

WPLYW ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA I NAWADNIANIA NA DYNAMIKĘ ZAWARTOŚCI PODSTAWOWYCH SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH I WARTOŚĆ PASZOWĄ LIŚCI BURAKÓW CUKROWYCH

Lech Nowak

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji, AR Wrocław

WSTĘP

W doświadczeniach z burakami cukrowymi głównym punktem zainteresowań badaczy są korzenie. Bada się wpływ różnych poziomów nawożenia zarówno mineralnego jak i organicznego, nawadniania oraz różnych zabiegów uprawowych na plon, skład chemiczny i cechy morfologiczne korzeni buraków cukrowych uprawianych na różnych glebach i w różnych warunkach klimatycznych. Niewiele natomiast uwagi poświęca się liściom buraczanym, co w dobie deficytu pasz oraz szybkiego rozwoju hodowli jest zagadnieniem nader aktualnym. Mało jest prac, w których badano kompleksowy wpływ wysokiego nawożenia mineralnego (maksymalna dawka 800 kg NPK na 1 ha) i nawadniania, stosowanego w okresach krytycznych gospodarki wodnej buraków cukrowych, na dynamikę zawartości podstawowych składników pokarmowych oraz wartość paszową liści buraczanych.

W dobie intensywnego wzrostu produkcji nawozów mineralnych i stosowania coraz wyższych dawek nawozów, czynnika który w decydującej mierze wpływa na kształtowanie się zawartości poszczególnych składników pokarmowych w roślinach, możliwie dokładne poznanie składu chemicznego paszy, a w tym zawartości związków mineralnych — to zagadnienie bardzo istotne w żywieniu zwierząt.

Duże znaczenie gospodarcze buraka polega nie tylko na tym, że w naszych warunkach stanowi on wyłączny surowiec dla przemysłu cukrowniczego, lecz także dlatego, że produkt uboczny otrzymywany przy uprawie tej rośliny w postaci liści, wysłodków i melasy stanowi wartościową paszę dla bydła. Udział tych produktów stale rośnie, szczególnie w kra-

jach o wysoko rozwiniętym rolnictwie [56]. Dotyczy to przede wszystkim liści buraczanych, w których wykorzystaniu tkwią stosunkowo duże rezerwy. Plon liści może wahać się w szerokich granicach od 200 do 700 q z ha i w sprzyjających warunkach może przewyższyć plon korzeni. O wysokości plonu decydują przede wszystkim właściwości odmianowe, warunki wilgotnościowe, poziom i sposób nawożenia, zwłaszcza azotowego, terminu siewu i gęstość roślin, a także termin i technika zbioru [7, 23, 38, 49, 54, 58, 60].

Szczególnie duży wpływ na wysokość plonu liści ma nawożenie i nawadnianie. Buraki cukrowe wymagają intensywnego nawożenia mineralnego i organicznego [13, 21]. Głównie dzięki intensyfikacji nawożenia zdołano uzyskać wyraźne podwyższenie plonów buraka cukrowego [50]. Buraki cukrowe należą do roślin o dużych wymaganiach pokarmowych. Optymalne dawki nawozów mineralnych wg różnych autorów [cyt. za 35] przedstawiają się następująco: 100-180 kg N, 60-130 kg P₂O₅ i 180-200 kg K₂O na ha. Za górną granicę nawożenia azotem przyjmuje się na ogół dawkę 150-180 kg na ha.

Wyższe dawki azotu nie zwiększają plonu korzeni, a nawet go obniżają, podnosząc jednocześnie plon liści [7, 38, 49]. Wielu autorów [6, 7, 36] stwierdza, że buraki w pierwszej kolejności zużywają azot na produkcję liści i dlatego w miarę wzrostu dawki azotu wzrasta współczynnik ulistnienia. Stosując wysokie nawożenie azotowe należy dawki tego składnika odpowiednio dzielić, ponieważ późne nawożenie (początek lipca) wpływa głównie na plon liści [30]. W przeciwieństwie do azotu nie stwierdzono żadnych korelacji pomiędzy dawkami P i K a plonem liści [20].

Zwiększenie nawożenia azotem z 80 do 160 kg/ha i zastosowanie jego kilkakrotnie pogłównie może w sprzyjających warunkach atmosferycznych zwiększyć plon liści o 40% [23]. Efektywność nawożenia mineralnego zależy w decydującej mierze od warunków wilgotnościowych [2, 8, 22, 40, 45, 50, 60]. Zdaniem wielu autorów [3, 7, 9, 11, 59] nawadnianie podnosi plon liści buraków cukrowych średnio o 25%, a przy zastosowaniu jednocześnie wysokiego nawożenia mineralnego, szczególnie azotowego, znacznie więcej.

Ze względu na długi okres wegetacji i dużą masę plonu korzeni i liści potrzeby wodne buraków cukrowych są wysokie. Dzieżyc i Trybała [11] podają, że okres największych potrzeb wodnych buraków cukrowych przypada na fazy maksymalnego ulistnienia i intensywnego przyrostu masy korzeniowej, czyli w okresie lipiec—sierpień i I dekada września. Największych efektów należy oczekiwać, nawadniając buraki w tym okresie [9, 10].

Duży wpływ na plon liści wywiera także termin zbioru. Zbyt późno wykonany zbiór liści w nieodpowiednich warunkach atmosferycznych po-

woduje, obok obniżenia plonu, pogorszenie jego wartości pokarmowej. Szczególnie duże straty w składnikach organicznych powoduje zbyt długie przetrzymywanie zielonych liści na polu [47, 58].

Podkówka [47] podaje, że przetrzymanie liści od 27 X do 2 XII spowodowało straty suchej masy, wynoszące 39%, bezazotowych wyciągów 45%, białka 40%, wartości skrobiowej 45% i karotenu o 90%.

Wysokie nawożenie mineralne i nawadnianie wywiera także wpływ na skład chemiczny roślin. Kaltofen [24] podaje, że zawartość związków mineralnych w roślinach zależy głównie od ich zawartości w glebie. Natomiast Karpieńko [cyt. za 21] uważa, że pobieranie przez buraki potrzebnych im składników mineralnych zależy nie tylko od ich zawartości w glebie, ale także od pozostałych czynników środowiska, z których na czoło wysuwa się wilgotność gleby. Skład chemiczny liści buraczanych zależy od właściwości odmianowych, warunków klimatycznych, glebowych, zabiegów uprawowych, występowania chorób i szkodników, a w znacznym stopniu od nawożenia [21, 34, 41]. Skład chemiczny liści zmienia się zależnie od fazy rozwojowej, a nawet pory roku i dnia [21]. Pewne różnice w zawartości związków pokarmowych obserwuje się także w liściach różnych okółków.

