 35

- [7] Rojek S., 1986: Potrzeby wodne roślin motylkowych. Fragmenta Agronomica 2, 3-20

INFLUENCE OF SPRINKLING AND NITROGEN FERTILIZATION ON THE YIELDS
OF SOME CULTIVATED PLANTS IN WIELKOPOLSKA CONDITIONS

Summary

In the experiment carried out in 1986-1989 the influence of sprinkling and nitrogen fertilization on the yields of 4 root crops, 6 cereal crops, 4 pulse crops and 2 fodder crops was investigated.

Among investigated plants sprinkling independently nitrogen fertilization did not cause a significant increase only in case of carrot, fodder beet, winter wheat and triticale. No interaction between sprinkling and nitrogen fertilization on the yields of carrot, sugar beet seed and white lupine was stated. Other plants raised more yield with increasing nitrogen doses accompanied by sprinkling.

The highest increase of yields in cereal units in dry years due to sprinkling were obtained from sugar beet seed (4170 cereal units), alfalfa (2485), potatoes (2342), italian ryegrass (2340), faba bean (2028) and winter barley cultivation (1800 cereal units). When converted to 1 mm of sprinkling water the highest increments of yield in cereal units gave sugar beet seed (31,96 cereal units), winter barley (18,89), potatoes (18,75), alfalfa (17,14), pea (15,65), italian ryegrass (14,82), oat (13,73) and spring barley (10,78).

WPLYW DESZCZOWANIA I NAWOŻENIA AZOTEM
NA PLONOWANIE ZIEMNIAKÓW JADALNYCH
UPRAWIANYCH NA GLEBIE BARDZO LEKKIEJ

Jerzy Peszek, Stanisław Rolbiecki

Katedra Melioracji i Użytków Zielonych
Wydział Rolniczy, ATR Bydgoszcz

W latach 1986-1990 przeprowadzono doświadczenie na glebie bardzo lekkiej zaliczanej do kompleksu żytniego bardzo słabego. Jego celem było poznanie wpływu deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie ziemniaków jadalnych odmiany Mila. Badania potwierdziły, że deszczowanie istotnie zwiększało plon bulw i podnosiło zawartość frakcji większych kosztem mniejszych oraz sprzyjało wzrostowi zawartości suchej masy i skrobi. Największe przyrosty plonów pod wpływem deszczowania obserwowano szczególnie w latach suchych. Wzrastające dawki nawożenia azotowego różnicowały istotnie plon bulw oraz powodowały wzrost udziału frakcji większych na obiektach deszczowanych, nie wpływając przy tym na zawartość suchej masy i skrobi. Wyniki badań dowodzą dużej przydatności gleb bardzo lekkich do uprawy ziemniaków, pod warunkiem prawidłowej agrotechniki i zastosowania nawodnień w okresach posusznych.

1. WSTĘP

Badania nad efektami deszczowania prowadzono głównie na glebach żytnich dobrych - IV klasa bonitacyjna [3, 9, 11 - 13], a tylko nieliczne na najsłabszych [5 - 8]. Niejednokrotnie do deszczowania przeznaczają się przypadkowo wybrane obszary, bez uwzględnienia rodzaju gleb, dając często pierwszeństwo glebom dobrym: III i nawet II klasy bonitacyjnej [6, 7, 10]. Wyrażane są również poglądy negujące celowość instalowania deszczowni na glebach kompleksu żytniego słabego i bardzo słabego [2].

Odmienne poglądy w sprawie deszczowania roślin na glebach bardzo lekkich reprezentuje Grabarczyk [6, 7]. Traktuje on deszczowanie jako meliorację podstawową, a nawet rekultywację pozwalającą na uzyskiwanie plonów podobnych do otrzymywanych na glebach wyższych klas bonitacyjnych.

Celem doświadczenia było poznanie wpływu deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie ziemniaków jadalnych odmiany Mila, uprawianych na glebie bardzo lekkiej zaliczanej do kompleksu żytniego bardzo słabego.

2. METODA I WARUNKI BADAŃ

Doświadczenie z deszczowaniem ziemniaków prowadzono w latach 1986 - 90, w Kruszyńce Krajeńskim koło Bydgoszczy.

Charakterystyczną cechą gleby pola doświadczalnego jest mała zawartość części spławialnych w warstwie ornej (7 %) i podornej (3 - 5 %) oraz niska połowa pojemność wodna wynosząca w warstwie 1 m 90 milimetrów wody. Poziom wody gruntowej w okresie wegetacji był poniżej 1,4 - 1,6 metra.

Doświadczenie prowadzono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym, w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletek do sadzenia wynosiła 56 m², a do zbioru 28 - 32 m², zależnie od roku.

Czynniki doświadczenia:

- I. Nawadnianie: W_0 - bez deszczowania (poletka kontrolne),
 W_1 - deszczowanie optymalne prowadzone w całym okresie wegetacji, przy spadku wilgotności gleby do 70 % ppw w warstwie 0 - 40 cm.

- II. Nawożenie azotem: N_1 - 75, N_2 - 100, N_3 - 125, N_4 - 150 kg/ha.

Ziemniaki uprawiano na oborniku po jęczmieniu browarnym. Stosowano przedsięwzięcie na wszystkich poletkach nawożenie azotowe równe poziomowi N_1 . Zróżnicowanie poszczególnych kombinacji nawozowych osiągnęto poprzez główne zasilanie roślin pozostałą częścią azotu.

Nawożenie potasem i fosforem stosowano przedsięwzięcie. Dawki ustalano na podstawie zasobności gleby w te składniki po zbiorze przedplonu. Wynosiły one: 45 - 60 kg/ha P_2O_5 i 160 - 170 kg/ha K_2O w zależności od zasobności gleby w dany składnik w określonym roku.

W okresie 5 lat badań tylko sezon wegetacyjny 1989 roku charakteryzował się opadami mniejszymi o 200 mm od przeciętnych i temperaturą powietrza wyższą o 2,0 °C od wartości średnich. Opady niższe od przeciętnych, w granicach około 87 mm, wystąpiły również w sezonie wegetacyjnym 1986 i 1990 roku. W pozostałych latach opady były bliskie przeciętnych.

Dawki nawodnień uzupełniających (tab. 1) były uzależnione od wysokości opadów atmosferycznych i ich rozkładu w sezonie wegetacyjnym.

Tabela 1
Table 1

Sezonowe dawki nawodnieniowe ziemniaków
Season doses of water for potatoes

Rok Year	Miesiące - Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
1986	-	-	60	75	60	-	195
1987	-	-	-	60	20	20	100
1988	-	-	-	30	43	-	73
1989	-	-	25	125	75	-	225
1990	-	-	25	75	25	-	125

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Nawodnienie miało istotny wpływ na plon świeżej masy bulw. Średni ich przyrost pod wpływem deszczowania dochodził do 15,8 t/ha (tab.2). W latach suchych przyrosty te wynosiły 23,8 t/ha (1986 r.) i 28,9 t/ha (1989 r.).

Wysokie plony bulw z poletek deszczowanych i nie deszczowanych (tab.2) osiągnięto w 1988 roku, co było następstwem szczególnie korzystnych warunków atmosferycznych.

Stwierdzono istotny wpływ wzrastających dawek nawożenia azotowego na plon bulw. Najwyższe plony zanotowano przy poziomie nawożenia 125 kg N/ha. W latach suchych wystąpiło przy tym statystycznie udowodnione współdziałanie deszczowania z nawożeniem (tab. 2).

Tabela 2
Table 2Plon ziemniaków jadalnych w t/ha
The yield of edible potatoes in t/ha

Wariant doświadczenia Experiment variant	Lata - Years					Średnio Mean	
	1986	1987	1988	1989	1990		
Nie deszczowane Not irrigated	N ₁	21,1	37,9	41,8	8,4	24,3	26,7
	N ₂	20,9	37,2	41,7	7,7	24,7	26,4
	N ₃	20,1	39,6	43,1	8,1	25,5	27,3
	N ₄	18,3	37,3	45,2	8,4	25,6	27,0
Deszczowane Irrigated	N ₁	41,3	49,0	44,0	32,1	31,9	39,7
	N ₂	43,1	51,5	44,7	35,6	34,3	41,8
	N ₃	46,6	55,7	43,1	40,4	37,8	44,7
	N ₄	44,5	51,9	44,0	40,2	40,1	44,1
Czynnik wodny - Water factor							
Nie deszczowane Not irrigated	20,1	38,0	43,0	8,2	25,0	26,8	
Deszczowane Irrigated	43,9	52,0	44,0	37,1	36,0	42,6	
Czynnik nawozowy - Fertilizer factor							
N ₁	31,2	43,5	42,9	20,2	28,1	33,2	
N ₂	32,0	44,3	43,2	21,6	29,5	34,1	
N ₃	33,4	47,6	43,1	24,2	31,6	36,0	
N ₄	31,4	44,6	44,6	24,3	32,8	35,6	
Średnio - Mean	32,0	45,0	43,4	22,6	30,5	34,7	
NIR _{0,05} dla - LSD _{0,05} for							
Deszczowanie (I) Irrigation (I)	6,9	3,4	-	6,1	2,7	1,4	
Nawożenie (II) Fertilization (II)	-	2,8	-	2,9	2,3	1,2	
Interakcja (II x I) Interaction (II x I)	-	-	-	4,1	3,2	1,6	
Interakcja (I x II) Interaction (I x II)	-	-	-	5,3	3,2	2,0	

Deszczowanie wywierało dodatni wpływ na udział frakcji większych kosztem mniejszych. W plonach bulw z poletek kontrolnych (niezależnie od poziomu nawożenia) przeważała frakcja średnia o średnicy 4-6 cm. Natomiast plony z poletek deszczowanych charakteryzowały się ponad trzykrotnym zmniejszeniem się frakcji drobnej o średnicy poniżej 4 cm, nieznacznym zwiększeniem frakcji średniej (4-6 cm) oraz prawie dwukrotnym zwiększeniem frakcji dużej - powyżej 6 cm (tab.3).

Tabela 3
Table 3

Struktura plonu ziemniaków (średnio z lat 1986-1990)
The structure of yield potato (mean from 1986-1990)

Wariant doświadczenia Experiment variant	Poziom nawożenia Fertilization level	Frakcje w % Fraction in %			Liczba bulw z 1 krzaka (szt.) Number tubers from 1 bush	Masa bulw z 1 krzaka (kg) Mass tubers from 1 bush (kg)
		< 4 cm	4-6 cm	> 6 cm		
Nie deszczowane Not irrigation	N ₁	36,8	43,3	19,9	15,6	0,75
	N ₂	32,0	40,7	27,3	14,4	0,80
	N ₃	34,0	39,9	26,1	14,3	0,79
	N ₄	31,3	41,0	27,7	15,5	0,78
Średnio - Mean		33,5	41,2	25,3	15,0	0,78
Deszczowane Irrigated	N ₁	8,8	45,3	45,9	14,7	0,99
	N ₂	7,7	42,0	50,3	15,5	1,15
	N ₃	9,3	37,8	52,9	16,7	1,14
	N ₄	11,3	44,5	44,2	17,4	1,21
Średnio - Mean		9,3	42,4	48,3	16,1	1,12

Wzrastające dawki nawożenia azotowego na poletkach deszczowanych wpływały na wzrost procentowej zawartości frakcji większych - powyżej 6 cm, do poziomu nawożenia 125 kg/ha włącznie (tab.3).

Deszczowanie nie miało większego wpływu na liczbę bulw z jednego krzaka, z tym że średnia masa bulw wzrosła o 0,34 kg (tab.3).

Wzrastające dawki nawożenia azotowego wpływały na wzrost liczby bulw z jednego krzaka jedynie na poletkach deszczowanych. Najwyższy plon z jednej rośliny osiągnięto z obiektu nawadnianego przy nawożeniu 150 kg N/ha (tab.3).

W bulwach pochodzących z poletek deszczowanych stwierdzono nieco wyższą zawartość suchej masy i skrobi w porównaniu z poletkami kontrolnymi (tab.4).

Interesujące są również wyniki analizy innych składników chemicznych bulw (tab.4). Nawodnienie zmniejszało w nich zawartość azotu ogólnego, w nieznacznym stopniu potasu i magnezu oraz nie miało większego wpływu na zawartość pozostałych składników.

Tabela 4
Table 4

Zawartość suchej masy i skrobi oraz skład chemiczny bulw w % suchej masy (wartości średnie ze wszystkich poziomów nawożenia)

Contents of dry matter and starch, and chemical accumulation of tubers on % dry matter (average value from all levels of fertilization)

Wariant doświadczenia Experiment variant	% suchej masy % of dry matter	% skrobi % of starch	N ogólny Total N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
Nie deszczowane Not irrigated	22,0	15,0	1,69	0,61	2,78	0,10	0,15	0,04
Deszczowane Irrigated	22,7	15,4	1,24	0,62	2,77	0,10	0,14	0,06
Różnica Difference	+0,7	+0,4	-0,45	+0,01	-0,01	0,00	-0,01	+0,02

Wzrastające nawożenie azotowe wyraźnie zwiększało koncentrację azotu ogólnego w bulwach, zmniejszało zawartość suchej masy oraz nie miało wyraźnego wpływu na procentowy skład skrobi, fosforu, potasu, wapnia, magnezu i sodu.

Przyrost świeżej masy bulw w kilogramach na 1 milimetr rozdeszczowanej wody zależał od wysokości nawożenia azotowego i przebiegu warunków pogodowych w kolejnych latach badań (tab.5). Efekty nawodnień i przyrostu plonu były najkorzystniejsze w latach suchych.

Najlepszą efektywność dawek wody osiągnięto przy najwyższym urodzaju ziemniaków w 1987 roku i wzrastała ona do poziomu nawożenia 125 kg N/ha.

Tabela 5
Table 5

Przyrost plonów świeżej masy bulw w kilogramach na 1 milimetr rozdeszczowanej wody

Increase of fresh weight crop of potato tubers in kg on 1 mm irrigation water

Poziom nawożenia Fertilization level	Lata - Years					Średnio Mean
	1986	1987	1988	1989	1990	
N ₁	103,6	111,0	30,1	105,3	60,8	82,2
N ₂	113,8	143,0	41,1	124,0	76,8	99,7
N ₃	136,9	161,0	0,0	143,6	98,4	108,0
N ₄	134,4	146,0	-16,4	141,3	116,0	104,3
Średnio - Mean	122,2	140,2	13,7	128,6	88,0	98,6

4. DYSKUSJA WYNIKÓW

Uzyskane plony świeżej masy bulw z poletek deszczowanych, wynoszące średnio 42,6 t/ha, są w świetle literatury interesującymi. Dowodzą one bardzo dużej przydatności gleb bardzo lekkich do uprawy ziemniaków, pod warunkiem prawidłowej agrotechniki i zastosowania nawodnień w okresach posusznych. W doświadczeniach odmianowych w latach 1986-1990, ziemniaki jadalne Mila plonowały średnio w kraju na poziomie 38,2 t/ha [1], ale w wyraźnie lepszych warunkach glebowych. W produkcji rolniczej osiągnięto w tych latach w kraju zaledwie 18,2 t/ha [14].

Przyrosty plonu bulw pod wpływem deszczowania, wynoszące średnio 15,8 t/ha, są znacznie wyższe niż osiągnięte przez innych autorów [3, 9, 12, 13, 15-17].

W doświadczeniu potwierdzono natomiast bardzo wysoką efektywność nawadniania ziemniaków na kompleksie żytnim bardzo słabym, osiągniętą wcześniej przez Grabarczyka [6].

Zaobserwowany wzrost suchej masy i skrobi w bulwach pochodzących z poletek deszczowanych nie znajduje potwierdzenia w innych badaniach [3, 9], wskazujących raczej na ujemne oddziaływanie tego zabiegu na wymienione cechy. Obniżenie zawartości procentowej w suchej masie bulw azotu ogólnego jest zgodne z pozostałymi, wcześniejszymi badaniami [4, 12].

5. WNIOSKI

1. Deszczowanie istotnie zwiększało plon bulw i podnosiło procentową zawartość frakcji większych kosztem mniejszych oraz sprzyjało wzrostowi zawartości suchej masy i skrobi. W roku bardzo suchym wyżki plonów pod wpływem deszczowania dochodziły nawet do 32,3 t/ha.

2. Wzrastające dawki nawożenia azotowego różnicowały istotnie plon bulw. Powodowały wzrost udziału frakcji większych na obiektach deszczowanych, nie wpływając przy tym na zawartość suchej masy i skrobi.

3. Statystycznie udowodnione współdziałanie deszczowania ze wzrastającym nawożeniem azotowym wystąpiło tylko w latach 1989 i 1990 oraz w płonach średnich.

4. Deszczowanie spowodowało obniżenie w suchej masie bulw procentowej zawartości azotu ogólnego i nie miało większego wpływu na koncentrację P_2O_5 , K_2O , CaO , MgO , Na_2O .

5. Efektywność deszczowania liczona w kilogramach przyrostu plonu na 1 milimetr rozdeszczowanej wody była największa w latach suchych i przy nawożeniu azotowym wynoszącym 125 kg N/ha.

LITERATURA

- [1] Borys J., Komasa J., 1986, 1987, 1988, 1990: Ziemiak. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. COBORU, z.806, z.819, z.858, z.913
- [2] Drupka S., 1975: Wytyczne lokalizacji deszczowni rolniczych do nawadniania wodą czystą. Biul. Inform. Melior. Roln., IMUZ, 1, 1-7
- [3] Dzieżyc J., Dmowski Z., Nowak L., Panek K., 1987: Efekty i efektywność produkcyjna deszczowania roślin w uprawie polowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 326, 27-43
- [4] Dzieżycowa D., 1978: Wpływ zróżnicowanych warunków wodnych i nawozowych na przyrost masy oraz wysokość i jakość plonu buraka pastewnego i ziemniaka na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 199, 89-138
- [5] Gonet Z., Hendrysiak J., Kozłowski H., Pabin J., 1987: Efektywność nawadniania, nawożenia i głębokość uprawy na luźnej glebie piaszczystej w świetle ośmioletniego doświadczenia płodozmianowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 199, 49-64
- [6] Grabarczyk S., 1986: Kryteria lokalizacji deszczowni. Fragm. Agronom., 1, 15-28
- [7] Grabarczyk S., 1987: Efekty, potrzeby i możliwości nawodnień deszczownianych w różnych regionach kraju. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 49-64
- [8] Grabarczyk S., Peszek J., Rzekanowski C., Żarski J., 1990: Rejonizacja potrzeb nawadniania w Krainie Wielkich Dolin. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 387, 73-87
- [9] Gruszka J., 1976: Wpływ deszczowania i nawożenia na plonowanie i niektóre cechy jakościowe buraka cukrowego i ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 181, 665-669
- [10] Gruszka J., 1985: Produkcyjne efekty deszczowania na Kujawach w roku suchym na przykładzie SHR w Polanowicach. Wiad. Melior. i Łąk., 1, 29-30
- [11] Hendrysiak J., 1970: Reakcja kilku późniejszych odmian ziemniaków na deszczowanie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 110, 519-522
- [12] Herse J., Kołpak R., 1976: Wpływ nawadniania i wysokich dawek nawozów mineralnych na plon i wartość użytkową ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 181, 255-267
- [13] Jankowiak J., Tomaszewska J., 1987: Efekty deszczowania roślin w zależności od warunków klimatycznych i glebowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 173-191
- [14] Rocznik statystyczny GUS, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990. Warszawa

- [15] Rojek S., 1987: Efekty deszczowania różnych odmian ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 229-239
- [16] Rojek S., Chmura K., 1987: Efektywność produkcyjna deszczowania ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 326, 77-88
- [17] Roztropowicz S., 1976: Zmiany w rozwoju czterech odmian ziemniaków powodowane niekorzystnymi warunkami wilgotnościowymi. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 181, 163-171

THE INFLUENCE OF SPRINKLING IRRIGATION AND NITROGEN FERTILIZING
ON EDIBLE POTATOES CROPS WHEN CULTIVATED ON VERY LIGHT SOIL

Summary

In the years 1986 - 1990 we made experiment on very light soil, which is considered as a part of very weak rye complex. The aim of this experiment was to define the influence of sprinkling irrigation and diversified nitrogen fertilizing on crops of Mila brand edible potatoes.

The research studies confirmed, that sprinkling irrigation highly increased tuber crop and increased the content of greater fractions with simultaneous lowering of smaller fraction content and it had positive influence on growth of dry matter and starch content. The greatest increase of crops due to sprinkling irrigation was observed particularly in dry years.

Growing batches of nitrogen fertilizing distinctly diversified tuber crops and they caused the greater fractions content on sprinkling irrigated objects to grow up, without clear influence on dry matter and starch content.

The research results proved high suitability of light soils for potatoes cultivation, provided that agricultural actions are performed properly as well as sprinkling irrigation is used in dry periods.

REAKCJA BURAKÓW CUKROWYCH UPRAWIANYCH NA GLEBIE BARDZO LEKKIEJ
NA NAWADNIANIE DESZCZOWNIANE I NAWOŻENIE AZOTEM

Czesław Rzekanowski

Katedra Melioracji i Użytków Zielonych
Wydział Rolniczy, ATR Bydgoszcz

W latach 1986-1990, w gospodarstwie indywidualnym położonym w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy, przeprowadzono doświadczenie polowe, w celu zbadania reakcji buraków cukrowych uprawianych na glebie bardzo lekkiej na nawadnianie deszczowniane i nawożenie azotem. W wyniku deszczowania plon korzeni zwiększył się średnio z 25,9 do 45,7 t/ha (o 76,4%), a liści z 17,4 do 24,8 t/ha (o 42,5%). Bardzo korzystnym zmianom uległa struktura plonu, gdyż masa pojedynczego korzenia powiększyła się o 76%, udział frakcji najmniejszej (do 150 g) obniżył się dwunastokrotnie, a największej wzrósł o 78,5%.

Deszczowanie spowodowało jednocześnie wzrost zawartości cukru z 15,9 do 17,9% i suchej masy w korzeniach z 21,36 do 23,11% oraz obniżkę jej w liściach z 17,68 do 17,56%. Naj optymalniejszą dawką plonotwórczą w warunkach nawadniania okazało się 150 kg N na 1 hektar.

1. WSTĘP

Nawadnianie buraków cukrowych uprawianych na dobrych glebach nie daje w Polsce zachęcających efektów produkcyjnych. Ponadto bardzo wysokie koszty inwestycyjne deszczowni i stosunkowo niskie ceny na produkty rolne powodują, iż rolnicy są niechętni intensyfikacji produkcji poprzez nawadnianie.

Grabarczyk [3] w syntezie z licznych badań prowadzonych w kraju wykazał, iż w wyniku deszczowania średnie zwwyżki plonu korzeni buraków cukrowych wynoszą 10,9 t/ha. Najsłabsze rezultaty nie przekraczające 3,0 t/ha uzyskuje się na glebach najlepszych. Dowodzą tego badania Grabarczyka i wsp. [4] oraz Podstawki [7]. Na glebach średnich przyrosty plonu korzeni zamykają się w granicach 5-11 t/ha, o czym piszą Dzieżyc [1], Koszański [5] i Nowak [6].

Wysokie przyrosty plonu można uzyskać natomiast poprzez nawadnianie buraków uprawianych na glebach bardzo słabych. Grabarczyk [2] na glebie kompleksu żyniego bardzo słabego otrzymał w wyniku tego zabiegu wzrost plonu korzeni z 26,2 do 47,9 t/ha, tj. więcej o 83%.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu nawadniania deszczownianego i zróżnicowanego nawożenia azotem na plonowanie buraków cukro-

wych, uprawianych na glebie bardzo lekkiej, zaliczanej do kompleksu żyt-
niego słabego i bardzo słabego.

2. WARUNKI I METODYKA BADAŃ

Ścisłe doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 1986-1990 w gospo-
darstwie indywidualnym położonym w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy.
Wykonano je metodą losowych podbloków w dwuczynnikowym układzie zależnym
split-plot. Zastosowano dwa warianty wodne: obiekty kontrolne - nie na-
wadniane i obiekty deszczowane. Drugi czynnik stanowiły cztery poziomy na-
wożenia azotem: N_1 - 90 kg, N_2 - 120 kg, N_3 - 150 kg i N_4 - 180 kg N na
1 hektar. Uprawiano burak cukrowy odmiany PN Mono-1. Powierzchnia poletek
do zbioru wynosiła 20,0 m².

Corocznie jesienią stosowano obornik w dawce po 35 t/ha, oraz przed-
siewnie średnio po 100 kg P₂O₅ i 170 kg K₂O na 1 hektar. Kierowano się
przy tym zasobnością gleby w dany składnik nawozowy.

Badania polowe przeprowadzono na glebie bardzo lekkiej typu czarna
ziemia (podtyp - czarna ziemia zdegradowana), wytworzonej z piasku słabo
gliniastego na płytce zalegającym piasku luźnym. Zaliczono ją do V-VI kla-
sy bonitacyjnej, kompleksu przydatności rolniczej żyt-
niego słabego i bar-
dzo słabego. W warstwie ornej Ap liczącej 22 cm znajdowało się 7 % części
spławialnych, w podglebiu zaś tylko 5 %. Gleba ta charakteryzowała się du-
żą przepuszczalnością, a polowa pojemność wodna w poziomie 0-100 cm wyno-
siła 86 cm. Odczyn pH oznaczony w 1 n KCl był lekko kwaśny, a zasobność w
podstawowe makroelementy była na poziomie średnim.

Warunki meteorologiczne w latach 1986-1990 cechowały się dużą zmien-
nością (tab. 1). Za zimny należy uznać rok 1987, za stosunkowo przeciętne
- mimo chłodniejszych czerwców i sierpni - lata 1986 i 1988, oraz za bar-
dzo ciepłe - lata 1989-1990.

Przeciętnymi opadami w stosunku do średnich wieloletnich charakteryzo-
wały się lata 1987-1988. Ich rozkład był jednak bardzo niekorzystny, co
ilustruje rok 1988 z ponad dwumiesięczną posuchą w kwietniu i maju, kiedy
to suma opadów wyniosła zaledwie 17 mm. Sucho było też w latach 1986 i
1990, szczególnie w miesiącach letnich. Fatalne warunki panowały w roku
1989, gdyż we wszystkich miesiącach opady były zdecydowanie niższe od
średnich z wielolecia, a w całym okresie wegetacyjnym spadło ich zaledwie
135 mm.

Nawadnianie przeprowadzono przy użyciu deszczowni GR-1. Dawki jednora-
zowe najczęściej nie przekraczały 20 mm, a ich terminy ustalano metodą
organoleptyczną i tensjometryczną. Najwyższe potrzeby nawodnieniowe wystą-
piły w latach 1986 i 1989, w których łącznie rozdeszczowano odpowiednio
295 i 268 mm. W pozostałych latach sezonowe dawki wynosiły od 82 do
136 mm.

Tabela 1
Table 1

Temperatury powietrza i opady atmosferyczne w Kruszyńskim Kraju, na tle średnich wieloletnich w Bydgoszczy oraz sezonowe dawki nawadnieniowe buraków cukrowych

Air temperatures and precipitations in Kruszyń Kraj, compared to many years means in Bydgoszcz and season doses of irrigation for sugar beets

Lata Years	Miesiące - Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV - IX
Temperatury powietrza w °C - Air temperatures in °C							
1931-1970	7,1	12,5	16,9	18,1	17,3	13,3	14,2
1986	6,6	14,3	16,0	17,7	16,3	10,5	13,6
1987	7,1	10,8	14,6	16,8	14,6	12,3	12,8
1988	6,7	14,5	16,2	18,1	16,6	13,4	14,3
1989	9,6	15,2	17,1	19,9	20,1	15,6	16,2
1990	9,1	15,2	17,9	18,0	18,7	12,0	15,1
Średnio Mean	7,8	14,0	16,4	18,1	17,3	12,8	14,4
Opady atmosferyczne w mm - Precipitations in mm							
1891-1980	37	53	59	79	63	44	335
1986	30	39	37	31	91	18	246
1987	53	22	80	62	46	60	323
1988	8	9	96	101	67	36	317
1989	22	9	45	14	30	17	135
1990	52	21	59	41	38	39	250
Średnio Mean	33	20	63	50	54	34	254
Dawki wody w mm - Water doses in mm							
1986	-	-	130	95	70	-	295
1987	-	-	-	60	20	20	100
1988	10*	18	12	12	30	-	82
1989	-	-	43	100	75	50	268
1990	-	-	12	49	75	-	136

* - deszczowanie posiewne
* - after-sowing sprinkling

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Nawadnianie deszczownicami w istotny sposób wpłynęło na plon korzeni buraków cukrowych, zwiększając go średnio z 25,9 do 45,7 t/ha, czyli o 76,4 % (tab. 2). Najniższą różnicę wynoszącą zaledwie 4,3 t/ha notowano w 1988 r., odznaczającym się bardzo wysokimi opadami w czerwcu i lipcu (łącznie 197 mm). W uzupełnieniu należy stwierdzić, iż był to rok urodzajny, gdyż na poletkach nie nawadnianych zebrano średnio 45,4 ton korzeni z 1 hektara. W roku 1989, krytycznym pod względem ilości opadów, kiedy to w trzech miesiącach letnich spadło łącznie zaledwie 87 mm, różnica w plonie między obiektami kontrolnymi i deszczowanymi wyniosła 37,7 t/ha.

Tabela 2
Table 2

Plon korzeni i liści buraków cukrowych w t/ha (średnio z lat 1986-1990)
The yield of sugar beet roots and leaves in t/ha (mean of years 1986-1990)

Obiekty - Objects	Wariant nowozy Variant of fertilizing	Korzenie - Roots			Liście - Leaves		
		minimalny minimal	maksymalny maximum	średnio mean	minimalny minimal	maksymalny maximum	średnio mean
Bez deszczowania Without sprinkling irrigation	N ₁	10,8	45,1	24,9	7,7	21,5	16,1
	N ₂	10,0	48,3	26,0	8,0	24,2	16,9
	N ₃	10,4	44,3	26,3	10,1	27,1	18,3
	N ₄	9,6	44,1	26,3	9,2	27,1	18,2
	średnio mean	10,2	45,4	25,9	8,7	25,0	17,4
Deszczowanie Sprinkling irrigation	N ₁	35,1	48,5	43,4	15,9	28,3	21,6
	N ₂	37,6	51,6	45,0	17,8	28,4	22,8
	N ₃	40,8	51,4	47,7	20,7	32,8	27,2
	N ₄	39,5	53,0	46,9	23,0	32,0	27,7
	średnio mean	38,3	51,1	45,7	19,4	30,4	24,8

NIR_{0,05} dla:LSD_{0,05} for:

deszczowania - sprinkling irrigation (I)

nawożenia - fertilizing (II)

interakcji - interaction (II x I)

interakcji - interaction (I x II)

1,5

1,1

1,5

1,7

1,4

1,3

-

-

Nawożenie azotem, chociaż istotne z punktu widzenia statystyki matematycznej, w małym stopniu różnicowało plon korzeni. Zanotowano bowiem niewielki przyrost między poziomem nawożenia N_1 i N_2 w przypadku obiektów kontrolnych oraz między N_1 , N_2 i N_3 na obiektach deszczowanych. Były to zwyki w granicach 2 t/ha korzeni, a dalsze zwiększanie dawki azotu nie miało wpływu na plon. Nie wystąpiła interakcja nawożenia azotem z deszczowaniem.

Plony liści buraków cukrowych były mniej zróżnicowane (tab. 2). Nawadnianie deszczowniane spowodowało istotny przyrost średnio o 7,4 t/ha, a tendencję wzrostową obserwowano do poziomu nawożenia N_3 , przy czym na poletkach deszczowanych była ona zdecydowanie silniejsza. Analiza statystyczna potwierdziła występowanie interakcji nawadniania i nawożenia azotem, jednak różnice nie były wysokie.

Pod wpływem nawadniania deszczownianego nastąpił wyraźny wzrost zawartości cukru w korzeniach buraków cukrowych, średnio z 15,9 do 17,9 % (tab. 3). Z wartości zamieszczonych w tabeli 3 wynika równocześnie, iż zwiększyła się zawartość suchej masy korzeni z 21,36 do 23,11 %, liści zaś minimalnie zmniejszyła się - z 17,68 do 17,56 %. W szczególności sposób zaznaczył się tutaj najsuchszy 1989 r. Zanotowano bowiem w nim wzrost zawartości cukru w korzeniach aż o 4,2 %, a suchej masy o 5,1 %. Wyższe dawki azotu na poletkach kontrolnych obniżały poziom cukru, a na deszczowanych podnosiły go. W obu przypadkach granicę stanowiła dawka N_2 , powyżej której występowała stabilizacja. Zbieżną tendencję zaobserwowano w kształtowaniu się zawartości suchej masy w korzeniach, natomiast w liściach żadnej zależności nie stwierdzono.

Tabela 3
Table 3

Zawartość cukru i suchej masy w burakach cukrowych
(średnio z lat 1986-1990, w %)

The content of sugar and dry matter in sugar beets
(means of years 1986-1990, in %)

Obiekty Objects	Wariant nawozowy Variant of fertilizing	Cukier Sugar	Sucha masa - Dry matter	
			korzenie roots	liście leaves
Bez deszczowania Without sprin- kling irrigation	N_1	16,38	21,94	17,68
	N_2	15,86	21,34	17,36
	N_3	15,70	20,90	18,02
	N_4	15,68	21,24	17,74
	średnio mean	15,90	21,36	17,68
Deszczowanie Sprinkling irri- gation	N_1	17,18	22,44	17,62
	N_2	18,24	23,44	17,60
	N_3	18,28	23,44	17,30
	N_4	18,20	23,12	17,56
	średnio mean	17,97	23,11	17,56

Produktywność 1 mm dodatkowo podanej wody była zależna od dawek nawożenia azotowego (tab. 4). W przypadku korzeni i cukru poziomem optymalnym okazało się N₃, natomiast dla liści N₄.

Tabela 4
Table 4

Produktywność 1 mm dodatkowo zastosowanej wody
wyrażona plonem korzeni, liści i cukru w kg
(średnio z lat 1986-1990)

Productivity of 1 mm supplementary applied water
presented by crops of roots, leaves and sugar in kg
(means of years 1986-1990)

Wariant nawozowy Variant of fertilizing	Korzenie Roots	Liście Leaves	Cukier Sugar
N ₁	105,0	31,2	18,0
N ₂	107,8	33,5	19,7
N ₃	121,5	50,5	22,2
N ₄	116,9	53,9	21,3
Średnio Mean	112,8	42,3	20,3

Pod wpływem nawadniania deszczownianego silnym zmianom ulegała struktura plonu (tab. 5). O ile przeciętna długość korzenia i jego szerokość wzrastały w mniejszym stopniu (odpowiednio o 14,9 i 21,9 %), o tyle masa pojedynczego korzenia zwiększyła się aż o 76 %. Znalazło to następnie wyraz w udziale poszczególnych frakcji w całym plonie. Udział frakcji o najwyższej masie (powyżej 350 g) wzrósł z 49,8 do 88,9 %, tj. o 78,5 %.

Obsada roślin w poszczególnych latach zmieniała się w granicach od 50 do 100 tysięcy sztuk na 1 hektar. Na ten stan nie miało wpływu deszczowanie, które poprawiło obsadę średnio jedynie o 2,3 %. Bardzo silnie oddziaływały natomiast warunki meteorologiczne, szczególnie sucha wiosna. W warunkach gleb lekkich braki opadów w kwietniu i maju przyczyniały się do silnego przesuszenia wierzchniej warstwy, co w konsekwencji było powodem pojawienia się erozji wietrznej. Takie zjawisko obserwowano głównie w latach 1988-1989, kiedy to wiatr zniósł wierzchnią warstwę gleby i odsłonił kiełkujące nasiona.

Skład chemiczny buraków cukrowych pod wpływem deszczowania zmieniał się w małym stopniu (tab. 6). Wyjątkiem była tylko zawartość azotu, która uległa znacznej obniżce. Nieco niższy poziom wykazywały potas, wapń i sód, natomiast fosfor i magnez pozostały bez zmian.

Tabela 5
Table 5Struktura plonu i obsada buraków cukrowych (średnio z lat 1986-1990)
The structure of yields and sugar beet planting (mean from 1986-1990)

Obiekty Objects	Wariant nawozowy Variant of fertilizing	Długość korzenia w cm Root length in cm	Szerokość korzenia w cm Root width in cm	Masa jed- nego ko- rzenia w g 1 root mass in g	Udział frakcji wagowych w % Weight fractions in %				Obsada ty- sięcy sztuk na 1 ha Thousands of plants for 1 ha	Korzenie zniekształ- cone w % Deformed roots in %
					< 150 g	150-250 g	250-350 g	> 350 g		
Bez desz- czowania Without sprinkling irrigation	N ₁	17,6	7,4	358	20,4	13,1	14,7	51,8	67,19	10,4
	N ₂	18,0	7,2	352	19,9	15,7	15,6	44,8	69,75	12,1
	N ₃	17,9	7,5	372	17,7	16,0	13,3	49,1	67,43	13,4
	N ₄	19,0	7,2	392	15,6	14,6	16,3	53,5	66,99	15,1
	średnio mean		18,1	7,3	368	18,4	14,8	15,0	49,8	67,84
Deszczo- wanie Sprinkling irrigation	N ₁	20,7	8,6	621	1,7	7,9	5,6	84,9	67,84	16,1
	N ₂	20,2	8,6	626	1,3	3,2	5,8	89,7	70,99	14,6
	N ₃	21,2	9,1	681	2,0	3,2	5,7	89,0	70,63	11,6
	N ₄	21,2	9,2	666	0,5	3,3	4,1	92,1	68,17	17,0
	średnio mean		20,8	8,9	648	1,4	4,4	5,3	88,9	69,41

Tabela 6
Table 6

Skład chemiczny buraków cukrowych w % absolutnie suchej masy
(średnio z lat 1987-1989)
Chemical composition of sugar beets in % of absolutely dry matter
(means of years 1987-1989)

Deszczowanie Sprinkling irrigation	N-ogólny Total-N	P	K	Ca	Mg	Na
Korzenie - Roots						
0	1,80	0,16	0,80	0,31	0,13	0,03
+	0,80	0,15	0,71	0,24	0,13	0,02
Liście - Leaves						
0	2,33	0,40	5,04	1,44	0,50	0,50
+	1,92	0,49	4,95	1,22	0,57	0,88

- 0 - bez deszczowania
- without sprinkling irrigation
+ - deszczowanie
+ - sprinkling irrigation

4. WNIOSKI

1. Nawadnianie deszczowniane istotnie zwiększyło plon korzeni średnio o 19,8 t/ha i o 7,4 t/ha liści buraków cukrowych uprawianych na glebie lekkiej, zaliczanej do kompleksu żytniego słabego i bardzo słabego.

2. Wzrastające nawożenie azotem przyczyniało się do istotnego wzrostu plonu tylko do poziomu N_3 (150 kg N na 1 ha). Natomiast za najbardziej optymalną dawkę azotu, modyfikującą strukturę plonu, należy uznać 120 kg N na 1 ha.

3. Nie stwierdzono interakcji nawadniania z nawożeniem azotem w przypadku korzeni, natomiast w przypadku liści taka zależność miała miejsce.

4. Pod wpływem obu wspomnianych zabiegów zwiększyła się zawartość cukru w korzeniach z 15,9 do 17,97 %, a suchej masy z 21,36 do 23,11 %.

5. Produkcyjność 1 mm dostarczonej wody wyrażona w kg świeżej masy korzeni i cukru wzrastała do poziomu nawożenia 150 kg N na 1 ha, liści zaś do 180 kg N na 1 ha.

6. Pod wpływem nawadniania deszczownianego zanotowano wzrost średniej masy jednego korzenia o 76 %, wielokrotne zmniejszenie udziału w plonie ogólnym frakcji najmniejszych oraz wzrost o 78,5 % największych (ponad 350 g). Na obsadę roślin i ilość korzeni zniekształconych deszczowanie nie miało wyraźniejszego wpływu.

7. W wyniku nawadniania w małym stopniu zmieniała się w korzeniach i liściach buraków cukrowych zawartość makroelementów, z wyjątkiem N-ogólne-

go. Zanotowano nieznaczłą obniżkę poziomu potasu, wapnia i sodu, natomiast nie zmienił się poziom fosforu i magnezu.

LITERATURA

- [1] Dzieżyc J., 1988: Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWRiL, Warszawa
- [2] Grabarczyk S., 1986: Kryteria lokalizacji deszczowni. *Frag. Agronom.*, 1, 15-28
- [3] Grabarczyk S., 1987: Efekty, potrzeby i możliwości nawodnień deszczownianych w różnych rejonach kraju. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 314, 49-64
- [4] Grabarczyk S., Rytelowski J., Kasińska D., Rybak A., 1982: Wpływ nawożenia mineralnego i deszczowania na plonowanie i skład chemiczny buraka cukrowego w warunkach bardzo ciężkiej mady wiślanej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 236, 199-205
- [5] Koszański Z., 1991: Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plonowanie roślin uprawnych w zmianowaniu na glebie kompleksu żytńskiego i pszennego dobrego. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rozprawy 133*
- [6] Nowak L., 1986: Plonowanie kilku odmian buraków cukrowych w różnych warunkach wodno-nawozowych. *Frag. Agronom.*, 4, 9-19
- [7] Podstawka E., 1982: Studia nad deszczowaniem i nawożeniem mineralnym buraka cukrowego na rędzinie. *Rozpr. habil.*, AR Lublin

THE REACTION OF SUGAR BEETS GROWN ON VERY LIGHT SOIL
TO SPRINKLING IRRIGATION AND NITROGEN FERTILIZING

Summary

In 1986-1990 a field experiment was carried out, in a private farm in Kruszyn Krajeński near Bydgoszcz, to examine the reaction of sugar beets grown on very light soil to sprinkling irrigation and nitrogen fertilizing. Thanks to sprinkling irrigation, root yields increased on the average from 25,9 to 45,7 t/ha (76,4 %) and leaves yields from 17,4 to 24,8 t/ha (42,5%). The structure of the plot underwent very favourable changes as the weight of a single root increased by 76 %, the share of the smallest fraction (to 150 g) lowered twelve times, and the share of the largest one increased by 78,5 %. At the same time, sprinkling irrigation caused the increase of sugar content from 15,9 to 17,97 %, and of roots dry matter from 21,36 to 23,11 %. The contents of dry matters in leaves lowered from 17,68 to 17,56 %. The optimum yield influencing dose in the conditions of sprinkling irrigation was 150 kg of N for 1 ha.