W miarę wzrostu buraków zwiększa się w liściach procentowa zawartość suchej masy, cukrów i pektyn, a zmniejsza zawartość potasu, sodu, wapnia, magnezu, azotu, fosforu i kwasu szczawiowego. Doświadczalnie stwierdzono [34], że po upływie 86 dni procentowa zawartość fosforu, potasu i magnezu ustala się na poziomie około 4% K_2O , 0,7% P_2O_5 i 0,7% MgO suchej masy liści. Zawartość wapnia i sodu po osiągnięciu wysokiego poziomu w początkowym okresie wegetacji zmniejsza się do końca wegetacji, osiągając ostatecznie wielkość rzędu 0,7% CaO i 1,2% Na_2O w suchej masie liści [34]. Zmniejszanie się procentowej zawartości wapnia i sodu tłumaczy się tym, że pod koniec wegetacji zmniejsza się ilość wytwarzanego kwasu szczawiowego, do „produkcji” którego potrzebny jest wapń, a częściowo sód. Utrzymywanie się na stałym poziomie zawartości fosforu, potasu, magnezu i azotu — mimo wzrostu masy liści — wskazuje, że zapotrzebowanie na te składniki istnieje do końca wegetacji. Natomiast Bogusławski i inni [1] podaje, że na początku wegetacji liście intensywnie asymilują potas i fosfor. Pod koniec wegetacji potrzeby pokarmowe liści maleją, szczególnie w stosunku do potasu. Wapń i magnez są pobierane w zbliżonych ilościach, ale mniejszych niż potas i fosfor. Zmniejszenie zapotrzebowania liści na składniki pokarmowe tłumaczy Bogusławski [1] ich częściowym schnięciem, wędnięciem i opadaniem. Karpieńko [cyt. za 21] podaje na podstawie badań innych autorów, że buraki najintensywniej pobierają składniki pokarmowe (N, P i K) w lipcu, gdy powierzchnia asymilacyjno-transpiracyjna osiąga maksimum. W sier-

eniu, wrześniu i październiku pobieranie azotu wyraźnie maleje, zmniejsza się także pobieranie potasu, natomiast fosfor pobierany jest przez buraki równie intensywnie jak w lipcu. Pobieranie i rozmieszczenie składników pokarmowych w roślinach uzależnione jest od szeregu czynników, wśród których — jak podaje Lehman [31] — forma azotu ma bardzo istotne znaczenie. Stosowanie coraz wyższych dawek nawozów azotowych powoduje w glebie wzrost koncentracji jonów amonowych, saletrzanych i amidowych. Każdy z tych jonów wywiera inny wpływ na pobieranie kationów. Nadmierne stężenie NH_4 w glebie utrudnia pobieranie magnezu i innych kationów, natomiast forma azotanowa nie powoduje harmonijnej absorpcji jonów Mg [31].

Rosnący areał uprawy buraków cukrowych oraz wzrost plonów tej rośliny powoduje zwiększenie ilości paszy w postaci liści buraczanych. Liście buraków cukrowych są paszą wodnistą, bogatą w białko i łatwo strawną ze względu na niewielką ilość włókna surowego.

Wartość pokarmowa 350 g liści wyrażona w jednostkach owsianych i w białku dorównuje 35 g ziarna owsa lub 350 g koniczyny czerwonej [58, 59].

Intensywny wzrost poziomu nawożenia mineralnego, jaki obserwuje się w Polsce w ostatnich latach, przyczyni się niewątpliwie do zmiany zawartości składników mineralnych i organicznych w paszach. Zarówno niedobór, jak i nadmiar składników mineralnych może prowadzić do poważnych schorzeń [29]. Dlatego dla zapewnienia zrównoważonego bilansu mineralnego zwierząt konieczna jest systematyczna ocena składu chemicznego pasz, a wyniki jej powinny być wykorzystane zarówno w problematyce nawozowej, jak i nauce żywienia.

CEL, WARUNKI I METODYKA BADAŃ

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia mineralnego i nawadniania na dynamikę zawartości podstawowych składników pokarmowych, skład chemiczny oraz wydajność liści, wyrażoną w plonach białka i jednostek owsianych z 1 ha.

Doświadczenie przeprowadzono w latach 1971-1973 w RZD Samotwór koło Wrocławia na czarnej ziemi wytworzonej z gliny lekkiej na piasku gliniastym lekkim, zawierającej w warstwie ornej 1,35% C-organicznego oraz 5,7 mg P_2O_5 i 15,3 mg K_2O w 100 g gleby o pH 6,4. Gleba należy do klasy IIIa, kompleksu pszennego wadliwego.

Dane dotyczące opadów i temperatury powietrza uzyskano ze stacji meteorologicznej Wrocław—Lotnisko, oddalonej od pola doświadczalnego o około 1500 m. W tabeli 1 podane wyliczone odchylenia od średnich wie-

loletnich opadów i temperatury w okresie od kwietnia do września dla Stacji Wrocław—Lotnisko.

Jak wynika z tabeli 1, rok 1971 odznaczał się opadami wyższymi od średniej wieloletniej, szczególnie mokry był czerwiec (98,6 mm ponad średnią wieloletnią), natomiast w lipcu i sierpniu w okresie krytycznym gospodarki wodnej buraków zanotowano opady niższe o ponad 20 mm od średnich wieloletnich. W sumie w lipcu i sierpniu zanotowano 45 dni bez opadów. Temperatura w omawianym roku z wyjątkiem czerwca i września była wyższa od średniej wieloletniej, szczególnie w maju i sierpniu, kiedy różnice wynosiły odpowiednio +2,8 i +3,0°C.

Tabela 1

Porównanie średnich miesięcznych temperatur powietrza (°C) oraz miesięcznych opadów (w mm) z temperaturami i opadami wieloletnimi dla stacji Wrocław—Lotnisko w miesiącach IV—IX

Temperatura

Rok	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1951—1970	8,2	13,8	16,9	18,8	17,7	14,2
1971	+1,6	+2,8	-0,4	+1,1	+3,0	-0,9
1972	-0,2	-0,8	-0,7	+0,2	-1,3	-3,2
1973	-2,0	-0,8	-1,0	-1,1	+1,1	+0,4

Opad

1951—1971	40,3	65,2	63,8	85,0	71,9	42,3
1971	+14,8	-0,8	+98,6	-24,7	-29,1	+7,7
1972	+32,1	+14,8	+52,7	+27,1	-25,5	+44,1
1973	+2,8	-11,4	+8,0	+30,3	-63,7	-7,2

Rok 1972 był wilgotny i chłodny. Sumy opadów miesięcznych z wyjątkiem sierpnia były znacznie wyższe od średnich wieloletnich. Temperatury z wyjątkiem lipca (0,2°C) były niższe od średnich wieloletnich. Wyjątkowo chłodny był wrzesień (o 3,2°C poniżej średniej wieloletniej dla tego miesiąca).

W 1973 r. suma opadów w okresie kwiecień—wrzesień była najniższa i wynosiła 327 mm, wobec 435 mm w roku 1971 i 513 mm w 1972 r. W lipcu spadło 115,3 mm opadu, natomiast w sierpniu tylko 8,2 mm. Od kwietnia do lipca temperatura była o około 1,0°C niższa od średnich wieloletnich, natomiast w sierpniu i wrześniu nieco wyższa.

Doświadczenie z burakami założono metodą losowanych podbloków w 4 powtórzeniach. Buraki cukrowe wchodziły w skład płodozmianu nor-

folskiego. Przedplonem była pszenica jara odmiany Carola. W doświadczeniu porównywano następujące warianty wodne i poziomy nawożenia: 1 — nie nawadniane W_0 , 2 — nawadniane W_1 , 3 — nawadniane W_2 .