EFEKTY DESZCZOWANIA ZBÓŻ JARYCH NA GLEBIE BARDZO LEKKIEJ

Jacek Źarski

Wydział Rolniczy, ATR Bydgoszcz
Katedra Melioracji i Użytków Zielonych

Na podstawie czteroletniego ścisłego doświadczenia polowego przeprowadzonego w okolicach Bydgoszczy wykazano, że deszczowanie zbóż jarych na glebie bardzo lekkiej jest zabiegiem celowym i opłacalnym. Umożliwiło ono bowiem wprowadzenie do uprawy i osiągnięcie wysokich plonów gatunków zbóż określanych jako intensywne, zwiększając efektywność nawożenia azotowego i poprawiając wartość użytkową zbóż towarowych. Uzyskane efekty deszczowania zbóż jarych świadczą o tym, że stanowi ono podstawowy warunek zwiększenia produktywności i zapewnienia opłacalności gospodarowania na glebach bardzo lekkich.

1. WSTĘP

Dotychczasowe badania z deszczowaniem zbóż jarych w Polsce miały dość jednostronny charakter. Zdecydowaną ich większość przeprowadzono bowiem na glebach IV klasy bonitacyjnej, zabezpieczających potrzeby wodne roślin także w latach o mniejszej ilości opadów atmosferycznych. Według tych badań deszczowanie roślin zbożowych uznaje się w kraju za mało atrakcyjne i nieopłacalne. Wynika to przede wszystkim z porównania wysokich kosztów zabiegu i małej wartości jego produkcyjnych efektów uzyskiwanych w skali doświadczalnej, które w przypadku zbóż jarych wynosiły przeciętnie 0,4 - 1 t ziarna z 1 ha, nie przekraczając w liczbach względnych 10 - 20 % plonu kontrolnego [3, 5]. Dodatkowymi argumentami przeciwko wprowadzaniu deszczowania zbóż do praktyki rolniczej był brak odpornych na wyleganie intensywnych odmian zdolnych wykorzystać wysokie nawożenie i dostatek wody oraz pogarszanie jakości plonu wyrażone obniżką zawartości białka [1, 2].

Mimo oczywistych przesłanek teoretycznych, świadczących o wzrastającej potrzebie deszczowania wraz ze zmniejszaniem się pojemności wodnej gleb [4, 5, 7], nadal brakuje w kraju wieloletnich i wielopunktowych badań z deszczowaniem roślin na glebach bardzo lekkich, zaliczanych do kompleksów żytnich słabych i bardzo słabych. W nielicznie dotychczas przeprowadzonych [6, 8] uzyskiwano na ogół rezultaty świadczące o celowości i opłacalności deszczowania gleb najsłabszych. Wyjątkiem były doświadczenia przeprowadzone przez Płoszyńskiego i wsp. [9] na glebie kompleksu żytniego bardzo słabego w Laskowicach Oławskich, gdzie deszczowanie podnosiło plony jęczmienia i owsa zaledwie o 0,09 - 0,20 t/ha (3 - 8 %).

Celem podjętych badań było określenie możliwości produkcyjnych gleby bardzo lekkiej w warunkach deszczowania, poprzez zbadanie jego wpływu na plonowanie i wartość użytkową ziarna zbóż jarych, przy zróżnicowanym nawożeniu azotowym.

2. METODA I WARUNKI BADAŃ

Ścisłe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1987-1990 w Krużynie Krajeńskim (okolice Bydgoszczy). Badaniami objęto: jęczmień browarny (odmiana Grit), jęczmień pastewny (odmiana Bielik), pszenicę jarą (odmiana Kadett) i owies (odmiana Dragon). Wymienione rośliny wchodziły w skład czteropolowego płodozmianu towarowego lub pastewnego z 50 % udziałem zbóż i 50 % - okopowych. Doświadczenie zostało przeprowadzone metodą losowanych podbloków w dwuczynnikowym układzie zależnym z 4 powtórzeniami. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 24 - 28 m², zależnie od roku. Pierwszy czynnik stanowiło deszczowanie w dwóch wariantach: W₀ - bez deszczowania (obiekty kontrolne), W₁ - deszczowanie mające na celu zapewnienie optymalnej wilgotności gleby w całym okresie wegetacji zbóż, wykonane deszczownią GR-1, według wskazań tensjometrów (duża zawodność) i pomiarów wilgotności gleby. Jednorazowe dawki wody wynosiły 20 - 25 mm. Wysokość sumarycznych dawek nawodnieniowych zależała od ilości opadów atmosferycznych w poszczególnych latach badań (tab. 1).

Drugi czynnik stanowiły cztery poziomy nawożenia azotem na tle jednokowych dawek nawożenia fosforowo-potasowego stosowanego według zasobności gleby. Wysokość dawek azotu w kg/ha kształtowała się następująco:

	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
jęczmień browarny	30	40	50	60
jęczmień pastewny	60	80	100	120
pszenica i owies	75	100	125	150

Przeliczając plony ziarna na 1 ha uwzględniono zawartość wody i sprowadzono je do 15 % wilgotności. Wyniki dotyczące plonu poddano analizie wariancji, obliczając NIR z p = 95 %. W próbach zbiorczych określono wskaźniki wartości użytkowej ziarna, stosownie do jego przeznaczenia. Analizy te wykonano w laboratorium PZZ w Bydgoszczy według metodyki opisanej w polskich i branżowych normach.

Doświadczenie przeprowadzono na glebie bardzo lekkiej wytworzonej z piasku słabogliniastego na piasku luźnym, zaliczanej do VI klasy bonitacyjnej i kompleksu żytniego bardzo słabego. Glebę tę cechowała bardzo mała zawartość części spławialnych w warstwie ornej (7 %) i podornej (3 - 5 %), niska polowa pojemność wodna (85 mm w 1 m warstwie) oraz dość dobrze wykształcony poziom orno-próchniczny, będący wynikiem długoletniego nawożenia obornikiem.

Warunki pogodowe w okresie badań charakteryzowały się sporą zmiennością (tab. 1).

Tabela 1
Table 1

Temperatury powietrza i opady atmosferyczne w Kruszyńskim Krajeńskim
na tle średnich wieloletnich w Bydgoszczy
oraz dawki nawodnieniowe zbóż jarych

Air temperatures and precipitation in Kruszyn Krajeński
compared to many years means in Bydgoszcz
and doses of irrigation for spring cereals

Lata - Years	Miesiące - Months					Suma - Total IV-VII	Średnio - Mean IV-VII
	IV	V	VI	VII			
	Opady atmosferyczne (mm) Precipitation (mm)						Temperatura powietrza (°C) Air temperature (°C)
1891 - 1980	35	52	57	76	220		13,7
1987	53	22	80	62	217		12,4
1988	8	9	96	101	214		13,9
1989	22	9	43	14	88		14,0
1990	52	21	59	41	173		13,4
1987 - 1990	34	15	69	55	173		13,4
	Dawki nawodnieniowe (mm) Doses of irrigation (mm)						
1987	-	35	-	40	75		
1988	-	75	35	25	135		
1989	-	65	60	60	185		
1989	-	70	60	25	155		
1987 - 1990	-	61	39	37	137		

Największe potrzeby deszczowania zbóż wystąpiły w bardzo suchym roku 1989, zaś najmniejsze w zimnym i umiarkowanie wilgotnym 1987 roku. Rok 1990 można zaliczyć do średnio suchych, zaś 1988 do ciepłych o niekorzystnym dla zbóż rozkładzie opadów atmosferycznych (bardzo sucha wiosna). Opady atmosferyczne w okresie od kwietnia do lipca (średnio w całym czterolecu) wyniosły 173 mm i były o 47 mm niższe od przeciętnych w rejonie Bydgoszczy. Średnia sezonowa dawka nawodnieniowa wynosiła 137 mm.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Plonowanie zbóż jarych na poletkach bez nawadniania wyniosło średnio w okresie badań 1,57 - 1,99 t/ha, w zależności od gatunku (tab. 2). W poszczególnych latach zależało ono wyłącznie od wysokości opadów atmosferycznych. Dotyczyło to wszystkich zbóż, a szczególnie obu odmian jęczmienia. Przykładowo, w korzystnym pod względem opadów 1987 roku jęczmienia browarnego zebrano 3,17 t/ha, natomiast w bardzo suchym 1989 roku jego plon był zbliżony do normy wysiewu. Plony ziarna nie nawadnianej pszenicy wahały się odpowiednio od 0,40 do 2,63 t/ha, zaś owsa od 0,53 do 2,46 t/ha.

Plony ziarna (t/ha) - wartości średnie z lat 1987-1990
Yields of grain (t/ha) - mean values of years 1987-1990

Warianty doświadczenia Experiment variants	Jęczmień browarny Brewery barley	Pszenica jara Spring wheat	Jęczmień pastewny Fodder barley	Owies Oat
Bez deszczowania - Without irrigation				
N ₁	1,64	1,55	1,96	1,63
N ₂	1,63	1,54	2,10	1,67
N ₃	1,69	1,55	2,00	1,52
N ₄	1,76	1,66	1,90	1,55
Średnio - Mean	1,68	1,57	1,99	1,59
Deszczowanie - Irrigation				
N ₁	3,23	3,53	4,01	3,81
N ₂	3,54	3,77	4,44	3,88
N ₃	3,81	4,40	4,77	3,93
N ₄	3,98	4,23	4,85	3,93
Średnio - Mean	3,64	3,98	4,52	3,89
NUR _{0,05} - LSD _{0,05}				
deszczowanie (I) - irrigation (I)	0,23	0,23	0,28	0,23
nawożenie (II) - fertilizing (II)	0,14	0,20	0,16	r.n.
interakcja (II w I) interaction (II in I)	0,20	0,28	0,22	r.n.
interakcja (I w II) interaction (I in II)	0,27	0,32	0,32	r.n.
interakcja - interaction:				
deszczowanie x lata irrigation x years	+	+	+	+
nawożenie x lata fertilizing x years	+	r.n.	r.n.	+
deszczowanie x nawożenie x lata irrigation x fertilizing x years	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. - czynnik lub interakcja nieistotne
- not significant

+ - interakcja istotna
- significant

W okresie badań średnie plony ziarna uzyskane w warunkach deszczowania wynosiły od 3,64 do 4,52 t/ha. Największymi potencjalnymi możliwościami produkcyjnymi charakteryzował się jęczmień pastewny, a w dalszej kolejności pszenica jara. Nieco niższe plonowanie jęczmienia browarnego było wynikiem słabego nawożenia azotem, zaś owsa - największą spośród badanych zbóż podatnością na wyleganie. Deszczowanie okazało się czynnikiem stabilizującym

cym plony, jakkolwiek i tu wystąpiły pewne ich wahania w poszczególnych latach. Najniższe plony ziarna zbóż deszczowanych uzyskano w 1989 r. Przyczyną była silna erozja wietrzna, która wystąpiła wczesną wiosną, odsłaniając i przemieszczając kiełkujące ziarniaki.

Według podanych liczb zboża jare okazały się roślinami o dużej i bardzo dużej efektywności deszczowania. Średnie z lat i kombinacji nawozowych przyrosty plonów ziarna pod wpływem tego zabiegu kształtowały się bowiem od 1,96 do 2,53 t/ha (117-153 %), w zależności od gatunku (tab. 2). Największymi bezwzględny przyrostami charakteryzowały się jęczmień pastewny i pszenica jara, nieco mniejszymi owies, zaś najmniejszymi - nawożony niskimi dawkami azotu jęczmień browarny.

Reakcja roślin zbożowych na deszczowanie w poszczególnych latach badań była niejednakowa. Zależała przy tym dość wyraźnie od wysokości opadów atmosferycznych w kolejnych okresach wegetacji. Największe efekty deszczowania uzyskano w bardzo suchym 1989 r. i średnio suchym 1990 r. W pierwszym przypadku zdecydowały o tym bardzo niskie plony zebrane z poletek kontrolnych, zaś w drugim - najwyższe w całym okresie badań plony na poletkach deszczowanych. Wysoką efektywność deszczowania osiągnięto także w 1988 roku charakteryzującym się bardzo suchą wiosną. Najniższe przyrosty plonów ziarna pod wpływem tego zabiegu stwierdzono w przekropnym i chłodnym 1987 r., jakkolwiek i w tym przypadku były one zbliżone do 1 t/ha, a w uprawie owsa osiągnęły nawet średnio 1,70 t/ha (69 %).

Według liczb średnich dla porównywanych wariantów wodnych działanie nawożenia azotowego było istotne dla wszystkich zbóż za wyjątkiem owsa. Zwiększone nawożenie podnosiło plony pozostałych gatunków średnio o 0,43-0,46 t/ha (16-18 %), co w porównaniu z efektywnością deszczowania stanowiło stosunkowo niewielką zwyżkę. Działanie azotu było całkowicie nieistotne i nieukierunkowane na poletkach kontrolnych. W warunkach deszczowania stwierdzono zwiększanie efektywności nawożenia w miarę wzrostu dawki azotu. Najwyższe plony, a zarazem ich przyrosty pod wpływem deszczowania zanotowano na poletkach nawożonych dawkami azotu: jęczmień browarny 60 kg/ha, jęczmień pastewny 120 kg/ha, pszenica jara 125 kg/ha. Nieistotne było natomiast współdziałanie deszczowania i nawożenia azotowego w kształtowaniu plonów ziarna owsa.

Wartość użytkowa ziarna zbóż pod wpływem deszczowania i nawożenia azotem ulegała znacznym zmianom (tab. 3 i 4). W przypadku jęczmienia browarnego deszczowanie bardzo wyraźnie (średnio o 25,1 %) poprawiło wyrównanie ziarna pozostającego na sicie o wymiarach oczka 2,5 x 25 mm, nieznacznie (średnio o 3 %) zwiększyło ogólnie wysoką energię kiełkowania oraz obniżyło zawartość białka średnio z 12,4 do 10,1 %. Wpływ wzrastającego nawożenia azotem zaznaczył się wyraźnym zwiększeniem koncentracji białka w ziarnie jęczmienia, którego nie nawadniano, oraz jej spadkiem w ziarnie roślin deszczowanych.

Deszczowanie spowodowało obniżenie się zawartości glutenu w ziarnie pszenicy jarej średnio o 18 %. Jednocześnie polepszyła się jego jakość, wyrażona obniżeniem rozpywalności z 18 do 13 mm. Korzystną zmianą zaob-

serwowaną pod wpływem deszczowania był także wzrost liczby opadania (obniżenie aktywności alfa-amylazy) średnio z 262 do 303 s. W wyniku wzrastającego nawożenia azotem zwiększała się nieznacznie zawartość glutenu, natomiast pozostałe cechy zmieniały się w sposób nieukierunkowany.

W przypadku zbóż pastewnych podstawową zmianą wartości paszowej, jaką stwierdzono pod wpływem deszczowania, był spadek zawartości białka. Wyniósł on średnio 1,5 % w ziarnie owsa i 2,8 % w ziarnie jęczmienia. Zawartość pozostałych składników malała pod wpływem tego zabiegu mniej wyraźnie: popiołu o 0,1 - 0,3 %, a włókna o 0,1 - 0,5 %, w zależności od gatunku. Wzrastające nawożenie azotem zwiększało zawartość białka w ziarnie roślin deszczowanych i nie deszczowanych, nie wywierając jednocześnie większego wpływu na zmiany zawartości pozostałych składników.

Tabela 3
Table 3

Wskaźniki przydatności technologicznej ziarna zbóż towarowych
Indicators of technological usability of commercial cereal grains

Warianty doświadczenia Experiment variants	Jęczmień browarny Brewery barley			Pszenvica jara Spring wheat		
	zawartość białka	energia kiełkowania	wyrównanie ziarna	zawartość glutenu	rozplywalność glutenu	liczba opadania
	total protein	germinative energy	grain fraction	gluten contents	gluten melting	falling number
	%	%	%	%	mm	s
Bez deszczowania - Without irrigation						
N ₁	11,5	94	64,7	47	19	271
N ₂	12,2	94	64,3	53	17	261
N ₃	12,8	93	64,0	56	18	259
N ₄	13,0	95	58,5	56	19	257
Srednio Mean	12,4	94	62,9	53	18	262
Deszczowanie - Irrigation						
N ₁	11,1	98	87,3	33	12	303
N ₂	10,1	97	88,3	33	13	288
N ₃	9,8	97	89,4	36	12	328
N ₄	9,6	95	86,8	39	15	295
Srednio Mean	10,1	97	88,0	35	13	303

Tabela 4
Table 4Zawartość składników pokarmowych w ziarnie zbóż pastewnych (%)
Nutrients contents in fodder cereals grains (%)

Warianty doświadczenia Experiment variants	Jęczmień pastewny Fodder barley			Owies Oat		
	białko ogólne total protein	włókno surowe crude fibre	popiół surowy crude ash	białko ogólne total protein	włókno surowe crude fibre	popiół surowy crude ash
Bez deszczowania - Without irrigation						
N ₁	13,1	3,7	2,5	14,0	10,5	2,6
N ₂	13,1	3,4	2,4	14,9	10,5	2,6
N ₃	14,9	3,8	2,4	16,3	11,0	2,8
N ₄	14,9	3,6	2,6	14,7	10,3	2,7
Srednio Mean	14,0	3,6	2,5	15,0	10,6	2,7
Deszczowanie - Irrigation						
N ₁	11,0	3,3	2,2	13,5	10,2	2,6
N ₂	10,1	3,8	2,3	13,1	9,7	2,5
N ₃	11,3	3,4	2,1	13,6	10,0	2,6
N ₄	12,4	3,4	2,3	13,6	10,6	2,6
Srednio Mean	11,2	3,5	2,2	13,5	10,1	2,6

4. WNIOSKI

1. Uzyskane średnie przyrosty plonów ziarna zbóż jarych pod wpływem deszczowania na glebie bardzo lekkiej okazały się wysokie, co najmniej dwukrotnie przewyższając dotychczasowe efekty osiągnięte w krajowych doświadczeniach na glebach średnich.

2. Deszczowanie umożliwiło wprowadzenie do uprawy na glebie bardzo lekkiej i wysokie plonowanie gatunków zbóż określanych jako intensywne, zwiększając przy tym efektywność nawożenia azotowego.

3. Nawadnianie deszczowniane umożliwiło pozyskanie ziarna jęczmienia spełniającego wymagania odnośnie przydatności browarnej, poprawiło wartość konsumpcyjną ziarna pszenicy jarej i zwiększyło plony białka zbóż pastewnych.

4. Uzyskane efekty deszczowania zbóż jarych świadczą o tym, że stanowi ono podstawowy czynnik podniesienia produktywności i zapewnienia opłacalności produkcji na glebach bardzo lekkich.

LITERATURA

- [1] Buniak W., 1986: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 268, 663-680
- [2] Dzieżyc J., 1988: Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN, Warszawa
- [3] Dzieżyc J., Dmowski Z., Nowak L., Panek K., 1987: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 326, 27-42
- [4] Dzieżyc J., Trybała M., 1989: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 377, 179-194
- [5] Grabarczyk S., 1987: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 49-64
- [6] Grabarczyk S., 1987: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 326, 213-226
- [7] Grabarczyk S., Peszek J., Rzekanowski C., Żarski J., 1990: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 387, 73-88
- [8] Jankowiak J., 1989: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 377, 249-258
- [9] Płoszyński M., Hendrysiak J., Żurawski H., Sienkiewicz J., 1982: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 236, 313-318

THE EFFECTS OF SPRAY IRRIGATION ON SPRING CEREALS ON VERY LIGHT SOIL

Summary

On the base of four year strict field experiment which was carried out near Bydgoszcz, it was proved that spray irrigation of spring cereals on very light soil is a proper and profitable procedure. It enabled to introducing and to obtaining high yields of cereal species described as intensive ones, and it increased the effectiveness of nitrogen fertilizing and improved the utility value of commercial cereals. The obtained effects of spray irrigation on spring cereals prove that this is the basic condition of increasing productivity and confirming profitability of farming on very light soils.

PLONOTWÓRCZY EFEKT DESZCZOWANIA I NAWOŻENIA AZOTOWEGO
W UPRAWIE NIEKTÓRYCH ZBÓŻ NA GLEBIE LEKKIEJ

Elżbieta Podstawka-Chmielewska, Bogusław Kapusta

Katedra Ekologii Rolniczej, AR Lublin

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 1986-1989 na glebie lekkiej. Ich czynnikami były zróżnicowane warunki wodne oraz 4 dawki nawozów azotowych. Stwierdzono, że plon ziarna zbóż ozimych pod wpływem deszczowania wzrasta przeciętnie o 13,2 %, zaś jęczmienia o 11,5 %, natomiast w sprzyjających warunkach odpowiednio o 30,5 i 25,0 %. Wzrost plonów w wyniku deszczowania odbywa się dzięki zwiększeniu masy tysiąca ziarn. W naturalnych warunkach opadowych zboża ozime powinno się nawozić ilością 75 kg N/ha, zaś nawadnianą pszenicę dawką 125 kg N/ha, a pszenżyto 150 kg N/ha. Jęczmień bez względu na warunki wilgotnościowe należy nawozić najniższą dawką azotu, to jest 30 (browarny) lub 60 kg N/ha (pastewny). Jako następstwo deszczowania obserwuje się spadek zawartości azotu, fosforu oraz magnezu w ziarnie zbóż. Z kolei intensyfikacja nawożenia azotowego pociąga za sobą zwiększone gromadzenie azotu w ziarnie.

1. WSTĘP

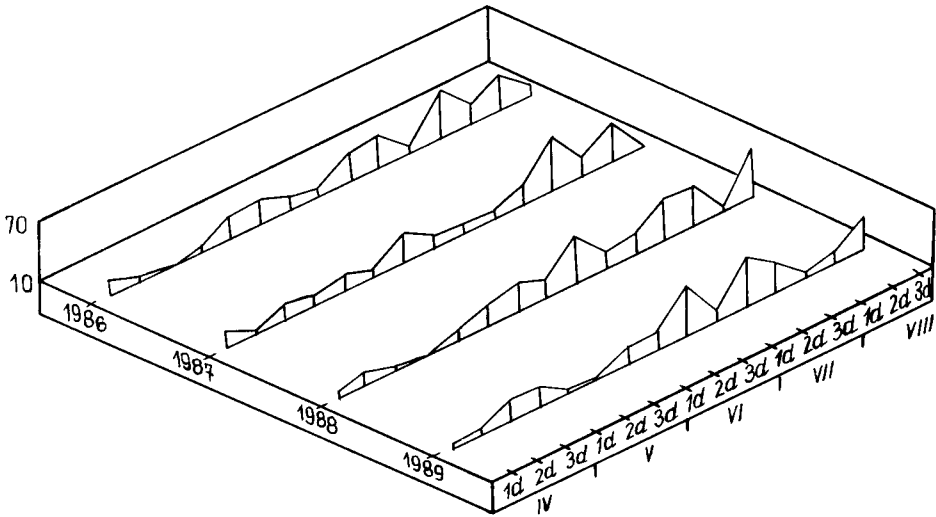
Wzrost produktywności roślin, w tym także zbóż, można uzyskać poprzez racjonalne nawożenie mineralne oraz poprawę warunków wodnych, zwłaszcza w okresach krytycznych, na co wskazują badania licznych autorów [1-6]. Wśród nawozów mineralnych największe znaczenie ma azot, gdyż w dużym stopniu decyduje o wysokości i jakości plonów.

Określenie potrzeb i opłacalności deszczowania oraz ustalenie optymalnego poziomu nawożenia wymaga przeprowadzenia odpowiednich doświadczeń w różnych rejonach kraju. Dotychczas, w klimatycznych warunkach makroregionu środkowo-wschodniego, tego typu badań nie wykonywano na glebach lekkich.

2. METODYKA BADAŃ

Badania polowe przeprowadzono w latach 1986-1989 w RZD Bezek (woj. chełmskie) na glebie bielcowej niecałkowitej, na podłożu marglistym, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego i mocnego, zaliczanej do kompleksu żytniego dobrego klasy bonitacyjnej IVb. Zwierciadło wody gruntowej znajdowało się na głębokości poniżej 2,5 m.

Przebieg opadów w poszczególnych okresach wegetacyjnych przedstawiono na rys.1.



Rys.1. Dekadowy rozkład opadów w latach 1986-1989

Fig.1. The decade rainfall distribution in the years 1986-1989

Doświadczenie założono według połączonego modelu podwójnego split-block ze split-plot, w czterech powtórzeniach. Jego schemat uwzględniał trzy czynniki:

I - płodozmiany (A, B) o następującym zmianowaniu

towarowy (A):	pastewny (B):
burak cukrowy ++	burak pastewny ++
jęczmień browarny	jęczmień pastewny
ziemniak jadalny	ziemniak pastewny
pszenica ozima	pszenżyto ozime

II - warunki wodne:

W_0 - obiekty kontrolne (bez deszczowania),

W_1 - obiekty deszczowane według metody regionalnych potrzeb opadowych.

Wielkość jednorazowej dawki wody wynosiła 25 mm, zaś sezonowa norma deszczowania dla jęczmienia: 90 mm - 1986 r., 60 mm - 1987 i 1988 r., 75 mm - 1989 r. oraz dla pszenicy i pszenżyta: 60 mm - 1987 r., 75 mm - 1988 i 1989 r.

III - nawożenie azotowe, zróżnicowane na $N_1 = 30$, $N_2 = 40$, $N_3 = 50$, $N_4 = 60$ kg N/ha pod jęczmień browarny, odpowiednio 60, 80, 100 i 120 kg N/ha dla jęczmienia pastewnego oraz 75, 100, 125 i 150 kg N na ha w przypadku pszenicy i pszenżyta.

Nawożenie fosforowe i potasowe ustalano corocznie w oparciu o zasobność gleby w te składniki, określaną każdorazowo po zbiorze roślin przedplonowych. Terminy siewu zbóż były optymalną. Corocznie uwzględniano te same odmiany roślin: jęczmień browarny - Grit, jęczmień pastewny - Bielik, pszenica ozima - Emika, pszenżyto ozime - Grado.

Zakres badań obejmował plon ziarna, MTZ oraz zawartość N ogólnego, P_2O_5 , K_2O , CaO , MgO w ziarnie.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Plon ziarna ozimin na obiektach deszczowanych był średnio o 13,2 % wyższy niż bez nawadniania (tab.1).

Tabela 1
Table 1

Plon ziarna pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego w t z ha
(średnio w latach 1986-1989)

Yield of winter wheat and triticale grain in t/ha
(the average in the years 1986-1989)

Dawka azotu Dose of nitrogen	Pszenica Wheat			Pszenżyto Triticale			W_0	W_1	Średnio Average
	W_0	W_1	średnio average	W_0	W_1	średnio average			
N_1	5,03	5,57	5,30	5,01	5,23	5,12	5,02	5,40	5,21
N_2	5,12	5,73	5,42	5,22	5,81	5,52	5,17	5,77	5,47
N_3	5,22	5,94	5,58	5,34	5,83	5,59	5,28	5,89	5,58
N_4	5,13	6,08	5,61	5,33	6,59	5,96	5,23	6,34	5,78
Średnio Average	5,12	5,83	5,48	5,22	5,87	5,54	5,17	5,85	-
NIR LSD $p = 0,05$	pomiędzy wariantami wodnymi = 0,41; pomiędzy poziomami a- zotu = 0,11; we współdziałaniu: deszczowanie z azotem = = 0,26; deszczowanie z gatunkiem zboża i azotem = 0,33 for water variants = 0,41; for nitrogen levels = 0,11; with interaction: sprinkling and nitrogen = 0,26; sprin- kling and species and nitrogen = 0,33								

Zdecydował o tym jednak głównie rok 1987 ubogi w opady, zwłaszcza w czerwcu i na początku lipca (wzrost o 30,5 %), gdyż w 1988 r. deszczowanie nie modyfikowało tej cechy, zaś w latach pozostałych działało znacznie słabiej.

Effekt faktorialny dawki azotu wyrażał się istotnie największym plonem ziarna ozimin przy N_4 (150 kg/ha), najmniejszym zaś przy N_1 (75 kg/ha). Czynniki ten działał jednak w interakcji z deszczowaniem, a także gatunkiem zboża (tab.1). Niezależnie od gatunku na obiektach kontrolnych (nie deszczowanych) zróżnicowane dawki N nie modyfikowały plonu ziarna ozimin. Inaczej rzecz się miała w warunkach nawodnień, gdzie plon ziarna rósł istotnie wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotowego. Ogółem najwięcej ziarna dały oziminy zasilone dawką 150 kg N/ha i deszczowane, a najmniej nawożone 75 kg N/ha i nie deszczowane. Wystąpiło więc dodatnie współdziałanie nawadniania i nawożenia w niemal klasycznej postaci. Należy jednak dodać, że choć reakcja pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego na omawiane czynniki była

zbliżona, to nieidentyczna. Wprawdzie w wariancie kontrolnym różnice pomiędzy dawkami azotu w przypadku zbóż leżały w granicach błędu, ale na poletkach deszczowanych ich plony kształtowały się nieco odmiennie. I tak pszenica ozima plonowała tu wyżej, gdy otrzymała dawki N_4 i N_3 niż N_2 i N_1 , zaś pszenżyto, gdy nawożono je dawką N_4 .

Z powyższych rozważań wynika wniosek, iż w przypadku pszenicy ozimej i pszenżyta uprawianych w naturalnych warunkach wilgotnościowych nie trzeba stosować obfitszego nawożenia azotowego niż dawka podstawowa, tj. 75 kg N/ha, natomiast w przypadku nawadniania, dla pszenicy właściwa będzie dawka 125, a dla pszenżyta 150 kg N/ha.

W klimatyczno-glebowych warunkach przeprowadzonego doświadczenia nie stwierdzono znamiennej różnicy między plonem ziarna pszenicy i pszenżyta (tab.1).

Przeciętnie masa 1000 ziarn obu badanych gatunków ozimin była istotnie wyższa na poletkach deszczowanych niż kontrolnych. Jednak tylko w 1987 r. zboża deszczowane tworzyły dorodniejsze ziarno (W_0 - 36,91; W_1 - 42,93; NIR - 2,73) niż nie deszczowane. W pozostałych bowiem latach nie udowodniono różnic między obiektami wodnymi (tab.2).

Tabela 2
Table 2

Masa 1000 ziarn w g
Mass of 1000 grain in g

Gatunek - Species	Dawka azotu Dose of nitrogen				W_0	W_1	Średnio Average
	N_1	N_2	N_3	N_4			
Pszenica ozima Winter wheat	40,77	40,20	39,62	38,33	39,13	40,32	39,73
Pszenżyto ozime Winter triticale	41,45	41,67	40,53	41,93	40,30	42,49	41,40
Średnio - Average	41,11	40,93	40,08	40,13	39,72	41,40	-
NIR LSD $p = 0,05$	pomiędzy wariantami wodnymi = 1,44; pomiędzy dawkami azotu = 0,79; pomiędzy gatunkami zbóż = 0,76 for water variants = 1,44; for doses of nitrogen = 0,79; for species = 0,76						
Jęczmień browarny Brewery barley	39,33	38,82	39,29	38,86	38,41	39,73	39,07
Jęczmień pastewny Fodder barley	38,86	38,67	38,73	37,67	37,49	39,48	38,48
Średnio - Average	39,09	38,74	39,01	38,27	37,95	39,61	-
NIR LSD $p = 0,05$	pomiędzy wariantami wodnymi = 0,76; pomiędzy gatunkami zbóż = 0,42; pomiędzy dawkami azotu = 0,67 for water variants = 0,76; for species = 0,42; for doses of nitrogen = 0,67						

Intensyfikacja nawożenia azotowego powyżej N_2 , tj. 100 kg/ha, spowodowała istotnie gorsze wypełnienie ziarna zbóż ozimych, co wyraziło się spadkiem wartości ich masy 1000 ziarn (tab.2).

Jako następstwo deszczowania, niezależnie od gatunku, obserwowano istotny spadek zawartości N ogólnego w ziarnie zbóż ozimych, podczas gdy w miarę wzrostu dawek azotu jego poziom wzrastał (tab.3).

Tabela 3
Table 3

Zawartość makroelementów w ziarnie zbóż ozimych i jarych
w % suchej masy (średnio w latach 1986-1989)
Content of macroelements in the grain of winter and spring corns
in % dry matter (the average in the years 1986-1989)

Składnik Element	Poletka - Plots			Dawka azotu - Dose of nitrogen				
	W_0	W_1	NIR LSD $p=0,05$	N_1	N_2	N_3	N_4	NIR LSD $p=0,05$
Zboża ozime - Winter corns								
N ogólny	2,41	2,14	0,05	2,08	2,24	2,34	2,45	0,07
MgO	0,225	0,212	0,006	0,217	0,224	0,217	0,215	-
Zboża jare - Spring corns								
N ogólny	1,98	1,85	0,06	1,82	1,89	1,94	2,02	0,08
P_{205}	1,13	1,09	0,02	1,08	1,09	1,18	1,08	-

Na koncentrację potasu i wapnia w ziarnie nie wpływał w sposób udowodniony żaden z czynników doświadczenia. Ilość wapnia w ziarnie rosła ze wzrostem dawki azotu z 75 do 100 kg N/ha. Zabieg deszczowania wpływał niekorzystnie na gromadzenie magnezu w ziarnie (tab.3).

Zawartość wszystkich makroelementów w ziarnie istotnie zależała od gatunku zboża oraz od warunków sezonowych, co jest oczywiste i nie wymaga komentarza.

Niezależnie od przebiegu pogody deszczowanie powodowało wzrost plonów jęczmienia średnio o 11,5 % (tab.4). Dodatkowo oddziaływanie tego zabiegu było wyraźne we wszystkich latach i wahało się od 5,4 % w roku najniższych plonów (1988 r.) do blisko 25 % w 1987 roku. Deszczując jęczmień można więc oczekiwać zawsze efektu dodatniego, w sprzyjających warunkach zaś, wyrażającego się znacznym wzrostem plonu ziarna.

W każdych warunkach jęczmień pastewny, średnio niezależnie od kontrolowanych czynników doświadczenia, plonował wyżej niż browarny. Różnica wynosiła przeciętnie 7,5 % (tab.4). Istotnego wpływu zróżnicowanych dawek azotu na plon ziarna jęczmienia nie udowodniono.

W czterolecu jęczmień pastewny przeciętnie tworzył drobniejsze ziarno niż browarny. Cechę tę istotnie modyfikowało ponadto deszczowanie oraz nawożenie azotowe (tab.2). Działanie deszczowania zależało od warunków sezo-

nowych. Zabieg ten istotnie podnosił MTZ jedynie w 1987 r. (W_0 - 35,26; W_1 - 45,30; NIR - 1,71), lecz był to znaczny wzrost, bo o 23 % - przesądzając o układzie przeciętnym. Trzeba wspomnieć, że deszczowanie w tym sezonie przypadło na okres szczególnie ubogi w opady.

Tabela 4
Table 4

Plon ziarna jęczmienia jarego w t z ha (średnio w latach 1986-1989)
Yield of spring barley grain in t/ha (the average in the years 1986-1989)

Gatunek - Species	Wariant wodny Water variant		Dawka azotu Dose of nitrogen				Średnio Average
	W_0	W_1	N_1	N_2	N_3	N_4	
Jęczmień browarny Brewery barley	3,78	4,23	3,74	3,95	4,00	4,33	4,00
Jęczmień pastewny Fodder barley	4,09	4,52	4,13	4,41	4,24	4,44	4,30
Średnio - Average	3,93	4,38	3,93	4,18	4,12	4,38	-
NIR LSD $p = 0,05$	pomiędzy wariantami wodnymi = 0,25; pomiędzy gatunkami zbóż = 0,16 for water variants = 0,25; for cereals species = 0,16						

Na dorodność ziarna jęczmienia wpływało też nawożenie azotowe niezależnie od warunków sezonowych. Przeciętnie, na poletkach nawożonych najintensywniej azotem (N_4) MTZ była znacznie mniejsza niż na pozostałych obiektach nawozowych, nie zróżnicowanych pod tym względem w sposób udowodniony (tab.2).

Zawartość składników mineralnych w ziarnie jęczmienia w największym stopniu modyfikowały warunki sezonowe. Przy tym deszczowanie obniżało istotnie zawartość N ogólnego i fosforu. Z kolei intensyfikacja nawożenia azotowego do górnych granic powodowała wzrost zawartości N ogólnego.

4. WNIOSKI

1. Na glebie lekkiej kompleksu żytniego dobrego można oczekiwać przeciętnie wzrostu plonu ziarna pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego pod wpływem deszczowania o 13,2 %, zaś jęczmienia o 11,5 %. Natomiast w latach o niekorzystnym rozkładzie opadów odpowiednio o 30,5 i 25,0 %.

2. Stosując deszczowanie powinno się nawozić pszenicę ozimą dawką 125 kg N/ha, zaś pszenżyto 150 kg N/ha, natomiast w naturalnych warunkach opadowych oba gatunki zbóż dawką 75 kg N/ha.

3. W stanowisku po burakach, niezależnie od warunków wilgotnościowych, optymalna dawka azotu dla jęczmienia browarnego wynosi 30 kg, zaś dla pastewnego 60 kg/ha.

4. Deszczowanie zwiększa dorodność ziarna, podczas gdy dawki azotu większe od optymalnych obniżają wartość MTZ.

5. Jako następstwo deszczowania obserwuje się spadek zawartości azotu ogólnego, fosforu oraz magnezu w ziarnie zbóż. Intensyfikacja nawożenia azotowego pociąga za sobą, niezależnie od gatunku zboża, zwiększone gromadzenie w nim związków tego pierwiastka.

LITERATURA

- [1] Bieszczad S., 1978: Wpływ deszczowania i zróżnicowanego poziomu nawożenia mineralnego pszenicy ozimej na plony ziarna. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 199, 399-404
- [2] Buniak W., 1987: Efektywność nawożenia mineralnego roślin uprawnych w warunkach deszczowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 326, 111-125
- [3] Dzieżyc J., 1971: Biologiczne i agrotechniczne skutki nawodnień deszczownianych w rolnictwie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 112, 27-32
- [4] Grabarczyk S., 1987: Efekty, potrzeby i możliwości nawodnień deszczownianych w różnych regionach kraju. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 49-64
- [5] Karczmarczyk S., 1979: Wpływ deszczowania i nawożenia mineralnego na plonowanie bobiku, pszenicy ozimej i jęczmienia jarego uprawianych w ogniwach zmianowania oraz na zmiany niektórych właściwości gleby lekkiej. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rozprawy 60
- [6] Trybała M., 1968: Wpływ nawadniania i nawożenia mineralnego na plonowanie roślin uprawnych na glebie piaszczystej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 86, 147-164

YIELD IMPROVING EFFECT OF SPRINKLING AND NITROGEN FERTILIZATION IN THE CULTIVATION OF SOME GRAINS ON LIGHT SOIL

Summary

Field experiments were carried out in the years 1986-1989 on light soil. The tested characteristics were various water conditions and 4 doses of nitrogen fertilizers. It was established that the yield of winter crops increased under the influence of sprinkling by 13,2 % on the average and barley - by 11,5 %, whereas under favourable conditions, by 30,5 and 25,0 % respectively. The increase of yield under the influence of sprinkling results from a greater mass of one thousand grains. Under natural precipitation conditions, winter crops should be fertilized with 75 kg N/ha, sprinkled wheat with 125 kg N/ha, and triticale with 150 kg N/ha. Barley, irrespective of water conditions, should be fertilized with the lowest possible dose, i.e. 30 (brewery) and 60 kg N/ha (fodder). As a result of sprinkling, a decrease in the content of nitrogen, phosphorus and magnesium in grain is observed. On the other hand, intensive nitrogen fertilization results in accumulation of nitrogen in grain.

EFEKTYWNOŚĆ DESZCZOWANIA I NAWOŻENIA AZOTOWEGO
ZBÓŻ OZIMYCH NA GLEBIE LEKKIEJ

Adam Rużyczka

Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych, AR Kraków

Na podstawie trzyletnich badań polowych określono wpływ nawodnienia deszczownianego i nawożenia azotowego na plonowanie pszenżyta ozimego odmiany „Grado” i pszenicy ozimej „Grana” uprawianych na glebie lekkiej w rejonie Krakowa - z uwzględnieniem efektywności tych zabiegów.

1. WSTĘP

Przeprowadzone w różnych rejonach Polski liczne i wieloletnie badania nad efektywnością nawożenia mineralnego i nawadniania deszczownianego roślin uprawnych (potwierdzające z reguły korzystny wpływ tych czynników na plonowanie) [1, 2, 3] nie obejmowały wprowadzanego od niedawna nowego zboża - pszenżyta (triticale), którego wciąż ulepszane rody charakteryzują się wieloma zaletami - potencjalną plennością, odpornością na większość chorób, niewielkimi wymaganiami nawozowymi oraz wysokimi wartościami paszowymi ziarna o zawartości białka zbliżonej do pszenicy, a znacznie przewyższającej żyto [8].

Celem niniejszej pracy jest ocena wpływu nawożenia azotowego i nawadniania deszczownianego na plonowanie pszenżyta ozimego odmiany „Grado” oraz dla porównania pszenicy ozimej „Grana” uprawianych na glebie lekkiej w okolicach Krakowa - z uwzględnieniem efektywności tych zabiegów.