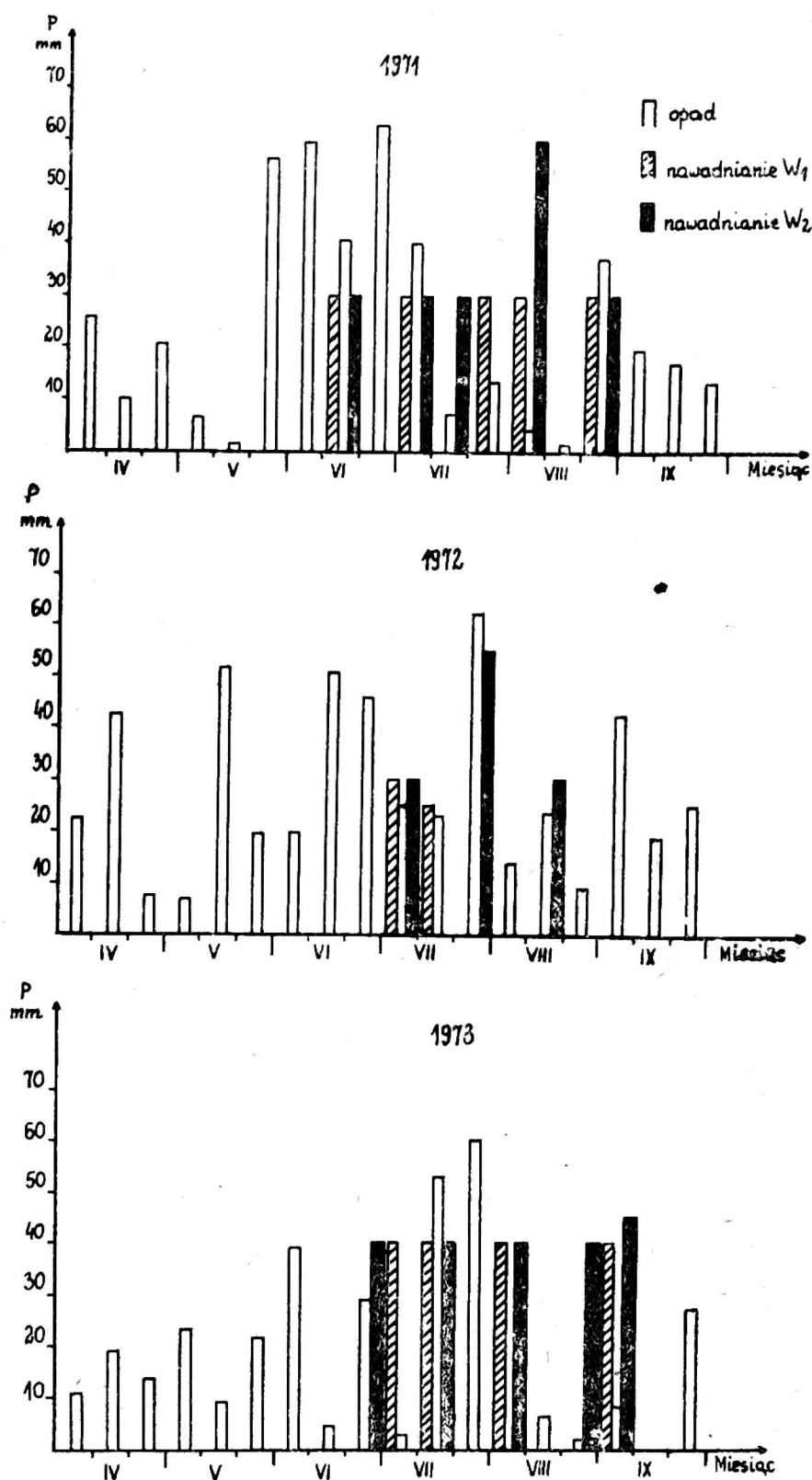
Nawadnianie buraków wykonywano na podstawie wskazań tensjometrów. Tensjometry konstrukcji RZB „Biebrza” ustawiono po dwa na obiektach nawadnianych W_1 i W_2 . Sączki tensjometrów umieszczono na głębokości 20-25 cm. Odczyty siły ssącej gleby wykonywano w godzinach przedpołudniowych codziennie, z wyjątkiem niedziel i świąt. Nawadnianie na obiektach W_1 wykonywano przy spadku wilgotności gleby do 60% ppw, co odpowiadało odczytowi 500 na skali tensjometru, natomiast na obiektach W_2 , gdy słupek rtęci wskazywał 300, co odpowiadało 75% ppw. Dawka polewowa wynosiła od 25-45 mm wody. Przebieg nawodnień w latach prowadzenia doświadczenia ilustruje rysunek 1 (czarnymi słupkami oznaczone dawki polewowe stosowane na obiekty W_2 , zakreskowanymi słupkami na obiekty W_1). Łączna dawka polewowa w 1971 r. na obiektach W_1 wynosiła 150 mm, na obiektach W_2 — 180 mm, w 1972 r. odpowiednio W_1 — 55 i W_2 — 115, w 1973 r. W_1 — 160 i W_2 — 205 mm.

Dawki nawozowe: 1 — NPK — 200 kg/ha
 2 — 2NPK — 400 „
 3 — 3NPK — 600 „
 4 — 4NPK — 800 „

Stosunek N : P : K 1 : 0,7 : 1,4.

Azot stosowano w postaci 33% staletry amonowej $\frac{1}{3}$ dawki przed siewem i $\frac{2}{3}$ w dwóch terminach pogłównie, fosfor w 18% superfosfacie i potas w postaci 40% soli potasowej przedsiewnie. W jesieni, na polu przeznaczonym pod buraki przyorano 350 q/ha obornika. W 1970 r. na całe pole płodozmianowe wysiano wapno w ilości 25 q CaO/ha.

Materiałem do badań były liście buraków cukrowych odmiany AJ Poly 1. Liście w ilości około 1 kg pobierano wraz z ogonkami ze środkowych okółków kilkunastu roślin w trzech powtórzeniach z każdego badanego obiektu wodnego i nawozowego. Próbkę liści pobierano w godzinach przedpołudniowych, w dni bezdeszczowe. W celu prześledzenia dynamiki zawartości podstawowych składników pokarmowych w liściach próbki pobierano w czterech terminach w ciągu okresu wegetacyjnego. Pierwszy termin pobierania próbek przypadał na II lub III dekadę czerwca, tj. między 60 a 70 dniem rozwoju buraków i wykonany był w parę dni po drugim nawożeniu pogłównym. Drugi termin przypadał cztery tygodnie po pierwszym, tj. 95-100 dni po siewie buraków, trzeci termin w II lub III dekadzie sierpnia, tj. między 130 a 140 dniem wegetacji. Czwarty termin pobierania próbek wykonano w 1971 r. 20 X, tj. tydzień przed sprzętem buraków, w 1972 r. — 27 IX, w okresie sprzętu i 1973 r. — 8 X, dwa tygodnie przed sprzętem, w fazie pełnej dojrzałości technolo-



Rys. 1. Przebieg opadów i nawodnień w latach 1971-1973

gicznej buraków. Dość znaczne zróżnicowanie czwartego terminu pobierania próbek dokonano świadomie, w celu znalezienia ewentualnych zależności między długością okresu wegetacyjnego a zawartością w liściach buraków podstawowych składników mineralnych.

W świeżych liściach buraków oznaczono suchą masę, a następnie pozostałą część próbki suszono pod lampami promiennikowymi w temp. 50-60°C i mielono. W wysuszonym i zmielonym materiale roślinnym oznaczono: azot ogólny metodą Kjeldahla, azot białkowy z zastosowaniem kwasu trójchlorooctowego, azot azotanowy metodą ksylenową. Pozostałą część azotu określono przyjmując, że zawiera ona głównie organiczne związki azotu, nie wchodzące w skład białka, jako N-rozpuszczalny organiczny i obliczone z różnicy między N-niebiałkowym i N-azotanowym. Natomiast N-niebiałkowy obliczono z różnicy między N-ogólnym i N-białkowym. Procentową zawartość białka surowego obliczono, mnożąc procentową zawartość azotu ogólnego przez współczynnik 6,25, natomiast procentową zawartość białka właściwego — mnożąc procentową zawartość azotu białkowego przez współczynnik 6,25. Fosfor oznaczono metodą wanadynianową, potas i wapń na fotometrze płomieniowym, a magnez metodą żółcieni tytanowej [37]. Ponadto w próbkach liści pobranych w IV terminie oznaczono popiół, włókno i tłuszcz. Wyniki podano w procentach absolutnie suchej masy. Dane liczbowe opracowano statystycznie [12]. Wydajność liści buraków wyrażoną w jednostkach owsianych obliczono, przyjmując, że 0,6 kg wartości skrobiowej równa się 1 jednostce owsianej. Do przeliczeń plonów liści na jednostki owsiane przyjęto odpowiednie współczynniki strawności dla przeżuwaczy wg Kellera [25], równoważniki skrobiowe wg Kellera oraz współczynniki dla niepełnowartościowości włókna wg Hansona.