Za przeprowadzeniem badań w tych warunkach przemawiały niedobory wodne wynikające ze stwierdzonej przez Nagawiecką i wsp. [6] zmienności wskaźnika opadowego w okresie wegetacji zbóż i małej retencji gleb lekkich, oraz wyniki wcześniejszych badań Rajdy [7], które wykazały silniejszą zależność wpływu nawadniania na zwyczaję plonów od dawek azotu.

2. METODYKA I OPIS DOŚWIADCZENIA

Trzyletni cykl badań (1987-1989) przeprowadzono jako polowe, ścisłe, dwuczynnikowe, w czterech powtórzeniach, równoległe w płodozmianie pastewnym i towarowym: okopowe - jare - okopowe - ozime. Schemat doświadczenia oprócz czynnika niesterowanego, jakim były warunki meteorologiczne w po-

szczególnych latach obserwacji, obejmował dwa czynniki zmienne:

I czynnik - nawodnienie deszczowniane w wariantach:

W_0 - objekty kontrolne (bez nawadniania),

W_1 - poletka deszczowane według metody regionalnych potrzeb opadowych [4, 5];

II czynnik - nawożenie azotowe - w przeliczeniu na czysty składnik dawkami (kg N/ha): 0, 75, 100, 125, 150.

Nawożenie mineralne uzupełniano stałymi dawkami 40 kg P/ha oraz 55 kg K/ha, a zabiegi agrotechniczne wykonywano mechanicznie zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami.

Badania przeprowadzono na polu RZD AR w Mydlnikach (obrzeża Krakowa) na glebie zaliczanej do klasy brunatnoziemnych, typu i podtypu brunatnych właściwych - wytworzonych z piasku wodnolodowcowego (klasa bonitacyjna IVa, kompleksu 5 żytniego dobrego). Okresy wegetacyjne zbóż liczyły 120-130 dni (od pierwszego kwietnia do pierwszej dekady sierpnia). Sumy opadów atmosferycznych z miesięcy kwiecień-lipiec w kolejnych latach były niższe od średniej z wielolecia (303,3 mm), natomiast średnie temperatury w tych okresach nie odbiegały więcej niż o 0,5°C od średniej z wielolecia (13,8°C).

3. WYNIKI BADAŃ

Plonowanie zarówno powietrznie suchej (tab. 1) jak i absolutnie suchej masy (rys. 1) badanych zbóż było w istotny sposób zależne od nawadniania deszczownianego i nawożenia azotowego, przy czym w analogicznych warunkach wodno-nawozowych osiągało ono wyższe wartości dla ziarna (średnio o 10,9%) i słomy (o 4,8%) pszenicy ozimej aniżeli w przypadku pszenżyta. Wyjątek stanowił 1987 rok, kiedy to u bardziej wrażliwej na wpływ warunków meteorologicznych pszenicy zanotowano spadek plonu poniżej wartości minimalnej dla pszenżyta.

Deszczowanie podnosiło w okresie badawczym (1987-89) plon ziarna pszenżyta średnio o 18,0% (przeciętnie z 3,50 do 4,13 t z ha) i pszenicy o 12,6% (z 3,98 do 4,48 t z ha), natomiast w przypadku słomy zwyczajki te wynosiły odpowiednio o 30,9% i o 20,8%. W miarę intensyfikacji nawożenia azotowego regularnie wzrastało plonowanie - osiągając niezależnie od wariantu wodnego najwyższe wartości z reguły przy maksymalnej dawce azotu (150 kg N/ha), wynoszące w przypadku ziarna deszczowanych roślin 4,95 t dla pszenżyta i 5,48 t dla pszenicy, natomiast plony słomy w analogicznych warunkach to odpowiednio 5,27 i 5,12 t z ha.

Efektywność nawożenia azotowego w obu wariantach wodnych była zdecydowanie wyższa u pszenicy ozimej i w porównaniu z pszenżytem wyrażała się przeciętnie stosunkiem około 2,5 : 1 dla ziarna i 1,5 : 1 dla słomy. Jak wynika z załączonych wykresów (rys. 2) efektywność ta z reguły bywa wyższa w warunkach deszczowania, za wyjątkiem niektórych wariantów nawozowych w przypadku słomy pszenicy. Intensyfikacja nawożenia azotowego korzystnie

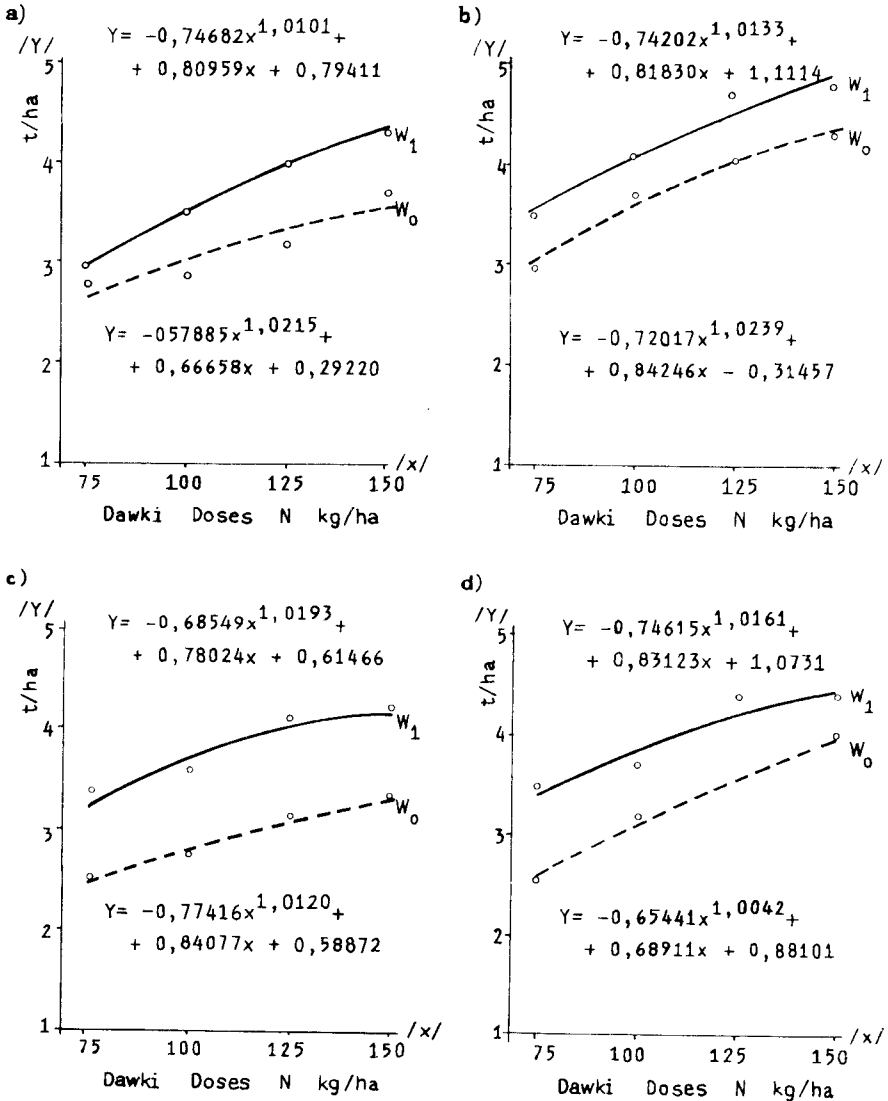
Tabela 1
Table 1

Plonowanie ziarna i słomy pszenżyta "Grado" i pszenicy ozimej "Grana" w latach 1987-89 (t/ha)
The yielding of grain and straw triticale "Grado" and winter wheat "Grana" in the years 1987/89 (t/ha)

Wyszczególnienie Measure	Rok Year	Nie deszczowane - Non sprinkled										Deszczowane - Sprinkled										NIR(0,05) LSD(0,05)
		Nawożenie N w kg/ha - Nitrogen fertilization in kg/ha										Nawożenie N w kg/ha - Nitrogen fertilization in kg/ha										
		0	75	100	125	150	średnia mean	0	75	100	125	150	średnia mean	0	75	100	125	150	średnia mean			
Ziarno pszenżyta Grain of triticale	1987	2,66	2,88	3,11	3,47	3,85	3,19	3,66	3,76	4,04	4,29	4,32	4,01	3,66	3,41	3,99	4,69	5,15	4,12	L = 0,17		
	1988	3,04	3,33	3,45	3,74	4,44	3,60	3,34	3,46	4,06	4,98	5,37	4,25	3,39	3,46	4,06	4,98	5,37	4,25	W = 0,14		
	1989	3,20	3,45	3,51	3,74	4,64	3,71	3,39	3,46	4,03	4,65	4,95	4,13	3,46	3,54	4,03	4,65	4,95	4,13	N = 0,21		
	średnia mean	2,97	3,22	3,36	3,65	4,31	3,50	3,46	3,54	4,03	4,65	4,95	4,13	3,46	3,54	4,03	4,65	4,95	4,13			
Ziarno pszenicy Grain of wheat	1987	2,26	2,76	2,89	3,25	3,75	2,98	2,87	3,58	3,88	3,99	4,15	3,69	2,87	3,58	3,88	3,99	4,15	3,69	L = 0,16		
	1988	2,82	3,59	4,87	5,35	5,38	4,40	3,05	4,06	4,91	5,61	5,87	4,70	3,05	4,06	4,91	5,61	5,87	4,70	W = 0,13		
	1989	2,89	3,86	4,95	5,35	5,71	4,55	2,00	4,19	5,49	6,21	6,43	5,06	2,00	4,19	5,49	6,21	6,43	5,06	N = 0,21		
	średnia mean	2,66	3,40	4,24	4,65	4,95	3,98	2,97	3,94	4,76	5,27	5,48	4,48	2,97	3,94	4,76	5,27	5,48	4,48			
Słoma pszenżyta Straw of triticale	1987	2,61	2,79	3,00	3,44	3,84	3,14	3,43	3,55	3,67	3,89	4,29	3,77	3,43	3,55	3,67	3,89	4,29	3,77	L = 0,14		
	1988	2,84	3,05	3,37	3,86	3,91	3,41	3,81	3,90	4,26	5,04	5,54	4,51	3,81	3,90	4,26	5,04	5,54	4,51	W = 0,11		
	1989	2,89	3,03	3,42	3,78	4,03	3,43	3,70	4,23	4,53	5,58	5,98	4,80	3,70	4,23	4,53	5,58	5,98	4,80	N = 0,18		
	średnia mean	2,78	2,96	3,26	3,69	3,92	3,33	3,65	3,89	4,15	4,84	5,27	4,36	3,65	3,89	4,15	4,84	5,27	4,36			
Słoma pszenicy Straw of wheat	1987	2,41	2,55	2,64	3,02	3,28	2,78	3,09	3,36	3,52	3,56	3,89	3,48	3,09	3,36	3,52	3,56	3,89	3,48	L = 0,17		
	1988	2,75	2,87	4,02	4,38	5,23	3,85	3,76	4,10	4,64	5,77	5,48	4,75	3,76	4,10	4,64	5,77	5,48	4,75	W = 0,14		
	1989	2,79	3,58	4,54	5,11	5,54	4,31	3,69	4,70	4,71	5,89	6,00	5,00	3,69	4,70	4,71	5,89	6,00	5,00	N = 0,22		
	średnia mean	2,65	3,00	3,73	4,17	4,68	3,65	3,51	4,05	4,29	5,07	5,12	4,41	3,51	4,05	4,29	5,07	5,12	4,41			

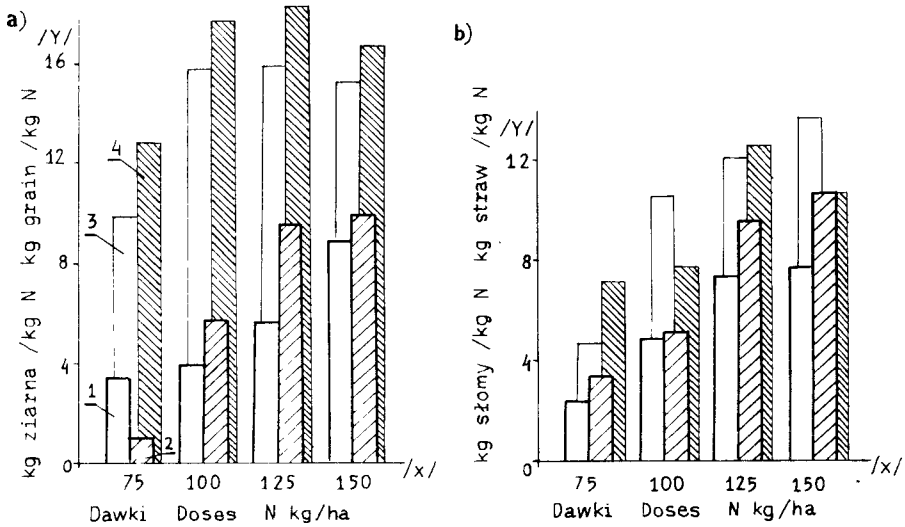
L - lata W - deszczowanie N - nawożenie azotowe
L - years W - sprinkling N - nitrogen fertilization

wpływała na zmiany produktywności jednostkowej tego nawożenia, a jej maksymalne wartości uzyskiwano przy najwyższej jego dawce (150 kg N/ha) w przypadku pszenżyta oraz przy 125 kg N/ha dla pszenicy (za wyjątkiem słomy w warunkach braku nawadniania).



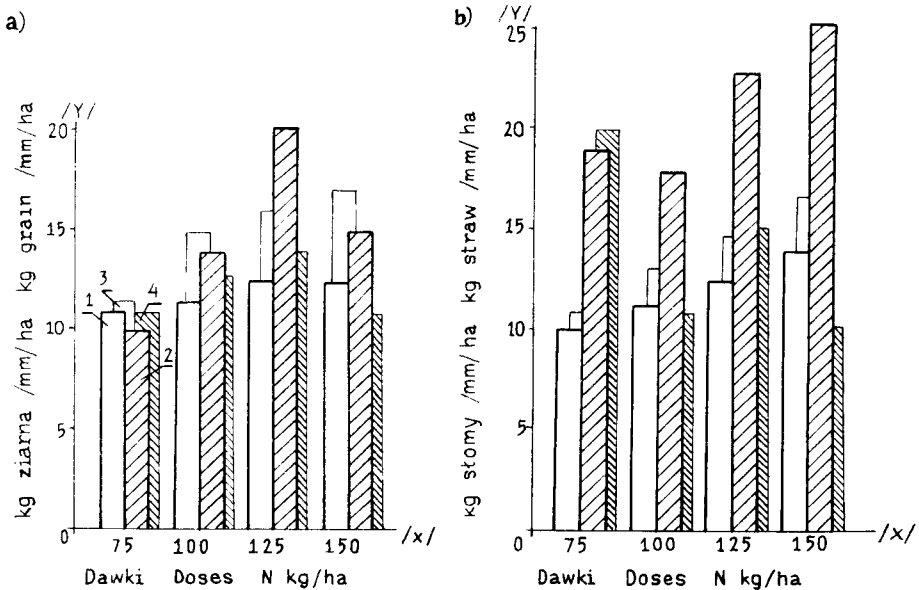
Rys.1. Zależność plonu absolutnie suchej masy od nawożenia azotowego i deszczowania: a) ziarno pszenżyta, b) ziarno pszenicy ozimej, c) słoma pszenżyta, d) słoma pszenicy ozimej; W_0 - nie-deszczowane, W_1 - deszczowane

Fig.1. The yield of absolute dry matter influence on nitrogen fertilization and sprinkling: a) grain of triticale, b) grain of winter wheat, c) straw of triticale, d) straw of winter wheat; W_0 - non sprinkled, W_1 - sprinkled



Rys.2. Efektywność nawożenia azotowego: a) ziarno, b) słoma; 1 - nie deszczowane pszenżyto, 2 - deszczowane pszenżyto, 3 - nie deszczowana pszenica ozima, 4 - deszczowana pszenica ozima

Fig.2. Effectiveness of nitrogenous fertilization: a) grain, b) straw; 1 - non sprinkled triticale, 2 - sprinkled triticale, 3 - non sprinkled winter wheat, 4 - sprinkled winter wheat



Rys.3. Efektywność opadów atmosferycznych i deszczowania: a) ziarno, b) słoma; 1 - opad atmosferyczny - pszenżyto, 2 - deszczowanie - pszenżyto, 3 - opad atmosferyczny - pszenica ozima, 4 - deszczowanie - pszenica ozima

Fig.3. Effectiveness of atmospheric precipitations and sprinkler irrigation: a) grain, b) straw; 1 - atmospheric precipitation - triticale, 2 - sprinkler irrigation - triticale, 3 - atmospheric precipitation - winter wheat, 4 - sprinkler irrigation - winter wheat

Na podstawie wykresów efektywności opadów (rys.3) stwierdzono, że z reguły produktywność jednostkowa deszczowania była wyższa u pszenżyta niż pszenicy. W przypadku ziarna i słomy pszenżyta produktywność ta była większa niż opadu atmosferycznego. Podobnie było u słomy pszenicy, podczas gdy dla jej ziarna zauważono zależność odwrotną. W przypadku ziarna obu zbóż produktywność sztucznego nawadniania osiągała najwyższe wartości przy nawożeniu dawką 125 kg N/ha (przekraczającą u pszenżyta 20 kg z ha przez 1 mm rozdeszczowanej wody), podczas gdy dla opadu atmosferycznego miało to miejsce przy poziomie nawożenia 150 kg N/ha.

4. WNIOSKI

1. Pszenżyto ozime „Grado” okazało się mniej wrażliwe na zmienność warunków meteorologicznych w poszczególnych latach, niemniej jednak poza rokiem 1987 - niekorzystnym (kiedy to pszenica miała znacznie większy spadek zbiorów) - jego plonowanie było niższe aniżeli u pszenicy ozimej odmiany „Grana”.

2. Nawożenie azotowe oraz nawadnianie deszczowniane korzystnie wpływały na plonowanie ziarna i słomy badanych zbóż.

3. Efektywność nawożenia azotowego u pszenżyta była znacznie niższa niż u pszenicy, co przeciętnie wyrażało się stosunkiem około 1 : 2,5 w przypadku ziarna i 1 : 1,5 dla słomy, przy czym dla obu zbóż efektywność ta była wyższa w przypadku stosowania deszczowania.

4. Produktywność jednostkowa nawadniania deszczownianego (w przeciwieństwie do opadu atmosferycznego) była wyższa u pszenżyta aniżeli pszenicy, a jej wartości maksymalne w przypadku ziarna obu zbóż osiągnęto przy nawożeniu dawką 125 kg N/ha.

LITERATURA

- [1] Buniak W., 1987: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 326, 111-126
- [2] Dzieżyc J. i inni, 1986: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 284, 43-56
- [3] Dzieżyc J. i inni, 1986: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 284, 75-88
- [4] Dzieżyc J. i inni, 1987: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 11-34
- [5] Dzieżyc J. i inni, 1987: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 137-148
- [6] Nagawiecka H., 1978: Zesz. Naukowe AR w Krakowie, Rozprawy 145
- [7] Rajda W., 1987: Zesz. Naukowe AR w Krakowie, Rozprawy 114
- [8] Wolski T. i inni, 1984: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 305, 159-162

THE EFFICIENCY OF SPRINKLING AND NITROGEN FERTILIZATION
OF WINTER CROPS ON LIGHT SOIL

Summary

In the years 1987-89 investigations were carried out on light soil near Cracow. Their aim was to determine the effect of variable nitrogen fertilization and sprinkling irrigation on yielding of two winter crops: triticale „Grado” and wheat „Grana”, with regard to efficiency of these treatments. In four repetitions five variants of nitrogen fertilization from 0 to 150 kg N/ha and two water ones - without irrigation and irrigation of plants according to regional precipitation needs were applied.

It was found, that both nitrogen fertilization and sprinkling caused the increase in the yielding of grain and straw in investigated crops, and yielding just as efficiency of nitrogen fertilization were higher in the case of winter wheat. However, higher efficiency of sprinkling was obtained in the case of triticale and maximum value for grain of both crops was observed at 125 kg N/ha dose.

WPLYW DESZCZOWANIA I ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTOWEGO
NA WYSOKOŚĆ I JAKOŚĆ PŁONU PSZENŻYTA UPRAWIANEGO NA GLEBIE LEKKIEJ

Adam Rużyczka

Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych, AR Kraków

Na podstawie trzyletnich badań polowych określono wpływ nawadniania deszczownianego i nawożenia azotowego na zmiany wielkości plonu absolutnie suchej masy, jego składu chemicznego oraz plonowania białka ogólnego na przykładzie pszenżyta ozimego „Grado”, uprawianego na glebie lekkiej w rejonie Krakowa.

1. WSTĘP

Badania uwzględniające wpływ nawożenia azotowego i nawadniania deszczownianego nie tylko na wielkość, ale również na jakość plonowania [1, 4-8] nie obejmowały pszenżyta - wprowadzanego od niedawna do uprawy zboża, którego wciąż ulepszane rody charakteryzują się wieloma zaletami, w tym również wysokimi wartościami paszowymi ziarna o zawartości białka zbliżonej do pszenicy. Białko to dzięki zawartości lizyny posiada dobrą wartość biologiczną [9].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu nawożenia azotowego i deszczowania na wysokość oraz skład chemiczny plonu pszenżyta ozimego „Grado”, uprawianego na glebie lekkiej w rejonie Krakowa.

2. METODYKA I OPIS DOŚWIADCZENIA

Trzyletni cykl badań przeprowadzono jako doświadczenia polowe, ściśle w czterech powtórzeniach. Ich schemat, oprócz czynnika niesterowanego jakim były warunki meteorologiczne w poszczególnych latach obserwacji, obejmował dwa czynniki zmienne:

- czynnik I - nawodnienie deszczowniane w dwóch wariantach - obiekty kontrolne (bez nawadniania) i poletka deszczowane według metody regionalnych potrzeb opadowych [2, 3],
- czynnik II - nawożenie azotowe dawkami 0, 75, 100, 125, 150 kg N/ha.

Badania przeprowadzono na obiekcie RZD AR w Mydlnikach (obrzeża Krakowa) na glebie zaliczanej do klasy brunatnoziemnych, typu i podtypu brunatnych właściwych - wytworzonych z piasku wodnolodowcowego (klasa bonitacyjna IVa, kompleksu 5 żytniego dobrego).

Okresy wegetacyjne w latach badań charakteryzowały się sumami opadów atmosferycznych nieco niższymi od średniej z wielolecia wynoszącej dla miesięcy IV - VIII 303,3 mm i średnimi temperaturami, które nie odbiegały więcej niż o 0,5°C od wartości z wielolecia (13,8°C).

3. WYNIKI BADAŃ

Nawodnienie deszczowniane i nawożenie azotowe miały istotny wpływ na zmiany w plonowaniu pszenżyta. Jak wynika z tabeli 1 plon absolutnie suchej masy tego zboża wzrastał w wyniku nawadniania przeciętnie z 3,03 do 3,57 t z ha (tj. o 17,82 %) w przypadku ziarna i z 2,84 do 3,72 t z ha (tj. o 33,99 %) dla słomy. Zwyżkę plonowania uzyskiwano również poprzez intensyfikację nawożenia azotowego, a maksymalne jego wartości osiągnęto zawsze przy najwyższej ze stosowanych dawek azotu (150 kg/ha). Wynosiły one w latach 1987-89 4,35 t ziarna i 4,44 t słomy z ha w przypadku stosowania deszczowania i odpowiednio 3,72 i 3,38 t dla obiektów kontrolnych.

Analiza zawartości substancji mineralnych przedstawionych w tabeli 2 wykazuje różnorodność ich zmian pod wpływem nawożenia azotowego i deszczowania. Procentowy udział składników mineralnych przejawiał w wyniku stosowania nawożenia azotowego tendencje wzrostowe (N ogólny i K₂O) albo też brak jednoznacznych i ukierunkowanych zmian. Podobnie było w przypadku wpływu nawadniania, z tym że w suchej masie ziarna pszenżyta stwierdzono spadek zawartości N ogólnego i P₂O₅ na skutek tego zabiegu.

Zmiany w procentowym udziale składników organicznych w absolutnie suchej masie plonu pszenżyta obrazuje tabela 3, gdzie szczególnie na uwagę zasługuje wyższa zawartość białka ogólnego w ziarnie badanego zboża uprawianego na poletkach deszczowanych (średnio 13,52 %) niż w przypadku braku nawadniania (13,15 %), a także istotny wzrost udziału tego składnika w ziarnie i słomie badanej rośliny pod wpływem intensyfikacji nawożenia azotowego. Maksymalne wartości tego wskaźnika zaobserwowano przy najwyższej zastosowanej dawce azotu (150 kg/ha) osiągające w przypadku stosowania deszczowania 14,77 % w absolutnie suchej masie ziarna i odpowiednio 1,67 % dla słomy. Ponadto nieco wyższa była również zawartość tłuszczu w przypadku stosowania deszczowania (średnio 1,73 % w ziarnie i 1,55 % w słomie) w porównaniu z wariantem kontrolnym (odpowiednio 1,65 % i 1,46 %). Wpływ nawożenia azotowego na udział tłuszczu nie okazał się tak regularny jak w przypadku białka ogólnego, niemniej jednak poza ziarnem uzyskiwanym w warunkach nawadniania większe zawartości tego składnika obserwowano przy wyższych dawkach azotu. Konsekwencją powyższych zmian było istotne obniżenie się zawartości bezazotowych wyciągowych w plonie omawianej rośliny pod wpływem nawadniania deszczownianego i nawożenia azotowego.

Przedstawione w tabeli 4 plonowanie białka ogólnego, którego około 90 % było udziałem ziarna, wykazywało zależność nie tylko od warunków meteorologicznych w poszczególnych latach obserwacji, ale również od deszczowania i nawożenia azotowego. Nawodnienie powodowało wzrost tego plonowania średnio o 23,59 % w przypadku ziarna i o 24,56 % dla słomy.

Tabela 1
Table 1

Plon absolutnie suchej masy pszenżyta „Grado” (w t z ha)
Absolute dry matter yield of triticale „Grado” (in t per ha)

Wariant wodny Alternative design of water	Rok Year	Nawożenie azotowe w kg/ha Nitrogen fertilization in kg/ha					Średnia Mean
		0	75	100	125	150	
Ziarno - Grain							
Nie deszczowane Non sprinkled	1987	2,30	2,52	2,65	3,06	3,30	2,77
	1988	2,65	2,94	3,01	3,27	3,93	3,16
	1989	2,79	2,94	3,01	3,23	3,93	3,18
	średnia mean	2,58	2,80	2,89	3,19	3,72	3,03
Deszczowane Sprinkled	1987	3,19	3,26	3,53	3,66	3,77	3,48
	1988	2,85	2,66	3,41	4,06	4,49	3,49
	1989	2,89	3,02	3,62	4,39	4,79	3,74
	średnia mean	2,98	2,98	3,52	4,04	4,35	3,57
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	L = 0,14		W = 0,12		N = 0,18		
Słoma - Straw							
Nie deszczowane Non sprinkled	1987	2,18	2,42	2,62	2,94	3,31	2,69
	1988	2,39	2,60	2,78	3,32	3,41	2,90
	1989	2,52	2,58	2,93	3,24	3,41	2,94
	średnia mean	2,36	2,53	2,78	3,17	3,38	2,84
Deszczowane Sprinkled	1987	2,88	3,06	3,13	3,23	3,48	3,16
	1988	3,28	3,32	3,67	4,30	4,71	3,86
	1989	3,18	3,68	3,95	4,86	5,13	4,16
	średnia mean	3,11	3,35	3,59	4,13	4,44	3,72
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	L = 0,12		W = 0,10		N = 0,15		

- L - lata
- years
- W - deszczowanie
- sprinkling
- N - nawożenie azotowe
- nitrogen fertilization

Tabela 2
Table 2

Zawartość składników mineralnych (w % a.s.m.)
w plonie pszenżyta „Grado” (średnia za lata 1987-89)
The content of mineral components (in % a.d.m.)
in yield of triticale „Grado” (means from years 1987-89)

Wariant wodny Alternative design of water	Składnik Component	Nawożenie azotowe w kg/ha Nitrogen fertilization in kg/ha					Średnia Mean
		0	75	100	125	150	
Ziarno - Grain							
Nie deszczowane Non sprinkled	N ogólny	1,82	1,81	1,82	1,90	1,90	1,85
	P ₂ O ₅	0,78	0,78	0,81	0,80	0,78	0,79
	K ₂ O	0,67	0,69	0,73	0,73	0,74	0,71
	CaO	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04
	MgO	0,16	0,18	0,19	0,21	0,19	0,19
Deszczowane Sprinkled	N ogólny	1,77	1,78	1,85	1,87	1,89	1,83
	P ₂ O ₅	0,77	0,77	0,77	0,78	0,76	0,77
	K ₂ O	0,71	0,74	0,74	0,77	0,75	0,74
	CaO	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05
	MgO	0,19	0,20	0,19	0,21	0,21	0,20
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	N ogólny	W = 0,02			N = 0,03		
	P ₂ O ₅	W = 0,01			N = 0,02		
	K ₂ O	W = 0,02			N = 0,03		
	CaO	W = 0,00			N = 0,01		
	MgO	W = 0,01			N = 0,01		
Śłoma - Straw							
Nie deszczowane Non sprinkled	N ogólny	0,31	0,31	0,30	0,31	0,31	0,31
	P ₂ O ₅	0,33	0,29	0,30	0,33	0,33	0,32
	K ₂ O	1,12	1,17	1,21	1,19	1,22	1,18
	CaO	0,09	0,09	0,11	0,11	0,12	0,10
	MgO	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Deszczowane Sprinkled	N ogólny	0,34	0,33	0,34	0,34	0,33	0,34
	P ₂ O ₅	0,34	0,34	0,33	0,32	0,33	0,33
	K ₂ O	1,20	1,22	1,24	1,27	1,26	1,24
	CaO	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13
	MgO	0,09	0,09	0,09	0,09	0,11	0,10
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	N ogólny	W = 0,01			N = 0,02		
	P ₂ O ₅	W = 0,01			N = 0,02		
	K ₂ O	W = 0,02			N = 0,03		
	CaO	W = 0,01			N = 0,01		
	MgO	W = 0,01			N = 0,01		

W - deszczowanie
- sprinkling

N - nawożenie azotowe
- nitrogen fertilization

Tabela 3
Table 3

Zawartość składników pokarmowych (w % a.s.m.)
w plonie pszenżyta „Grado” (średnia za lata 1987-89)
The content of nutrients (in % a.d.m.)
in yield of triticale „Grado” (means from years 1987-89)

Wariant wodny Alternative design of water	Składnik Component	Nawożenie azotowe w kg/ha Nitrogen fertilization in kg/ha					Średnia Mean
		0	75	100	125	150	
Ziarno - Grain							
Nie deszczowane Non sprinkled	A	12,10	12,53	13,62	13,53	13,97	13,15
	B	1,63	1,67	1,60	1,67	1,67	1,65
	C	2,70	2,37	2,72	2,73	2,67	2,64
	D	79,37	79,33	77,63	77,50	77,13	78,19
	E	4,20	4,10	4,43	4,57	4,57	4,37
Deszczowane Sprinkled	A	12,37	12,77	13,67	14,03	14,77	13,52
	B	1,80	1,67	1,67	1,77	1,73	1,73
	C	2,73	2,70	2,73	2,63	2,60	2,68
	D	78,63	78,40	77,40	77,10	76,40	77,59
	E	4,47	4,47	4,53	4,50	4,50	4,49
Słoma - Straw							
Nie deszczowane Non sprinkled	A	1,57	1,50	1,60	1,67	1,67	1,60
	B	1,23	1,50	1,47	1,57	1,53	1,46
	C	36,77	35,70	36,70	37,83	38,17	37,03
	D	56,70	57,57	56,43	55,00	54,73	56,09
	E	3,80	3,80	3,80	3,93	3,90	3,85
Deszczowane Sprinkled	A	1,57	1,47	1,60	1,60	1,67	1,58
	B	1,50	1,47	1,60	1,60	1,60	1,55
	C	35,83	37,50	37,50	37,53	37,50	37,17
	D	56,40	55,40	55,10	55,20	54,97	55,41
	E	4,20	4,17	4,20	4,23	4,27	4,21
NIR _(0,05) LSD _(0,05)		Ziarno - Grain			Słoma - Straw		
			W	N	W	N	
	A		0,10	0,16	0,06	0,10	
	B		0,04	0,06	0,05	0,08	
	C		0,06	0,10	0,25	0,39	
	D		0,12	0,19	0,36	0,56	
E		0,05	0,09	0,07	0,11		

A - białko ogólne
- total protein

B - tłuszcz
- extract ether

C - włókno ogólne
- total fibre

D - bezazotowe wyciągowe
- N-free extractives

E - popiół surowy
- crude ash

W - deszczowanie
- sprinkling

N - nawożenie azotowe
- nitrogen fertilization

Tabela 4
Table 4

Plon białka ogólnego w pszenzycie „Grado” (w t z ha)
Total protein yield in triticale „Grado” (in t per ha)

Wariant wodny Alternating design of water	Rok Year	Nawożenie azotowe w kg/ha Nitrogen fertilization in kg/ha					Średnia Mean
		0	75	100	125	150	
Ziarno - Grain							
Nie deszczowane Non sprinkled	1987	0,278	0,308	0,347	0,373	0,459	0,353
	1988	0,338	0,373	0,402	0,447	0,539	0,426
	1989	0,327	0,368	0,407	0,451	0,542	0,419
	średnia mean	0,315	0,350	0,385	0,434	0,513	0,399
Deszczowane Sprinkled	1987	0,374	0,387	0,464	0,511	0,513	0,450
	1988	0,386	0,391	0,468	0,566	0,645	0,491
	1989	0,336	0,383	0,492	0,632	0,744	0,517
	średnia mean	0,365	0,387	0,475	0,570	0,634	0,486
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	L = 0,030		W = 0,028		N = 0,019		
Słoma - Straw							
Nie deszczowane Non sprinkled	1987	0,037	0,041	0,046	0,050	0,053	0,045
	1988	0,036	0,034	0,043	0,055	0,061	0,046
	1989	0,037	0,040	0,043	0,049	0,059	0,045
	średnia mean	0,037	0,038	0,044	0,051	0,057	0,046
Deszczowane Sprinkled	1987	0,043	0,052	0,050	0,058	0,073	0,055
	1988	0,059	0,045	0,060	0,072	0,065	0,060
	1989	0,044	0,045	0,060	0,068	0,076	0,059
	średnia mean	0,049	0,047	0,057	0,066	0,071	0,058
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	L = 0,033		W = 0,027		N = 0,022		

L - lata
- years

W - deszczowanie
- sprinkled

N - nawożenie azotowe
- nitrogen fertilization

W miarę intensyfikacji nawożenia azotowego uzyskiwano coraz to wyższe plony białka ogólnego, a maksymalne jego wartości otrzymywano przy dawce 150 kg/ha - wynoszące w przypadku deszczowania przeciętnie 0,570 t w ziarnie i 0,066 t w słomie z ha, podczas gdy na obiektach bez nawadniania odpowiednio 0,434 i 0,051 t z ha.

4. WNIOSKI

1. Deszczowanie podnosiło plon absolutnie suchej masy pszenżyta średnio o 17,82 % (ziarno) i 33,99 % (słoma), który niezależnie od wariantu wodnego wzrastał w miarę intensyfikacji nawożenia azotowego.

2. Procentowy udział składników mineralnych przejawiał w wyniku nawożenia azotowego tendencje wzrostowe (N ogólny i K_2O), albo też brak jednoznacznych zmian. Również deszczowanie powodowało różne wahania ich zawartości, przy czym spadek udziału N ogólnego i P_2O_5 został wywołany stosowaniem tego zabiegu.

3. Nawadniania i intensyfikacja nawożenia azotowego powodowały podwyższenie zawartości białka ogólnego i tłuszczu w plonie pszenżyta. Również plonowanie białka ogólnego w ziarnie i słomie tego zboża podnosiło się istotnie wskutek stosowania tych zabiegów (deszczowanie powodowało wzrost o około 24 %).

LITERATURA

- [1] Dzieżyc J. i in., 1973: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 140, 297-304
- [2] Dzieżyc J. i in., 1987: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 11-34
- [3] Dzieżyc J. i in., 1987: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 137-148
- [4] Karczmarczyk S. i in., 1982: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 236, 303-312
- [5] Kuszelewski L. i in., 1982: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 236, 267-271
- [6] Nowak L., 1978: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 199, 343-354
- [7] Prochal P. i in., 1978: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 199, 67-76
- [8] Rajda W., 1987: Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawy 114
- [9] Wolski T. i in., 1984: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 305, 159-162

THE EFFECT OF SPRINKLING AND VARIABLE NITROGEN FERTILIZATION ON YIELD AND QUALITY OF TRITICALE CULTIVATED ON LIGHT SOIL

Summary

In the years 1987-89 investigations were carried out on light soil near Cracow. Their aim was to determine the effect of variable nitrogen fertilization and sprinkling irrigation on yield and quality of winter triticale "Grado". In four repetitions five variants of nitrogen fertilization from 0 to 150 kg/ha and two water ones - without irrigation and irrigation according to regional precipitation requirements were applied.

Considerable rise of yielding and low changes in chemical composition of investigated grain under the influence of nitrogen fertilization and irrigation was found. Increase of total protein content and its yield was noticed either.

JAKOŚĆ PŁONU ZIARNA PSZENICY JAREJ ODMIAN CHLEBOWYCH
W ZALEŻNOŚCI OD TYPU I RÓŻNEGO UWILGOTNIENIA GLEBY

Ludwika Martyniak

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty

W pracy przedstawiono wyniki dwuletnich badań kameralnych dotyczących oceny jakości plonu ziarna pszenicy jarej odmian chlebowych uprawianej na różnych glebach w warunkach różnego uwilgotnienia. W porównywalnych warunkach uprawy ujawniła się wysoka zależność jakości ziarna od typu gleby. Rośliny uprawiane na glebie lżejszej zawierały więcej białka ogólnego w ziarnie, niż te same rośliny uprawiane na glebie zwięźlejszej. W warunkach większego deficytu wody w glebie, ziarno charakteryzowało się lepszymi parametrami technologicznymi.

1. WSTĘP

W Polsce coraz częściej zwraca się uwagę na jakość surowca pszennego przeznaczonego dla przemysłu piekarskiego i cukierniczego, bowiem jakość otrzymanego pieczywa, jego pulchność, porowatość, wzrost, kolor czy trwałość są ściśle związane z jakością ziarna zbóż [2, 5]. Do wypieku nadają się tylko niektóre odmiany pszenic, przeważnie tzw. chlebowe, uprawiane specjalnie na cele konsumpcyjne. Ziarno ich posiada szczególnie wysoką wartość technologiczną, przejawiającą się dużą zawartością białka oraz dobrą jego przydatnością do przetwarzania na mąkę, a w dalszej kolejności na chleb [4].

W ostatnich latach do uprawy w kraju wchodzi nowe kreacje pszenic chlebowych o dobrych parametrach technologicznych ziarna. Znana jest jednak powszechnie duża zmienność zawartości białka pszenicy w zależności od warunków siedliska [5]. Deszczowanie pszenicy jarej podnosi plon ziarna, minimalizując ryzyko uprawy, a jednocześnie obniża w nim zawartość białka. Dotychczasowe wyniki badań cech jakościowych ziarna pszenicy jarej nie są jednoznaczne [1, 2, 4]. Brak także badań oceny jakości plonu pszenicy otrzymanego na różnych glebach przy porównywalnych pozostałych czynnikach klimatycznych i zabiegach uprawowych.

2. METODYKA BADAŃ

W latach 1986-1987 przeprowadzono doświadczenie mikropoletkowe nt.: „Wartość technologiczna ziarna pszenicy jarej uprawianej na różnych gle-

bach w warunkach różnego ich uwilgotnienia". Badania miały na celu sprawdzenie ilościowo-jakościowej reakcji odmian chlebowych pszenicy jarej na rodzaj gleby i nawodnienia w warunkach kontrolowanych hali wegetacyjnej.

Doświadczenie założono w basenach o wymiarze 1 x 1 m, ściśle odizolowanych od podłoża, wypełnionych w 1980 roku glebą na głębokość 1,1 m zgodnie z naturalnym układem profilu w polu. Badane czynniki:

I - roślina - dwie odmiany jakościowe pszenicy jarej:

A - Henika SHR Henrykowo,

B - Kadett Szwecja, zrejoniowana w Polsce w 1983 r.

II - gleba:

L - lekka, V kompleks przydatności rolniczej,

C - ciężka, III kompleks przydatności rolniczej

III - woda:

D₁ - nawodnienia częste, małymi dawkami wody,

D₂ - nawodnienia rzadsze, większymi dawkami wody.

Doświadczenie założono w układzie niezależnym, w trzech powtórzeniach. Podstawowe zabiegi uprawowo-pielęgnacyjne przeprowadzano zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami uprawy tej rośliny.

Nawodnienia prowadzono:

- w roku 1986 na podstawie wskazań siły ssącej gleby. Uzupełnianie niedoborów wodnych gleby do PPW przeprowadzono w chwili, gdy siła ssąca gleby wynosiła 0,2 atm. (D₁) oraz 0,5 atm. (D₂),

- w roku 1987 nawadniano rośliny stałymi dawkami wody: D₁ - co dwa dni w ilości 6 mm, D₂ - co osiem dni w ilości 24 mm.

Przesiewnie zastosowano następujące nawożenie mineralne:

N 8 g czystego składnika na 1 m²

P₂O₅ 6 g czystego składnika na 1 m²

K₂O 9 g czystego składnika na 1 m²

CaO, MgO 30 g czystego składnika na 1 m²

Uzupełniającą dawkę N w ilości 4 g czystego składnika na 1 m² dawano pogłównie w fazie kłoszenia.

Do momentu krzewienia stosowano jednolite uwilgotnienie gleby dla wszystkich kombinacji. Nawadnianie roślin ściśle według schematu doświadczenia rozpoczynano na początku krzewienia i kontynuowano nieprzerwanie do końca wegetacji. Po osiągnięciu przez rośliny technicznej dojrzałości dokonywano pomiaru wysokości łanu na każdym poletku. Sprzęt pszenicy przeprowadzono ręcznie przy pomocy sierpa. Omłot kłosów wykonywano na młocarni poletkowej, natomiast czyszczenie ziarna ręcznie na sitach.

Analizę ziarna obejmującą masę 1000 ziarn oraz zawartość wody w ziarnie wykonano w laboratorium własnym. Wartość technologiczną ziarna oznaczano w Centralnym Laboratorium w Słupi Wielkiej.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Właściwości fizyko-wodne gleby oraz jej zasobność w składniki pokarmowe przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1
Table 1Właściwości retencyjne profilu glebowego oraz skład mechaniczny gleby
Retention properties and texture of the soil profile

Gleba - Soil	Głębokość warstw profilu cm Layer cm	Zawartość wody w % obj. przy pF Water content in vol. % at pF				Frakcje (%) Particle soil (%)		
		2,0	2,5	3,4	4,2	piaskowa	pyłowa	spławialna
						sand	silt	0,02 mm
Gleba lekka 5 kompleks żytni dobry Light soil	5 - 30 35 - 60 75 - 100	21,2 23,6 39,3	10,1 5,6 36,2	6,2 3,1 30,6	4,1 1,8 25,4	74 80 30	17 14 8	9 6 62
Gleba ciężka 3 kompleks pszenny Heavy soil	5 - 30 35 - 60 75 - 100	29,2 27,2 26,6	24,4 21,6 20,8	16,0 12,7 10,2	9,6 7,4 5,8	24 28 32	45 48 51	31 24 16

W okresie prowadzenia doświadczeń gleba stanowiła czynnik stały. Obydwa typy gleb odznaczały się dobrą zasobnością w podstawowe składniki pokarmowe oraz odczynem obojętnym.

W latach prowadzenia doświadczenia zarysowała się wyraźna reakcja roślin na rodzaj gleby i sposób nawadniania. Na obiektach, gdzie deficyt wody w glebie sięgał poziomu 60 % PPW (wariant D₂), rośliny zareagowały obniżką plonu. Dotyczyło to zwłaszcza gleb lekkich, na których spadek plonu ziarna sięgał około 30 %. W tych samych warunkach uprawy na glebie cięższej kompleksu pszennego obniżenie plonu ziarna nie przekraczało 5 %. Opisane wyżej relatywne zależności obejmowały wszystkie składniki plonu (tab. 2).

Cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej badanych czynników przedstawiono w tabeli 3. Biorąc za kryterium oceny zawartość białka w ziarnie oraz test sedymentacyjny Zeleny'ego, badane odmiany różniły się między sobą. Kadett przedstawiał wyższą wartość dla przemysłu piekarniczego. Większe jednak różnice wartości technologicznej ujawniły się w reakcji na typ gleby. Rośliny uprawiane na glebie lżejszej wykazały korzystniejsze parametry jakościowe.

Analizując jakość ziarna uwagę zwraca ujemna współzależność masy tyśiąca ziarn z zawartością białka (drobne ziarno - wysoka zawartość białka w suchej masie). Nie wglębiając się w biochemię wskazywałoby to, że wzrost zawartości białka w ziarnie następuje w dużej mierze wskutek zwiększenia obwodu ziarniaka, w którym tuż pod okrywą owocowo-nasienną znajduje się bogata w białko (do 50 %) warstwa aleuronowa.

Tabela 2
Table 2

Plonowanie pszenicy jarej uprawianej na różnych glebach w warunkach różnego ich uwilgotnienia, średnio z lat
Yields of varieties spring wheat depending on of the soil type and the moisture content, mean from years

Badane czynniki - Studied factors		Plon (q/m ²) Yield (q/m ²)			Masa 1000 nasion g Weight of 1000 seeds g	Wysokość roślin cm Plants height cm	
odmiana - variety	gleba - soil	wariant wodny water variant	osiadki kłosowe rachis				
			ziarno grain	słoma straw			
Kadett	lekka - light	D ₁	415,5	481,0	132,5	33,2	96,0
		D ₂	299,5	331,5	107,0	32,0	84,0
	ciężka - heavy	D ₁	455,5	532,5	158,5	33,9	102,5
		D ₂	467,0	523,0	151,0	33,3	104,5
Henika	lekka - light	D ₁	452,5	476,0	134,5	33,2	92,5
		D ₂	353,5	376,0	121,0	32,4	91,0
	ciężka - heavy	D ₁	483,5	551,0	140,0	33,7	103,0
		D ₂	430,5	465,0	138,0	32,9	97,0
Efektywność deszczowania gleby lekkiej Effect of irrigation of the light soil		(D ₁ %)	33,0	35,0	17,0	3,0	7,0
Efektywność deszczowania gleby ciężkiej Effect of irrigation of the heavy soil		(D ₁ %)	5,0	11,0	3,0	2,0	2,0
Efektywność deszczowania ogółem Effect of irrigation of the total		(D ₁ %)	16,0	20,0	9,0	2,0	5,0

Wariant wodny: D₁ - nawodnienia częste, małymi dawkami wody
Water variant: D₁ - the smaller water doses, applied more frequently

D₂ - nawodnienia rzadsze, większymi dawkami wody
D₂ - the higher water doses, applied more really

Tabela 3
Table 3Wskaźniki jakości plonu
Quality indexes of yields

Odmiana Varietas	Gleba - Soil	Wariant wodny Water variants	Białko ogólne (% s.m.) Total protein (% d.m.)	Test se- dymenta- cyjny Ze- leny ego ml Sedimen- tation test ml	Liczba opadania s Falling number s
Kadett	lekka - light	D ₁	16,0	56,8	349
		D ₂	16,8	57,0	372
	ciężka - heavy	D ₁	14,9	47,8	350
		D ₂	15,2	46,0	329
Henika	lekka - light	D ₁	15,0	41,0	385
		D ₂	16,0	48,8	377
	ciężka - heavy	D ₁	14,4	42,2	373
		D ₂	14,5	38,5	366
Efektywność deszczowania gleby lekkiej Effect of irrigation of the light soil		D ₁ - D ₂	-0,9	-4,0	-7
Efektywność deszczowania gleby ciężkiej Effect of irrigation of the heavy soil		D ₁ - D ₂	-0,2	2,8	14
Efektywność deszczowania ogółem Effect of irrigation of total		D ₁ - D ₂	-0,5	-0,6	3

4. WNIOSKI

1. We wszystkich cechach ilościowych plonu zarysowały się wyraźne różnice na korzyść roślin obficie i częściej nawadnianych.

2. Wartość technologiczna ziarna pszenicy kształtowała się odwrotnie proporcjonalnie w stosunku do ilościowej oceny plonu. W warunkach większego deficytu wody w glebie ziarno charakteryzowało się wyższą zawartością białka.

3. W porównywalnych warunkach uprawy ujawniła się wysoka zależność wartości technologicznej ziarna od typu gleby. Rośliny uprawiane na glebie lżejszej zawierały więcej białka ogólnego w ziarnie, niż te same rośliny uprawiane na glebie zwięźlejszej.

LITERATURA

- [1] Bieszczad S., 1982: Plonowanie i skład chemiczny ziarna nowych rodów pszenicy jarej w zależności od nawadniania i poziomu nawożenia mineralnego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 236, 329-338
- [2] Biskupski A., Bogdanowiczowa M., Dzieżyc J., 1982: Ocena plonu i jakości ziarna odmian pszenicy jarej z doświadczeń z nawadnianiem i nawożeniem. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 236, 417-426
- [3] Grabarczyk S., 1987: Efekty, potrzeby i możliwości nawodnień deszczownianych w różnych regionach kraju. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 50-64
- [4] Kaczyński L., 1984: Reakcja odmian zbóż na zmienne warunki siedliskowe. Wiad. Odmianoznawcze, 4-5, 39-69
- [5] Klockiewicz-Kamińska E., 1988: Jakość wypiekowa pszenicy. Ocena wartości odmian. Wiad. Odmianoznawcze, 5, 22
- [6] Krzymuski J., 1987: Ocena postępu odmianowego głównych ziemniaków w skali kraju i gatunków. Biul. Oceny Odmian., 19, 13-23
- [7] Martyniak L., 1986: Próba ustalenia dopuszczalnego przedziału deficytu wody w glebie dla wybranych odmian pszenicy jarej w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Roczn. Nauk Rol. Ser. F., 2, 81, 59-64
- [8] Mazurek J. i in., 1985: Technologia produkcji pszenicy jarej. IUNG, Puławy
- [9] Sienkiewicz J., 1968: Działanie nawożenia mineralnego i nawodnienia na glebach lekkich na wartość wypiekową pszenicy ozimej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 110, 199-209
- [10] Stewart B.A., 1977: The effects of fertilizers and other agricultural inputs on quality criteria of wheat needed for milling and backing. Materiały 13 Kolokwium Międzynarodowego Instytutu Potasowego, Berno

QUALITY OF BREAD VARIETIES THE SPRING WHEAT GRAIN
IN DEPENDENCE ON THE SOIL TYPE AND THE MOISTURE CONTENT

Summary

The experiments were conducted in controlled conditions at IMUZ Falenty green house from 1986-1987. Studied factors: plants: var. Henika, Kadett; soil: light, heavy; irrigation: the smaller water doses applied more frequently, and the higher ones, applied more rarely. The experiments set up of cement for exactly isolated from surface basins. They have been filled up with soil to 1,1 m thickness in accordance to soil field profile in 1980. The high dependence of grain quality on the soil type has appeared. The total protein content in the grain was higher when the same wheat plants had been cultivated on the light soil, than on the heavier one. The wheat grain had better technological parameters, when cultivated in the conditions with higher soil water deficit.

STOSOWANIE WODY MORSKIEJ DO NAWADNIANIA
NIEKTÓRYCH ROŚLIN UPRAWNYCH

Małgorzata Roy

Zakład Podstaw Produkcji Roślinnej i Nawadniania Roślin,
AR Szczecin

Badania dotyczące stosowania wody morskiej do nawodnień roślin uprawnych prowadzono w latach 1987-1989 na mikropoletkach o powierzchni 1 m². Testowanymi roślinami były: burak pastewny, jęczmień jary, ziemniak, pszenżyto. Zasolona woda stosowana do deszczowania w okresach niedoboru opadów naturalnych spowodowała spadek plonu bulw ziemniaków i liści buraków oraz przyrosty plonu jęczmienia, pszenżyta i korzeni buraków. Zmniejszyła się zawartość skrobi w ziemniakach, zaś poziom bukru w burakach pozostał bez zmian. W glebie zanotowano wyższą zawartość Mg i NaCl, a spadek P i Ca.

1. WSTĘP

Wzrost wydajności produkcji roślinnej poprzez jej intensyfikację wymaga dodatkowego nawadniania, gwarantującego systematyczne zaopatrzenie roślin w wodę. Celowe jest zatem poszukiwanie nowych źródeł wody dla potrzeb rolnictwa. Takim źródłem mogłaby być woda morska, szczególnie w rejonach nadmorskich.

Nad możliwością wykorzystania jej do nawodnień prowadzone były już od wielu lat prace w różnych krajach. Stosowanie wody morskiej w rolnictwie natrafia jednak na pewne ograniczenia wynikające z jej destruktywnego wpływu na glebę, a również często z toksycznego działania na roślinę. We wszystkich systemach klasyfikacji wody morskiej do nawodnień pierwszym kryterium oceny jest ogólna zawartość soli, czyli zasolenie. Szczególnie chodzi tu o koncentrację jonów Na⁺ i Cl⁻ w zasolonej wodzie. Dalsze uwarunkowania wynikają z rodzaju gleby, jej aktualnej kultury oraz gatunku uprawianych roślin.

Na urodzajność gleby i zmiany w jej kompleksie sorpcyjnym w aspekcie stosowania wody morskiej znaczący wpływ ma stosunek kationów do anionów oraz relacja kationów jedno- i dwuwartościowych, szczególnie Na⁺:Ca⁺⁺ [5]. Koloidy glebowe o ujemnym ładunku przyciągają bowiem kationy zawarte w wodzie morskiej. Najbardziej zagrożone są gleby o większej pojemności kompleksu sorpcyjnego. Bardziej ujemne działanie soli zawartych w wodzie morskiej ujawnia się również w glebach o mniejszej wilgotności [6].

Stosowanie słonej wody do nawodnień stwarza roślinom gorsze warunki wzrostu. Wyższa koncentracja roztworu glebowego utrudnia pobieranie wody, ponieważ roślina musi pokonać większy potencjał osmotyczny roztworu soli. Często wytwarzają się przez to warunki podobne do suszy fizjologicznej [3].

Wyniki prac innych autorów wskazują, że stosowanie wody morskiej do nawodnień jest możliwe, jednak nie dla wszystkich gatunków roślin uprawnych [1, 3, 4, 8]. Woda morska ma ogólnie ujemny wpływ na glebę oraz plonowanie roślin, jednak poszczególne gatunki charakteryzują się różną tolerancją na zasolenie.

Biorąc pod uwagę łagodzący wpływ opadów atmosferycznych na koncentrację soli w glebie, uzasadnione wydaje się prowadzenie dalszych badań nad wpływem zasolonej wody morskiej na wzrost i plonowanie roślin uprawnych, a tym samym nad możliwością jej wykorzystania w rolnictwie nadmorskiego pasa Pomorza Zachodniego.

Celem badań było określenie wpływu wody morskiej na ilościowe i jakościowe zmiany w plonach oraz zmiany chemicznych właściwości gleby.

2. METODYKA I WARUNKI BADAŃ

Badania dotyczące stosowania wody morskiej do nawodnień roślin uprawnych prowadzono w latach 1987-1989 w RZD Lipki na mikropoletkach o powierzchni 1 m². Stanowiły je kręgi betonowe wypełnione glebą lekką zaliczaną do kompleksu żytńskiego dobrego. Testowane rośliny uprawiano w zmianowaniu: burak pastewny (odmiana Poly-Past) - jęczmień jary (odmiana Bielik) - ziemniak (odmiana Dukat) - pszenżyto (odmiana Grado). Doświadczenie prowadzono w czterech powtórzeniach.

Obiekty doświadczenia:

- 1) kontrolny - bez dodatkowego deszczowania (K),
- 2) nawadniany wodą słodką - woda pitna (WS),
- 3) nawadniany wodą morską - rozcieńczoną w proporcji 50 % wody pitnej i 50 % morskiej (W 1/1 M),
- 4) nawadniany wodą morską - (WM).

Skład chemiczny wody morskiej przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1
Table 1

Skład chemiczny wody morskiej (mg w 1 dm³ wody)
Chemical composition of sea water (mg in 1 dm³ water)

Wyszczególnienie Specification	pH	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	Na	K	Mg	Ca	Fe	Cl	Zasolenie Salinity
min.	7,55	0,20	0,020	0,57	1056	115	122	150	0,01	2558	4571
max.	7,85	0,46	0,036	0,75	1850	137	276	270	0,06	3258	5481
\bar{x}	7,55	0,27	0,028	0,66	1453	126	216	210	0,03	2908	5026

Przed wysiewem buraków stosowano wapno (200 g/mikropoletko) i obornik (3 kg/mikropoletko). Pozostałe nawożenie mineralne przedstawiało się następująco:

- pod buraki 540 kg/ha NPK (16 + 12 + 26 g/mikropoletko),
- pod ziemniaki 540 kg/ha NPK (16 + 12 + 26 g/mikropoletko),
- pod jęczmień jary 200 kg/ha NPK (9 + 5 + 6 g/mikropoletko),
- pod pszenżyto 340 kg/ha NPK (12 + 10 + 12 g/mikropoletko).

Deszczowanie uzupełniające przeprowadzano w oparciu o dekadowe potrzeby opadowe roślin uprawnych. Zastosowane dawki polewowe w poszczególnych latach przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2
Table 2

Dawki uzupełniającego deszczowania w okresie wegetacyjnym (mm)
Supplementary doses of spray irrigation in vegetative period (mm)

Roślina - Plant	Rok - Year		
	1987	1988	1989
Burak pastewny Fodder beet	80	140	-
Jęczmień jary Spring barley	60	75	55
Ziemniak Potato	-	80	210
Pszenżyto Triticale	-	-	150

Próbki do analizy chemicznej gleby pobrano po sprzęcie jęczmienia jarego i pszenżyta z warstw co 20 cm do głębokości 1 m. Wyniki tej analizy przedstawiono w tabeli 3.

3. WYNIKI BADAŃ

Zastosowane do deszczowania woda morska, słodka i morska rozcieńczona wyraźnie modyfikowały plony testowanych roślin. Spośród nich najbardziej wrażliwe na zasolenie okazały się ziemniaki (tab. 4). Deszczowanie wodą morską spowodowało spadek plonu bulw o 13 % w stosunku do obiektu kontrolnego. Woda morska rozcieńczona podwyższyła go o 12,6 %, ale był to przyrost mniejszy niż na obiekcie deszczowanym wodą słodką. Zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka zmniejszyła się pod wpływem deszczowania (o 5,04 % przy zastosowaniu wody słodkiej i o 13,3 % przy wodzie morskiej, tab. 5). Największy plon suchej masy był jednak na obiekcie nawadnianym wodą słodką, co było związane z wyższym zbiorem świeżej masy. Zawartość skrobi malała pod wpływem deszczowania i była najmniejsza przy zastosowaniu wody morskiej (spadek z 15,5 do 15,3 % pod wpływem wody słodkiej i do 13,6 % pod wpływem wody morskiej, tab. 6).

Tabela 3
Table 3Zawartość niektórych składników mineralnych w glebie po sprzącie roślin
Content of some mineral compounds in the soil after harvest

Obiekty Objects	cm	P ₂ O ₅		K ₂ O		pH				CaO		Mg		NaCl	
		mg/100 g				H ₂ O		KCl		mg/100 g		mg/100 g			
		j	p	j	p	j	p	j	p	j	p	j	p	j	p
K	0-20	14,6	19,6	16,0	15,5	6,8	6,9	6,7	6,6	110	116	4,58	2,90	40	42
	40	19,2	19,9	9,7	11,8	7,0	6,8	6,9	6,6	118	125	4,90	3,45	25	32
	60	15,6	23,2	9,2	8,75	6,9	6,9	6,9	6,7	122	108	5,00	2,60	36	32
	80	12,3	15,9	8,0	7,5	6,9	6,5	6,8	6,4	103	98	4,27	2,50	20	32
	100	10,7	6,5	7,5	7,5	7,0	6,3	6,7	6,1	73	116	3,95	4,00	15	21
WS	0-20	10,0	17,6	13,5	12,5	6,6	6,8	6,5	6,2	95	92	4,00	2,75	32	42
	40	13,6	20,2	12,2	8,75	7,0	7,1	6,7	6,6	100	116	3,75	3,45	21	42
	60	12,6	14,6	10,5	8,75	6,6	7,1	6,5	6,8	100	85	3,65	2,90	11	32
	80	14,6	11,3	9,2	8,0	6,8	7,0	6,7	6,8	100	88	4,25	2,10	11	21
	100	5,5	8,2	5,2	6,0	6,8	7,2	6,7	6,7	88	60	2,30	1,50	53	21
W 1/2M	0-20	12,0	12,0	14,2	11,8	6,5	6,3	6,1	6,0	73	45	3,45	5,00	76	158
	40	11,3	12,3	12,7	8,0	6,5	6,2	6,1	5,9	73	57	4,40	5,15	181	263
	60	11,0	13,0	11,0	6,0	6,5	6,3	6,1	5,5	77	52	3,05	2,60	342	893
	80	11,3	9,2	8,0	7,5	6,4	6,3	6,2	5,5	77	50	3,65	2,25	443	893
	100	5,8	9,2	6,5	8,75	6,8	6,2	6,2	5,6	69	72	3,12	3,20	233	368
WM	0-20	13,3	13,3	15,2	19,0	6,5	6,2	5,8	5,7	58	28	4,00	7,60	123	158
	40	10,7	13,3	10,2	11,0	6,4	6,3	5,9	5,7	69	38	4,58	7,50	289	263
	60	12,0	13,0	10,5	8,75	6,4	6,3	5,8	5,8	65	32	3,79	6,20	585	998
	80	9,4	8,2	10,0	9,25	6,4	6,2	5,8	5,6	62	65	3,15	4,75	821	1418
	100	5,5	7,1	5,5	9,25	6,6	6,2	5,9	5,6	62	108	2,55	6,30	385	473

j - po sprzącie jęczmienia K - obiekt kontrolny W 1/2M - woda morską rozcieńczoną (1:1)
 - after harvest of barley - control WM - diluted sea water 1:1

p - po sprzącie pszenżyta WS - woda słodka WM - woda morską
 - after harvest of triticale - sweet water - sea water

Tabela 4
Table 4

Wpływ wody morskiej na plony uprawianych roślin (średnie w kg/m^2)
Effect of sea water on cultivated plants yield (average in kg/m^2)

Obiekty Objects	Burak pastewny Fodder beet		Jęczmień jary Spring barley		Ziemniak Potato	Pszenżyto Triticale	
	korzenie roots	liście leaves	ziarno grain	słoma straw		ziarno grain	słoma straw
K	7,04	4,41	0,28	0,20	3,41	1,94	3,49
WS	8,14	4,57	0,41	0,32	4,42	2,44	4,27
W 1/1 M	7,83	4,58	0,43	0,33	3,84	2,29	5,89
WM	7,74	4,39	0,40	0,37	2,97	2,35	3,76

Tabela 5
Table 5

Zawartość i plon suchej masy (średnia z 3 lat)
Content and yield in dry masses (average of 3 years)

Obiekty Objects	Burak pastewny - Fodder beet				Ziemniak - Potato	
	korzenie - roots		liście - leaves		% suchej masy % dry masses	plon su- chej masy kg/m^2 yield dry masses kg/m^2
	% suchej masy % dry masses	plon su- chej masy kg/m^2 yield dry masses kg/m^2	% suchej masy % dry masses	plon su- chej masy kg/m^2 yield dry masses kg/m^2		
	K	26,8	1,91	12,8	0,55	27,8
WS	26,7	2,11	13,0	0,55	26,4	1,05
W 1/2 M	27,1	2,06	13,3	0,56	24,0	0,74
WM	27,3	2,03	13,4	0,55	23,0	0,55

Tabela 6
Table 6

Zawartość cukru w burakach i skrobi w ziemniakach (średnia z 3 lat)
Content of sugar in beets and starch in potatoes (average of 3 years)

Obiekty Objects	Burak pastewny Fodder beet		Ziemniak Potato	
	% cukru % sugar	plon cukru kg/m^2 sugar yield kg/m^2	% skrobi % starch	plon skrobi kg/m^2 starch yield kg/m^2
K	19,6	1,41	15,5	0,51
WS	19,6	1,56	15,3	0,67
W 1/2 M	19,9	1,52	14,1	0,55
WM	19,6	1,48	13,6	0,41

Buraki pastewne reagowały w mniejszym stopniu na zasolenie wody używanej do nawadniania. Plon korzeni po zastosowaniu wody morskiej był prawie o 10 % większy niż na obiekcie kontrolnym, ale o 5,7 % mniejszy niż przy odpowiednich dawkach wody słodkiej (tab. 4). Zawartość cukru utrzymywała się na jednym poziomie, z lekką tendencją wzrostową w przypadku zasolenia wody (tab. 6). Zawartość suchej masy wzrastała nieco po zastosowaniu wody morskiej (o 1,87 %, tab. 5).

Na zastosowanie wody morskiej wzrostem plonu reagowały również zboża. Plon ziarna jęczmienia jarego wzrósł o 43 % i był prawie równy zwykle uzyskanej przy deszczowaniu wodą słodką (tab. 4). Plon ziarna pszenżyta nawadnianego wodą morską zwiększył się o 21 % w porównaniu do obiektu kontrolnego.

Odczyn gleby, po dwu- i czteroletnim stosowaniu wody morskiej do nawodnień deszczownianych zmienił się nieznacznie, z lekką tendencją do przechodzenia na kwaśny, szczególnie na większych głębokościach.

W zawartości P_2O_5 i CaO uwidoczniła się tendencja spadkowa, szczególnie w wierzchnich warstwach gleby. Może to być wynikiem wymiany jonowej z występującymi w nadmiarze jonami Na^+ , Cl^- i Mg^{++} . Szczególnie wyraźny spadek zawartości CaO w glebie musi mieć swoją przyczynę w występującym w nadmiarze jonie Na^+ . Wzrost zasolenia gleby widoczny jest szczególnie w głębszych warstwach i przy dłuższym stosowaniu wody słonej. Wskazuje to na istnienie niebezpieczeństwa gromadzenia się jonów sodowych w kompleksie sorpcyjnym [6].

4. WNIOSKI

1. Zastosowane deszczowanie modyfikowało plony uprawianych roślin w zmianowaniu. Pod wpływem wody słodkiej plony korzeni buraków pastewnych w porównaniu do obiektu kontrolnego wzrosły o 15,6 % i liści o 3,6 %; jęczmienia jarego o 46 %; pszenżyta o 25,7 % i ziemniaków o 29,6 %. Analogicznie pod wpływem wody morskiej plony były wyższe w przypadku jęczmienia o 43 %, pszenżyta o 21,1 %, korzeni buraków o 9,9 % i niższe w przypadku liści buraków o 0,5 %, a o 13 % bulw ziemniaków. Wskutek działania wody morskiej rozcieńczonej uzyskano wyniki pośrednie.

2. Pod wpływem deszczowania zmniejszył się procent suchej masy w plonie okopowych oraz zawartość skrobi w ziemniakach (z 15,5 % do 13,6 %), natomiast zawartość cukru pozostała bez zmian.

3. Stosowanie wody morskiej do nawodnień deszczownianych spowodowało spadek zawartości fosforu i wapnia w glebie oraz wzrost zawartości magnezu i NaCl. Odczyn gleby zmienił się nieznacznie w kierunku jej zakwaszenia.

LITERATURA

- [1] Bartolomaeus W., 1979: Möglichkeiten und Probleme des Einsatzes von Brack- und Ostseewasser unter humiden Klimabedingungen. Diss. A Univ. Rostock
- [2] Fireman M., Hayward H.E., 1955: Irrigation Water and saline and alkali soils. Yearbook of Agriculture (USDA), 321-327
- [3] Herkloss B., Bartolomaeus W., 1978: Erste Untersuchungsergebnisse zum Keimungsverhalten bewässerungswürdigen Kulturpflanzen verschiedener Salzverträglichkeit. Wiss. Ztschr. d. WPU Rostock, mat.-naturwiss. R.
- [4] Koszański Z., Karczmarczyk S., 1985: Wstępne badania dotyczące stosowania wody morskiej do nawadniania jęczmienia jarego i owsa. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, 95-105
- [5] Nesterowa G.S., 1971: Verwendung von Wasser mit erhöhtem Mineralstoffgehalt zu Bewässerungszwecken. Gidrotechnika i melioracija, H.3, 59-66
- [6] Olbertz M.H., 1968: Studie über Möglichkeiten und Auswirkungen einer kompl. Melioration der Nordmeckl. Boddenlandsch. u. angrenzender Bereiche der Nordmeckl. Lehmplatten. Univ. Rostock, Manusk. 1.A des RLN (B)
- [7] Richards L.A., 1954: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Salinity Laboratory Staff. Agriculture Handbook, 6, Washington
- [8] Strogonov B.P., 1964: Physiologische Basis der Salztoleranz der Pflanzen. Jerusalem

APPLICATION OF SEA WATER FOR THE IRRIGATION OF SOME CULTIVATED PLANTS

Summary

Investigation regarding the application of sea water for the irrigation of cultivated plants was carried out from 1987 to 1989 on micro plots of an area of 1 m each. Investigated plants: fodder beet, spring barley, potato and triticale. Salinity of spray irrigated water, applied in the natural precipitations deficit periods, caused decline in potatoes yield and fodder beet leaves and increase in spring barley yield, triticale and beets roots. Contents of starch in potatoes decreased and sugar in the beets remained unchanged. High contents of Mg and NaCl low contents of P and Ca recorded in the soil.

WPLYW WILGOTNOŚCI GLEBY NA PLONOWANIE PAPRYKI

Jacek Dyśko, Stanisław Kaniszewski

Instytut Warzywnictwa, Skierniewice

W latach 1988-1990 przeprowadzono badania nad określeniem właściwego potencjału wodnego gleby oraz optymalnej dawki wody w zależności od promieniowania słonecznego w uprawie papryki. Najwyższy plon papryki uzyskano przy potencjale wodnym gleby - 15 kPa. W kombinacji tej na $415,9 \text{ J x cm}^{-2}$ przypadła dawka 1 mm wody.

1. WSTĘP

Wysokie i dobre jakościowo plony papryki pod osłonami można uzyskać przy zapewnieniu optymalnych warunków wilgotnościowych. Zarówno krótkotrwałe niedobory wody, jak i jej nadmiary są często przyczyną nieosiągnięcia możliwych do uzyskania plonów oraz pogarszania się ich jakości handlowej i konsumpcyjnej.

Do określania zmian wilgotności gleby służy wiele metod [4]. Jedną z nich jest metoda tensjometryczna, stosunkowo dokładna i prosta w zastosowaniu, jednak nie upowszechniona w naszych warunkach. W ostatnich latach podejmowane są badania nad możliwością ciągłego pomiaru czynników klimatycznych i ich wpływu na pobieranie i transport w roślinie i związaną z tym transpiracją [1, 5].

Według de Graafa i van den Ende [2] zużycie wody przez rośliny jest ściśle uzależnione od dostarczanej energii. Hartmann i Zengerlea [3] twierdzą, że tylko 5 % energii zużywane jest przez rośliny w procesie fotosyntezy, a pozostała część w procesie transpiracji. Istnieje więc możliwość regulowania nawadniania warzyw w uprawie szklarniowej w oparciu o system słonecznego integratora. Autorzy ci [3] stwierdzili, że optymalna dawka wody dla większości warzyw wynosi 1 mm x 419 J x cm^{-2} , niezależnie od pory roku i położenia geograficznego.

Celem przeprowadzonych badań było określenie właściwego potencjału wodnego gleby oraz określenie optymalnej dawki wody w zależności od promieniowania słonecznego dla optymalizacji terminów nawodnień papryki.

2. METODY BADAŃ

Doświadczenie założono w tunelu foliowym jako jednoczynnikowe w układzie bloków losowanych, w trzech powtórzeniach. Do badań użyto paprykę odmiany Lamuyo F₁. Rostadę wysadzano w pierwszych dniach maja każdego roku i prowadzono do pierwszych dni listopada. Czynnikiem badanym były cztery potencjały wodne gleby: - 15 kPa, - 30 kPa, - 45 kPa oraz - 60 kPa.

Badano wpływ promieniowania słonecznego na plonowanie papryki i zużycie wody przy różnych potencjałach wodnych gleby. Paprykę uprawiano w gruncie tunelu. Nawadnianie prowadzono systemem kropłowym wykorzystując podwójny przewód perforowany.

Do oznaczeń tensjometrycznych stosowano tensjometry typu „Gallenkamp” z manometrem próżniowym. Jednorazowa dawka wody wynosiła 2 mm. Paprykę zbierano w miarę dorastania w fazie dojrzałości konsumpcyjnej. Ciągły pomiar promieniowania prowadzono za pomocą solarymetru firmy Kipp and Zonen.

Wyniki dotyczące plonowania opracowano statystycznie stosując analizę wariancji. Wyniki dotyczące zależności między promieniowaniem słonecznym a zużyciem wody opracowano posługując się równaniem regresji oraz wyznaczając współczynniki korelacji liniowej.

3. WYNIKI BADAŃ

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że potencjał wodny gleby wpłynął istotnie na plonowanie papryki (tab. 1).

Tabela 1
Table 1

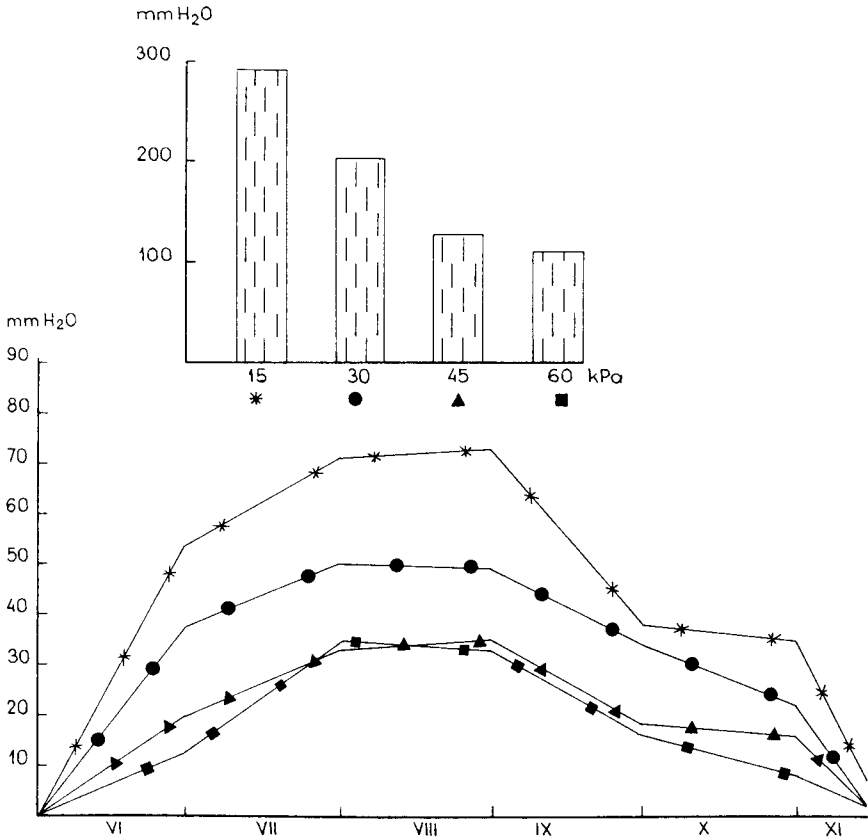
Wpływ potencjału wodnego gleby na plonowanie papryki (1988-1990)
Effect of different soil moisture suction on the yield
of sweet pepper (1988-1990)

Potencjał wodny gleby Soil water potential	Plon - Yield kg/m ²		
	wczesny early	handlowy marketable	ogólny total
- 15 kPa	3,40	7,40	7,99
- 30 kPa	3,17	7,07	7,66
- 45 kPa	2,50	5,69	6,26
- 60 kPa	2,52	5,67	6,20
NIR LSD $\alpha = 0,05$	nieistotne inessential	1,11	1,18

Najwyższy plon ogólny i handlowy owoców uzyskano nawadniając paprykę przy potencjale wodnym gleby - 15 kPa. Przy tym potencjale wodnym plon był istotnie wyższy w stosunku do plonu ogólnego i handlowego otrzymanego przy

potencjale wodnym gleby -45 kPa i -60 kPa, natomiast nie różnił się istotnie w porównaniu do plonu uzyskanego przy potencjale wodnym gleby -30 kPa. Nie stwierdzono żadnych różnic w plonie wczesnym w porównywanych obiektach.

Zużycie wody przy porównywanych potencjałach wodnych było najwyższe przy -15 kPa (rys.1) i pozostawało w odwrotnej zależności z promieniowaniem całkowitym przypadającym na 1 mm zużytej wody (rys.2).

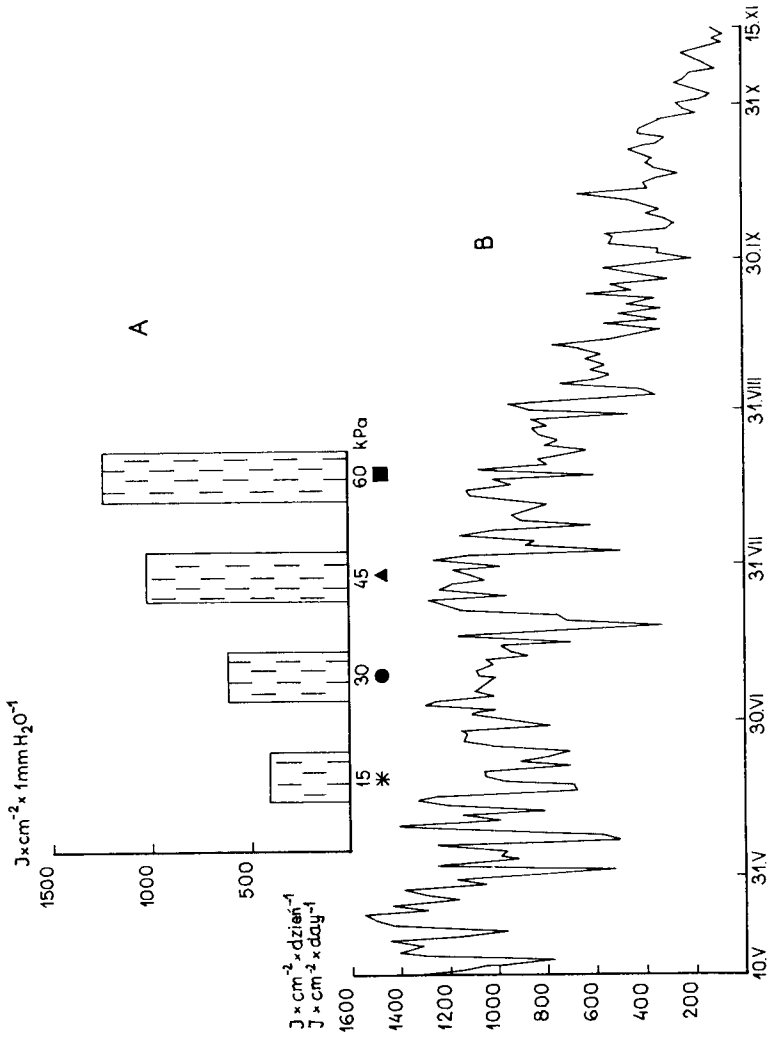


Rys.1. Miesięczne i ogólne zużycie wody przy różnych potencjałach wodnych gleby w uprawie papryki (średnie z lat 1988-1990)

Fig.1. Total and monthly water use at different soil water potential (means 1988-1990)

W miarę wzrostu potencjału wodnego gleby wzrastała suma promieniowania słonecznego przypadająca na 1 mm zużytej wody. Optymalna dawka wody dla papryki wynosiła 1 mm $H_2O \times 415,9$ $J \times cm^{-2}$ (rys.2).

Uzyskane wyniki potwierdzają wcześniejsze badania przeprowadzone przez Hartmanna i Zengerle'a [3], którzy stwierdzili, że optymalna dawka dla większości warzyw wynosi 1 mm $\times 419$ $J \times cm^{-2}$.



Rys.2. Promieniowanie całkowite przenikające do tunelu (średnia z lat 1988-1990):
 A - w $J \times cm^{-2} \times 1 mm H_2O^{-1}$ przy różnych potencjałach wodnych gleby,
 B - w $J \times cm^{-2} \times dzień^{-1}$

Fig.2. Global radiation in plastic greenhouse (means 1988-1990):
 A - in $J \times cm^{-2} \times 1 mm H_2O^{-1}$ at different soil water potential,
 B - in $J \times cm^{-2} \times day^{-1}$

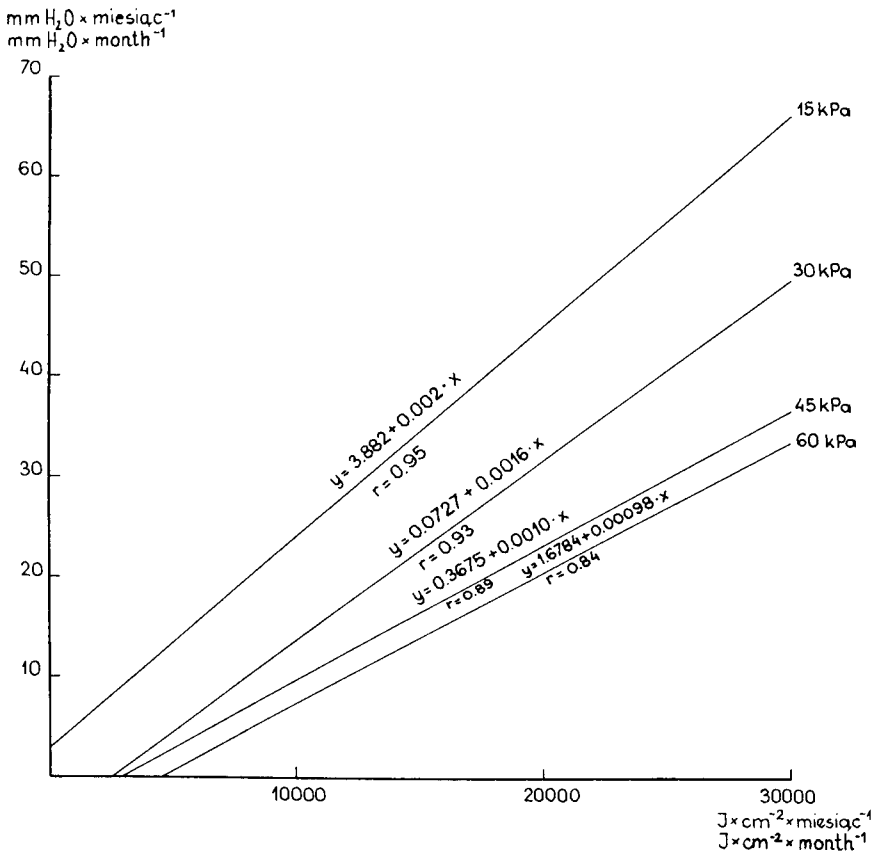
Zależności między zużyciem wody a globalną radiacją w uprawie papryki przy różnych potencjałach wodnych gleby można opisać za pomocą funkcji prostoliniowej:

$$y = a + bx$$

gdzie:

- y - miesięczne zużycie wody w mm,
- x - miesięczna suma promieniowania całkowitego docierającego do tunelu foliowego ($J \times cm^{-2}$),
- a, b - współczynniki regresji.