WYNIKI BADAŃ

Plon liści. Analiza wariancji wykazała istotny wpływ nawożenia na plon liści buraków cukrowych. Uzyskane plony przedstawiono w tabeli 2. Na poletkach nawożonych dawką 2NPK uzyskano średni wzrost plonów liści o 31 q z ha, na poletkach 3NPK o 72 q z ha, zaś na 4NPK o 99 q z ha. Pod wpływem wyższych dawek NPK uzyskano wyższe plony liści, jednak zwyczajki plonu układały się różnie w poszczególnych latach badań. W roku 1971, szczególnie niekorzystnym pod względem wilgotności, przy ogólnie niskich zbiorach uzyskano jednocześnie najmniejsze zwyczajki plonów. Najniższy średni plon liści, wynoszący 216 q z ha, uzyskano na poletkach NPK, natomiast najwyższy — 272 q z ha 4NPK. Istotne różnice w plonach wystąpiły na poletkach nawożonych dawką 3NPK w porównaniu z NPK oraz na poletkach 4NPK w porównaniu z NPK i 2NPK.

Tabela 2

Plon liści buraków cukrowych odm. AJ Poly 1 w q/ha

Nawadnianie	Nawożenie	Rok			Średnio
		1971	1972	1973	
W ₀	NPK	213	144	436	265
	2NPK	214	184	469	289
	3NPK	211	228	457	299
	4NPK	191	269	498	319
W ₁	NPK	214	211	494	306
	2NPK	238	233	530	334
	3NPK	310	289	614	404
	4NPK	318	307	685	437
W ₂	NPK	222	252	460	311
	2NPK	242	286	529	352
	3NPK	278	315	595	396
	4NPK	306	323	639	423
Przedział ufności dla współdziałania P = 0,95		61,8	różnice nieistotne	różnice nieistotne	—
Średnio	W ₀	207	206	465	293
	W ₁	270	260	581	370
	W ₂	262	294	556	371
Przedział ufności dla nawodnień P = 0,95		34,9	różnice nieistotne	różnice nieistotne	—
Średnio	NPK	216	202	463	294
	2NPK	231	234	509	325
	3NPK	266	277	555	366
	4NPK	272	300	607	393
Przedział ufności dla nawożenia P = 0,95		34,2	61,1	58,8	—

Większe zróżnicowanie w plonach liści pod wpływem stosowanego w doświadczeniu nawożenia mineralnego zaobserwowano w 1972 r. Z poletek NPK zebrano średnio 202 q liści z ha, natomiast z 4NPK o 98 q więcej. Wzrost plonów uzyskany pod wpływem intensywniejszego nawożenia był niemal identyczny, jak średni z 3 lat badań. Ogólnie niskie plony liści uzyskane w 1972 r. tłumaczyć można niekorzystnym rozkładem opadów (szczególnie w czerwcu i sierpniu) oraz wyjątkowo niską temperaturą w ciągu całego okresu wegetacyjnego (tab. 1). Istotny wpływ czynników klimatycznych na wskaźniki ilościowe i jakościowe w uprawie buraków cukrowych stwierdzili Byszewski [2] i Trzebiński [61]. Uzyskanie wysokich plonów zarówno korzeni jak i liści uzależnione jest głów-

nie od dostatecznego zaopatrzenia w wodę i korzystnego rozkładu temperatur w okresie wegetacyjnym.

Najwyższe plony liści uzyskano w 1973 roku. Na poletkach NPK zebrano średnio 463 q liści z ha, natomiast na 4NPK 607 q z ha. Zwiększenie nawożenia NPK o 200 kg na ha powodowało wzrost plonów o 42 do 46 q z ha.

Nawadnianie buraków dało średnią wyżkę plonu 77,5 q z ha, przy czym na obiektach W_1 i W_2 uzyskano podobne zbiory (tab. 2). Podobnie jak w przypadku nawożenia, pod wpływem nawodnień uzyskano różne wyżki plonów w poszczególnych latach badań. Istotny wzrost plonów liści pod wpływem nawodnień zanotowano w 1971 roku. Na obiektach W_1 zebrano o 63, zaś na W_2 o 55 q z ha więcej w porównaniu z obiektami nie nawadnianymi. Charakterystyczne, że na obiektach nie nawadnianych stosowane w doświadczeniu nawożenie mineralne nie powodowało różnic w plonach, a nawet na poletkach 4NPK zebrano o 22 q liści mniej niż na NPK. Tłumaczyć to można tym, że w okresie krytycznym gospodarki wodnej buraków, tj. w lipcu, sierpniu i wrześniu zanotowano o około 50% niższe opady od optymalnych podanych przez Hohendorffa dla tego typu gleby.

W mokrym 1972 r. przeciętna wyżka plonów na obiektach W_1 wynosiła 54 q, zaś na obiektach W_2 — 88 q z ha. Jednak różnic nie udowodniono statystycznie. Jeszcze większe wyżki plonów liści, także nie udowodnione statystycznie, uzyskano w 1973 roku. Z obiektów W_1 zebrano przeciętnie 581 q, natomiast z W_2 556 q liści, tj. odpowiednio o 116 i 91 q z ha więcej w porównaniu z plonami uzyskanymi z obiektów nie nawadnianych.

Stosowane w doświadczeniu nawadnianie zwiększało plony liści średnio o 77 q z ha, tj. o 26%, co pokrywa się ze spostrzeżeniami innych autorów [3, 7, 9, 11], zdaniem których nawadnianie podnosi plon liści średnio o 25%. Na obiektach nawadnianych efektywność nawożenia była znacznie wyższa, co jest zgodne z wynikami licznych badań [2, 8, 22, 40, 45, 55]. Zwiększenie dawki NPK o 200 kg na ha powodowało wzrost plonów liści średnio o 30-57 q z ha.

Zawartość suchej masy w liściach. Procentowa zawartość suchej masy w liściach buraków cukrowych nie uległa większym zmianom pod wpływem nawadniania i nawożenia (tab. 3). Niewielkie obniżenie zawartości suchej masy pod wpływem intensywniejszego nawożenia zaobserwowano na obiektach nawadnianych. Najwięcej suchej masy zawierały liście zebrane w suchym roku 1973, najmniej natomiast w wilgotnym 1972 r. Należy jednak dodać, że różnice były niewielkie i średnio nie przekraczały 1%.

Tabela 3

Zawartość suchej masy w liściach buraków cukrowych (w %)

Nawadnianie	Nawożenie	Rok			Średnio
		1971	1972	1973	
W ₀	NPK	15,3	14,6	16,3	15,4
	2NPK	15,7	14,4	16,1	15,4
	3NPK	16,1	15,1	15,5	15,6
	4NPK	15,9	14,5	15,7	15,4
W ₁	NPK	15,5	15,3	15,8	15,5
	2NPK	15,4	14,5	15,9	15,3
	3NPK	15,0	14,5	15,6	15,0
	4NPK	15,2	14,1	15,4	14,9
W ₂	NPK	15,6	14,9	15,9	15,5
	2NPK	15,4	15,2	15,4	15,3
	3NPK	15,3	14,6	15,7	15,2
	4NPK	14,9	14,2	15,5	14,9
Średnio	W ₀	15,6	14,8	15,9	15,4
	W ₁	15,3	14,6	15,7	15,2
	W ₂	15,3	14,7	15,6	15,2
Średnio	NPK	15,5	14,9	16,0	15,5
	2NPK	15,5	14,7	15,8	15,3
	3NPK	15,5	14,7	15,6	15,2
	4NPK	15,3	14,3	15,5	15,1

Zarówno nawożenie (szczególnie wyższe dawki NPK) jak i nawadnianie zwiększało stosunek liści do krzeni. Spostrzeżenie to jest zgodne z wynikami badań innych autorów [8, 9]. Współczynnik ulistnienia, jak podaje Kalinowska-Zdun [23], jest wykładnikiem stosunku rzeczywistego plonu liści do plonu korzeni. Wielkość współczynnika ulistnienia zależała przede wszystkim od warunków wilgotnościowych, a w mniejszym stopniu od nawożenia (tab. 4). Najwyższą wartość (średnio 0,85) osiągnął omawiany wskaźnik w mokrym roku 1972, zaś najmniejszą (średnio 0,53) w 1971 r. Na obiektach W₁ stosunek liści do korzeni był wyższy średnio o 0,02, zaś na W₂ o 0,03 w porównaniu z obiektami nie nawadnianymi, przy czym w poszczególnych latach badań układał się nieco odmiennie. Nawadnianie podwyższało omawiany wskaźnik w 1971 r. średnio o 0,02, w roku 1972 o 0,02 na obiektach W₁ i 0,05 na W₂ oraz w 1973 roku o 0,01 na obu badanych wariantach wodnych.

Pod wpływem rosnących dawek NPK współczynnik ulistnienia nieznacznie zwiększał się. Na poletkach 4NPK wynosił on średnio 0,75, wobec 0,70 na NPK. Najwyższa dawka nawozów mineralnych w porównaniu z dawką najniższą podnosiła stosunek liści do korzeni o 0,06 w roku

Tabela 4

Współczynnik ulistnienia

Nawadnianie	Nawożenie	Rok			Średnio
		1971	1972	1973	
W ₀	NPK	0,49	0,81	0,78	0,69
	2NPK	0,48	0,80	0,75	0,68
	3NPK	0,55	0,82	0,77	0,71
	4NPK	0,55	0,84	0,83	0,74
W ₁	NPK	0,48	0,82	0,74	0,68
	2NPK	0,51	0,84	0,75	0,70
	3NPK	0,59	0,86	0,83	0,76
	4NPK	0,56	0,88	0,82	0,75
W ₂	NPK	0,54	0,86	0,75	0,72
	2NPK	0,54	0,90	0,78	0,74
	3NPK	0,50	0,87	0,81	0,73
	4NPK	0,57	0,87	0,81	0,75
Średnio	W ₁	0,52	0,83	0,78	0,71
	W ₁	0,54	0,85	0,79	0,73
	W ₂	0,54	0,88	0,79	0,74
Średnio	NPK	0,50	0,83	0,76	0,70
	2NPK	0,51	0,85	0,76	0,71
	3NPK	0,55	0,85	0,80	0,73
	4NPK	0,56	0,86	0,82	0,75

1971 i 1973, natomiast w mokrym roku 1972 — o 0,03. Jak wynika z tabeli 4, we wszystkich latach badań plon liści był mniejszy od plonu korzeni.

Skład chemiczny liści buraków cukrowych. O wartości pokarmowej roślin pastewnych decyduje między innymi zawartość białka, włókna, tłuszczu i bezazotowych substancji wyciągowych. Obok składników mineralnych składniki te mają decydujący wpływ na produktywność i zdrowotność zwierząt. W tabeli 5 zestawiono skład chemiczny absolutnie suchej masy liści. Badane czynniki doświadczenia modyfikowały zawartość białka, popiołu i bezazotowych substancji wyciągowych, natomiast procentowa zawartość włókna i tłuszczu nie ulegała większym zmianom. Należy dodać, że skład chemiczny liści różnił się w poszczególnych latach badań.

Największym zmianom pod wpływem nawożenia i nawadniania ulegała procentowa zawartość białka surowego, przy czym kierunek tych zmian, niezależnie od zmiennych warunków sezonowych, był w kolejnych latach badań podobny.

Tabela 5

Skład chemiczny liści buraków cukrowych
(% a.s.m.)

Nawadnianie i nawożenie	Białko surowe			Włókno surowe			Tłuszcz surowy			Popiół surowy			Bezasotowe substancje wyciągowe			
	1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1972	1973	
W ₀	NPK	16,0	17,1	15,5	17,5	15,4	16,2	1,84	2,45	2,65	16,5	18,3	17,0	48,2	46,7	48,7
	2NPK	16,5	17,9	16,9	17,1	15,1	16,4	1,91	2,40	2,48	16,2	18,3	17,7	48,3	46,3	46,5
	3NPK	16,6	18,6	17,7	16,9	15,7	16,9	1,82	2,57	2,44	17,3	18,1	18,3	47,4	45,0	44,7
	4NPK	17,4	18,6	19,2	17,3	15,7	16,8	2,10	2,49	2,81	17,5	18,7	18,8	45,7	44,5	42,4
W ₁	NPK	14,0	16,4	14,4	17,2	14,8	16,4	1,85	2,43	2,46	16,4	17,8	16,8	50,6	48,6	49,9
	2NPK	13,7	17,1	14,9	17,6	15,6	16,1	1,88	2,41	2,50	16,3	18,4	16,5	50,5	46,5	50,0
	3NPK	14,7	17,5	15,9	17,3	15,9	16,6	1,74	2,49	2,51	16,8	18,2	16,5	49,5	45,9	48,5
	4NPK	15,5	17,7	16,6	17,0	15,3	16,6	1,87	2,49	2,43	16,9	18,4	17,6	48,7	46,1	46,8
W ₂	NPK	13,7	15,9	13,8	17,0	15,5	16,0	1,82	2,32	2,31	16,1	18,1	16,5	51,4	48,2	51,4
	2NPK	14,4	16,6	14,1	17,6	15,4	16,5	1,80	2,45	2,48	15,9	18,4	17,1	50,3	47,2	49,8
	3NPK	14,7	17,2	15,8	16,9	15,3	16,3	1,88	2,40	2,39	16,5	18,5	16,8	50,0	46,6	48,7
	4NPK	15,7	17,6	16,9	17,4	15,3	16,7	1,84	2,48	2,48	17,1	18,5	18,6	48,0	46,1	45,3
Średnio	W ₀	16,6	18,1	17,3	17,2	15,5	16,6	1,92	2,48	2,60	16,9	18,4	18,0	47,4	45,5	45,5
	W ₁	14,8	17,2	15,4	17,3	15,4	16,4	1,84	2,46	2,48	16,6	18,2	16,9	49,5	46,7	48,8
	W ₂	14,6	16,8	15,1	17,2	15,4	16,4	1,84	2,41	2,42	16,4	18,4	17,3	49,8	47,0	48,8
Średnio	NPK	14,6	16,5	14,6	17,2	15,2	16,2	1,84	2,40	2,47	16,3	18,1	16,8	50,1	47,8	50,0
	2NPK	14,9	17,2	15,3	17,4	15,4	16,2	1,86	2,42	2,29	16,1	18,4	17,1	49,7	46,7	48,8
	3NPK	15,3	17,8	16,5	17,0	15,6	16,6	1,81	2,49	2,45	16,9	18,3	17,2	49,0	45,8	47,3
	4NPK	16,2	18,0	17,6	17,2	15,6	16,7	1,94	2,49	2,57	17,2	18,5	18,3	47,5	45,6	44,8

Zawartość białka surowego wahała się średnio od 15,3⁰% na poletkach NPK do 17,2⁰% na 4NPK i rosła w miarę stosowania wyższych dawek nawozów mineralnych. W latach o mniejszej ilości opadów (1971 i 1973) zaobserwowano większe przyrosty białka surowego w liściach.