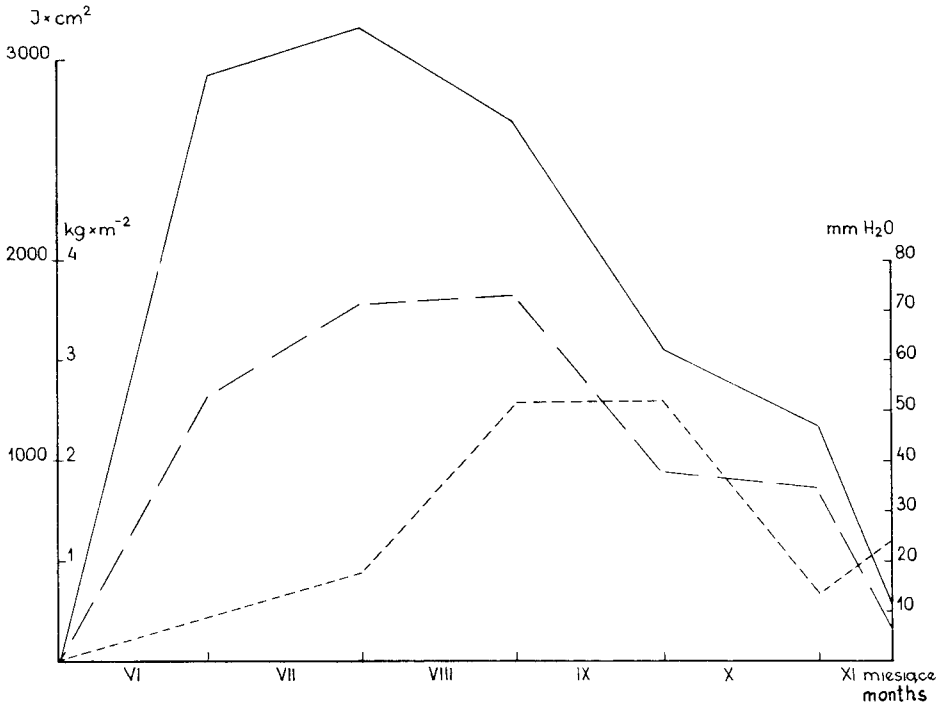
Zależność zużycia wody od promieniowania słonecznego była istotna przy poziomie $\alpha = 0,05$ dla wszystkich kombinacji. Otrzymane współczynniki korelacji dla badanych obiektów wynosiły od 0,84 do 0,95 i wzrastały w miarę wzrostu wilgotności gleby. Zwiększające się sumy promieniowania słonecznego powodowały większe zużycie wody (rys.3).



Rys.3. Zależność zużycia wody przy różnych potencjałach wodnych gleby od całkowitego promieniowania słonecznego w uprawie papryki (1988-1990)

Fig.3. Relationship between water consumption at different soil water potential and global radiation in sweet pepper growing (1988-1990)

Na rysunku 4 przedstawiono wpływ promieniowania słonecznego na plonowanie i zużycie wody w uprawie papryki przy potencjale wodnym gleby wynoszącym - 15 kPa.



Rys.4. Wpływ promieniowania słonecznego na plonowanie i zużycie wody w uprawie papryki (1988-1990):

- promieniowanie całkowite przenikające do tunelu,
- zużycie wody przy potencjale wodnym gleby - 15 kPa,
- · - · - · plonowanie przy potencjale wodnym gleby - 15 kPa

Fig.4. Effect of global radiation on the yield and water use of sweet pepper (1988-1990):

- global radiation,
- water use at - 15 kPa soil water potential,
- · - · - · yield of sweet pepper at - 15 kPa soil water potential

Jak wynika z wykresu największy przyrost plonowania nastąpił w sierpniu. Jest on przesunięty w czasie około 1 miesiąca w stosunku do maksimum promieniowania słonecznego i zużycia wody przez rośliny papryki.

4. WNIOSKI

1. Najwyższy plon papryki uzyskano przy potencjale wodnym gleby -15 kPa. W kombinacji tej na $415,9 J \times cm^{-2}$ przypadła dawka 1 mm wody.

2. Promieniowanie słoneczne może być wykorzystywane przy ustalaniu terminów nawodnień w uprawie papryki.

LITERATURA

- [1] Behboudian M.M., 1977: Water relations of cucumber, tomato and sweet pepper. Thesis in partial fulfilment of the requirements for the degree of doctor of agricultural sciences at the Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 1-79
- [2] Graaf R. de, Van den Ende J., 1981: Transpiration and evapotranspiration of the glasshouse crops. Acta Hort., 119, 147-158
- [3] Hartmann H.D., Zengerle K.H., 1982: Yields of greenhouse vegetables as a function of watering levels. XXIst International Horticultural Congress, Hamburg, 1473
- [4] Kielak Z., Kaniszewski S., Antoszewski R., 1977: Ocena niektórych metod pomiaru wilgotności gleby w warunkach laboratoryjnych. Biul. Warzywn., XX, 131-138
- [5] Stanghellini C., 1987: Transpiration of greenhouse crops an aid to climate management. Ph.D. dissertation, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 1-131

EFFECT OF DIFFERENT SOIL MOISTURE LEVELS ON THE YIELD OF SWEET PEPPER

Summary

Sweet pepper cv. Lamuyo F₁ was grown in plastic greenhouses at different soil moisture levels. Trickle irrigation was applied at -15, -30, -45 and -60 kPa of soil water potential. The highest yield was obtained when irrigation was applied at -15 kPa of soil water potential. At this soil water potential, water consumption of plants was $1 \text{ mm} \times 415,9 \text{ J} \times \text{cm}^{-2}$. The results showed a high significant, lineal correlation between global radiation and water consumption.

WPLYW NAWADNIANIA KROPOWEGO I MULCZOWANIA FOLIĄ
NA PLON POMIDORÓW POŁOWYCH

Stanisław Kaniszewski

Instytut Warzywnictwa, Skierniewice

W latach 1989-1990 badano wpływ nawadniania kropłowego oraz mulczowania folią na plon pomidorów. Nawadnianie kropłowe i mulczowanie folią istotnie zwiększyły plon pomidorów w obydwu latach badań, przy czym największy wzrost plonów uzyskano przy łącznym stosowaniu nawadniania i mulczowania folią. Stwierdzono istotną różnicę w reakcji odmian na mulczowanie folią i nawadnianie. Spośród badanych odmian, najwyższy plon wczesny miała odmiana Beta, natomiast odmiany Luca i Radek miały najwyższy plon handlowy i ogólny.

1. WSTĘP

Mulczowanie folią stosowane jest w uprawie warzyw w celu eliminacji zachwaszczenia oraz uzyskania wyższego plonu [2, 3, 4]. Zastosowanie mulczowania folią zmniejszyło wahanie wilgotności gleby, podniosło temperaturę gleby o godz. 8⁰⁰, a zmniejszyło o godz. 13⁰⁰ [3]. Dodatni wpływ mulczowania folią na wilgotność gleby zaznacza się w początkowym okresie wzrostu roślin i jest stosunkowo krótki. W późniejszym okresie wzrostu wskutek utrudnionego przenikania wody deszczowej pod folię, rośliny mogą cierpieć na niedobór wody. Doprowadzenie wody bezpośrednio do roślin pod folię jest możliwe tylko przy zastosowaniu nawadniania kropłowego. Badania przeprowadzone przez Bhella [1] oraz Bogle i wsp. [2] wykazały, że łączne stosowanie mulczowania folią oraz nawadniania kropłowego pozwoliło uzyskać najwyższe plony pomidora przy najbardziej efektywnym zużyciu wody.

2. METODYKA BADAŃ

Badania nad wpływem nawadniania i mulczowania folią na plon pomidorów prowadzono w latach 1989-1990. Doświadczenie 3-czynnikowe założono w układzie split-plot w 4 powtórzeniach. W pierwszym roku badań czynnikami badanymi było nawadnianie kropłowe, mulczowanie folią oraz odmiana. W podbloku nawadnianym znajdowały się kombinacje bez nawadniania, z nawadnianiem w ilości 2 l/roślinę oraz 4 l/roślinę, w podbloku z mulczowaniem znajdowały się kombinacje bez mulczowania i z mulczowaniem folią czarną. Badania

przeprowadzono na dwóch odmianach, karłowej wiotkołodygowej „Radek” i wysokorosnącej (uprawianej przy palikach) „Luca”. W drugim roku badań zrezygnowano z jednej kombinacji nawodnieniowej pozostawiając tylko kombinacje bez nawadniania i z zastosowaniem nawadniania. W podbloku z mulczowaniem wprowadzono natomiast kombinacje z zastosowaniem mulczowania folią białą (mleczną). Wprowadzono także trzecią odmianę, karłową sztywnołydogową „Beta”.

Pomidory wysadzono w rozstawie 50 x 40 x 95. Nawożenie stosowano w ilości: N - 150 kg/ha, P₂O₅ - 100 kg/ha i K₂O - 200 kg/ha.

Nawadnianie kroplowe stosowano za pomocą przewodów dwukomorowych z emiterami co 30 cm i o wydatku 4,4 l/mb/ha. Termin nawadniania określono za pomocą irrimetrów rozpoczynając nawadnianie przy potencjale wodnym gleby - 30 kPa. Pomidory zbierano wielokrotnie i określano plon ogólny i handlowy oraz plon wczesny. Za plon wczesny przyjęto plon z 1/3 okresu zbiorów. Analizę statystyczną wykonano za pomocą testu t-Studenta.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wpływ nawadniania i mulczowania folią czarną na plonowanie pomidorów w 1989 r. przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1
Table 1

Wpływ nawadniania kroplowego i mulczowania czarną folią
na plon pomidorów kg/m² (Skierniewice 1989)
Effect of trickle irrigation and polyethylene mulch
on tomato yield kg/m² (Skierniewice 1989)

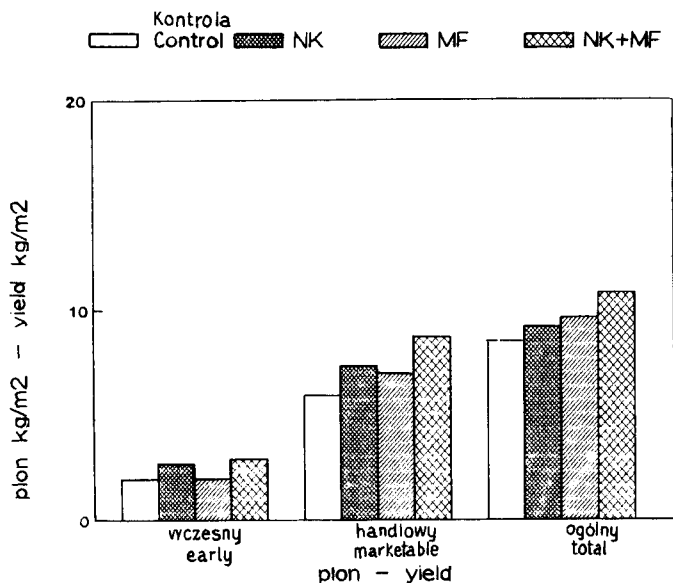
Czynniki Treatments	Obiekty Objects	Plon ogólny Total yield	Plon handlowy Marketable yield	Plon wczesny Early yield
Nawadnianie Irrigation	bez nawadniania no irrigation	9,12	6,52	2,00
	2 l/roślinę irrigation 2 l/plant	9,92	7,65	2,61
	4 l/roślinę irrigation 4 l/plant	10,26	8,49	3,00
NIR - LSD : $\alpha = 0,05$		0,77	0,93	0,18
Mulczowanie folią Polyethylene mulch	bez mulczowania no mulch	9,10	6,95	2,45
	mulczowanie black polyethylene mulch	10,48	8,15	2,61
NIR - LSD : $\alpha = 0,05$		0,64	0,59	*
Odmiana Cultivar	Radek	10,07	7,25	2,57
	Luca	9,50	7,86	2,53
NIR - LSD : $\alpha = 0,05$		*	*	*

* - nieistotne
* - inessential

Nawadnianie kropłowe istotnie zwiększyło plon ogólny, handlowy i wczesny pomidora. W porównaniu do kombinacji bez nawadniania przy stosowaniu nawadniania dawką 2 l na roślinę plon ogólny zwiększył się o 7,9 %, handlowy o 17,3 % i wczesny o 30,5 %, natomiast przy stosowaniu dawki 4 l wzrost plonu wynosił odpowiednio 11,6; 30,2 i 50 %. Z wyjątkiem plonu wczesnego różnice między porównywanymi dawkami wody były nieistotne.

Mulczowanie folią czarną wpłynęło istotnie na plon ogólny i handlowy zwiększając go odpowiednio o 15 i 17 %. Nie stwierdzono natomiast istotnego wpływu mulczowania na plon wczesny (tab.1).

Nie stwierdzono istotnego współdziałania nawadniania, mulczowania folią i odmiany, nawadniania i odmiany, mulczowania i odmiany oraz nawadniania i mulczowania, co wskazuje na to, że wpływ tych czynników na plonowanie pomidora był niezależny. Najwyższy plon ogólny i handlowy oraz wczesny uzyskano przy mulczowaniu folią oraz nawadnianiu kropłowym dawką 4 l/roślinę (rys.1). Porównywane odmiany dały podobne plony nie różniące się statystycznie (tab.1).



Rys.1. Wpływ nawadniania kropłowego (NK) i mulczowania folią (MF) na plon pomidorów (Skierniewice 1989)

Fig.1. Effect of trickle irrigation (NK) and polyethylene mulch (MF) on tomato yield (Skierniewice 1989)

W drugim roku badań nawadnianie kropłowe wpłynęło również korzystnie na plon ogólny i handlowy pomidora zwiększając go odpowiednio o 10,9 % i 11,5 %, natomiast nie miało istotnego wpływu na plon wczesny. Korzystny wpływ nawadniania kropłowego na plonowanie pomidorów jest potwierdzeniem wyników uzyskanych przez Bhella [1] oraz Bogle i in. [2]. Podobnie jak w pierwszym roku badań mulczowanie folią czarną wpłynęło istotnie na plonowanie pomidorów (tab.2).

Tabela 2
Table 2

Wpływ nawadniania kropłowego i mulczowania folią czarną (FC) i folią białą (FB) na plon pomidorów w kg/m² (Skierniewice 1990)
Effect of trickle irrigation, black (FC) and white (FB) polyethylene mulch on tomato yield in kg/m² (Skierniewice 1990)

Czynniki Treatments	Obiekty Objects	Plon ogólny Total yield	Plon handlowy Marketable yield	Plon wczesny Early yield
Nawadniania Irrigation	bez nawadniania no irrigation	7,09	5,52	0,99
	z nawadnianiem irrigation	7,73	6,33	1,04
NIR - LSD : $\alpha = 0,05$		0,44	0,57	*
Mulczowanie folią Polyethylene mulch	bez mulczowania no mulch	6,25	4,89	0,81
	mulczowanie FC black polyethylene mulch	8,06	6,41	1,10
	mulczowanie FB white polyethylene mulch	7,92	6,48	1,14
NIR - LSD : $\alpha = 0,05$		0,51	0,43	0,22
Odmiana Cultivar	Beta	3,98	2,90	1,61
	Radek	9,59	5,15	0,78
	Luca	8,66	7,72	0,65
NIR - LSD : $\alpha = 0,05$		0,42	0,32	0,17

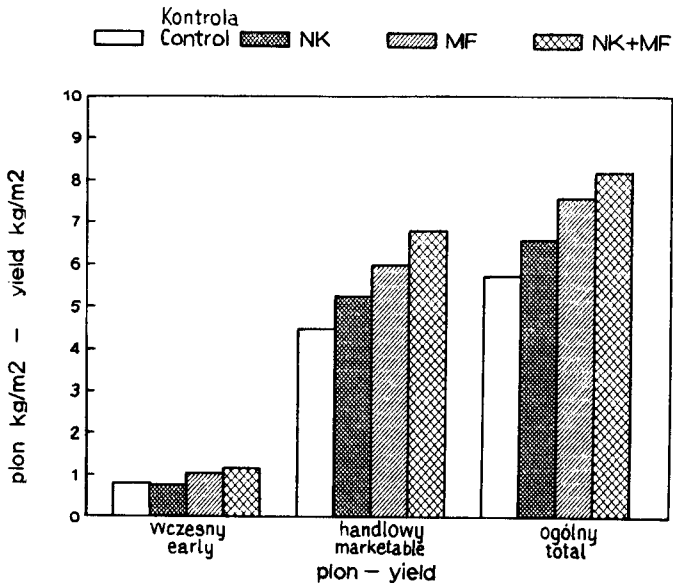
- nieistotne
* - inessential

W stosunku do kombinacji bez mulczowania wzrost plonu ogólnego wynosił 29 %, handlowego 31 % i wczesnego 36 %. Korzystne okazało się także mulczowanie folią białą, jakkolwiek różnice w plonie przy stosowaniu folii czarnej i białej były nieistotne (tab.2). Uzyskane wyniki są zgodne z wynikami innych autorów [2-4].

Najwyższe plony pomidorów, podobnie jak w pierwszym roku badań, uzyskano przy łącznym stosowaniu mulczowania folią i nawadnianiu kropłowym (rys.2), co jest zgodne z wynikami uzyskanymi przez Bhella [1].

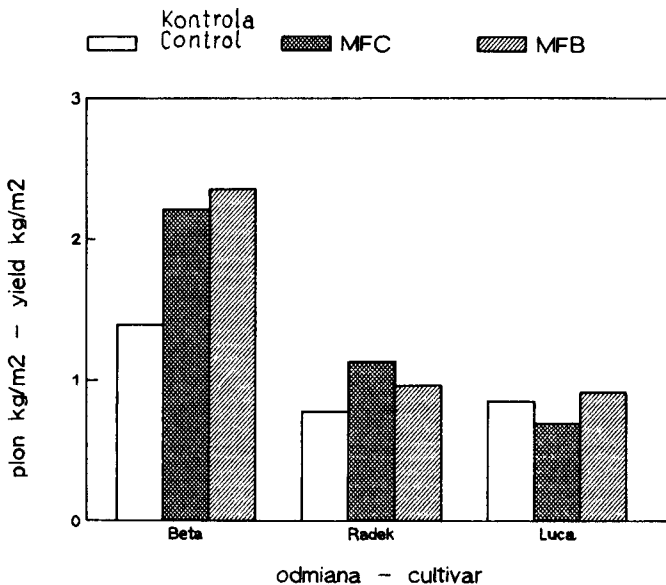
Spośród porównywanych odmian najniższym plonem ogólnym i handlowym charakteryzowała się odmiana „Beta”, natomiast odmiana „Radek” dała najwyższy plon ogólny, a odmiana „Luca” najwyższy plon handlowy. Najwyższy plon wczesny dała odmiana „Beta” (tab.2).

Stwierdzono istotną różnicę w reakcji odmian na mulczowanie folią i nawadnianie. Mulczowanie folią białą i czarną istotnie zwiększyło plon wczesny odmiany „Beta”, odpowiednio o 68 % i 60 %, natomiast nie miało istotnego wpływu na plon wczesny odmian „Radek” i „Luca” (rys.3).



Rys.2. Wpływ nawadniania kropłowego (NK) i mulczowania folią (MF) na plon pomidorów (Skierniewice 1990)

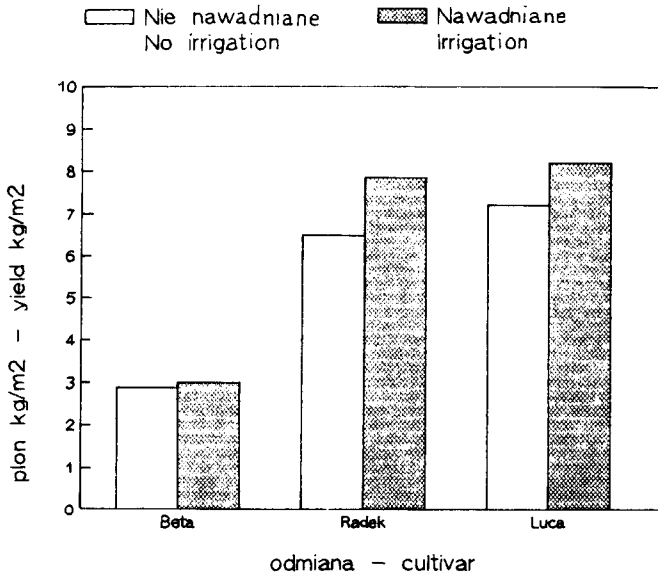
Fig.2. Effect of trickle irrigation (NK) and polyethylene mulch (MF) on tomato yield (Skierniewice 1990)



Rys.3. Wpływ współdziałania mulczowania folią czarną (MFC) i białą (MFB) oraz odmiany na plon wczesny pomidora (Skierniewice 1990)

Fig.3. Effect of interaction of black (MFC) and white (MFB) polyethylene mulch and cultivar on early tomato yield (Skierniewice 1990)

Największą reakcję na nawadnianie wykazała odmiana „Radek”, której wzrost plonu pod wpływem nawadniania wynosił 21 %, najniższą natomiast odmiana „Beta”, u której wzrost plonu wynosił tylko 5,7 % (rys.4).



Rys.4. Wpływ współdziałania nawadniania i odmiany na plon handlowy pomidora (Skierniewice 1990)

Fig.4. Effect of interaction of trickle irrigation and cultivar on marketable tomato yield (Skierniewice 1990)

4. WNIOSKI

1. Nawadnianie kropłowe i mulczowanie folią istotnie zwiększyły plon pomidorów, przy czym najwyższe plony uzyskano przy łącznym stosowaniu tych zabiegów.

2. Reakcja roślin na nawadnianie kropłowe i mulczowanie folią uzależniona była od odmiany.

3. Spośród porównywanych odmian „Beta” miała najniższy plon ogólny i handlowy, natomiast najwyższy plon wczesny. Odmiany „Radek” i „Luca” plonowały na podobnym poziomie.

LITERATURA

- [1] Bhella H.S., 1988: Tomato response to trickle irrigation and black polyethylene mulch. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 113 (4), 543-546
- [2] Bogle C.R., Hartz T.K., Nunzen C., 1989; Comparison of subsurface trickle and furrow irrigation on plastic-mulched and bare soil for tomato production. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 114 (1), 40-43

- [3] Lipiński Z., Lipińska E., 1984: Wpływ ściółkowania czarną folią na wzrost i plonowanie ogórka i pomidora. *Ogrodnictwo*, 11, 12-13
- [4] Wien H.C., Minetti P.L., 1987: Growth, yield, and nutrient uptake of transplanted fresh-market tomatoes as affected by plastic mulch and initial nitrogen rate. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 112 (5), 759-763

EFFECT OF TRICKLE IRRIGATION AND POLYETHYLENE MULCH
ON THE YIELD OF TOMATOES

Summary

A two-year field study was conducted to evaluate tomato response to trickle irrigation and polyethylene mulch. The yield of tomatoes was improved with trickle irrigation as well as with polyethylene mulch, however highest yield increase was obtained with mulch plus trickle irrigation. Effect of trickle irrigation and polyethylene mulch depended on cultivar. Among tested cultivars the highest early yield had cv. Beta, however highest total and marketable yield had cv. Luca and Radek.

WPLYW DESZCZOWANIA NA ZAWARTOŚĆ AMINOKWASÓW
W ROŚLINACH UPRAWNYCH

Władysław Buniak

Katedra Rolniczych Podstaw Melioracji
Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, AR Wrocław

Na podstawie trzyletnich doświadczeń polowych określono wpływ deszczowania i dwóch poziomów nawożenia NPK na zawartość aminokwasów w liściach buraków cukrowych, kłębach ziemniaków oraz ziarnie pszenicy ozimej. Stwierdzono, że deszczowanie powodowało w badanych roślinach obniżenie zawartości oznaczonych aminokwasów. Wyjątek stanowiło ziarno pszenicy ozimej, w którym czynnik wodny zwiększył zawartość wszystkich aminokwasów endogennych oprócz glicyny. Czterokrotne zwiększenie dawki NPK wpłynęło na zmniejszenie sumy aminokwasów w badanych roślinach, przy czym w przypadku kłębów ziemniaków oraz ziarna pszenicy ozimej w większym stopniu endogennych aniżeli egzogennych.

1. WSTĘP

Większość prac dotycząca wpływu deszczowania na skład chemiczny roślin wykazuje, że poprawa uwilgotnienia gleby powoduje zmniejszenie w nich zawartości azotu ogólnego [2, 3, 6, 10]. Wyjątek stanowią rośliny z rodziny motylkowych, w których deszczowanie wpływa na zwiększenie zawartości tego składnika [9]. Dlatego interesującym było zbadanie, jak w warunkach nawadniania powodującego zmianę poziomu azotu ogólnego kształtuje się zawartość aminokwasów w roślinach. Od składu aminokwasowego zależy bowiem wartość biologiczna białka, zaś deficyt jakiegokolwiek aminokwasu nie może być kompensowany nadwyżką innego. Bęza [1] podaje, że zaspokojenie potrzeb zwierząt na białko zależy od odpowiedniej zawartości w paszy trzech aminokwasów: lizyny, metioniny i tryptofanu. Powszechnie znana jest zależność składu aminokwasowego białek od cech genetycznych. Coraz liczniejsze doniesienia literaturowe pokazują, że może on być modyfikowany czynnikami zewnętrznymi. Klupczyński [5] wykazał w ziarnie zbóż obniżenie zawartości lizyny pod wpływem zwiększających się dawek azotu. Mazur i wsp. [7] stwierdzili, że zwiększające się dawki azotu (od 40 do 200 kg N/ha) wpływały na wzrost zawartości wszystkich badanych aminokwasów egzogennych w kłębach ziemniaków. Stosunkowo nieliczne badania krajowe [4, 11-13] nie dają jednoznacznej odpowiedzi, w jakim stopniu zawartość aminokwasów w roślinach zależy od nawadniania.

2. CEL, WARUNKI I METODYKA BADAŃ

Celem badań było wykazanie wpływu nawodnień deszczownianych na zawartość aminokwasów w ziarnie pszenicy ozimej, kłębach ziemniaków oraz liściach buraków cukrowych. Do opracowania podjętego zagadnienia wykorzystano próbki roślinne pochodzące ze ścisłego doświadczenia polowego z deszczowaniem, przeprowadzonego w Swojcu (w latach 1973-1975) na piasku gliniastym, zaliczanym do kompleksu żyniego bardzo dobrego. W doświadczeniu porównywano dwa warianty wodne oraz cztery poziomy nawożenia NPK.

Warianty wodne:

- podbloki nie deszczowane,
- podbloki deszczowane przy spadku wilgotności gleby do 75 % ppw.

Warianty nawozowe: NPK, 2NPK, 3NPK i 4NPK. Dawka pojedyncza $N + P_2O_5 + K_2O$ w zależności od rośliny wynosiła: pszenica ozima - 100; ziemniaki - 150; buraki cukrowe - 200 kg/ha. W opracowaniu wykorzystano jedynie próbki pochodzące z kombinacji nawozowych NPK i 4NPK.

Zawartość aminokwasów oznaczono na automatycznym analizatorze aminokwasów po hydrolizie badanych próbek w 6 N kwasie solnym. Wskaźnik aminokwasów EAAI obliczono według Osera [8], a wskaźnik strawności dzieląc sumę lizyny i argininy przez zawartość proliny.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Nawadnianie powodowało w badanych roślinach zmniejszenie zawartości większości aminokwasów (tab.1). Wyjątek stanowiła zawartość aminokwasów endogennych (oprócz glicyny) oraz fenyloalaniny i lizyny w ziarnie pszenicy ozimej; glutaminy w liściach buraków cukrowych; tudzież metioniny i leucyny w kłębach ziemniaków, gdzie nawadnianie wpłynęło na zwiększenie zawartości wymienionych aminokwasów. W warunkach nawadniania wzrastała także zawartość azotu amonowego w liściach buraków oraz ziarnie pszenicy.

Suma aminokwasów egzogennych jak i endogennych w analizowanych roślinach była niższa na obiektach nawadnianych niż nie deszczowanych. Prawidłowość powyższa nie potwierdziła się jedynie w przypadku ziarna pszenicy, w którym suma aminokwasów endogennych na poletkach nawadnianych była wyższa aniżeli na kontrolnych.

Wskaźnik EAAI w badanych roślinach pod wpływem nawadniania zmieniał się nieznacznie. W porównaniu do obiektów nie nawadnianych obserwowano się jego niewielkie zmniejszenie jedynie w kłębach ziemniaków.

Wskaźnik strawności w wyniku nawadniania wykazywał tendencję do obniżania się.

Różna była reakcja badanych roślin na czterokrotny wzrost dawki nawożenia mineralnego. W liściach buraka cukrowego wzrost poziomu nawożenia wpłynął tylko na zwiększenie zawartości azotu ogólnego i amonowego oraz tryptofanu, natomiast zawartość pozostałych aminokwasów obniżyła się (tab.2).

Zwiększone dawki NPK spowodowały w kłębach ziemniaków wzrost zawartości azotu ogólnego, lizyny, metioniny, cystyny, leucyny i argininy. Natomiast poziom pozostałych aminokwasów przeważnie obniżył się, a w niektórych przypadkach pozostawał nie zmieniony.

W ziarnie pszenicy wyższy poziom nawożenia wpłynął na zwiększenie zawartości azotu ogólnego i amonowego, fenyloalaniny, tyrozyny, leucyny i argininy. Zawartość pozostałych aminokwasów w ziarnie pszenicy wskutek nawadniania obniżyła się. Czterokrotne zwiększenie dawki NPK spowodowało obniżenie sumy badanych aminokwasów w analizowanych roślinach, przy czym w większym stopniu aminokwasów endogennych, aniżeli egzogennych.

Wskaźnik EAAI w wyniku zwiększonych dawek NPK w zależności od rośliny kształtował się różnie, natomiast wskaźnik strawności u wszystkich badanych roślin uległ zwiększeniu.

Tabela 1
Table 1

Zawartość aminokwasów w g/100 g białka w zależności od nawadniania
The content of aminoacides g/100 g protein depending on the irrigation

Aminokwas - Aminoacid	Burak cukrowy liście Sugar beet leaves		Ziemniak klęby Potato tubers		Pszenica ozi- ma ziarno Winter wheat grain	
	O*	W*	O	W	O	W
N (%)	2,46	2,17	1,20	1,18	2,00	1,91
NH ₄	1,81	1,97	2,32	1,78	2,70	3,30
Histydyna - Histidine	2,64	2,29	1,87	1,29	2,31	2,38
Lizyna - Lysine	4,40	4,20	4,70	3,94	2,78	2,80
Fenyloalanina - Phenylalanine	4,68	4,46	3,48	3,04	3,87	3,68
Tyrozyna - Tyrosine	2,93	2,70	1,03	0,91	1,15	1,15
Tryptofan - Tryptophane	1,30	1,20	1,20	1,30	1,10	1,10
Metionina - Methionine	0,90	0,88	1,16	1,18	1,30	1,30
Cystyna - Cystine	0,60	0,60	0,62	0,60	1,60	1,58
Treonina - Threonine	4,40	4,32	3,23	2,69	3,47	3,07
Leucyna - Leucine	7,06	6,88	3,04	4,38	6,15	6,27
Izoleucyna - Isoleucine	4,10	4,01	3,58	3,00	3,40	3,35
Walina - Valine	5,37	5,25	4,93	4,38	3,46	3,91
Arginina - Arginine	4,65	4,39	3,66	2,92	4,14	4,20
Asparagina - Asparagine	8,85	8,74	15,62	12,37	4,72	5,00
Seryna - Serine	4,11	4,06	3,01	2,71	3,89	4,22
Glutamina - Glutamine	11,94	11,43	13,11	9,56	26,70	28,50
Prolamina - Prolamin	4,55	4,47	3,36	2,77	8,92	9,15
Glicyna - Glycine	6,07	5,98	3,05	2,62	3,75	3,85
Alanina - Alanine	6,04	5,82	3,22	2,51	3,34	3,77
Suma aminokwasów egzogennych Sum exogenous aminoacides	38,38	36,79	28,84	26,71	31,09	30,59
Suma aminokwasów endogennych Sum endogenous aminoacides	46,21	44,89	45,03	35,51	55,46	58,69
Wskaźnik EAAI Index EAAI	66	65	54	50	58	57
Wskaźnik strawności Digestibility index	1,99	1,92	2,49	2,48	0,78	0,76

* - O: nawadniane - irrigation

* - W: nie nawadniane - no irrigation

Tabela 2
Table 2

Zawartość aminokwasów w g/100 g białka w zależności od nawożenia
The content of aminoacides g/100 g protein depending on the fertilization

Aminokwas - Aminoacid	Burak cukrowy liście Sugar beet leaves		Ziemniak kłęby Potato tubers		Pszenvica ozima ziarno Winter wheat grain	
	NPK	4 NPK	NPK	4 NPK	NPK	4 NPK
N (%)	2,18	2,45	1,15	1,24	1,78	2,13
NH ₄	1,79	1,99	2,13	1,97	3,08	2,92
Histydyna - Histidine	2,55	2,33	1,49	1,67	2,36	2,33
Lizyna - Lisine	4,42	4,18	4,28	4,35	2,80	2,78
Fenylalanina - Phenylalanine	4,76	4,38	3,34	3,18	3,69	3,86
Tyrozyna - Tyrosine	2,86	2,77	0,97	0,97	1,11	1,19
Tryptofan - Tryptophane	1,20	1,30	1,30	1,20	1,20	1,00
Metionina - Methionine	0,89	0,90	1,15	1,19	1,32	1,28
Cystyna - Cystine	0,59	0,58	0,60	0,62	1,59	1,59
Treonina - Threonine	4,54	4,18	3,04	2,88	3,31	2,73
Leucyna - Leucine	7,30	6,64	4,01	4,61	6,18	6,24
Izoleucyna - Isoleucine	4,20	3,91	3,37	3,22	3,30	3,45
Walina - Valine	5,44	5,19	4,89	4,42	3,91	3,96
Arginina - Arginine	4,71	4,33	3,23	3,35	4,05	4,29
Asparagina - Asparagine	9,10	8,49	14,20	13,80	4,90	4,82
Seryna - Serine	4,21	3,96	3,02	2,70	4,05	4,06
Glutamina - Glutamine	12,20	11,50	11,70	11,00	27,00	27,30
Prolamina - Prolamin	4,70	4,33	3,17	2,96	9,19	8,88
Glicyna - Glycine	6,26	5,80	2,93	2,74	3,87	3,73
Alanina - Alanine	6,13	5,73	2,84	2,89	3,41	3,30
Suma aminokwasów egzogennych Sum exogenous aminoacides	37,57	35,06	27,14	27,11	29,57	29,41
Suma aminokwasów endogennych Sum endogenous aminoacides	47,31	44,14	41,09	39,44	57,37	56,38
Wskaźnik EAAI Index EAAI	65	65	51	52	58	56
Wskaźnik strawności Digestibility index	1,94	1,96	2,36	2,60	0,74	0,80

4. WNIOSKI

1. Nawadnianie wpłynęło na zwiększenie zawartości fenyloalaniny i lizyny oraz aminokwasów endogennych w ziarnie pszenicy, glutaminy w liściach buraków cukrowych oraz metioniny i leucyny w kłączach ziemniaków. Zawartość pozostałych aminokwasów w badanych roślinach w wyniku nawadniania uległa obniżeniu.

2. Czterokrotne zwiększenie dawki nawożenia mineralnego spowodowało spadek zawartości większości oznaczonych aminokwasów w analizowanych roślinach. Wyższy poziom nawożenia wpłynął jedynie na zwiększenie zawartości tryptofanu w liściach buraków cukrowych oraz lizyny, metioniny, cystyny, leucyny i argininy w ziarnie pszenicy ozimej.

LITERATURA

- [1] Bęza R., 1967: Aminokwasy w żywieniu zwierząt. PWRiL, Warszawa
- [2] Buniak W., 1986: Wpływ nawadniania i zróżnicowanego nawożenia na wykorzystanie i produktywność nawozów mineralnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 268, 663
- [3] Buniak W., 1990: Wpływ nawadniania i nawożenia na skład jakościowy gleb i roślin. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Kozprawa 89
- [4] Karczmarczyk S., Kaczmarek G., Zbieć I., Zwolska G., 1987: Wpływ deszczowania i nawożenia azotem kukurydzy na wielkość i niektóre cechy jakości plonu. Cz.II. Zawartość i skład aminokwasowy białka kukurydzy. Zesz. Nauk. 131, Rolnictwo, s. 41, AR Szczecin
- [5] Klupczyński Z., 1981: Wpływ nawożenia azotem na jakość ziarna zbóż. Mat. Symp. „Wpływ nawożenia na jakość plonów”. IUNG, Puławy, 51
- [6] Kuszelewski L., Łabętowicz J., 1982: Wpływ nawadniania w zróżnicowanych warunkach nawożenia na skład chemiczny roślin. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 263, 267
- [7] Mazur T., Ciećko Z., Krefft L., 1981: Wpływ nawożenia azotem na jakość bulw ziemniaka. Mat. Symp. „Wpływ nawożenia na jakość plonów”. IUNG, Puławy, 91
- [8] Oser B.L., 1951: Method for intergrading essential aminoacid content in the nutritional evaluation of protein. J. Amer. Diet. Ass., 27
- [9] Rytelewski J., Grabarczyk S., Kasińska D., Humięcki Cz., 1982: Wpływ nawożenia mineralnego i deszczowania na plonowanie i skład chemiczny koniczyny czerwonej na madach żuławskich. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 236, 359
- [10] Stuczyński E., Stuczyńska J., Jakubowski S., Jasińska B., 1971: Plonowanie i skład chemiczny kupkówki w zależności od nawożenia azotem i zaopatrzenia w wodę. Pam. Puł., 44, 119
- [11] Zbieć I., Kaczmarek G., Karczmarczyk S., 1986: Wpływ nawadniania i nawożenia azotem na plon i jakość białka ziarna pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. 125, Rolnictwo, s. 181, AR Szczecin
- [12] Zbieć I., Kaczmarek G., Karczmarczyk S., Kosiński L., 1988: Wpływ uzupełniającego deszczowania oraz nawożenia azotem na wielkość plonu oraz niektóre cechy jakościowe ziemniaków. Rocz. Nauk. Rol. Ser. A, 108, 1, 93
- [13] Zbieć I., Kaczmarek G., Koszański Z., Karczmarczyk S., Gurgul E., 1988: Wpływ uzupełniającego deszczowania oraz nawożenia azotem na wielkość plonu oraz niektóre cechy jakościowe buraków cukrowych. Rocz. Nauk Rol. Ser. A, 108, 1, 81

THE EFFECT OF SPRAY IRRIGATION ON THE CONTENTS
OF AMINOACIDS IN CULTIVATED PLANTS

Summary

On the base of three-years field experiments there was determined the effect of spray irrigation and two levels of NPK fertilization on the contents of aminoacids in sugar beet leaves, potato tubers and winter wheat grain. The contents of aminoacids were determined on an aminoacid analyser after hydrolysis in 6N hydrochloric acid.

The EAAI aminoacid index was calculated according to Oser while the digestibility index - dividing the total lysine and arginine contents by that of proline. Spray irrigation was bringing about a decrease in the content of aminoacids determined in the tested plants. The exception was winter wheat grain in which the water factor increased the contents of all endogenous acids except glycine. Besides, soil moisture improved due to spray irrigation brought about increase of glutamine contents in the sugar beet leaves as well as tryptophan and leucine contents in potato tubers. The spray irrigation was found to have only slight influence the Oser EAAI index as well as the digestibility one. Quadruple increase of the NPK dosage was found to have decreased the sum of aminoacids in the plants tested, in the case of potato tubers and winter wheat grain the more of endogenous than exogenous ones. However, in the effect of increased level of mineral fertilization the contents of tryptophan in beet leaves, histidine, methionine, cistine, leucine and arginine in potato tubers as well as phenylalanine, tyrosine, isoleucine and arginine in winter wheat grain increased. Higher NPK dose made the EAAI index changed only slightly, while the digestibility one - more evidently.

PRÓBA STATYSTYCZNEJ WERYFIKACJI NIEKTÓRYCH WZORÓW
OKREŚLAJĄCYCH EWAPOTRANSPIRACJĘ POTENCJALNĄ

Stanisław Grabarczyk, Jacek Żarski

Wydział Rolniczy, ATR Bydgoszcz

Katedra Melioracji i Użytków Zielonych

W pracy porównano cztery wzory służące do obliczania ewapotranspiracji potencjalnej poprzez statystyczną ocenę jej związków z ewapotranspiracją rzeczywistą traw koszonych trzy- i sześciokrotnie w sezonie wegetacji, określoną w krajowych badaniach lizymetrycznych. Największe współczynniki korelacji charakteryzowały zależność ETr i ETp według Grabarczyka, zaś najmniejsze (a w I i II pokosie nieistotne) - ETr i ETp według Penmana. Współczynniki korelacji zwiększały się po uwzględnieniu wpływu pionów na ETr. Przeprowadzone obliczenia wskazują na celowość dalszych badań odnośnie sposobu wyznaczenia ETp i konieczność większej ostrożności w zalecaniu wzoru Penmana do określania potrzeb wodnych roślin uprawnych.