Intensywniejsze nawożenie mineralne zwiększało zawartość popiołu surowego w liściach, natomiast zawartość bezazotowych substancji wyciągowych zmniejszała się. Podobny kierunek zmian w zawartości składników chemicznych pod wpływem stosowania wzrastających dawek azotu zaobserwowała Ponikiewska [48], badając wartość pokarmową wyki. Nie zaobserwowano wpływu nawożenia mineralnego na zawartość włókna i tłuszczu surowego.

Wpływ nawadniania na skład chemiczny liści zależał od warunków sezonowych. W latach suchych nawadnianie wyraźniej zmniejszało procentową zawartość białka surowego oraz popiołu surowego, a zwiększało zawartość bezazotowych substancji wyciągowych. Na obiektach W_1 liście zawierały mniej białka surowego średnio o 1,5⁰% i popiołu o 0,6⁰% w porównaniu z obiektami nie nawadnianymi. Jeszcze wyraźniejsze obniżenie zawartości białka surowego zaobserwowano na obiektach częściej nawadnianych (W_2).

W liściach zebranych z obiektów nie nawadnianych stwierdzono średnio 46,1⁰% bezazotowych substancji wyciągowych. Nawadnianie zwiększało zawartość omawianego składnika średnio o 2,2⁰% na obiektach W_1 i 2,4⁰% na W_2 . Procentowa zawartość włókna i tłuszczu surowego nie ulegała większym zmianom pod wpływem nawodnień.

Przeciętny z trzech lat badań skład chemiczny absolutnie suchej masy liści przedstawia się następująco: 17,5⁰% popiołu surowego, 16,2⁰% białka surowego, 16,4⁰% włókna surowego, 2,27⁰% tłuszczu surowego i 47,8⁰% bezazotowych substancji wyciągowych. Według Jahna i Waschkeita [cyt. za 59] w suchej masie liści znajduje się przeciętnie 24⁰% popiołu, 13,1⁰% białka surowego, 11,8⁰% włókna, 1,97⁰% tłuszczu i 48,6⁰% bezazotowych substancji wyciągowych. Natomiast wg Kellnera [25] w suchej masie liści znajduje się przeciętnie: 20⁰% popiołu, 14,3⁰% białka surowego, 13,6⁰% włókna, 1,48⁰% tłuszczu i 50,7⁰% bezazotowych substancji wyciągowych. Trzebiński i Radzimowski [62] badając wartość pokarmową niektórych odmian buraków cukrowych stwierdzili, że w liściach odmiany AJ4 znajduje się: 13,3⁰% popiołu, 13,1⁰% białka, 8,9⁰% włókna, 4,0⁰% tłuszczu i 60,7⁰% bezazotowych substancji wyciągowych, zaś w liściach odmiany Tetra-Tri Polanowice odpowiednio: 13,1⁰%, 11,0⁰%, 7,8⁰%, 4,5⁰% i 63,5⁰%. Jak widać z przytoczonych danych, występują stosunkowo duże rozbieżności odnośnie do zawartości podstawowych składników pokarmowych w liściach buraków cukrowych.

Różne wyniki uzyskane przez cytowanych autorów świadczą, że skład

chemiczny liści jest zmienny i zależy od wielu czynników. Starzyński [cyt. za 41] podaje, że skład chemiczny liści zależy od okresu wegetacji, odmiany, warunków glebowych, klimatycznych i uprawowo-nawożonych, a także od pory dnia.

Plony białka surowego i właściwego. Plony białka surowego i właściwego (jako funkcja plonów liści i procentowej zawartości białka surowego i właściwego) przedstawiono w tabelach 6 i 7. Niezależnie od kontrolowanych czynników doświadczenia znaczny wpływ na

Tabela 6

Plony białka surowego z 1 ha

Nawadnianie	Nawożenie	Zawartość białka surowego w g/kg świeżej masy liści				Plony białka surowego w q/ha			
		1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio
W_0	NPK	24,5	25,0	25,3	24,9	5,22	3,60	11,03	6,62
	2NPK	25,9	25,8	27,2	26,3	5,54	4,75	12,76	7,68
	3NPK	26,7	28,1	27,5	27,4	5,63	6,41	12,84	8,29
	4NPK	27,7	27,0	32,0	28,9	5,29	7,26	15,94	9,50
W_1	NPK	21,7	25,1	32,7	23,2	4,64	5,30	11,21	7,05
	2NPK	21,1	24,8	23,7	23,2	5,02	5,78	12,56	7,79
	3NPK	22,0	25,4	24,8	24,1	6,82	7,34	15,23	9,80
	4NPK	23,6	25,0	25,5	24,3	7,50	7,68	17,47	10,88
W_2	NPK	21,4	23,7	21,9	22,3	4,75	5,97	10,07	6,93
	2NPK	22,2	25,3	21,8	23,1	5,37	7,24	11,53	8,05
	3NPK	22,5	25,1	24,8	24,1	6,26	7,91	14,76	9,64
	4NPK	23,4	24,9	26,2	24,8	7,16	8,04	16,74	10,65
Średnio	W_0	26,2	26,5	28,0	26,9	5,42	5,51	13,14	8,02
	W_1	22,1	25,1	24,2	23,8	6,00	6,53	14,12	8,88
	W_2	22,4	24,8	23,7	23,6	5,89	7,29	13,28	8,82
Średnio	NPK	22,5	24,6	23,3	23,5	4,87	4,96	10,77	6,87
	2NPK	23,1	25,3	24,1	24,2	5,31	5,92	12,28	7,84
	3NPK	23,7	26,2	25,7	25,2	6,24	7,22	14,28	9,24
	4NPK	24,9	25,6	27,9	26,0	6,65	7,66	16,72	10,34

wysokość plonu białka, zarówno surowego jak i właściwego wywierały zmienne warunki wegetacji. Zdecydowanie najwyższe plony białka surowego i właściwego osiągnięto w 1973 roku. Przeciętnie uzyskano w tym roku 13,51 q białka surowego oraz 9,47 q białka właściwego. W 1971 r. uzyskano przeciętnie 5,77 q białka surowego i 4,19 q białka właściwego z 1 ha, a w 1972 r. odpowiednio 6,44 i 4,34 q z ha.

Stosowane w doświadczeniu nawożenie wyraźnie różnicowało plony białka. Największe plony w każdym roku badań uzyskano z poletek na-

Tabela 7

Plony białka właściwego z 1 ha

Nawadnianie	Nawo- żenie	Zawartość białka właściwego w q/kg świeżej masy liści				Plony białka właściwego q/ha			
		1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio
W ₀	NPK	17,2	16,7	18,1	17,3	3,66	2,40	7,89	4,65
	2NPK	18,5	17,3	19,1	18,3	3,96	3,18	8,96	5,37
	3NPK	19,7	19,3	18,4	19,1	4,16	4,40	8,41	5,66
	4NPK	20,8	18,4	20,9	20,0	3,97	4,95	10,41	6,44
W ₁	NPK	15,7	17,0	16,4	16,4	3,36	3,59	8,10	5,02
	2NPK	15,4	16,8	17,1	16,4	3,66	3,91	9,06	5,54
	3NPK	16,3	17,1	17,7	17,0	5,05	4,94	10,87	6,95
	4NPK	17,9	17,2	18,1	17,7	5,69	5,28	12,40	7,79
W ₂	NPK	14,9	15,8	16,0	15,6	3,31	3,98	7,36	4,88
	2NPK	15,7	16,8	16,0	16,2	3,80	4,80	8,46	5,69
	3NPK	16,1	16,4	17,6	16,7	4,48	5,17	10,47	6,71
	4NPK	17,0	16,9	18,6	17,5	5,20	5,46	11,18	7,28
Średnio	W ₀	19,1	17,9	19,1	18,7	3,94	3,73	8,92	5,53
	W ₁	16,3	17,0	17,3	16,9	4,44	4,43	10,11	6,33
	W ₂	15,9	16,5	17,1	16,5	4,20	4,85	9,37	6,14
Średnio	NPK	15,9	16,5	16,8	16,4	3,44	3,32	7,78	4,85
	2NPK	16,5	17,0	17,4	17,0	3,81	3,96	8,83	5,53
	3NPK	17,4	17,6	17,9	17,6	4,56	4,84	9,92	6,44
	4NPK	18,6	17,5	19,2	18,4	4,95	5,23	11,33	7,17

wożonych najwyższą dawką NPK. Średnio, przy zastosowaniu 200 kg NPK uzyskano 6,87 q białka surowego i 4,82 q białka właściwego, natomiast z poletok nawożonych 800 kg NPK odpowiednio 10,34 i 7,17 q z ha. Największe różnice w plonach pomiędzy poletkami skrajnie nawożonymi uzyskano w 1973 roku. Wynosiły one w przypadku białka surowego 5,59 q, zaś białka właściwego 3,55 q z ha. Różnice te w 1971 r. wynosiły odpowiednio 1,78 i 1,51 q, natomiast w roku 1972 — 2,70 i 1,90 q.

Nawadnianie buraków powodowało wyższą plon białka surowego średnio o 0,86 q na obiektach W₁ i 0,80 q na W₂. W przypadku białka właściwego wyższe plony wynosiły odpowiednio 0,80 i 0,61 q z ha (tab. 6 i 7). Największe wyższe plony białka surowego zanotowano w 1972 roku. Z obiektów W₁ zebrano o 1,02 q, a z obiektów W₂ o 1,78 q białka surowego więcej niż z obiektów nie nawadnianych. Największą różnicę w plonach białka właściwego między obiektami W₀ i W₁ zanotowano w 1973 r. i wynosiła ona 1,19 q, zaś między obiektami W₀ i W₂ w 1972 r. — 1,12 q. Porównując obiekty nawadniane widać, że wyższe plony zarówno białka surowego jak i właściwego uzyskano z obiektów częściej nawadnianych

jedynie w 1972 roku. W roku 1971 i 1973 z obiektów W_2 uzyskano niższe plony białka w porównaniu z W_1 .

Wartość pokarmowa liści w jednostkach owsianych. Wydajność liści buraczanych w jednostkach owsianych z 1 ha zależała przede wszystkim od wysokości plonu liści. Ilość jednostek owsianych w 1 kg liści wahała się średnio od 0,151 do 0,159, przyjmując mniejsze wartości na poletkach intensywniej nawożonych (tab. 8). Najwięcej

Tabela 8

Wydajność liści buraków cukrowych wyrażona w jednostkach owsianych z 1 ha

Nawadnianie	Nawożenie	Jednostki owsiane w 1 kg liści				Jednostki owsiane z 1 ha			
		1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio
W_0	NPK	0,156	0,166	0,151	0,158	3323	2390	6584	4099
	2NPK	0,161	0,164	0,146	0,157	3445	3018	6847	4437
	3NPK	0,163	0,157	0,151	0,157	3439	3580	6901	4640
	4NPK	0,159	0,157	0,143	0,153	3037	4223	7121	4794
W_1	NPK	0,160	0,163	0,158	0,160	3424	3439	7805	4880
	2NPK	0,153	0,161	0,151	0,157	3760	3751	8003	5159
	3NPK	0,153	0,158	0,150	0,154	4743	4566	9210	6173
	4NPK	0,155	0,156	0,143	0,151	4929	4789	9796	6505
W_2	NPK	0,162	0,162	0,156	0,160	3596	4082	7176	4951
	2NPK	0,159	0,156	0,156	0,156	3848	4490	8252	5530
	3NPK	0,157	0,159	0,151	0,156	4365	5009	8985	6120
	4NPK	0,151	0,157	0,142	0,150	4621	5071	9074	6255
Średnio	W_0	0,160	0,161	0,148	0,156	3311	3303	6853	4489
	W_1	0,157	0,160	0,151	0,156	4214	4136	8704	5685
	W_2	0,157	0,158	0,151	0,155	4108	4663	8372	5714
Średnio	NPK	0,159	0,164	0,155	0,159	3448	3304	7188	4646
	2NPK	0,159	0,162	0,151	0,157	3684	3753	7701	5042
	3NPK	0,158	0,158	0,151	0,156	4182	4385	8365	5644
	4NPK	0,155	0,157	0,143	0,151	4196	4694	8664	5851

jednostek owsianych w 1 kg liści stwierdzono w 1972 roku. Ilość ich wahała się średnio od 0,157 do 0,164. Najmniej natomiast w 1973 roku (od 0,143 na poletkach 4NPK do 0,155 na NPK). Plony jednostek owsianych wahały się średnio od 4646 na poletkach NPK do 5851 na 4NPK i wzrastały w miarę stosowania wyższych dawek nawozów mineralnych.

Największą wydajność liści buraczanych, wyrażoną w jednostkach owsianych z 1 ha, uzyskano w 1973 roku. Plony jednostek owsianych

w tym roku były około dwukrotnie wyższe niż w dwu pozostałych latach badań (tab. 8).

Nawadnianie nie wywierało określonego wpływu na zawartość jednostek owsianych w 1 kg liści buraków, jednak wyraźnie różnicowało plony jednostek owsianych z 1 ha. W poszczególnych latach badań różnice w ilości jednostek owsianych z 1 kg liści pomiędzy badanymi obiektami wodnymi średnio nie przekraczały 0,003. Na obiektach nawadnianych W_1 uzyskano o 1196, a na W_2 o 1225 jednostek owsianych z 1 ha więcej w porównaniu z obiektami nie nawadnianymi.

Największy przyrost plonu pod wpływem nawodnień uzyskano w 1973 r., gdzie na obiektach W_1 stwierdzono o 1851 jednostek owsianych więcej w porównaniu z obiektami nie nawadnianymi. Na obiektach częściej nawadnianych (W_2) uzyskano wyższe plony jednostek owsianych w porównaniu z W_1 jedynie w 1972 roku.

Przeciętny z trzech lat badań plon liści wynosił 345 q/ha, plon białka surowego strawnego 6,86 q/ha i 5296 jednostek owsianych. Plon białka surowego strawnego obliczono (plon białka surowego \times współczynnik strawności) w celu porównania wyników własnych z wynikami innych autorów, którzy plony białka podają w białku surowym strawnym.