1. WSTĘP

W ostatnich latach przeniesiono do Polski sposób określania potrzeb wodnych roślin przez odnoszenie ich do ewapotranspiracji potencjalnej [2, 7, 8], według wzoru:

$$E_v = E_{Tr} = k \cdot E_{Tp}$$

gdzie:

E_v - potrzeby wodne roślin w mm,

E_{Tr} - parowanie rzeczywiste łąnu w warunkach optymalnego uwilgotnienia gleby w mm,

k - współczynnik zależny od fazy wzrostu roślin i uwilgotnienia gleby,

E_{Tp} - ewapotranspiracja potencjalna zwana także klimatycznym wskaźnikiem parowania w mm; definiowana jako parowanie zwartego łąnu roślin (często traw) w fazie intensywnego ich wzrostu przy optymalnym uwilgotnieniu gleby.

Jakkolwiek pojęcie ewapotranspiracji potencjalnej jest w zasadzie jedno, to istnieją różne sposoby jej obliczania. Są zatem wzory proste, uzależniające ETp od jednego elementu klimatycznego (np. temperatury, względnie niedosytu wilgotności powietrza) lub wielce skomplikowane, jak na przykład zalecany ostatnio wzór Penmana [7, 8].

Przy podkreślonej dość jednoznacznie definicji, ewapotranspiracja potencjalna obliczona wybranymi wzorami może się wyraźnie różnić wartościami bezwzględными, mimo iż dotyczy tych samych warunków. Podważa to poszczególne sposoby obliczeń, czyniąc je mniej lub bardziej wiarygodnymi.

Celem pracy było porównanie i próba statystycznej oceny niektórych wzorów służących do obliczania E_{Tp}, z wykorzystaniem wyników krajowych badań lizymetrycznych nad ewapotranspiracją rzeczywistą traw w warunkach ich optymalnego zaopatrzenia w wodę.

2. METODA BADAŃ

W pracy wykorzystano wyniki pomiarów ewapotranspiracji rzeczywistej traw koszonych trzykrotnie (łąka) i sześciokrotnie (imitacja użytkowania pastwiskowego) w sezonie wegetacji, według badań lizymetrycznych przedstawionych przez Churską [1], Roguskiego i Weynę [5, 6] oraz Szajdę i Guza [9]. Uwzględniono tylko parowanie z lizymetrów nawadnianych podsiąkiem (łąka trzykośna ze stałym poziomem wody) i z lizymetrów określonych przez wymienionych autorów jako nawadniane w przypadku traw koszonych sześć razy w roku (pastwisko nawadniane).

Z tych samych prac wykorzystano podaną E_{Tp} według Penmana (w modyfikacji francuskiej) i Matula oraz dane meteorologiczne, które posłużyły do obliczenia E_{Tp} według Turca i Grabarczyka, a w przypadku Falent i Brześców - także E_{Tp} Penmana.

Porównywane wielkości E_{Tp} i E_{Tr} dotyczyły z konieczności okresów narażania kolejnych pokosów łąki lub dwóch kolejnych odrostów pastwiska - średnio po dwa miesiące licząc od kwietnia (IV + V, VI + VII, VIII + IX). Zebrane z literatury dane odnośnie parowania traw liczyły łącznie po 33 obserwacje z 6 miejscowości dla każdego okresu dwumiesięcznego. Ogółem dysponowano zatem 99 parami obserwacji dla każdej z obliczonych czterech E_{Tp} i E_{Tr} łąki oraz 99 parami danych odnośnie E_{Tp} i E_{Tr} pastwiska.

Weryfikacja statystyczna E_{Tp} polegała na porównaniu obliczonych współczynników korelacji i regresji oraz odchyłeń standardowych, charakteryzujących związek E_{Tr} z poszczególnymi E_{Tp}.

3. WYNIKI BADAŃ

Obliczona ewapotranspiracja potencjalna według porównywanych wzorów różniła się znacznie, mimo iż dotyczyła tych samych warunków (tab.1). Najwyższą średnią z lat i miejscowości E_{Tp} (w kolejnych pokosach i w sezonie wegetacji) otrzymano według wzoru Penmana, zaś najniższą - Turca. Według Penmana E_{Tp} w okresie odrostu pierwszego pokosu (IV + V) była wyższa niż w okresie odrostu trzeciego pokosu (VIII + IX) - odwrotnie od pozostałych wzorów. Obliczona E_{Tp} okazała się średnio niższa o 115 mm od E_{Tr} traw koszonych trzy razy w roku i o 51 mm wyższa od E_{Tr} traw koszonych sześć razy w roku.

Tabela 1
Table 1

Średnia z lat i miejscowości ewapotranspiracja potencjalna oraz ewapotranspiracja rzeczywista traw koszonych trzykrotnie (łąka) i sześciokrotnie (pastwisko) w sezonie wegetacji

Mean potential evapotranspiration from years and places and factual evapotranspiration of grasses mowed 3 times (meadow) and 6 times (pasture) in vegetation period

Wyszczególnienie Specification		Pokosy - Crops			Łącznie Total
		I	II	III	
ETr	łąka meadow	185	263	213	661
	pastwisko pasture	148	194	153	495
ETp	według: according to:				
	- Penmana	176	244	170	590
	- Turca	137	211	159	507
	- Matula	148	218	166	532
	- Grabarczyka	151	220	184	555

Obliczone współczynniki korelacji zależności ETr i ETp (tab. 2) dały dość nieoczekiwane wyniki.

Tabela 2
Table 2

Współczynniki korelacji ewapotranspiracji rzeczywistej i potencjalnej
Correlation coefficients of factual and potential evapotranspiration

ETp według: according to:	Pokos - Crop						Wszystkie pokosy All crops	
	I		II		III		Ł	P
	Ł	P	Ł	P	Ł	P		
Penmana	<u>0,05</u>	<u>0,02</u>	<u>0,26</u>	<u>0,09</u>	0,46	0,35	0,47	0,41
Turca	<u>0,31</u>	<u>0,44</u>	<u>0,38</u>	<u>0,24</u>	0,62	0,57	0,62	0,58
Matula	<u>0,34</u>	0,55	0,50	<u>0,60</u>	0,51	0,46	0,60	0,63
Grabarczyka	<u>0,43</u>	0,56	0,56	0,56	0,77	0,62	0,71	0,66
ETr łąka meadow	1,00	0,74	1,00	0,73	1,00	0,68	1,00	0,75

Ł - trawy koszone trzykrotnie (łąka)
- grasses mowed 3 times (meadow)

P - trawy koszone sześciokrotnie (pastwisko)
- grasses mowed 6 times (pasture)

Podkreślono współczynniki nieistotne przy $p = 0,05$
Coefficients insignificant at $p = 0,05$ are underlined

Okazało się bowiem, iż najniższe współczynniki otrzymywano z reguły dla związków ETr i ETP obliczonych według zalecanego ostatnio wzoru Penmana. W okresie narastania pierwszego i drugiego pokosu korelacje te były wręcz nieistotne, a w pozostałych przypadkach znacznie słabsze niż z ETP według pozostałych autorów. Najwyższe współczynniki korelacji charakteryzowały z reguły zależność ETr i ETP według Grabarczyka, a w drugiej kolejności ETr i ETP według Matula (w I i II pokosie) lub Turca (w pozostałych przypadkach). Ewapotranspirację potencjalną lepiej określały wzory krajowe (Matu., Grabarczyk) niż zagraniczne (Penman, Turc).

Najbardziej ściśle związki otrzymywano przeważnie wówczas, gdy dotyczyły one wszystkich trzech pokosów jako obserwacji równorzędnych (nie sum). W tym przypadku współczynnik korelacji pomiędzy ETr łąka ze stałym podsiąkiem i ETP Grabarczyka ($r = 0,71$) okazał się tylko niewiele niższy od charakteryzującego związek ETr łąka i ETr pastwisko ($r = 0,75$).

Współczynniki regresji $ETr = k \cdot ETP + c$ były różne tak dla porównywalnych wzorów, jak i pokosów (tab. 3).

Tabela 3
Table 3

Współczynniki k i c prostych regresji $ETr = k \cdot ETP + c$
oraz odchylenia standardowe

Coefficients k and c to regression $ETr = k \cdot ETP + c$ and standard deviation

ETP według: according to:	Pokos Crop	Współczynnik - Coefficient				Odchylenie standardowe Standard deviation	
		k		c		Ł	P
		Ł	P	Ł	P		
Penmana Turca Matula Grabarczyka	I	0,07	0,02	173	145	48	44
		0,64	0,83	98	34	49	42
		0,66	0,97	87	4	50	41
		0,69	0,83	82	24	41	34
Penmana Turca Matula Grabarczyka	II	0,48	0,09	144	172	81	47
		1,03	0,36	46	119	95	56
		1,52	1,01	-68	-26	102	53
		1,07	0,60	26	62	64	35
Penmana Turca Matula Grabarczyka	III	1,15	0,58	18	54	69	48
		1,28	0,78	9	29	47	33
		1,87	1,11	-97	-31	93	64
		1,65	0,88	-90	-8	46	37
Penmana Turca Matula Grabarczyka	wszystkie pokosy all crops	0,73	0,42	77	83	29	19
		1,07	0,65	39	55	24	16
		1,19	0,81	10	22	29	18
		1,18	0,71	2	34	23	16

Oznaczenia jak w tabeli 2
Rating as in Table 2

Podobnie jak współczynniki korelacji, najlepiej współczynniki regresji wypadły po uwzględnieniu wszystkich trzech okresów narastania pokosów jako

równorzędnych obserwacji. Związane z dużą zmiennością współczynników regresji k były także niepokojąco wysokie wolne wyrazy równania c . W zdecydowanej większości pokosów okazały się one najmniejsze w przypadku ETP według Grabarczyka, a następnie Matula i Turca. Warto jeszcze zaznaczyć, iż najniższe odchylenia standardowe charakteryzowały zależności ETr i ETP Grabarczyka.

Ogólnie niskie współczynniki korelacji i rozrzut współczynników w równaniach regresji tłumaczyć można stosunkowo dużą zależnością ETr od plonów suchej masy traw. W związku z tym obliczono współczynniki korelacji zależności:

$$ETr = k \cdot ETP + b \cdot Q + c$$

gdzie:

Q - plon suchej masy traw w t/ha,
pozostałe oznaczenia - jak w tekście.

Z podanych w tabeli 4 obliczeń wynika, iż w 6 przypadkach na 8 stwierdzono brak istotnego wpływu ETP (obliczonej wzorem Penmana) na wielkość współczynnika korelacji wielokrotnej. Jeśli w obliczeniach uwzględniono ETP według Turca lub Matula, wystąpiły po dwa takie przypadki. Natomiast we wszystkich przypadkach istotny był związek ETr z plonami (z wyjątkiem pierwszego pokosu) we wzorze z ETP Grabarczyka.

Tabela 4
Table 4

Współczynniki korelacji wielokrotnej oraz istotność wpływu ETP i plonów na ETr w zależności $ETr = k \cdot ETP + b \cdot Q + c$

Multiple correlation coefficients and the significance of the influence of ETP and yields on ETr in the dependence $ETr = k \cdot ETP + b \cdot Q + c$

ETP według: according to:	Pokos - Crop						Wszystkie pokosy All crops	
	I		II		III		Ł	P
	Ł	P	Ł	P	Ł	P		
Penmana	0,55	0,36	0,57	0,51	0,76	0,64	0,58	0,61
Turca	0,63	0,55	0,58	0,53	0,76	0,68	0,69	0,68
Matula	0,67	0,63	0,70	0,70	0,74	0,63	0,71	0,71
Grabarczyka	0,70	0,62	0,67	0,70	0,84	0,68	0,78	0,73
Istotność wpływu ETP na ETr Significance of the influence of ETP on ETr								
Penmana	0	0	0	0	0	0	+	+
Turca	+	+	+	0	0	+	+	+
Matula	+	+	+	+	0	0	+	+
Grabarczyka	+	+	+	+	+	+	+	+
Istotność wpływu plonów na ETr Significance of the influence of yields on ETr								
Penmana	+	+	+	+	+	+	+	+
Turca	+	+	+	+	+	+	+	+
Matula	+	+	+	+	+	+	+	+
Grabarczyka	+	0	+	+	+	+	+	+

+ - wpływ istotny
+ - influence significant

0 - wpływ nieistotny
0 - influence insignificant

Z porównania liczb tabeli 2 i 4 widoczne jest podwyższenie współczynników korelacji po uwzględnieniu plonów, przy czym w wielu wersjach właśnie one, a nie ETp, determinowały wielkość ETr. Uwzględnienie plonów w obliczaniu potrzeb wodnych roślin uprawnych jest jednak sprzeczne z definicją ETp.

4. DYSKUSJA WYNIKÓW

Przedstawione obliczenia współczynników korelacji, regresji i odchyłeń standardowych wskazują na konieczność dalszych poszukiwań w miarę ścisłego i poprawnego sposobu wyznaczania ETp. Wniosek ten jest o tyle poprawny, o ile uzna się za pozbawione większych błędów przyjęte do obliczeń wyniki pomiarów ETr. Pogląd taki uzasadniony jest stosunkowo niską korelacją pomiędzy ETr traw koszonych trzy i sześć razy w okresie wegetacji (tab. 2).

Obliczone współczynniki korelacji wskazują jednak na potrzebę większej ostrożności w zalecaniu wzoru Penmana do określania potrzeb wodnych roślin uprawnych. Przedstawione wyniki nie potwierdzają przy tym podobnych obliczeń Pawłata [3] i Szajdy [10], według których ETp Penmana wykazywała większą zgodność z ETr, niż ETp wyznaczona innymi wzorami. Obliczenia te oparte były jednak na znacznie skromniejszym materiale liczbowym.

Znacznie ściślejsze związki od przedstawionych zależności pomiędzy ETp obliczoną różnymi wzorami i ETr traw, wykazały 10-letnie badania wykonane przez Pýchę i Lamačovą [4] w miejscowości Tisice. Według tych badań najwyższy współczynnik korelacji ($r = 0,95$) otrzymano dla związku wielkości parowania z powierzchni wody i ETr traw, przy współczynniku regresji bliskim jedności. Bardzo wysoka korelacja charakteryzowała także związek ETr traw z niedosytami wilgotności powietrza ($r = 0,93$) oraz promieniowaniem całkowitym ($r = 0,88$). Według tych badań, wbrew wielu innym autorom, ETp była ujemnie skorelowana z prędkością wiatru. Ponadto w doświadczeniach Pýchy i Lamačovej [4] komplikowanie wzorów służących do obliczania ETp poprzez uwzględnianie wielu czynników w zasadzie nie podwyższało współczynników korelacji.

5. WNIOSKI

1. Największe współczynniki korelacji charakteryzowały zależności ETr traw i ETp Grabarczyka, zaś najmniejsze ETr i ETp według wzoru Penmana.

2. Współczynniki korelacji zwiększały się po uwzględnieniu wpływu plonów na wysokość ETr.

3. Badania te wskazują na potrzebę większej ostrożności w zalecaniu wzoru Penmana do określania potrzeb wodnych roślin uprawnych.

LITERATURA

- [1] Churska Cz., 1983: Ewapotranspiracja łąk i pastwisk w rejonie Warszawy. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 277, 25-41
- [2] Grabarczyk S., 1989: Potrzeby wodne użytków zielonych i traw. W: Potrzeby wodne roślin uprawnych (pod red. J. Dzieżyca). PWN, Warszawa
- [3] Pawłat H., 1990: Zależność między ewapotranspiracją rzeczywistą a potencjalną roślin łąkowych w warunkach siedliskowych Warszawy-Ursynowa. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 390, 195-202
- [4] Pýcha M., Lamačova M., 1985: Potenciální evapotranspirace ve strednich Cechách. Ved. Pr. Vys. ustavu zavl. hosp. v Bratislave, 17, 159-170
- [5] Roguski W., Weyna A., 1983: Ewapotranspiracja łąk i pastwisk w dolinie dolnej Wisły. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 277, 13-24
- [6] Roguski W., Weyna A., 1983: Ewapotranspiracja łąk i pastwisk na glebach torfowo-murszowych w dolinie Noteci. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 277, 53-67
- [7] Roguski W., Sarnacka S., Drupka S., 1988: Instrukcja wyznaczania potrzeb i niedoborów wodnych roślin uprawnych i użytków zielonych. Materiały Instruktażowe 66, IMUZ Falenty
- [8] Sarnacka S., 1986: Ewapotranspiracja potencjalna (ETp) jako podstawowy wskaźnik w wyznaczaniu potrzeb wodnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 268, 371-378
- [9] Szajda J., Guz T., 1983: Ewapotranspiracja łąki 3-kośnej i pastwiska na glebie torfowo-murszowej w rejonie kanału Wieprz-Krzna. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 277, 85-98
- [10] Szajda J., 1990: Ewapotranspiracja potencjalna jako wskaźnik ewapotranspiracji rzeczywistej łąki i pastwiska na glebie torfowo-murszowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 390, 135-149

STATISTIC VERIFICATION OF SOME FORMULAE DEFINING
POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION

Summary

Four formulae to calculate potential evapotranspiration by the statistic evaluation of its relation to the factual evapotranspiration of grasses mowed 3 and 6 times, defined in Polish lisimetric research. The highest correlation coefficients characterized the dependence of ETr and ETp according to Grabarczyk, and the lowest ones (and in the I and II crop - insignificant) - ETr and ETp according to Penman. The correlation coefficient increased after considering the influence of yields on ETr. The results show the usefulness of further research on the way of calculating ETp, pointing out the necessity of higher caution in advising the use of Penman formulae to define water needs of plants.

PORÓWNANIE KILKU METOD STEROWANIA DESZCZOWANIEM

Lech Nowak, Jacek Janusz

Katedra Rolniczych Podstaw Melioracji

Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, AR Wrocław

Celem pracy było porównanie przydatności 5 wybranych metod sterowania deszczowaniem w warunkach ścisłych doświadczeń polowych z pszenicą jara, ziemniakiem wczesnym i kapustą białą. Wybrano metody proste i łatwe w stosowaniu w warunkach produkcyjnych. W 3-letnich badaniach porównywano: ilość rozdeszczowanej wody, przyrost plonu w wyniku jej zastosowania oraz efektywność jednostkową wody. Niezależnie od roślin, średnio w 3-leciu największy przyrost plonu uzyskano deszczując wg metody bilansowej i regionalnych potrzeb opadowych, a jednocześnie te same metody - lecz w odwrotnej kolejności - okazały się najefektywniejsze. Pod względem ilości rozdeszczowanej wody najbardziej oszczędne okazały się metody regionalnych potrzeb opadowych oraz suszarkowo-wagowa.

1. WSTĘP

Sterowanie deszczowaniem ma na celu zapewnienie optymalnego uwilgotnienia gleby i zaopatrzenia rośliny w wodę w każdej fazie rozwoju, ekonomiczne jej wykorzystanie oraz uzyskanie wysokich i jakościowo dobrych plonów [2]. Jak wykazały dotychczas przeprowadzone doświadczenia, efekty deszczowania - przy optymalnym układzie pozostałych czynników plonotwórczych - zależą w dużym stopniu od poprawnego ustalenia terminu i właściwie dobranych dawek deszczowania.

Pogłębiający się deficyt wody możliwej do wykorzystania w rolnictwie, a także wysokie koszty związane z instalowaniem i eksploatacją urządzeń deszczowniczych sprawiają, że do ustalenia ilości wody i terminu nawodnień powinny być wykorzystane metody tanie i łatwe w stosowaniu, w miarę oszczędne, a jednocześnie gwarantujące optymalne zaopatrzenie roślin w wodę.

2. WARUNKI, ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Celem niniejszej pracy jest porównanie przydatności 5 wybranych metod sterowania deszczowaniem w warunkach doświadczeń polowych z pszenicą jara, ziemniakiem wczesnym i kapustą białą późną. Do badań wybrano metody proste i łatwe w stosowaniu w warunkach produkcyjnych. Przy posługiwaniu się nimi

konieczne są jedynie dane o opadach i temperaturze powietrza lub bardzo prosta aparatura (suszarka, waga, tensjometry).

Doświadczenie polowe z pszenicą jarą, ziemniakiem wczesnym i kapustą białą późną przeprowadzono w latach 1981-1983 w RZD Swojec, na glebie pseudobielicowej, wytworzonej z piasku gliniastego mocnego na piasku słabo gliniastym. Gęstość objętościowa gleby w poszczególnych poziomach genetycznych była podobna i wynosiła około $1,65 \text{ g/cm}^3$. Polowa pojemność wodna w warstwie 0-100 cm wahała się od 12 do 17 % objętościowych i zmniejszała się wraz z głębokością.

Średnie miesięczne temperatury powietrza, miesięczne sumy opadów oraz głębokość położenia zwierciadła wód gruntowych zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1
Table 1

Przebieg opadów i temperatury oraz poziomu wód gruntowych
na polu doświadczalnym RZD Swojec
The course of rainfall, temperature and ground water table
on the experimental fields of Swojec

Rok Year	Miesiąc - Month						Średnie lub sumy IV - IX Means or sums IV - IX
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Temperatura w °C - Temperature in °C							
1981	6,8	14,4	17,4	18,0	17,7	13,8	14,5
1982	6,3	13,5	16,9	19,1	18,8	15,6	15,0
1983	10,7	14,6	17,2	21,1	17,9	14,1	15,9
1956-1980	7,9	12,9	16,7	17,9	17,1	13,5	14,3
Opad w mm - Rainfall in mm							
1981	47,2	20,2	84,5	114,9	91,6	66,8	455,2
1982	33,1	69,1	73,7	61,8	42,8	12,6	293,1
1983	32,2	107,0	82,4	18,3	41,6	13,1	294,6
1956-1980	39,3	60,1	68,6	89,6	73,1	46,0	376,7
Poziom wód gruntowych w cm - Ground water table in cm							
1981	95	93	92	90	97	95	
1982	85	89	102	108	132	120	
1983	82	80	96	97	135	147	

Suma opadów w okresie kwiecień-wrzesień w 1981 r. była o ponad 60 mm wyższa, natomiast w latach 1982 i 1983 o ponad 80 mm niższa od średniej wieloletniej. Opady w miesiącach wiosennych były w 1981 r. niższe o 30 mm, w 1983 r. wyższe o 40 mm, a w 1982 r. zbliżone do średnich wieloletnich. W lecie (VI-VIII) i jesieni (IX) 1981 r. opady zdecydowanie przewyższały średnie wieloletnie, przeciętnie niż w latach 1982 i 1983. Tak więc pod względem ilości i rozkładu opadów rok 1981 zaliczany był do mokrych zarówno dla roślin wczesnie schodzących z pola, jak i o długim okresie wegetacji. Natomiast lata 1982 i 1983 były przeciętne dla roślin o krótkim okresie wegetacji i suche dla upraw o długim okresie wegetacji.

Średnia temperatura okresu wegetacji w 1981 r. była zbliżona do średniej wieloletniej, natomiast w 1982, a szczególnie w 1983 r. znacznie od niej wyższa. Temperatury znacznie przewyższające średnie wieloletnie stwierdzono w miesiącach letnich i jesiennych 1982 r. oraz wiosennych i letnich 1983 r.

Poziom wód gruntowych w kolejnych miesiącach okresu wegetacji różnił się w poszczególnych latach prowadzenia doświadczenia. W okresie wegetacji 1981 r. poziom wód gruntowych był mało zróżnicowany i wahał się w granicach 90 - 97 cm. Natomiast w roku 1982 - od kwietnia do końca maja - był stabilny i wahał się od 80 do 82 cm. W czerwcu obniżył się do 96 cm, a w sierpniu i wrześniu do 130 cm. Poziom wód gruntowych od kwietnia do maja 1983 r. wahał się od 80 do 82 cm, a we wrześniu był zdecydowanie najniższy i wynosił 147 cm.

Badaniami objęto następujące odmiany: pszenicę jarą odmiany Kaspar, ziemniak wczesny odmiany Irys i kapustę białą późną odmiany Langendijker. Prace agrotechniczne przeprowadzono zgodnie z powszechnie przyjętymi zasadami uprawy tych roślin. Dawki nawozów mineralnych pod badane rośliny ustalono na podstawie dotychczasowych doświadczeń nawozowych prowadzonych w warunkach nawodnień oraz zasobności gleb w składniki pokarmowe. Były one następujące: pszenica jara - 90 kg N, 60 kg P_2O_5 i 90 kg K_2O na 1 ha, ziemniak wczesny - 30 t obornika na 1 ha oraz 70 kg N, 60 P_2O_5 i 100 kg K_2O . Na tle jednolitego nawożenia w doświadczeniu porównywano pięć metod sterowania deszczowaniem:

- 1) metoda suszarkowo-wagowa (standardowa),
- 2) metoda tensjometryczna,
- 3) metoda regionalnych potrzeb opadowych rośliny,
- 4) metoda bilansowa wg Dрупki,
- 5) metoda regularnych cykliów.

Doświadczenia założono metodą pojedynczo rozczepionych jednostek eksperymentalnych, tzw. split-plot. Zasady sterowania nawodnieniami za pomocą większości wymienionych metod są znane. Charakterystyka tych metod jest zamieszczona w odpowiednich publikacjach [1 - 3] i dlatego poniżej podano tylko ogólne założenia, które przyjęto posługując się tymi metodami w doświadczeniu.

Sygnałem do rozpoczęcia nawodnień w metodzie suszarkowo-wagowej był spadek wilgotności gleby poniżej 75 % PPW. W metodzie tensjometrycznej (tensjometry rtęciowe typu RZD Biebrza) deszczowanie rozpoczynano przy wskazaniach wyższych od 34,0 hPa, co odpowiada ciśnieniu ssącemu pF gleby równemu 2,54. Deszczowanie w oparciu o pozostałe porównywane metody prowadzono zgodnie z zaleceniem ich autorów [1, 3].

Deszczowanie prowadzono za pomocą deszczowni produkcji jugosłowiańskiej „Agro”, wyposażonej w zraszacze typu Rinca na rurociągach ułożonych na polu w systemie okresowo stałym. Manometry zainstalowane na rurociągach naziemnych oraz sporządzone okresowo charakterystyki zraszaczy zapewniały kontrole wielkości zastosowanej dawki nawodnieniowej. Deszczowanie wykonano w okresach optymalnych dla danej rośliny. Jednorazowa dawka deszczowa-

nia wynosiła netto 25 mm. Sumaryczne dawki polewowe dla poszczególnych roślin zależnie od metody sterowania deszczowaniem podano w tabeli 2.

Tabela 2
Table 2

Sezonowe dawki wody w mm
Seasonal water rate in mm

Metoda sterowania deszczowaniem Methods of spray irrigation control	Pszenica jara Spring wheat			Ziemniak wczesny Early potato			Kapusta biała późna White cabbage	
	1981	1982	1983	1981	1982	1983	1982	1983
Suszarkowo-wagowa Dryer-balance methods	50	75	100	50	50	75	100	75
Tensjometryczna Tensjometric	50	100	100	50	75	75	150	125
Potrzeb opadowych Precipitation require- ments method	50	25	75	50	50	75	125	100
Bilansowa Drupki Drupka's balance method	75	75	125	75	75	75	150	150
Regularnych cykliów Regular periods method	75	75	50	75	75	100	125	125

3. WYNIKI BADAŃ

Plony badanych roślin zależnie od metody sterowania deszczowaniem przedstawiono w tabeli 3.

Przeciętny trzyletni plon ziarna pszenicy jarej (tab.3) niezależnie od metody sterowania deszczowaniem wynosił 3,86 t/ha i był wyższy w porównaniu do obiektów kontrolnych średnio o 56 %. Najwyższe plony pszenicy uzyskano w 1981 roku, natomiast największy przyrost plonów na skutek deszczowania (60 %) w 1983 roku. Porównując poszczególne metody można stwierdzić, że najskuteczniejsze okazały się metody: potrzeb opadowych i bilansowa (średni przyrost plonów w stosunku do obiektów kontrolnych wynosił 61 - 64 %); nieco słabsze wyniki dały metody tensjometryczna oraz regularnych cykliów (średni przyrost plonów około 55 %), natomiast najsłabsze plony uzyskano stosując metodę suszarkowo-wagową. Deszczując pszenicę według metody potrzeb opadowych i bilansowej uzyskano plony istotnie wyższe niż przy metodzie suszarkowo-wagowej. Należy dodać, że w kolejnych latach prowadzenia doświadczenia największe przyrosty plonu ziarna pszenicy na sku-

tek deszczowania uzyskano przy pomocy różnych metod, ale w każdym roku najgorsze efekty uzyskano stosując metodę suszarkowo-wagową.

Ilość rozdeszczowanej wody na poletkach z pszenicą jarą zależnie od metody wahała się od 50 do 75 mm w 1981 r., 25 - 100 mm w 1982 r. i 50 - 125 mm w 1983 r. (tab.2). Najefektywniejsza okazała się metoda potrzeb opadowych, gdzie 1 mm rozdeszczowanej wody powodował wzrost plonów ziarna średnio w trzyleciu o 40 kg, a najmniej efektywna - metoda suszarkowo-wagowa, gdzie 1 mm zwiększał plony ziarna pszenicy jarej tylko o 15 kg. Efektywność pozostałych badanych metod wynosiła 18 - 21 kg na 1 mm rozdeszczowanej wody.

Średni trzyletni plon ziemniaków wczesnych z obiektów deszczowanych wynosił 20,3 t/ha i wahał się zależnie od metody sterowania deszczowaniem od 19,6 do 21,0 t/ha (tab.3). Średni przyrost plonów na skutek deszczowania był znacznie mniejszy w porównaniu z pszenicą jarą i wynosił 25 %. Najwyższe plony ziemniaków uzyskano w 1983 r., zaś największy przyrost plonów na skutek deszczowania (31 %) w 1982 r. W przekroju trzyletnich doświadczeń najbardziej przydatna okazała się metoda tensjometryczna (średni przyrost plonów w porównaniu do obiektów nie deszczowanych wynosił 29 %); nieco słabsze działanie przedstawiały metody: potrzeb opadowych, bilansowa i regularnych cykli (średni przyrost plonów rzędu 25 - 26 %), a najsłabsze efekty osiągnięto stosując metodę suszarkowo-wagową (przyrost plonów 21 %). Na obiektach deszczowanych według metody tensjometrycznej uzyskano plony istotnie wyższe w porównaniu do metody suszarkowo-wagowej. W latach 1981 i 1982 najskuteczniejsza okazała się metoda tensjometryczna, zaś w 1983 roku metoda regularnych cykli.

Ilość rozdeszczowanej wody w kolejnych latach prowadzenia doświadczenia była podobna i wahała się zależnie od roku oraz metody od 50 do 100 mm (tab.2).

Największą efektywność jednostkową uzyskano deszczując metodami: potrzeb opadowych i tensjometryczną (1 mm wody zwiększał plony ziemniaków o 72 do 75 kg), nieco mniej efektywne były pozostałe metody (przyrost plonu na 1 mm wody wynosił 48 - 59 kg).

Doświadczenie z kapustą prowadzono jedynie w latach 1982 i 1983. Średni plon kapusty białej późnej (tab.3) z obiektów deszczowanych wynosił 52,6 t/ha i był wyższy w porównaniu z plonami z obiektów kontrolnych przeciętnie o 26 %. Wyższe plony tej rośliny uzyskano w 1982 roku, natomiast większe przyrosty plonów na skutek deszczowania w 1983 r. (o 29 % wobec 24 % w 1982 r.). Średnio największe przyrosty plonów (o 36 - 37 %) uzyskano deszczując kapustę według metody bilansowej i potrzeb opadowych. Istotnie niższy przyrost dały trzy pozostałe metody. Metoda bilansowa okazała się najkorzystniejsza w obu latach prowadzenia doświadczenia.

Ilość rozdeszczowanej wody zależnie od roku i metody wahała się od 75 do 150 mm (tab.2). Efektywność jednostkowa rozdeszczowanej wody była największa przy metodzie potrzeb opadowych (133 kg na 1 mm), mniejsza przy bilansowej (103 kg na 1 mm) i zdecydowanie najmniejsza (37 kg na 1 mm) w metodzie regularnych cykli.

4. WNIOSKI

1. Z przeprowadzonych badań wynika, że biorąc pod uwagę zarówno przyrost plonów jak i efektywność jednostkową rozdeszczowanej wody, nieco lepsze efekty dało deszczowanie pszenicy jarej i kapusty białej późnej według metody potrzeb opadowych i bilansowej Drupki, a ziemniaków wczesnych metodą tensjometryczną i potrzeb opadowych.

2. Zbyt krótki okres badań nie pozwala na jednoznaczne określenie przydatności porównywanych metod sterowania deszczowaniem.

LITERATURA

- [1] Drupka S., 1976: Techniczna i rolnicza eksploatacja deszczowni. PWRiL, Warszawa
- [2] Dzieżyc J., 1988: Sterowanie nawadnianiem. W: Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN, Warszawa
- [3] Dzieżyc J., Nowak L., Panek K., 1987: Metoda sterowania deszczowaniem uwzględniająca potrzeby opadowe roślin uprawnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 137-148
- [4] Trybała M., 1973: Porównanie przydatności różnych metod oznaczania wilgotności do określania potrzeb nawadniania gleb piaszczystych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 140, 143-198

COMPARISON OF A FEW METHODS OF SPRAY IRRIGATION CONTROL

Summary

The aim of the research was to compare the usability of five selected methods of spray irrigation control in conditions of strict field experiments with spring wheat, early potato and white cabbage. The methods selected were simple and easy to use in production conditions.

In three-years' experiments following parameters were compared: the amount of water sprayed, the resulting yield increase and the unitary water effectiveness. Irrespectively to plants, the highest average yield increase was obtained when spraying according to the balance method and regional precipitation requirements; the same methods, though in inverse order, appeared to be highly successive. With regard to the amount of water sprayed the most economical appeared to be the method of regional precipitation requirement and the dryer-balance one.

ZMIANY SKŁADNIKÓW BILANSU WODNEGO PROFILU GLEBOWEGO
POD WPLYWEM NAWODNIEŃ

Józef Mosiej

Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych, SGGW Warszawa

W pracy przedstawiono wpływ regulowania uwilgotnienia na składniki bilansu wodnego warstwy korzeniowej. Nawodnienia powodują zmiany w bilansie wodnym (wzrost odcieku gruntowego). Odpływ gruntowy może stanowić nawet 50 % sumy opadów i dawek polewowych.

1. WSTĘP

Prześląkanie wody przez profil glebowy do wód gruntowych może mieć miejsce tylko w odpowiednich warunkach klimatycznych, hydrogeologicznych i glebowych. Powszechnie przyjmuje się, że w warunkach klimatu humidowego opady przeważają nad parowaniem i w konsekwencji obserwuje się przemywanie gleb. Dodatkowe doprowadzenie wody w postaci dawek nawodnieniowych może spowodować istotne zmiany w bilansie wodnym profilu glebowego ze względu na to, że w naszych warunkach klimatycznych polewy mogą pokrywać się z opadami naturalnymi. Stąd też istotnym zagadnieniem jest ocena wpływu nawodnień na kształtowanie się składników bilansu wodnego dla prognozowania ewentualnych zmian właściwości fizycznych i chemicznych nawadnianych gleb [2, 4].

2. METODYKA BADAŃ

Doświadczenia polowe prowadzono na łąkach RZD Puczniew nawadnianych systemem stokowym wodami ściekowymi z rzeki Ner. Gleby, na których prowadzono doświadczenia są pochodzenia aluwialnego o składzie mechanicznym piasków słabo gliniastych, a w podłożu przeważają piaski luźne. Badania polowe prowadzono w latach 1985-1990 na łąkach trzykrotnie koszonych w okresie wegetacji. Doświadczenie realizowano w układzie zbliżonym do split-plot z dwoma czynnikami zmiennymi. Czynnik pierwszy stanowiły 3 warianty wodne, a czynnik drugi 8 kombinacji nawozowych. Warianty wodne rozmieszczono w trzech blokach: blok 0 - bez nawodnień, blok I - nawadniany w okresie wegetacji, blok II - nawadniany w okresie wegetacji i w okresie pozawegetacyjnym. Nawodnienia wegetacyjne - identyczne dla bloków I i II -

pokrywały niedobory wodne użytków zielonych [1, 3]. W niniejszej pracy ograniczono się jedynie do zagadnień gospodarki wodnej w skali profilu.

Obieg wody na kwaterach nawadnianych był oceniany przez pomiary składników bilansu wodnego, którego równanie w warunkach nawodnień dla określonej warstwy gleby przedstawia się następująco:

$$Z_k - Z_p = P + d - ETR + q \quad (1)$$

gdzie:

- Z_k, Z_p - zapasy wilgoci w warstwie na początku i na końcu okresu bilansowego [mm],
- P - opady atmosferyczne [mm],
- d - wielkość dawki nawodnieniowej w okresie bilansowym [mm],
- ETR - ewapotranspiracja rzeczywista [mm],
- q - wymiana wilgoci z warstwą przylegającą (jeżeli q przyjmuje wartość ujemną, to mamy do czynienia z infiltracją, a jeżeli wartość dodatnią, to z podsiąkiem kapilarnym) [mm].

Wielkość poszczególnych składników bilansu wodnego określano metodą pomiarów bezpośrednich. Wielkość zapasów wilgoci określano do głębokości 1 m lub do zwierciadła wody, co tydzień oraz przed i po nawodnieniu. Pomiary ewapotranspiracji rzeczywistej prowadzono za pomocą ewaporometrów glebowych o powierzchni przekroju poprzecznego 500 cm² i głębokości 30 cm. Wielkość wymiany wilgoci q określono z równania bilansu wodnego dla okresów 7-10-dniowych w warstwie 0-50 cm i 0-100 cm.

Dla określenia bilansu wodnego kwatery, oprócz pomiarów składników bilansu wodnego dla profilu określono ilość wody doprowadzonej do kwatery w czasie nawodnienia, mierząc przepływy w doprowadzalniku i czas trwania nawodnienia. Ilość wypływającej wody z kwatery można ocenić pośrednio na podstawie obserwacji stanów uwilgotnienia i zwierciadła wody w wybranych profilach przed, w czasie i po nawodnieniu, realizowanym jako bezzrutowe. Jednocześnie w latach 1985 i 1987 kontrolowano uwilgotnienie gleby przez systematyczne pomiary tensjometryczne ciśnienia ssącego gleby na kwaterach nawadnianych i nie nawadnianych. Obserwacje ciśnienia ssącego gleby prowadzono również w ewaporometrach.

Oprócz pomiarów składników bilansu wodnego prowadzone były standardowe obserwacje meteorologiczne na stacji położonej 1,5 km od obiektu.

3. WYNIKI BADAŃ

Chociaż jednostką decydującą o bilansie wody i składników mineralnych w przypadku nawodnień stokowych jest kwatera, w pracy ograniczono się do bilansu wodnego profilu glebowego. Do tego celu wybrano dwa punkty obserwacji składników bilansu wodnego na blokach nawadnianych i jeden punkt na bloku bez nawodnień. Podstawą analizy kształtowania się składników bilansu wodnego profili glebowych zlokalizowanych w różnych warunkach było zestawienie bilansu wodnego według równania (1) dla krótkich okresów (7-10-

dniowych) dla warstwy 0-50 cm i 0-100 cm. Dla przykładu w tabelach 1 i 2 oraz na rysunku 1 przedstawiono zestawienie wielkości wybranych składników i wskaźników bilansu wodnego warstwy korzeniowej w poszczególnych pokosach i okresach wegetacji w latach 1988 i 1989.

Tabela 1
Table 1

Zestawienie wielkości składników i wskaźników bilansu wodnego warstwy korzeniowej w okresie wegetacji 1988 roku

Summary of the value elements and index water balance of the root layer during vegetation period in 1988

Wariant Variant	Okres bilansowy Period	Miąższość warstwy [cm] Layer [cm]	Składniki bilansu wodnego [mm] Elements of water balance [mm]		Wskaźnik - Index		
					q_1	q_2	q
			ETR	P + d	ETR	P + d	P + d
Blok 0	1.04-31.05	0-50 0-100	124	44	0,60	-1,18	+0,52 +0,38
	1.06-25.07	0-50 0-100	128	140	0,52	-0,23	+0,23 +0,34
	26.07-26.09	0-50 0-100	105	172	0,46	-0,88	-0,60 -0,59
	1.04-26.09	0-50 0-100	357	356	0,52 0,85	-0,66 -0,95	-0,14 -0,19
Blok I	1.04-31.05	0-50 0-100	110	53 87	0,50	-1,80 -2,63	-0,77 -1,08
	1.06-25.07	0-50 0-100	198	230 354	0,16	-0,27 -0,35	-0,14 -0,27
	26.07-26.09	0-50 0-100	181	268 356	0,48	-0,56 -0,61	-0,24 -0,49
	1.04-26.09	0-50 0-100	489	551 797	0,35 0,42	-0,56 -0,72	-0,25 -0,46
Blok II	1.04-31.05	0-50 0-100	110	72 122	0,71	-0,86 -1,12	+0,22 -0,29
	1.06-25.07	0-50 0-100	198	282 487	0,37	-0,13 -0,45	+0,13 -0,35
	26.07-26.09	0-50 0-100	181	243 423	0,35	-0,38 -0,67	-0,12 -0,35
	1.04-26.09	0-50 0-100	489	597 1032	0,44 0,59	-0,32 -0,62	-0,04 -0,34

Oznaczenia - Symbols:

P - opady atmosferyczne [mm],
precipitation [mm],

q_1 - podsiąk kapilarny [mm],
capillary rise [mm],

q - wymiana wilgoci [mm],
soil moisture flux [mm],

d - dawki polewowe [mm],
irrigation rate [mm],

q_2 - odciek gruntowy [mm],
underground flow-off [mm],

ETR - ewapotranspiracja rzeczywista [mm]
actual evapotranspiration [mm]

Zestawienie wielkości składników i wskaźników bilansu wodnego warstwy korzeniowej w okresie wegetacji 1989 roku

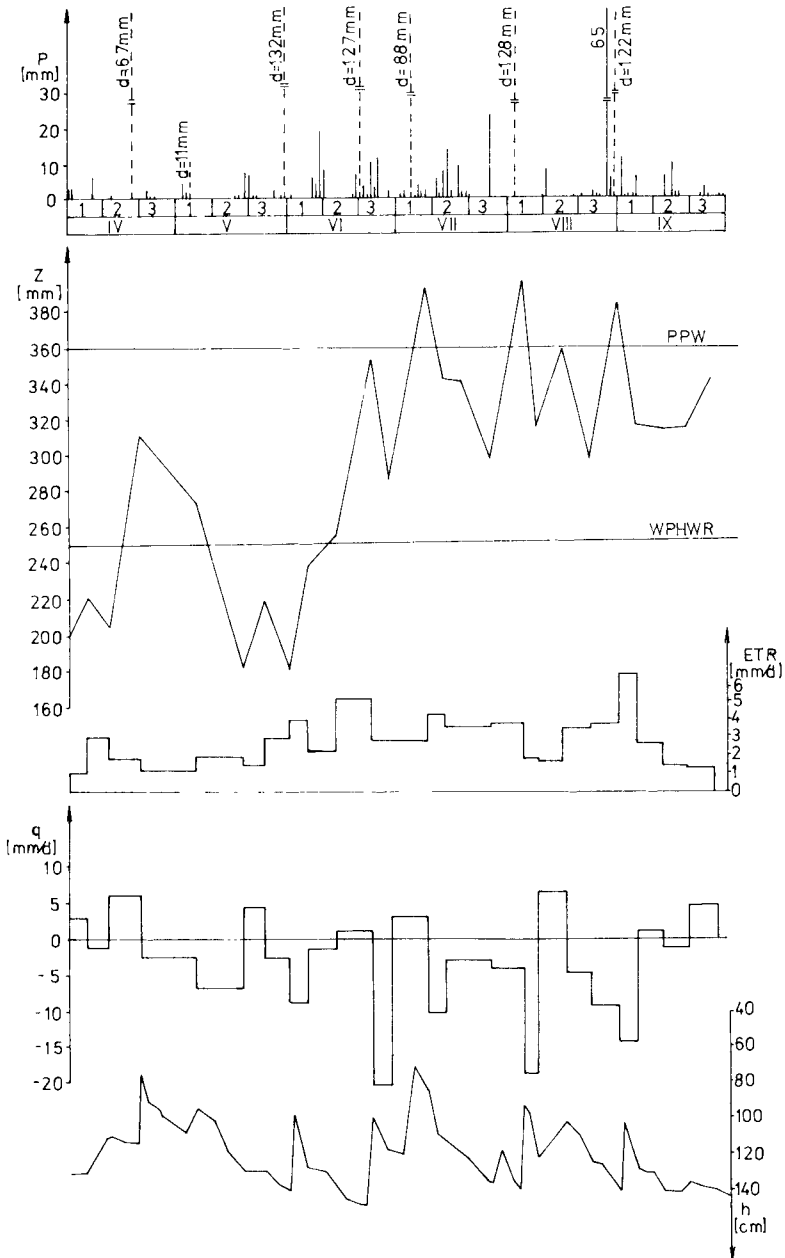
Summary of the value elements and index water balance of the root layer during vegetation period in 1989

Wariant Variant	Okres bilansowy Period	Miąższość warstwy [cm] Layer [cm]	Składniki bilansu wodnego [mm] Elements of water balance [mm]		Wskaźnik - Index		
					$\frac{q_1}{ETR}$	$\frac{q_2}{P+d}$	$\frac{q}{P+d}$
			ETR	P + d			
Blok 0	30.03-22.05	0-50	119	54	0,44	-1,44	-0,46
		0-100					-2,70
	23.05-24.07	0-50	139	110	0,46	-0,40	+0,18
		0-100					+0,37
25.07-02.10	0-50	144	44	1,06	-0,41	+3,06	
	0-100					+3,50	
30.03-02.10	0-50	402	208	0,67	-0,67	+0,62	
	0-100			0,88	-1,48	+0,23	
Blok I	30.03-22.05	0-50	151	167	0,18	-0,45	-0,29
		0-100		336	0,26	-0,68	-0,67
	23.05-24.07	0-50	148	200	0,58	-0,55	-0,35
		0-100		312		-0,78	-0,45
25.07-02.10	0-50	107	106	0,32	-0,56	-0,04	
	0-100		219	0,37	-0,83	-0,61	
30.03-02.10	0-50	406	473	0,41	-0,52	-0,24	
	0-100		867		-0,75	-0,58	
Blok II	30.03-22.05	0-50	151	97	0,16	-0,03	+0,60
		0-100		268		-0,40	-0,30
	23.05-24.07	0-50	148	180	0,34	-0,47	-0,33
		0-100		291		-0,75	-0,63
25.07-02.10	0-50	107	153	0,30	-0,71	-0,47	
	0-100		264	0,23	-0,91	-0,79	
30.03-02.10	0-50	406	430	0,34	-0,46	-0,17	
	0-100		823	0,57	-0,69	-0,58	

Oznaczenia - Symbols:

- P - opady atmosferyczne [mm],
- precipitation [mm],
d - dawki polewowe [mm],
- irrigation rate [mm],
q₁ - podsiąg kapilarny [mm],
- capillary rise [mm],
q₂ - odciek gruntowy [mm],
- underground flow-off [mm],
q - wymiana wilgoci [mm],
- soil moisture flux [mm],
ETR - ewapotranspiracja rzeczywista [mm],
- actual evapotranspiration [mm]

Analiza wyników badań wskazuje, że uwilgotnienie gleby na wariantach nawadnianych kształtowało się w optymalnym przedziale, chociaż w krótkich okresach zapasy wilgoci obniżyły się poza granicę wody łatwo dostępnej. Natomiast na wariantcie nie nawadnianym przez większą część okresu wegetacji zapasy wilgoci kształtowały się poniżej wody łatwo dostępnej.



Rys.1. Dynamika składników bilansu wodnego w warstwie 0-100 cm w okresie wegetacji 1988 r. (blok II), gdzie: P - opad atmosferyczny, d - dawka polewowa, Z - zapas wody w warstwie, ETR - ewapotranspiracja rzeczywista, q - wymiana wilgoci, h - głębokość zwierciadła wody

Fig.1. Dynamics of the water balance components in 1 m layer during vegetation period in 1988 (block II), where: P - precipitation, d - irrigation rate, Z - total water content in the layer, ETR - actual evapotranspiration, q - soil moisture flux, h - ground water level

Nawodnienie powoduje wzrost ETR przede wszystkim w wyniku przyrostu plonów. Dla przykładu w 1989 roku wielkość ETR na wariancie nawadnianym wynosiła 489 mm, a na wariancie nie nawadnianym 357 mm (wzrost o 37 %, przy 100 % wroście plonów) [1, 3].

Z przedstawionych w tabelach danych wynika, że nawodnienia powodują zmiany w kształtowaniu się wymiany wilgoci, a przede wszystkim powodują wzrost odcieku gruntowego z warstwy korzeniowej.

Najtrudniejszym dla określenia i pomierzenia składnikiem bilansu wodnego warstwy korzeniowej decydującym o procesach glebotwórczych jest wielkość wymiany wilgoci między strefą aeracji i strefą saturacji. Wielkość intensywności wymiany wilgoci zależy od wielu czynników, a przede wszystkim od głębokości zalegania wód gruntowych, wilgotności gleby oraz jej właściwości fizyko-wodnych. Wilgotność z kolei zależy od ilości opadów, ewaporacji gleby i poboru wilgoci przez korzenie roślin.

Szerokie zastosowanie w rozwiązaniach praktycznych znalazły metody obliczeń wymiany wilgoci za pomocą wzorów empirycznych dla różnych stref klimatycznych. W zdecydowanej większości wzorów proponuje się oddzielnie określać składniki wymiany wilgoci:

- odciek gruntowy ze strefy aeracji, zwykle jako funkcję opadów i głębokości wód gruntowych,
- podsiąk kapilarny strefy korzeniowej od zwierciadła wody, zwykle jako funkcję ewapotranspiracji potencjalnej i głębokości wód gruntowych.

W naszych badaniach dotyczących bilansu wodnego wielkość wymiany wilgoci określono jako różnicę bilansową. W niniejszym opracowaniu podjęto próbę szczegółowego przeanalizowania wielkości wymiany wilgoci w okresach wegetacji o przeciętnych opadach atmosferycznych (1988 r.) i roku suchym (1989 r.). Należy nadmienić, że składniki wymiany wilgoci, tj. podsiąk kapilarny i odciek gruntowy, potraktowano oddzielnie. Za okres bilansowy przyjęto okres wegetacji i okresy odrostu poszczególnych pokosów. Wielkość wymiany wilgoci za okres pokosu określono jako sumę algebraiczną tych wielkości określonych z bilansu dla okresów 7-10-dniowych. Dla przykładu analizując dane dotyczące okresu wegetacji 1988 roku (tab.1) widać, że na początku wegetacji w czasie, gdy wilgotność przekraczała połowę pojemność wodną (PPW) odciek w okresie I pokosu przekraczał ilość dostarczonej wody. Jeśli przeanalizujemy wielkość odcieku gruntowego z warstwy 0-50 cm dla II pokosu (w okresie tym panowała optymalna wilgotność) to okazuje się, że udział odcieku w sumarycznym przychodzie (przy dawce okresowej brutto około 700 mm) wody waha się od 13 % do 27 %, co w przybliżeniu daje od 0,6 do 1,2 mm/dobę. Natomiast udział odcieku z warstwy w dawkach nawodnieniowych dla całego okresu wegetacji wynosił około 80 % (blok II).

Badania lizymetryczne prowadzone równoległe w RZD Puczniew w 1988 roku wykazały, że udział odcieku gruntowego w dawkach polewowych dla lizymetrów wypełnionych piaskiem o głębokości 0,5 m (a więc w warunkach podobnych do doświadczenia polowego) wynosił średnio 66 % i wahał się w przedziale od 38 % do 82 %; natomiast udział odcieku w sumarycznym przychodzie wody ($P + d = 1410$ mm) przy dawce 1050 mm wahał się od 45 % do 63 % [1]. Tak więc

obliczone z bilansu wielkości odcieku są zbliżone do wartości pomierzonych w ścisłym doświadczeniu lizymetrycznym.

Analiza wielkości podsiąku kapilarnego w okresie wegetacji 1988 roku pozwoliła stwierdzić, że średni podsiąk do warstwy 0-50 cm od wód gruntowych wynosi około 1 mm/dobę, co stanowi 35 % (blok I), 44 % (blok II) i 53 % (blok 0) ewapotranspiracji rzeczywistej. Jak z tego widać, wody gruntowe w dolinie Neru stanowią poważne źródło wilgoci w pokrywaniu niedoborów opadowych.

Ze względu na to, że oddzielne traktowanie podsiąku kapilarnego i odcieku gruntowego jest sztucznym podziałem jednorodnego procesu, bardziej dokładne dane pozwala uzyskać analiza wymiany wilgoci. Jak widać z przedstawionych w tabelach danych, na wariancie nie nawadnianym obserwuje się w okresach niedoborów opadu przemieszczanie się wilgoci od zwierciadła wody do warstwy korzeniowej. Natomiast na wariantach nawadnianych obserwuje się stałe przemywanie profilu glebowego, co może być przyczyną wymywania związków nawozowych z warstwy korzeniowej do wód gruntowych i odbiorników.

Analizując dane dotyczące suchego okresu wegetacji w 1989 r. (tab.2) można stwierdzić, że udział odcieku w ogólnym przychodzie wody do profilu (warstwa 0-50 cm) wynosił średnio około 50 %, co stanowi około 1,5 mm/dobę; natomiast udział odcieku w dawkach nawodnieniowych brutto wahał się od 20 % (blok II) do 25 % (blok I). Analiza wyników badań lizymetrycznych prowadzonych w RZD Puczniew w tym roku wykazała, że udział odcieku po nawodnieniu w dawce nawodnieniowej wahał się dla całego okresu wegetacji od 50 % do 88 % w zależności od rodzaju gleby; natomiast udział odcieku w sumarycznym przychodzie wody ($P + d = 1265$ mm) wynosił od 41 % do 78 % [1].

Obliczone średnie dla okresu wegetacji wielkości podsiąku kapilarnego do warstwy 0-50 cm od wód gruntowych wahały się od około 0,7 mm/dobę na wariantach nawadnianych do około 2 mm/dobę na wariantach nie nawadnianych. Wielkość podsiąku kapilarnego stanowi około 30 % ewapotranspiracji rzeczywistej na blokach nawadnianych i około 60 % na wariantach nie nawadnianych. Analizując wielkość wymiany wilgoci w roku suchym można stwierdzić przemywanie warstwy 0-50 cm na wariantach nawadnianych (około 20 % sumarycznego przychodu) oraz przewagę podsiąku kapilarnego od zwierciadła wody na wariantach nie nawadnianych pokrywającego około 32 % ewapotranspiracji rzeczywistej. Porównując kształtowanie się składników bilansu wodnego w okresie przeciętnego i suchego okresu wegetacji można skonstatować, że na kwaterach nawadnianych różnice są niewielkie. Zauważalne są natomiast różnice na kwaterach nie nawadnianych. W roku przeciętnym, średnio 53 % ewapotranspiracji rzeczywistej pokrywane jest przez podsiąk kapilarny, a w roku suchym wielkość ta sięga 67 %.

4. WNIOSKI

1. Nawodnienia, wpływając na kształtowanie się uwilgotnienia w optymalnym dla rozwoju roślin przedziale, powodują zmiany w bilansie wodnym wars-

twy korzeniowej. Pod wpływem nawodnień stokowych wzrasta odciek gruntowy (do 50 % sumy opadów i dawek nawodnieniowych).

2. W dolinie rzeki Ner poważnym źródłem wilgoci w pokrywaniu niedoborów jest podsiąk kapilarny od wód gruntowych do strefy korzeniowej, który może pokryć około 50 % ewapotranspiracji rzeczywistej w roku przeciętnym i ponad 60 % w roku suchym.

3. Wielkość wymiany wilgoci jest podstawowym parametrem charakteryzującym stan stosunków wodnych w profilu gleby i określa kierunek procesów glebotwórczych w glebach mineralnych. Przy optymalizacji stosunków wodnych w profilu gleby wielkość ta powinna mieć decydujący wpływ na wybór reżimu nawodnień, albowiem z infiltrującą wilgocią mogą być wymywane składniki nawozowe, a szczególnie groźne dla środowiska naturalnego łatwo przemieszczające się z wodą związki azotu.

LITERATURA

- [1] Multan H. i inni, 1990: Bilans wody i składników pokarmowych intensywnie nawadnianych łąk w dolinie Neru. Sprawozdanie z RR MEN II.11. Maszynopis Kat. Mel. Rolnych i Leśnych SGGW, Warszawa
- [2] Nikolski Y.N., 1977: The dependence of irrigation requirements on water-table depth in drained lands. Agric. Water Manag., 1, 191-196
- [3] Somorowski C. i inni, 1990: Wpływ nawodnień ściekami na plonowanie i elementy bilansu wodnego gleby użytków zielonych w dolinie rzeki Ner. Zesz. Naukowe AR Kraków, 249, 81-101
- [4] Sudnicyn I.I., 1988: Optimizacija vodnogo i azotnogo režimov pocvy. Izd. Moskovskogo Universiteta

WATER BALANCE CHANGES IN ROOT ZONE UNDER SURFACE IRRIGATION

Summary

The effect of soil moisture control by irrigation on water balance elements in the root zone is presented in the paper. The irrigation cause changes in water balance (increasing underground flow-off). Underground flow-off would reach the level of 50 % of the sum precipitation and irrigation rates.

STRES WODNY ROŚLINY JAKO KRYTERIUM USTALANIA
TERMINU NAWODNIEŃ MIKRODESZCZOWNIANYCH

Stanisław Żakowicz

Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych, SGGW Warszawa

Znajomość przebiegu transpiracji roślin w zależności od poziomu wilgotności gleby i warunków ewaporacyjnych atmosfery jest bardzo istotna w procesie sterowania nawodnieniami na obszarach rolniczych. W wyniku przeprowadzonych badań fizyczno-fizjologicznych otrzymano wartości indeksu stresu wodnego (ISW) w zależności od poziomu transpiracji możliwej (ET_m). Umożliwia to w łatwy sposób ustalenie terminu nawodnień mikrodeszczownianych w powiązaniu z dopuszczalnym spadkiem wysokości plonu.

1. WSTĘP

Potrzeby roślin w stosunku do wody zarysowują się w trzech kierunkach, w których powinny być zaspokojone dla osiągnięcia zamierzonych plonów. W pierwszym kierunku chodzi o stan wilgoci i powietrza w glebie sprzyjający wysokiej jej żyzności i wzrostowi plonowania. W drugim o ilość wody zużywanej w procesie formowania masy, a w trzecim o jakość wody, a więc właściwości wody będącej do dyspozycji rośliny. Powyższe potrzeby nie mogą być rozpatrywane niezależnie od siebie. Na ilość zużywanej wody wpływa jej stan w glebie i jakość roztworu glebowego, a wielkość optymalnego uwilgotnienia związana jest z intensywnością parowania w danych warunkach.

W miarę pobierania wody z gleby przez korzenie roślin (od stanu polowej pojemności wodnej - PPW) obniża się wilgotność gleby, a tym samym potencjał wody glebowej. Po pewnym czasie, pomimo fizjologicznego obniżania się potencjału wody w korzeniach, następuje hamowanie przepływu wody z gleby do rośliny [1]. W wyniku tego procesu obserwujemy stopniowe zmniejszanie się wielkości transpiracji. Zjawisko to, w zależności od stadium rozwoju rośliny, może powodować szereg niekorzystnych procesów metabolicznych w roślinie [2, 6, 7].

W związku z powyższym przyjmowanie granicznej wilgotności gleby, nazywanej wilgotnością stresu wodnego rośliny (WSW), dzielącej wodę na łatwo i trudno dostępną dla roślin, jako wartości stałej, na co wskazują badania [10-12], jest w dużej mierze nieścisłe. Według wielu badaczy [3, 5, 9, 11] istnieje ścisły związek między ewapotranspiracją rzeczywistą (ETR), ewapotranspiracją maksymalną w danych warunkach (ET_m) a plonem rzeczywistym

(Y_a) i plonem potencjalnie możliwym (Y_m). Doorenbos i Kassam [3] proponują wyrazić to w postaci równania (1) przyjętego jako obowiązujące także w polskiej instrukcji [4, 8]:

$$\left[1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right] = k_y \left[1 - \frac{ETR}{ET_m}\right] \quad (1)$$

gdzie:

k_y - współczynnik biologiczny odpowiadający czułości rośliny na spadek uwilgotnienia gleby poniżej wilgotności stresu wodnego rośliny (WSW).

Plonem potencjalnym Y_m przyjęto nazywać plon maksymalny możliwy do osiągnięcia w danych warunkach klimatycznych i optymalnych warunkach uprawowych (gdzie woda, nawożenie, szkodniki, choroby nie ograniczają jego wysokości). Z bardziej znanych technik obliczeń Y_m możemy wymienić dwie metody:

- 1) metodę „Wageningen” opracowaną w ILRI między innymi przez De Wita, Rijtemę, Feddesa i Kowalika [3, 5],
- 2) metodę agroekologiczną opracowaną przez Kassama w 1977 roku [3].

Metoda pierwsza określania wysokości plonu potencjalnego Y_m wymaga obliczenia całkowitej suchej masy Y_o wyprodukowanej przez standardową roślinę:

$$Y_o = F \cdot y_o + (1 - F) y_c \quad (2)$$

gdzie:

Y_o - masa całkowita plonu standardowej rośliny [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dzień}^{-1}$],
 $F = (R_{se} - 0,5 R_s) / 0,8 R_{se}$; gdzie wartość R_{se} [$\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dzień}^{-1}$] podano w tabeli 1, a R_s jest aktualną radiacją krótkofalową [$\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dzień}^{-1}$] lub w przypadku braku pomiarów możemy obliczyć z instrukcji [8],

y_o - całkowita produkcja suchej masy standardowej rośliny dla danej szerokości geograficznej przy pełnym zachmurzeniu [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dzień}^{-1}$] (tab.1),

y_c - całkowita produkcja suchej masy standardowej rośliny dla danej szerokości geograficznej w dniu bezchmurnym [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dzień}^{-1}$] (tab.1).

Obliczoną wartość Y_o należy poddać korekcji:

- klimatycznej, tj. pomnożyć przez stosunek ET_m/d (d - niedosyt wilgotności powietrza w mb),
- roślinnej K (dla lucerny $K=0,9$, kukurydzy $1,9$, pszenicy ozimej $0,65$, a pszenicy jarej $1,17$),
- temperaturowej, dla której współczynniki (cT) podano w tabeli 2,
- dzielącej plon użyteczny (cH); (lucerna w pierwszym roku $0,4+0,5$ i $0,8+0,9$ w latach następnych; kukurydza na ziarno $0,4+0,5$ i pszenica $0,3+0,4$).

Tabela 1
Table 1

Maksymalna aktywność radiacji krótkofalowej (R_{se} [cal · cm⁻² · dzień⁻¹]), całkowita produkcja suchej masy przy całkowicie zachmurzonym niebie (y_o) i przy braku zachmurzenia (y_c) w [kg · ha⁻¹ · dzień⁻¹] dla standardowej rośliny [3]

Maximum active incoming radiation (R_{se} [in cal · cm⁻² · day⁻¹]) and gross dry matter production on overcast (y_o) and clear days (y_c) [in kg · ha⁻¹ · day⁻¹] for a standard crop [3]

Szerokość geograficzna północna Latitude N	Miesiące - Months												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
40°	R_{se}	131	190	260	339	396	422	413	369	298	220	151	118
	y_c	219	283	353	427	480	506	497	455	390	314	241	204
	y_o	99	137	178	223	253	268	263	239	200	155	112	91
50°	R_{se}	72	130	206	304	380	417	405	345	254	163	93	62
	y_c	147	223	310	409	484	522	509	448	358	260	173	130
	y_o	60	100	150	207	251	273	265	230	178	121	73	51
60°	R_{se}	23	72	149	260	355	409	388	310	200	103	37	14
	y_c	66	151	254	383	487	544	523	436	316	195	94	49
	y_o	19	60	114	187	245	276	265	216	148	82	31	11

Tabela 2
Table 2

Współczynniki korekcyjne temperatury (cT) [3]
Correction for temperature (cT) [3]

Rośliny Crops	Średnie temperatury za cały okres wegetacyjny [°C] Mean temperature over the total growing period [°C]						
	5	10	15	20	25	30	35
	Lucerna Alfalfa	0	0,2	0,4	0,55	0,6	0,6
Kukurydza Maize	0	0,1	0,35	0,5	0,6	0,6	0,6
Pszenica Wheat	0,05	0,3	0,55	0,6	0,35	0,1	0

Wielkość produkcji w optymalnych warunkach uprawowych możemy obliczyć (przykładowo dla lucerny, o długości okresu odrostu (G) dni) z równania:

$$Y_m = 0,9 \cdot cT \cdot cH \cdot G \cdot Y_o \cdot ET_m / d \quad [\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{okres odrostu}^{-1}] \quad (3)$$

Agroekologiczna metoda obliczania (Y_0) jest zbliżona do metody „Wageningen”. Różnica polega między innymi na przeprowadzeniu korekcji środowiskowej wielkości produkcji (y_m) odczytanej z tabeli 3.

Tabela 3
Table 3

Wielkość produkcji (y_m w $[\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{godz}^{-1}]$)
dla grupy roślin i średniej temperatury $[\text{C}]$
Production rates (y_m in $[\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{hour}^{-1}]$)
for crop groups and mean temperatures $[\text{C}]$

Grupa roślin i warunki wzrostu Crops group and growth conditions	Średnia temperatura $[\text{C}]$ Mean temperature $[\text{C}]$								
	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Grupa I: lucerna, fasola, kapusta, ziemniaki, pomidory, buraki cukrowe, pszenica Group I: alfalfa, bean, cabbage, potatoes, tomatoes, sugar beets, wheat	5	15	20	20	15	5	0	0	0
Grupa II: soja, słonecznik, tytoń Group II: soybean, sunflower, tobacco	0	0	15	32,5	35	35	32,5	5	0
Grupa III: niektóre gatunki kukurydzy Group III: maize	0	5	45	65	65	65	45	5	0

Jeżeli $y_m > 20$ $[\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{godz}^{-1}]$, to:

$$Y_0 = F (0,8 + 0,01 y_m) y_0 + (1 - F) (0,5 + 0,025 y_m) y_c \quad (4)$$

gdy $y_m < 20$ $[\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{godz}^{-1}]$, to:

$$Y_0 = F (0,5 + 0,025 y_m) y_0 + (1 - F) (0,05 y_m) y_c \quad (5)$$

Po obliczeniu wartości Y_0 w $[\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dzień}^{-1}]$ wprowadza się współczynniki korekcyjne w zależności od:

- wskaźnika powierzchni liści (LAI) - (cL) (tab.4);
- z uwagi na proces respiracji dla średnich temperatur $t > 20^\circ\text{C}$ współczynnik (cN) = 0,5, a dla $t \leq 20^\circ\text{C}$ (cN) = 0,6;
- z uwagi na rodzaj plonu użytecznego wartości współczynnika (cH) podano w tabeli 5.

Obliczenie wielkości plonów potencjalnych Y_m za okres wegetacji danej rośliny (G - dni) możemy przeprowadzić według równania:

$$Y_m = cL \cdot cN \cdot cH \cdot G \cdot Y_0 \quad [\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{okres wegetacji}^{-1}] \quad (6)$$

Tabela 4
Table 4

Współczynniki korekcyjne (cL)
w zależności od wskaźnika powierzchni liściowej LAI [3]
Correction (cL) for crop development over time and leaf area [3]

Wskaźnik powierzchni liściowej LAI Index of leaf area (LAI)	1	2	3	4	≥5
Współczynnik cL Coefficient cL	0,2	0,3	0,4	0,48	0,5

Tabela 5
Table 5

Współczynniki korekcyjne (cH) dla plonu użytecznego [3]
Harvest index (cH) of high-producing varieties
under irrigation (on dry weight basis) [3]

Roślina - Crop	Produkt - Product	Współczynnik cH Coefficient cH
Lucerna - Alfalfa		
- w pierwszym roku first year	siano - hay	0,4 - 0,5
- w latach następnych second year	siano - hay	0,8 - 0,9
Fasola - Bean	ziarno - grain	0,25 - 0,35
Kapusta - Cabbage	główki - head	0,6 - 0,7
Kukurydza - Maize	ziarno - grain	0,35 - 0,45
Cebula - Onion	bulwa - bulb	0,7 - 0,8
Groch - Pea	ziarno - grain	0,3 - 0,4
Ziemniaki - Potato	bulwa - tuber	0,55 - 0,65
Soja - Soybean	ziarno - grain	0,3 - 0,4
Burak cukrowy - Sugar beet	cukier - sugar	0,35 - 0,45
Słonecznik - Sunflower	nasiona - seed	0,2 - 0,3
Tytoń - Tobacco	liście - leaf	0,5 - 0,6
Pomidor - Tomato	owoce - fruit	0,25 - 0,35
Pszenvica - Wheat	ziarno - grain	0,35 - 0,45

W procesie eksploatacji systemów mikrodeszczowniczych, mogących zapewnić optymalne warunki powietrzno-wodne w strefie korzeniowej roślin, prognozowanie zmian uwilgotnienia gleby i ustalenie tą drogą terminu nawodnienia stanowi podstawę racjonalnego gospodarowania wodą. W warunkach ograniczonych zasobów wody do nawodnień, obniżenie wilgotności gleby poniżej punktu WSW powoduje obniżenie plonu w stosunku do potencjalnie możliwego.

Ustalając w praktyce eksploatacyjnej termin nawodnienia musimy poddać analizie zarówno poziom wilgotności gleby w punkcie hamowania wzrostu rośliny (WSW), jak i dopuszczalny poziom przekroczenia tej wielkości z uwagi na założony spadek wysokości plonu potencjalnego.

2. METODYKA BADAŃ

Badania punktu hamowania wzrostu roślin (wilgotność stresu wodnego roślin WSW)

Badania przebiegu procesu transpiracji przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych w małych lizymetrach z roślinnością. Lizymetry wypełniono glebą o nienaruszonej strukturze, pobraną w terenie za pomocą stalowego cylindra o średnicy 80 mm lub 140 mm i wysokości od 10 do 25 cm. Wysokość monolitu uzależniona była od głębokości zalegania głównej masy korzeni badanych roślin. Po pobraniu monolit z roślinnością przekładano do cylindrów z PCW, następnie umieszczano na krążku szyfonowym i podstawie. Tak przygotowane serie po 10 monolitów przenoszono do laboratorium. W celu wyeliminowania stresu adaptacyjnego, związanego ze zmianą otoczenia, przez kilka dni utrzymywano w lizymetrach optymalne warunki powietrzno-wodne i przez cały okres badań naturalne warunki oświetlenia.

Przed rozpoczęciem eksperymentu glebę w lizymetrach wysycano wodą destylowaną przy użyciu pompy perystaltycznej typu 335. Następnie, za pomocą bloków pyłowych do oznaczania desorpcji wody glebowej, ustalano określony potencjał wody glebowej odpowiadający PPW. Po ustaleniu pożądanego uwilgotnienia każdy monolit umieszczano w foliowym woreczku, w celu wyeliminowania strat wody. W celu wyeliminowania parowania z powierzchni gleby siedem monolitów w każdej serii miało odpowiednio izolowaną powierzchnię. Od tego momentu codziennie o tej samej godzinie monolity ważono na automatycznej wadze laboratoryjnej typu Ova-Labor 772.01 (z dokładnością do 0,01 g) lub SJ-15A. Wraz z pomiarem zmian ciężaru monolitów, a więc ilości wody, prowadzono równoległe obserwacje fizjologiczne według ustalonej skali biologicznej. Ponadto przed rozpoczęciem doświadczeń i po ich zakończeniu określano wielkości absolutnie suchej masy rośliny. Doświadczenia z każdą serią powtarzano dwukrotnie lub trzykrotnie w różnych warunkach ewaporacyjnych atmosfery. Warunki ewaporacyjne w czasie każdego doświadczenia utrzymywano na stałym poziomie i kontrolowano za pomocą ewaporometrów wodnych oraz jednego z każdej serii monolitu z roślinnością.

Równoległe z monolitami glebowymi pobierano po pięć próbek gleby do cylinderków metalowych o pojemności 100 cm³, w celu określenia krzywej desorpcji wody glebowej. Próbkę te pobierano z głębokości 3-8, 8-13 i 17-22 cm, podobnie jak próbki do określania: współczynnika filtracji składu mechanicznego, zawartości substancji organicznej i gęstości fazy stałej gleby.

3. WYNIKI BADAŃ

W wyniku przeprowadzonych badań nad ustaleniem wilgotności gleby w punkcie stresu wodnego roślin (WSW) uzyskano następujące informacje:

- a) ilość transpirowanej wody w funkcji czasu,
- b) ilość odparowanej wody bezpośrednio z powierzchni gleby,

- c) przebieg zmian wilgotności gleby,
- d) przebieg zmian potencjału wodnego gleby,
- e) opis fizjologiczny stanu rośliny,
- f) wielkości przyrostu absolutnie suchej masy badanej rośliny.

W celu wyeliminowania - w pewnym stopniu - konieczności prowadzenia badań dla konkretnych warunków uprawowych, wprowadzono wskaźnik syntetyczny odwzorowujący dowolne warunki naturalne. Wskaźnik taki powinien opisywać w sposób dynamiczny zmiany wartości stresu wodnego rośliny odpowiadające wilgotności gleby w punkcie hamowania wzrostu roślin (WSW). Z tego powodu wprowadzono pojęcie indeksu stresu wodnego, którego zapis matematyczny ma postać:

$$ISW = \frac{\theta_{PPW} - \theta_{WSW}}{\theta_{PPW} - \theta_{WTW}} \quad (7)$$

gdzie:

- ISW - indeks stresu wodnego (bezwymiarowy),
- θ_{PPW} - wilgotność gleby przy połowej pojemności wodnej odpowiadająca np.: wartości $pF = 1,8$; $pF = 2,0$; $pF = 2,3$ [% objętościowe],
- θ_{WSW} - wilgotność gleby przy punkcie stresu wodnego rośliny [% objętościowe],
- θ_{WTW} - wilgotność gleby przy punkcie trwałego wędnięcia $pF = 4,2$ [% objętościowe].

Przebieg wartości ISW w zależności od warunków ewaporacyjnych przedstawiono przykładowo dla sałaty i kukurydzy w tabeli 6.

Znajomość ISW jako funkcji transpiracji możliwej lub ewapotranspiracji możliwej (jeżeli parowanie z powierzchni gleby jest zbliżone do zera) pozwala w sposób szybki w warunkach eksploatacyjnych systemów nawadniających - przykładowo takich jak mikrodesszczownie - obliczyć wielkości dyspozycyjnych rezerw wilgoci w ujęciu dynamicznym

$$\Delta R \left|_{ET_m^x} \right. \times = \sum_0^{h_k} (\theta_{PPW} - \theta_{WTW})_j h_j (ISW) \left|_{ET_m^x} \right. \theta_{PPW}^j \quad (8)$$

gdzie:

- $\Delta R \left|_{ET_m^x} \right. \times$ - wielkość dyspozycyjnych rezerw wilgoci glebowej przy poziomie ewapotranspiracji możliwej ET_m równym $\times \text{ mm} \cdot \text{doba}^{-1}$ [mm],
- h_j - miąższość warstwy obliczanej, której środek jest odległy j cm od zwierciadła wody gruntowej [dcm],
- $ISW \left|_{ET_m^x} \right. \theta_{PPW}^j$ - wartość indeksu stresu wodnego ISW dla poziomu ewapotranspiracji możliwej $\times \text{ mm} \cdot \text{doba}^{-1}$ i $pF = \log |j|$.

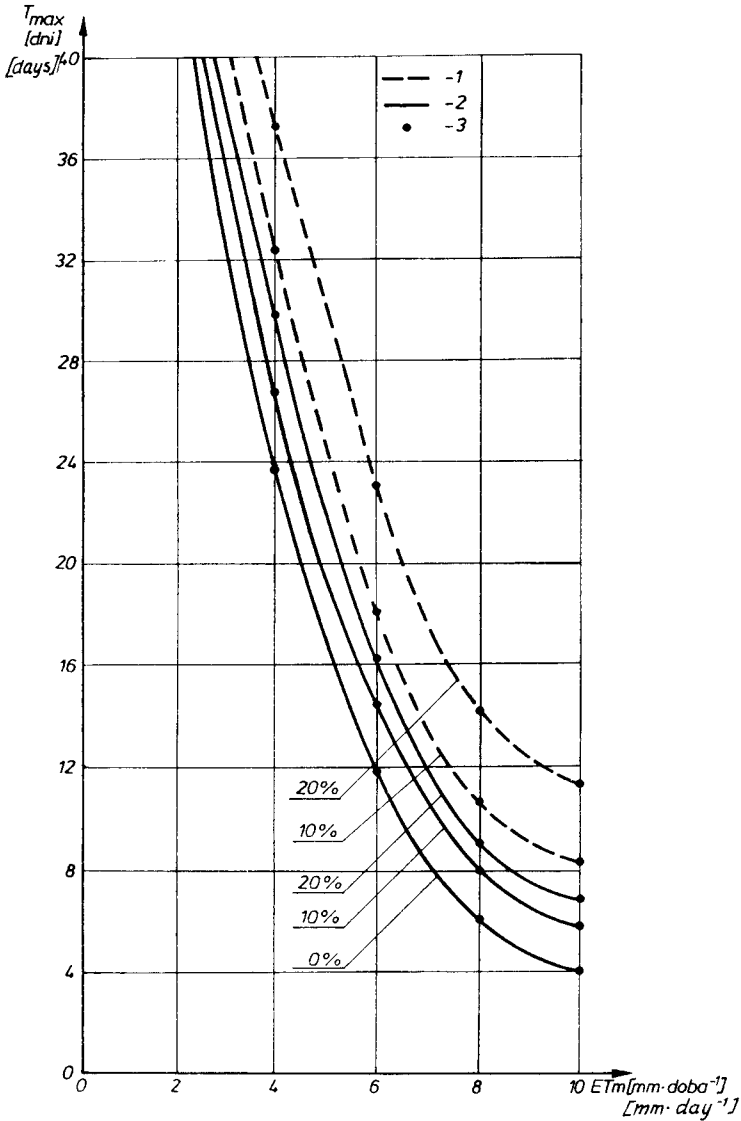
Znajomość przebiegu ISW, jako funkcji transpiracji możliwej, pozwala także na dokładne ustalenie terminu nawodnień z uwzględnieniem dopuszczalnego spadku przyrostu plonów.

Tabela 6
Table 6

Wartości ISW w zależności od warunków ewaporacyjnych dla sałaty i kukurydzy
(dane z badań i według FAO 2 3)
The values of the water stress index (ISW) in relation to evaporation conditions
for lettuce and maize (according author and according FAO 3)

Roślina Crop	Oppw dla wartości pF Oppw for value pF	Ewapotranspiracja E_{tm} (transpiracja E_{tm}) Evapotranspiration E_{tm} (possible transpiration E_{tm}) [mm · doba ⁻¹] [mm · day ⁻¹]									
		0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	
Sałata Lettuce	1,8	0,78	0,74	0,66	0,59	0,56	0,52	0,30	0,18	0,16	
	2,0	0,77	0,72	0,62	0,54	0,50	0,46	0,25	0,13	0,12	
	2,3	0,74	0,68	0,51	0,42	0,36	0,32	0,15	0,07	0,05	
	2,3	0,74	0,68	0,50	0,40	0,34	0,29	0,25	0,24	0,22	
Kukurydza Maize	1,8	0,93	0,92	0,88	0,82	0,73	0,55	0,35	0,31	0,29	
	2,0	0,92	0,91	0,86	0,78	0,68	0,50	0,27	0,22	0,21	
	2,3	0,91	0,90	0,84	0,75	0,64	0,39	0,14	0,08	0,07	
	2,3	0,93	0,92	0,87	0,79	0,70	0,60	0,55	0,49	0,45	
	2,3	0,90	0,88	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,41	0,37	

Przykładowe, maksymalne dopuszczalne terminy między nawodnieniami w zależności od wielkości ewapotranspiracji możliwej dla kilku poziomów spadku plonów kukurydzy przedstawiono na rysunku 1.



Rys.1. Zależność terminu nawodnień od wielkości ewapotranspiracji możliwej ET dla różnych spadków plonu kukurydzy: 1 - średnio w całym okresie wegetacji; 2 - dla fazy (2) kwitnienia; 3 - punkty z obliczeń

Fig.1. The microirrigation scheduling in relation to the level of transpiration (ET) for various yield decreases for maize: 1 - average in season of vegetation; 2 - in flowering phase (2); 3 - calculated points

Obliczenia numeryczne przeprowadzono dla profilu z głęboką wodą gruntową ($\theta_{ppw} - pF = 2,3$) i potencjalnej retencji użytecznej wynoszącej 150 mm.

Przyjęte oznaczenie wielkości ewapotranspiracji możliwej ET_m jest zgodne z zaleceniami FAO [3], gdzie wielkość ewapotranspiracji potencjalnej ETP jest traktowana wskaźnikowo z uwagi, iż jest ona zależna bądź od przyjętego standardu powierzchni w pomiarach bezpośrednich lub od wybranej formuły matematycznej obliczeń. Rzeczywistą wielkość ET_m w stosunku do ETP możemy zapisać jako:

$$ET_m \leq ETP \vee ET_m \geq ETP$$

Ewapotranspiracja rzeczywista ETR przyjmowana jest jako suma ewaporacji z powierzchni gleby E_p i wielkości transpiracji przez rośliny Et_m . W warunkach intensywnego użytkowania dążymy do maksymalnego wykorzystania wody, tj. uzyskania zależności $ET_m = Et_m$, a wielkość $ETR \leq ET_m$.

4. WNIOSKI

Uzyskane wyniki badań pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Przedstawione w materiałach FAO [3] orientacyjne wartości ISW mogą być stosowane w naszych warunkach klimatycznych na terenach rolniczych z głęboko zalegającą wodą gruntową ($\theta_{ppw} - pF = 2,3$); dla profili z płycej zalegającą wodą gruntową należy przeprowadzić dodatkowe badania ISW według proponowanej w pracy metodyki.

2. Znajomość przebiegu ISW, jako funkcji transpiracji możliwej, pozwala w warunkach eksploatacji systemów mikrodeszczownianych w sposób szybki obliczyć wilgotność gleby przy punkcie stresu wodnego rośliny oraz wielkość dyspozycyjnych rezerw wilgoci glebowej w ujęciu dynamicznym.

3. Znajomość przebiegu wilgotności gleby WSW w funkcji transpiracji możliwej pozwala na ustalenie terminu nawodnień mikrodeszczownianych z uwzględnieniem dopuszczalnego spadku przyrostu plonów.

LITERATURA

- [1] Böhm W., 1985: Metody badania systemów korzeniowych. PWRiL, Warszawa
- [2] Denmead O.Y., Shaw R.W., 1962: Availability of soil water to plants as affected by soil moisture content and meteorological conditions. *Agronomy Journal*, 54, 385-390
- [3] Doorenbos J., Kassam A.H., 1979: Yield response to water. *Irrigation and Drainage Paper 31*, FAO, Rzym

- [4] Drupka S., Kuźniar A., 1989: Załącznik do Instrukcji nr 66 pt. Wskaźniki klimatyczno-ekonomiczne. IMUZ, Falenty
- [5] Feddes R.A., Kowalik P.J., Zaradny H., 1978: Simulation of field water use and crop yield. Simulation Monographs, PUDOC, Wageningen
- [6] Hsiao T.C., 1973: Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol., 24, 519-570
- [7] Mengel K., Kirkby E.A., 1983: Podstawy żywienia roślin. PWRiL, Warszawa
- [8] Roguski W., Sarnacka S., Drupka S., 1988: Instrukcja nr 66 wyznaczania potrzeb i niedoborów wodnych roślin uprawnych i użytków zielonych. IMUZ, Falenty
- [9] Żakowicz S., 1978: Podstawy gospodarowania wodą w glebach lekkich na terenach nawadnianych. Rozprawa doktorska, maszynopis, SGGW-AR Warszawa
- [10] Żakowicz S., 1986: Wpływ wilgotności gleby i warunków ewaporacyjnych na przebieg procesu transpiracji roślin. Fragmenta Agronom., 2, 21-28
- [11] Żakowicz S., 1986-1990: Zasady określania dyspozycyjnych rezerw wilgotności glebowej w ujęciu dynamicznym. Opracowanie dla CPBP 05.03
- [12] Żakowicz S., 1990: Determination of the maximum time between irrigations in the high-yielding grass-land. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 388, 217-222

PLANT WATER STRESS AS A CRITERION OF MICROIRRIGATION SCHEDULING

Summary

Application of irrigations to the farmland depends on a large extend on the course of plant transpiration in relation to soil humidity and evaporation conditions of the atmosphere. The values of the water stress index (ISW) in relation to the level of transpiration (ET_m) have been determined in the conducted here physical-physiological investigations. It makes possible to determine required time of microirrigation in relation to plant crop reduction.

KOSZTY EKSPLOATACJI DESZCZOWNI WIELKOBSZAROWEJ
W RACHUNKU GOSPODARSTWA

Jan Gruszka

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Oddział Bydgoszcz

W opracowaniu przedstawiono koszty eksploatacji deszczowni w rachunku gospodarstwa i odpowiadające im efekty produkcyjne uzyskane w wyniku 8-letnich badań na obszarze deszczowni wielkoobszarowej zlokalizowanej na Kujawach. Wysokość kosztów w przeliczeniu na zboże malała z 9,9 kg na 1 mm wody przy dawce sezonowej wynoszącej 63,8 mm do 2,1 kg zboża na 1 mm przy dawce 213,5 mm. Efekt produkcyjny deszczowania układał się odwrotnie i zwiększał się wraz ze wzrostem sezonowej dawki polewowej z 8,5 do 29,4 jednostki zbożowej na hektar. W strukturze kosztów udział amortyzacji wzrastał od 19,6 % w latach skrajnie suchych do 82,0 % w latach mokrych, natomiast udział kosztów bezpośrednich malał odpowiednio z 80,4 % do 18,0 %.

1. WSTĘP

W warunkach samofinansowania gospodarstw rolnych, przy ciągle wzrastających kosztach produkcji, niestabilnych cenach płodów rolnych i zawężających się rynkach zbytu, następuje gwałtowny spadek wykorzystania zainstalowanych dotychczas deszczowni. W skrajnych przypadkach dochodzi nawet do prób likwidacji wielkoobszarowych deszczowni. Podstawowym argumentem do podejmowania tego typu kroków jest (w opinii użytkowników) niewspółmierność ponoszonych kosztów w stosunku do uzyskiwanych efektów.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono fragment szerzej zakrojonych badań eksploatacyjnych odnoszący się do poziomu i struktury kosztów oraz rolniczych efektów deszczowania w warunkach deszczowni wielkoobszarowej.

2. WÁRUNKI I METODYKA BADAŃ

Badania prowadzono w latach 1983-1990 na polach deszczowni wielkoobszarowej o powierzchni zainstalowanej brutto 1072 ha, zlokalizowanej na Kujawach w SHR Polanowice koło Kruszwicy.

Obiekt znajduje się w strefie o najniższych w kraju opadach (rocznie 488 mm, w okresie wegetacji 316 mm). Opady charakteryzują się dużą zmiennością. W ciągu ostatnich 10 lat w miesiącach IV - IX wystąpiły 27 okresy posuszne trwające od 10 do 20 dni, 6 okresów posusznych trwających 20 - 30 dni i 3 okresy posuszne trwające powyżej 30 dni.

Gleby należą typologicznie do czarnoziemów leśno-łąkowych, o składzie granulometrycznym glin lekkich pylastych w różnym stopniu spiaszczonych oraz piasków gliniastych mocnych, pylastych. Na terenie uzbrojonym około 75 % gleb zaliczanych jest do kompleksu 1 - pszennego bardzo dobrego i 2 - pszennego dobrego.

Na system deszczowni składają się:

- dwie zsynchronizowane ze sobą automatyczne pompownie o łącznym wydatku 560 l/s,
- sieć rurociągów podziemnych o długości około 25,5 km,
- plac składowy z zapleczem warsztatowym, magazynem i myjnią,
- powierzchniowe urządzenia deszczujące: rurociągi deszczujące obrotowe, przetaczane, nawijane oraz wleczone węże deszczujące w łącznej liczbie 19 technicznych jednostek eksploatacyjnych.

Na deszczowanym areale realizowany jest następujący płodozmiian:

- buraki cukrowe⁺⁺,
- pszenica jara,
- żylica wielokwiatowa na zielonkę,
- kukurydza na kiszonkę,
- bobik na nasiona,
- pszenica ozima.

Dokumentacją badawczą objęto teren uzbrojony użytkowany produkcyjnie na areale 918 hektarów, w skład którego wchodzi 6-polowy płodozmiian na powierzchni 666 ha oraz kompleks pastwisk użytkowanych kwaterowo na 252 ha.

Badania obejmowały koszty procesu eksploatacji (użytkowania i obsługi) w rachunku gospodarstwa. Realna ocena kosztów deszczowania w rachunku ogólnospołecznym jest problematyczna ze względu na zróżnicowany poziom inflacji i kilkakrotne przeszacowania wartości inwestycji. Ze względu na to, że w praktyce nie było możliwe wyodrębnienie kosztów odnoszących się do występujących na obiekcie zróżnicowanych technik deszczowania, podano je w ujęciu łącznym dla wszystkich urządzeń deszczujących.

Rejestracją objęto odpisy na amortyzację oraz nakłady ponoszone na robocizną (płace, deputaty, ZUS), materiały i części wymienne, paliwo płynne i smary, energię elektryczną i transport. Koszty amortyzacji rozliczano na 1 ha powierzchni uzbrojonej, natomiast pozostałe koszty na 1 ha powierzchni faktycznie deszczowanej.

Nakłady rejestrowano w cenach bieżących. Ze względu na to, iż ostatnie lata charakteryzowały się dużą niestabilnością kosztów materiałowych i cen samych płodów, koszty deszczowania wyrażono w jednostkach zbożowych ustalając umownie ich wartość na podstawie aktualnych (w danym roku) średnich cen zbytu produkowanych na obiekcie zbóż, tj. pszenicy i jęczmienia.

Dla określenia produkcyjnych efektów deszczowania dokonywano na wyznaczonych polach zbiorów kontrolnych z powierzchni deszczowanych i nie deszczowanych. Zbiorów dokonywano w trzech powtórzeniach z powierzchni 1000 - 3000 m², w zależności od rośliny. Poziom w ten sposób określonych plonów nie odbiegał od rejestrowanych przez gospodarstwo. Przy zbiorach wykorzystywano maszyny i technologie stosowane w warunkach produkcyjnych.

Plony zebranych roślin polowych i użytków zielonych przeliczano na jednostki zbożowe przy zastosowaniu powszechnie obowiązujących przeliczników.

Uzyskane w trakcie badań wyniki dotyczące kosztów i efektów produkcyjnych deszczowania zestawiono z uwzględnieniem lat o różnym prawdopodobieństwie wystąpienia opadów.

3. WYNIKI BADAŃ

Koszty nawodnień na tle zastosowanej normy deszczowania i wielkości nawadniania powierzchni zestawiono w tabeli 1. Jak wynika z przytoczonych danych koszty deszczowania mieszczą się w przedziale od 2,92 do 3,28 jednostki zbożowej na 1 ha. W roku mokrym deszczowania nie prowadzono, a koszt wynoszący 2,23 jednostki zbożowej na hektar jest sumą kosztów amortyzacji oraz kosztów bieżących związanych z transportem urządzeń na pola i z pól oraz remontów i konserwacji urządzeń. Najniższe koszty w wysokości 2,1 kg zboża na 1 mm zastosowanego opadu uzyskano w roku skrajnie suchym, przy dawce sezonowej wynoszącej 213,5 mm. Najwyższe koszty, bo wynoszące 9,9 kg zboża na 1 mm opadu, uzyskano w roku średnio mokrym przy zastosowaniu dawki sezonowej w wysokości 63,8 mm.

Najwyższe średnie przyrosty plonów w wyniku deszczowania, wynoszące 29,4 jednostki zbożowej na hektar, uzyskano w latach skrajnie suchych, natomiast najniższe, bo wynoszące zaledwie 8,5 jednostki zbożowej z hektara, uzyskano w latach średnio mokrych. Efektywność produkcyjna 1 mm opadu była wyrównana i mieściła się w granicach 13,3 - 15,2 kg zboża, co świadczy o właściwym doborze dawek i terminów deszczowania.

Strukturę kosztów deszczowania przedstawiono w tabeli 2. Średnie z 8 lat wskazują, że najwyższy udział w kosztach liczonych w rachunku gospodarstwa posiada amortyzacja. Kolejną pozycję pod względem procentowego udziału stanowią koszty robocizny i energii elektrycznej. Stosunkowo wysokie koszty transportu należy wiązać zarówno z przemieszczaniem urządzeń deszczujących jak i ruchomego warsztatu polowego, a także dowozem brygad na stanowiska pracy oraz dostarczaniem posiłków regeneracyjnych. Wyjątkowo niski udział paliwa wynika z faktu, że większość powierzchniowych urządzeń deszczujących posiada napęd hydrauliczny.

W strukturze kosztów deszczowania udział amortyzacji wynosi średnio 31,2 % (wahania od 19,6 % w latach skrajnie suchych do 82 % w latach mokrych). Udział kosztów zmiennych wzrasta od 18 % w latach mokrych o małej intensywności eksploatacji do 80,4 % w latach skrajnie suchych o maksymalnej intensywności użytkowania deszczowni.

Tabela 1
Table 1

Koszty deszczowania w rachunku gospodarstwa i uzyskane efekty produkcyjne w latach o różnym prawdopodobieństwie wystąpienia opadów
Costs of sprinkling irrigation in a farm calculation and production effects obtained in years with different probability of occurrence of precipitation

Lata - Years	Średni opad w mm w IV - IX Mean precipitation in mm in IV - IX	Średnia norma nawadniania w mm Mean norm of irrigation in mm		Powierzchnia deszczowana w ha Irrigated area in ha		Koszt deszczowania Cost of sprinkling irrigation		Średni przyrost plonu Mean increase yield	
		Mean norm of irrigation in mm	Mean norm of irrigation in mm	faktyczna real	przełiczona converted*	w jednostkach zbożowych na ha in grain units per ha	w kg na 1 mm in kg per 1 mm	w jednostkach zbożowych z ha in grain units from ha	w kg na 1 mm in kg per 1 mm
Skrajnie suche Extremely dry (1983, 1989; p < 5%)	134,2	213,5	494,0	2737	2,92	2,1	29,4	13,8	
Średnio suche Medium-dry (1990; p = 20 - 40%)	260,0	82,9	488,0	1011	3,28	4,4	12,6	15,2	
Średnie Average (1986, 1988; p = 40 - 60%)	297,7	111,9	547,0	1538	2,99	3,0	15,4	13,8	
Średnio mokre Medium-wet (1984, 1987; p = 60 - 80%)	360,3	63,8	343,0	590	3,27	9,9	8,5	13,3	
Mokre Wet (1985; p > 80%)	395,3	0,0	0,0	0	2,23	-	0,0	-	

* - deszczowana jednorazową dawką standardową D = 40 mm
* - irrigated with single standard D = 40 mm

4. WNIOSKI

1. Efekty produkcyjne deszczowania na glebach 1 i 2 kompleksu przydatności rolniczej wynosiły od 8,5 do 29,4 jednostek zbożowych z 1 ha. Ich wysokość jest proporcjonalna do zastosowanej sezonowej dawki polewowej.

2. Koszty deszczowania w rachunku gospodarstwa wyrażone w kg zboża na 1 mm zastosowanego opadu malały wraz ze wzrostem ilości rozdeszczowywanej wody.

3. Koszty deszczowania wynoszą w stosunku do uzyskiwanych efektów produkcyjnych od 10 % w latach skrajnie suchych do 38 % w latach średnio mokrych.

4. W strukturze kosztów deszczowania udział amortyzacji wzrasta w kierunku od lat skrajnie suchych do mokrych. Udział pozostałych kosztów maleje w kierunku od lat skrajnie suchych do lat mokrych.

LITERATURA

- [1] Gruszka J., 1983-1990: Sprawozdania z badań nad eksploatacją deszczowni wielkoobszarowej SHR Polanowice (maszynopisy)
- [2] Łojewski S., 1979: Ekonomia melioracji wodnych. PWN, Warszawa

OPERATING COSTS OF A LARGE-AREA SPRINKLING MACHINE IN A FARM CALCULATION

Summary

Operating costs of a sprinkling machine in a farm calculation and corresponding to them production effects obtained during 8-year investigations in an area irrigated by a large-area sprinkling machine located in the Kujawy region are presented in the paper. The costs expressed in kg of grain decreased from 9,9 kg per 1 mm of irrigation water at the norm of irrigation amounting to 63,8 mm to 2,1 kg of grain per 1 mm at the norm of irrigation amounting to 213,5 mm. Production effect of sprinkling irrigation was reverse and increased with an increase in the norm of irrigation from 8,5 to 29,4 grain units per hectare. In the cost structure amortization increased from 19,6 % in extremely dry years to 82 % in wet years and direct costs decreased from 80,4 to 18,0 %, respectively.

PRODUKCYJNE I EKONOMICZNE EFEKTY WYKORZYSTANIA
DESZCZOWNI WIELKOBSZAROWYCH

Andrzej Kosturkiewicz, Paweł Kozaczyk
Czesław Przybyła, Michał Trzęsowski

Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych, AR Poznań

Na podstawie analizy średnich rocznych zwyczaj wartości plonów oraz kosztów ich uzyskania dokonano analizy opłacalności i efektywności wybranych deszczowni wielkoobszarowych, regionu Wielkopolski. Do oceny wybrano suchy rok 1989 oraz dwa lata (1986 i 1990) charakteryzujące się średnimi niedoborami opadów. Opłacalność i efektywność na poszczególnych obiektach w badanych latach była bardzo zróżnicowana i uzależniona od stopnia wykorzystania deszczowni.

1. WSTĘP

Problematyka ekonomicznej oceny wykorzystania wielkoobszarowych urządzeń deszczownianych w warunkach polskiego rolnictwa jest bardzo złożona i od lat budzi szereg kontrowersji. W zasadzie istnieje powszechna zgoda co do pozytywnej oceny produktywności tych urządzeń. Celowość stosowania deszczowni w warunkach glebowo-klimatycznych Wielkopolski nie budzi wątpliwości, gdyż już małe (ale zastosowane w odpowiednim czasie) dawki wody zapewniają przyrosty plonów wszystkich badanych roślin. Prowadzone niezależnie od siebie w kilku ośrodkach kraju badania także odnotowują na obiektach objętych deszczowaniem znaczące przyrosty plonów, sięgające kilkudziesięciu i więcej procent.

Przedmiotem dyskusji i polemik jest ekonomiczna ocena wykorzystania wielkoobszarowych urządzeń deszczownianych w warunkach uspołecznionego rolnictwa. Dominuje pogląd niskiej społecznej efektywności tego typu urządzeń, co nierzadko znajduje potwierdzenie w przeprowadzonych obliczeniach według powszechnie znanych i stosowanych formuł rachunku ekonomicznego. Z czysto matematycznego punktu widzenia uzyskane wyniki nie mogą budzić wątpliwości. Jest sprawą bezsporną, że dla wielu obiektów (szczególnie o niskim stopniu wykorzystania) rachunek ten wypada zdecydowanie niekorzystnie, chociaż, co należy podkreślić, zdarzają się również lata i obiekty, dla których rachunek ten jest pozytywny. Świadczą o tym wyniki systematycznych badań prowadzonych w latach 1986-1990 przez pracowników Katedry Melioracji Rolnych i Leśnych Akademii Rolniczej w Poznaniu na wybranych siedmiu obiektach produkcyjnych na terenie Wielkopolski [2, 4].

2. METODYKA BADAŃ

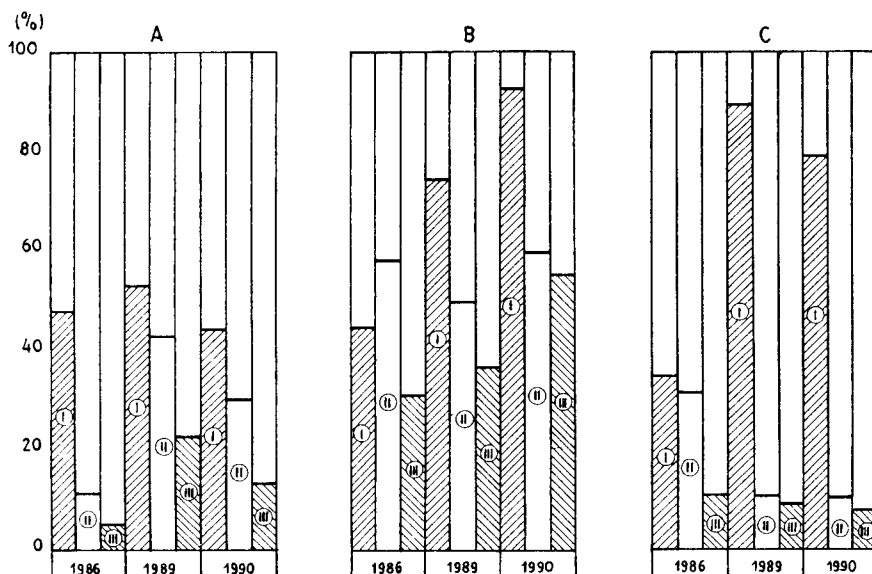
Podstawą do oceny efektów ekonomicznych stosowania wielkoobszarowych urządzeń deszczownianych są wyniki badań i obserwacji przeprowadzonych na wybranych trzech deszczowniach w Regionie Wielkopolski, w latach 1986-1990. Analiza ekonomiczna została przeprowadzona w oparciu o zapisy księgowe w poszczególnych gospodarstwach użytkujących deszczownie. W analizie świadomie pominięto lata mokre (1987 i 1988), w których stopień wykorzystania deszczowni był znikomy. Do badań przyjęto średnie pod względem opadów lata 1986 i 1990 oraz bardzo suchy rok 1989. Rachunek efektów i nakładów przeprowadzono w oparciu o jednostki zbożowe dla każdego roku oddzielnie w cenach bieżących. Za równowartość jednostki zbożowej w 1986 roku przyjęto wartość 2746 zł, w 1989 roku 31980 zł, a w 1990 roku 85000 zł. Do oceny ogólnospołecznej efektywności deszczowni posłużono się rachunkiem rocznym w ujęciu różnicowym. Wielkość kosztów rolniczych związanych ze wzrostem plonów przyjęto z konieczności (ze względu na brak aktualnych danych dla lat 1989 i 1990 w Instrukcji branżowej IMUZ) w wysokości 10 % wartości przyrostu produkcji [1]. Wielkość przyrostu produkcji obliczono jako średnią ważoną przyrostu plonu poszczególnych deszczowanych roślin przeliczonych na jednostki zbożowe. Dla określenia opłacalności nawodnień deszczownianych porównano wielkości dodatkowego plonu w poszczególnych latach z kosztami własnymi ich uzyskania. Na koszty własne składają się pełne koszty eksploatacji i koszty agrotechniczne związane z uzyskaniem dodatkowego plonu. Przez koszty ogólne rozumie się wszystkie koszty związane z uzyskaniem przyrostu plonów. Poza wskaźnikiem globalnej efektywności i opłacalności poszczególnych obiektów badawczych, w analizie wykorzystano wskaźniki jednostkowe dotyczące efektów i kosztów przypadające na 1 ha powierzchni oraz 1 mm rozdeszczowanej wody.

3. STOPIEŃ WYKORZYSTANIA DESZCZOWNI

Analizowane deszczownie oznaczone literami A, B i C są deszczowniami półstałymi, wykorzystującymi wodę z pobliskich jezior. Wyposażone są one w naziemne urządzenia przetaczane typu BK-10. W tabeli 1 zestawiono dane techniczno-eksploatacyjne badanych deszczowni w latach 1986, 1989 i 1990. Zawiera ona wielkości powierzchni objętych urządzeniami deszczownianymi, wielkości deszczowanych powierzchni oraz dawki rzeczywiste i dawki optymalne. Szczegółowa charakterystyka stopnia wykorzystania badanych deszczowni przedstawiona jest w pracy [2].

W oparciu o badania przeprowadzone w latach 1986-1990 należy stwierdzić, że stopień wykorzystania deszczowni mierzony syntetycznym wskaźnikiem wykorzystania jest stosunkowo niski; wahał się on na poszczególnych obiektach od 7 do 58 % (rys. 1).

Deszczownia - Object



- 1 Zastosowana dawka w % dawki optymalnej
Applied water dose in % of optimum water supply (I)
- 2 Powierzchnia deszczowana w % powierzchni deszczowni
Irrigated area in % of area equipped in sprinklers (II)
- 3 Syntetyczny stopień wykorzystania deszczowni
Synthetic degree of sprinkling equipment utilization (III = I · II)

Rys.1. Wykorzystanie deszczowni A, B i C w latach średnich 1986 i 1990 oraz suchym 1989 roku

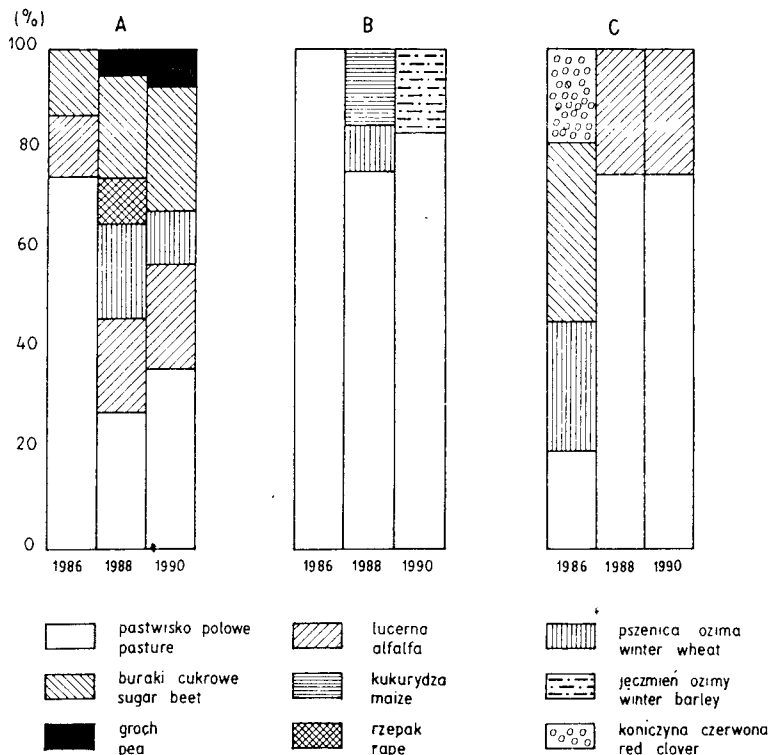
Fig.1. Sprinkling devices utilization on investigated objects A, B and C in the mean years 1986 and 1990 and dry year 1989

Składał się na to cały szereg przyczyn. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć: błędy projektowe, lokalizacyjne, realizacyjne, a także niski poziom uświadomienia korzyści wynikających ze stosowania nawodnień deszczownianych; ponadto luźne ich wkomponowanie w strukturę produkcyjną całego gospodarstwa, co nie pozwala na pełne spożytkowanie korzyści komplementarnych z tego płynących.

Na szczególną uwagę zasługuje niedostosowanie struktury upraw do wymogów deszczowni. Z przeprowadzonych badań wynika, że prawie wszystkie obiekty deszczowniane były przygotowane pod inną, niż obecna, strukturę produkcji. Strukturę deszczowanych upraw przedstawia rysunek 2. Jednak zmiana wielkości i struktury popytu, zmiana opłacalności upraw poszczególnych roślin oraz bilans innych czynników w przedsiębiorstwie zmniejszył wagę potencjalnych korzyści deszczowania pół w hierarchii różnych zabiegów organizacyjno-technicznych i ekonomicznych zmierzających do poprawy ekonomiki przedsiębiorstwa. W rezultacie tego dały się zaobserwować na poszczególnych obiektach znaczne rozbieżności między ich sprawnością techniczną

a efektami ekonomicznymi. Oznacza to, że istniejący do niedawna w gospodarstwach uspołecznionych system funkcjonowania nie skłaniał do racjonalnego wykorzystania majątku produkcyjnego.

Deszczownia – Object



Rys.2. Struktura upraw deszczowanych powierzchni badanych deszczowni A, B i C w latach 1986, 1989 i 1990

Fig.2. Structure of plants and crops on the irrigated area on investigated objects A, B and C in the years 1986, 1989 and 1990

4. WYNIKI PRODUKCYJNE I EKONOMICZNE

Jak wynika z tabeli 2 średnie roczne przyrosty plonów były zróżnicowane w poszczególnych latach oraz obiektach, i wahały się od 5,3 do 13,4 jednostek zbożowych na 1 ha deszczowanej powierzchni. Najlepsze wyniki produkcyjne w przeliczeniu na jednostkę deszczowanej powierzchni uzyskano na obiekcie A; dotyczy to zarówno produktywności jak i dochodowości.

Analizując poziom kosztów przypadających na jednostkę deszczowanej powierzchni (tab. 3) można stwierdzić, że są one znacznie zróżnicowane na poszczególnych obiektach i w dużym stopniu uzależnione od stopnia wykorzystania powierzchni uzbrojonej i ilości rozdeszczowanej wody.

Najniższymi pełnymi kosztami 1 mm rozdeszczowanej wody charakteryzowały się obiekty A i B w 1989 roku, odpowiednio 1,5 i 1,3 kg jednostki zbożowej (tab. 2).

Na wszystkich badanych obiektach wielkość wartości przyrostów plonów przypadających na 1 mm rozdeszczowanej wody przekraczała wielkość przypadających na nie kosztów bieżących i tylko w dwóch przypadkach (obiekt A w 1986 roku i obiekt C w 1990 roku) nie pokrywała przypadających na nie pełnych kosztów eksploatacji i kosztów własnych. Oznacza to, że w siedmiu (na dziewięć) przypadkach gospodarstwa prowadzące deszczowanie uzyskiwały zwrot poniesionych nakładów, osiągając korzyści, co obrazuje wskaźnik opłacalności wyrażający relację wielkości dochodów do kosztów własnych (tab. 4). Najkorzystniej wskaźnik ten kształtował się na obiekcie A i B w suchym roku 1989 wynosząc odpowiednio 5,1 i 2,2 oraz w roku średnim 1986 na obiektach A i C, odpowiednio 1,5 i 1,4.

Znacznie bardziej niekorzystnie kształtuje się sytuacja, jeśli analizę kosztów przypadających na jednostkę powierzchni rozszerzy się o wielkość oprocentowania majątku deszczowni. Wskaźnik pełnych kosztów z oprocentowaniem aż w siedmiu przypadkach na dziewięć przekracza wielkość wartości zwyczajki plonów. Oznacza to, że wymóg ogólnospołecznej normy efektywności spełniły tylko dwie deszczownie: deszczownia A oraz B w suchym 1989 roku (tab. 4). W dużym stopniu był to rezultat znacznego niedoszacowania majątku deszczowni 1989 roku. Po szacunkowym przewartościowaniu urządzeń deszczownianych żadna z deszczowni nie spełnia ogólnospołecznej normy efektywności E_1 . Należy jednak zaznaczyć, że w przypadku deszczowni A w 1989 roku, przy założeniu dla uproszczenia rachunku tych samych kosztów bieżących i efektów produkcyjnych przypadających na 1 ha deszczowanej powierzchni, zwiększenie powierzchni deszczowanej o 131 hektarów (czyli do 541 ha, co stanowi 56 % powierzchni uzbrojonej) zapewniłoby już uzyskanie dodatniej wartości wskaźnika E_1 . Oznacza to, że w ostatnich latach o niskiej efektywności wykorzystania wielkoobszarowych urządzeń deszczownianych decydowały dwa czynniki: niewielki stopień ich wykorzystania oraz wysokie wskaźniki przewartościowania majątku deszczowni, będące w znacznej mierze rezultatem zbyt niskiej relatywnie ich wyceny w poprzednich latach.

W związku z drastycznie rosnącymi z tego powodu kosztami stałymi deszczowania na uwagę zasługują te koncepcje, które zmierzają do potraktowania nakładów inwestycyjnych na funkcjonujące już urządzenia deszczowniane jako swoistego rodzaju straty społecznej nakładu nie do odzyskania i nieuwzględniania go w rachunku kosztów [3]. Przyjęcie takiego założenia, jakkolwiek doraźnie słuszne, z punktu widzenia utrzymania bieżącej eksploatacji obiektów już istniejących, poddaje w wątpliwość rozwój tego typu obiektów w przyszłości. Likwiduje więc skutki, a nie przyczyny niskiej opłacalności deszczowni wielkoobszarowych.

Tabela 1
Table 1

Podstawowe dane techniczno-eksploatacyjne deszczowni
Fundamental technique-exploitation data sprinklers

Wyszczególnienie - Specification	Jednostka Unit	Deszczownia i rok eksploatacji Irrigation system and year exploitation											
		A				B				C			
		1986	1989	1990	1990	1986	1989	1990	1990	1986	1989	1990	1990
Powierzchnia uzbrojona Area equipped in sprinklers	ha	956	956	956	231	231	231	231	394	394	394	394	
Powierzchnia deszczowana w ha i w % powierzchni objętej deszczownią Area irrigated in ha and in % of area equipped in sprinkler	ha %	98,2 10,3	410,0 42,9	288,0 30,1	134,0 58,0	114,0 49,4	138,0 59,7	123,0 31,2	40,0 10,1	40,0 10,1	40,0 10,1	40,0 10,1	
Rozdeszczowana objętość wody Sprinkled volume of water	tysiące m ³ thousand m ³	92,3	352,6	238,8	120,6	171,0	247,5	44,3	71,2	71,2	44,5	44,5	
Średnia dawka rzeczywiŝta Mean irrigation dose	mm	94	86	82,9	90	150	179,1	36	178	178	111,2	111,2	
Optymalna dawka sumaryczna Optimal summary dose	mm	195	168	192,2	201	208	195,8	116	208	208	222,5	222,5	
Zastosowane dawki nawodnieniowe w % dawki optymalnej Applied irrigation doses in % of optimal dose	%	48,2	51,2	44,1	44,8	72,1	92,4	31,0	85,6	85,6	78,9	78,9	
Stopień wykorzystania deszczowni Degree of sprinkling utilization	%	4,9	22,9	13,2	25,9	36,6	55,1	10,8	9,1	9,1	7,9	7,9	

Tabela 2
Table 2

Jednostkowe wskaźniki ekonomiczno-produkcyjne eksploatacji deszczowni w latach 1986, 1989 i 1990 (ceny bieżące)
Unitary economic and production indices of the utilization of sprinklers in the years 1986, 1989 and 1990
(current prices)

Wyszczególnienie - Specification	Obiekt w roku eksploatacji Irrigation system and year exploitation											
	A			B			C					
	1986	1989	1990	1986	1989	1990	1986	1989	1990			
Powierzchnia deszczowana w ha Irrigated area in ha	98,2	410,0	288,0	134,0	114,0	138,0	123,0	40,0	40,0	40,0	40,0	
Przyrost plonu w jednostkach zbożowych na 1 ha powierzchni deszczowanej Yield increase in corn units per 1 ha of irrigated area	8,43	13,20	13,38	6,50	5,61	7,56	5,29	8,73	8,10	8,10	8,10	
Wartość jednostki zbożowej w zł Value of corn unit in zł	2746	31980	85000	2746	31980	85000	2746	31980	85000	31980	85000	
Wartość przyrostu na 1 ha powierzchni deszczowanej w tys. zł Value increase in corn units per 1 ha of irrigated area in thousand zł	23,2	422,1	1137,3	17,8	179,4	642,6	14,5	279,2	688,5	279,2	688,5	
Koszt własny uzyskania jednostki zbożowej przyrostu plonu w zł Own costs of corn yield increase unit in zł	4,1	8,1	71,6	1,9	14,6	84,1	2,0	26,2	223,1	26,2	223,1	
Bieżące koszty rozdeszczowania 1 m ³ wody w zł Current cost of sprinkling irrigation 1 m ³ in zł	9,9	39,9	569,2	5,0	34,5	151,0	13,1	86,5	579,5	86,5	579,5	
Pełne koszty rozdeszczowania 1 m ³ wody w zł Total costs of sprinkling irrigation 1 m ³ water in zł	34,4	48,2	1017,6	11,7	42,8	343,0	25,2	108,6	1564,0	108,6	1564,0	
Przyrost plonu z 1 mm rozdeszczowanej wody w kg jednostek zbożowych Yield increase from 1 mm of sprinkled water in kg corn units	9,0	15,4	16,0	7,2	3,7	4,2	14,9	4,9	7,3	4,9	7,3	
Pełny koszt 1 mm wody w przeliczeniu na jednostkę zbożową w kg Total costs of 1 mm water	12,5	1,5	12,0	4,3	1,3	4,0	9,2	3,5	18,4	3,5	18,4	

Tabela 3
Table 3

Koszty eksploatacji deszczowni przypadające na 1 ha powierzchni uzbrojonej i deszczowanej w latach 1986, 1989 i 1990 w tysiącach złotych (ceny bieżące)
Irrigation system utilization costs falling to 1 ha of developed and undeveloped area in the years 1986, 1989 and 1990 in thousand zł (current prices)

Wyszczególnienie - Specification	Obiekt w roku eksploatacji - Irrigation system and year exploitation											
	A					B					C	
	1986	1989	1990	1986	1989	1990	1986	1989	1990	1986	1990	
Powierzchnia deszczowni F w ha Irrigation system area F in ha	956	956	956	231	231	231	394	394	394	394	394	
Powierzchnia deszczowana f w ha Irrigated area f in ha	98,2	410,0	288,0	134,0	114,0	138,0	123,0	40,0	40,0	40,0	40,0	
Bieżące koszty eksploatacji Kb Current cost of utilization Kb	1,0 9,3	14,7 34,3	142,2 472,0	2,6 4,5	25,5 51,7	135,7 227,1	1,5 4,7	15,6 154,0	65,4 644,7			
Amortyzacja Ka Amortization Ka	2,4 23,0	3,1 7,2	112,0 371,7	3,5 6,1	6,2 12,5	205,6 344,1	1,4 4,4	4,8 47,0	111,2 1095,1			
Pełne koszty eksploatacji Kp = Ka + Kb Total costs Kp = Ka + Kb	3,3 32,4	17,8 41,5	254,2 843,7	6,1 10,5	31,7 64,2	341,2 571,2	2,8 9,1	20,4 201,0	176,6 1739,8			
Procentowanie Kq Interests Kq	7,6 73,9	9,9 23,0	358,3 1189,5	11,3 19,5	19,7 39,9	999,6 1673,3	4,4 14,0	15,3 150,3	355,8 3504,5			
Pełne koszty eksploatacji z oprocentowaniem Ko = Kp + Kq Total costs of utilization Ko = Kp + Kq	10,1 106,3	27,6 64,4	612,5 2033,2	17,4 30,0	51,4 104,1	1340,9 2244,5	7,2 23,0	35,7 351,3	532,4 5244,3			
Koszty rolnicze związane ze wzrostem plonów Kr Agricultural costs connected with yield increase Kr												
Koszty własne Kw = Kp + Kr Own costs Kw = Kp + Kr	2,3 34,7	42,2 83,7	113,8 957,5	1,8 12,3	17,9 89,1	64,3 635,4	1,5 10,5	27,9 228,9	68,9 1808,7			

a - powierzchnia uzbrojona b - powierzchnia deszczowana
- developed area - irrigated area

Tabela 4
Table 4

Podstawowe dane ekonomiczne eksploatacji deszczownicy w latach 1986, 1989 i 1990 w cenach bieżących
Fundamental economics - exploitation data sprinklers in year 1986, 1989 and 1990 in current costs

Wyszczególnienie - Specification	Obiekt i rok eksploatacji Irrigation system and year exploitation											
	A					B					C	
	1986	1989	1990	1986	1989	1990	1986	1989	1990	1986	1989	1990
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Koszty bieżące eksploatacji deszczownicy K_b w mln zł Current costs of exploitation K_b in mln zł	0,9	14,1	135,9	0,6	5,9	37,3	0,6	6,2	25,7			
Amortyzacja K_a w mln zł Amortization K_a in mln zł	2,3	2,9 44,6*	107,1	0,8	1,4 19,8*	47,5	0,5	1,9 18,2*	43,8			
Pełne koszty eksploatacji $K_p = K_b + K_a$ w mln zł Total costs exploitation $K_p = K_b + K_a$ in mln zł	3,2	17,0 58,7*	243,0	1,4	7,3 25,7*	84,8	1,1	8,1 24,4*	69,5			
Oprocentowanie K_q w mln zł Interests K_q in mln zł	7,2	9,4 142,8*	342,6	2,6	4,6 93,7*	224,9	1,7	6,0 58,4*	140,2			
Pełne koszty eksploatacji z oprocentowaniem $K_o = K_p + K_q$ w mln zł Total costs of utilization with interests $K_o = K_p + K_q$ in mln zł	10,4	26,4 201,5*	585,6	4,0	11,9 119,4*	309,7	2,8	14,1 82,8*	209,7			

cd. Tabeli 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wartość przyrostu plonu ΔD w mln zł Value of yield increase ΔD in mln zł	2,3	173,4	327,5	2,4	20,5	88,7	1,8	11,2	27,0
Koszty rolnicze związane z przyrostem plonów K_p w mln zł Agricultural costs with yield increase K_p in mln zł	0,2	17,3	32,8	0,2	2,1	8,9	0,2	1,1	2,8
Koszty własne $K_w = K_p + K_r$ w mln zł Own costs $K_w = K_p + K_r$ in mln zł	3,4	34,3	275,8	1,6	9,4	93,7	1,3	9,2	72,3
Koszty ogółem $K_c = K_p + K_r$ w mln zł General costs $K_c = K_p + K_r$ in mln zł	10,6	43,7	618,4	4,2	14,0	318,6	3,0	15,2	221,5
Wskaźniki opłacalności $\Delta D/K_w \geq 1$ Profitability index $\Delta D/K_w \geq 1$	0,7	5,1	1,2	1,5	2,2	1,0	1,4	1,2	0,4
Różnicowy wskaźnik efektywności $E_1 = \Delta D - (K_b + K_a + K_q + K_r) \geq 0$ w mln zł Differential index of effectivity $E_1 = \Delta D - (K_b + K_a + K_q + K_r) \geq 0$ in mln zł	-8,3	129,7	-290,7	-1,8	6,5	-229,9	-1,2	-4,0	-185,0
		-45,4*			-101,0*			-72,7*	

* - dane po przeszacowaniu majątku - deszczowni
* - data after revaluation of the total irrigation system

5. WNIOSKI

1. Średnia roczna zwyżka plonów na deszczowanych obiektach wahała się od 5,3 do 13,4 jednostek zbożowych na 1 ha i stanowiła średnio od 10,0 % do 30,0 % plonu bez deszczowania.

2. Opłacalność deszczowania na poszczególnych obiektach w analizowanych latach była zróżnicowana i najkorzystniejsza w roku suchym 1989.

3. W badanym okresie większość obiektów nie spełniała wymogów ogólnospołecznej normy efektywności E_1 z wyjątkiem obiektów A i B w roku 1989.

4. Istotny wpływ na uzyskiwane efekty produkcyjne miał niski stopień wykorzystania deszczowni związany z zaniedbaniami na etapie projektowania wykonawstwa i eksploatacji urządzeń deszczownianych.

LITERATURA

- [1] Jankowiak J., 1991: Ekonomiczne i organizacyjne uwarunkowania rolniczego wykorzystania deszczowni. Roczniki AR w Poznaniu (w druku)
- [2] Kosturkiewicz A., Przybyła Cz., Kozaczyk P., 1991: Eksploatacja deszczowni wielkoobszarowych. Zesz. Nauk. AR w Krakowie
- [3] Łojewski S., 1991: Zasobochłonność i ekonomika eksploatacji systemów deszczownianych. Roczniki AR w Poznaniu (w druku)
- [4] Przybyła Cz., Trzęsowski M., Bykowski J., 1991: Bieżące koszty eksploatacji deszczowni wielkoobszarowych. Roczniki AR w Poznaniu (w druku)

ECONOMIC EFFECTS OF THE UTILIZATION
OF GREAT-AREA SPRINKLING IRRIGATION SYSTEMS

Summary

On the basis of the analysis of the mean annual yield value increases and effectivity of selected great-area sprinkling irrigation systems of Wielkopolski Region were evaluated. For the evaluation the dry year of 1989 and two years characterized by mean rainfall deficiencies, i.e. 1986 and 1990, were selected. The profitability and effectivity on the particular objects in the investigated years were differentiated and depended on the degree of irrigation systems utilization.

Biblioteka Główna ATR
w Bydgoszczy

Cz

923

22

1992

ISSN 0208-6344