Seidler, Pujszo i Ziółcka [52] badając wartość pokarmową buraków cukrowych odmiany AJ1, uprawianych na glebie gliniasto-piaszczystej, uzyskali — przy plonie liści 242 q/ha — 4,96 q białka surowego strawnego i 3509 jednostek owsianych. Tak niskie plony liści, białka i jednostek owsianych wynikają z bardzo niskiego nawożenia, zastosowanego przez wymienionych autorów.

Zawartość azotu ogólnego. Na procentową zawartość azotu ogólnego w liściach buraków cukrowych, oprócz kontrolowanych czynników doświadczenia, znaczny wpływ wywierały zmienne warunki wegetacji w poszczególnych latach badań oraz termin pobrania próbek (tab. 9). Najwięcej azotu zawierały liście w połowie czerwca (I termin pobierania próbek). W miarę rozwoju roślin zawartość tego składnika zmniejszała się. Najmniej azotu ogólnego oznaczono w próbkach liści pobranych w IV terminie 1971 roku. W dwu następnych latach badań pod koniec wegetacji w liściach wzrosła zawartość azotu. W liściach przeznaczonych na paszę, tj. pobranych w okresie sprzętu buraków, najwięcej azotu ogólnego stwierdzono w 1972 r. (najkrótszy okres wegetacji), najmniej natomiast w 1971 r. (najdłuższy okres wegetacji).

Analiza wariancji wykazała istotny wpływ nawożenia mineralnego na procentową zawartość N-ogólnego w liściach. Intensywniejsze nawożenie powodowało wzrost zawartości tego składnika. Największe przyrosty azotu ogólnego zaobserwowano w roślinach młodych (I i II termin pobrania

Tabela 9

Zawartość azotu ogólnego w liściach buraków cukrowych (% a.s.m.)

Nawożenie i nawadnianie	Terminy														
	I			II			III			IV					
	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973
W ₀	4,31	4,17	4,56	4,34	3,49	3,60	3,53	2,77	2,70	2,69	2,72	2,65	2,89	2,78	2,77
W ₁	4,21	4,30	4,59	4,37	3,34	3,45	3,35	2,61	2,61	2,45	2,56	2,31	2,75	2,47	2,51
W ₂	4,21	4,28	4,49	4,33	3,29	3,46	3,32	2,56	2,47	2,40	2,48	2,34	2,69	2,42	2,48
Przedz. ufn. dla nawo- nień P = 0,95	—*	—	—	—	0,22	0,17	0,07	0,09	0,08	0,13	0,11	—	0,13	—	0,13
NPK	3,86	3,93	4,16	3,98	2,94	3,26	3,00	2,40	2,35	2,25	2,33	2,33	2,63	2,33	2,43
2NPK	4,08	4,13	4,50	4,24	3,27	3,40	3,28	2,61	2,46	2,45	2,51	2,37	2,75	2,45	2,53
3NPK	4,40	4,37	4,66	4,48	3,44	3,62	3,57	2,69	2,70	2,63	2,67	2,45	2,84	2,64	2,64
4NPK	4,63	4,56	4,86	4,68	3,75	3,73	3,74	2,88	2,85	2,71	2,81	2,59	2,87	2,81	2,76
Przedz. ufn. dla nawoże- nia P = 0,95	0,21	0,12	0,08	—	0,12	0,14	0,06	0,09	0,07	0,03	0,06	0,05	0,07	—	0,07
Przedz. ufn. dla współ- działania P = 0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	0,08	—	—	—	—	—	0,12

* Różnica nieistotna.

próbek). Na poletkach 4NPK liście zawierały więcej azotu ogólnego średnio o 0,70% w I terminie i 0,74% w II terminie w porównaniu z NPK. Największe przyrosty azotu ogólnego w omawianych terminach zaobserwowano w 1971 r. (około 1%). W III terminie liście zebrane z poletek 4NPK zawierały więcej azotu w porównaniu z NPK średnio o 0,48% przy wahaniach od 0,46 w 1973 r. do 0,50% w roku 1972. Najmniejsze przyrosty na analogicznych poletkach zanotowano w IV terminie pobierania próbek. Średnio na poletkach 4NPK liście zawierały o 0,33% N-ogólnego więcej w porównaniu z NPK, przy wahaniach od 0,25 w roku 1972 do 0,48% w roku 1973.

Nawadnianie buraków obniżało istotnie zawartość azotu ogólnego w liściach. Największe różnice w zawartości tego składnika między obiektami nawadnianymi i nie nawadnianymi zaobserwowano w próbkach liści pobranych w IV terminie.

W roku 1971 łączna dawka wody 180 mm, zastosowana na obiektach W_2 , obniżyła procentową zawartość azotu ogólnego w liściach pobranych podczas sprzętu buraków o 0,31% w porównaniu z obiektami nie nawadnianymi. Mniejsze różnice w zawartości omawianego składnika między roślinami nawadnianymi i nie nawadnianymi zaobserwowano w 1972 r., co być może związane było z mniejszą dawką wody (115 mm) zastosowaną na obiektach W_2 . Największą różnicę w zawartości N-ogólnego w liściach pobranych z obiektów W_0 i W_2 zanotowano w IV terminie 1973 roku. Łączna dawka wody wynosząca 205 mm, zastosowana na obiekty W_2 , zmniejszyła zawartość azotu o 0,36%. Niewielkie opady w ostatnim okresie wegetacji oraz stosunkowo wysoka temperatura mogły spotęgować działanie wody w omawianym kierunku.

Nie stwierdzono wyraźnych różnic w zawartości N-ogólnego w liściach zebranych z obiektów W_1 i W_2 , z wyjątkiem próbek pobranych w III terminie roku 1972, gdzie na W_1 stwierdzono o 0,09, a na W_2 o 0,23% azotu mniej w porównaniu z obiektami nie nawadnianymi. Wytłumaczyć to można tym, że w okresie poprzedzającym III termin pobierania próbek na obiekty W_1 zastosowano 25 mm wody, a na W_2 85 mm. Tak znaczne zróżnicowanie dawki polewowej mogło spowodować większe różnice w zawartości azotu ogólnego w liściach zebranych z omawianych obiektów.

Zawartość azotu białkowego. Najwięcej azotu białkowego zawierały liście buraków cukrowych na początku okresu wegetacyjnego (I termin). W miarę rozwoju roślin zawartość tego składnika zmniejszała się (tab. 10). Istotny wpływ na procentową zawartość azotu białkowego wywierały badane czynniki doświadczenia. Stosowane w doświadczeniu dawki NPK od 200 do 800 kg na 1 ha, a w tym azotu od 65 do 260 kg/ha powodowały wzrost zawartości N-białkowego. Wielkość przyrostu zale-

Zawartość azotu białkowego w liściach buraków cukrowych (% a.s.m.)

Nawożenie i nawadnianie	Terminy															
	I			II			III			IV						
	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio				
W ⁰	3,32	3,18	3,09	3,20	2,27	2,57	2,47	2,44	1,89	1,88	2,01	1,93	1,94	1,96	1,93	1,94
W ₁	3,23	3,27	3,16	3,22	2,16	2,47	2,33	2,32	1,78	1,81	1,87	1,82	1,71	1,87	1,77	1,78
W ₂	3,23	3,28	3,03	3,18	2,15	2,44	2,33	2,31	1,76	1,75	1,83	1,79	1,67	1,79	1,75	1,75
Przedz. ufn. dla nawod- nień P = 0,95	—*	—	—	0,04	0,08	0,08	0,08	0,02	0,02	0,03	0,05	0,03	0,13	0,13	0,03	0,03
NPK	3,18	3,09	2,89	3,05	2,02	2,33	2,25	2,20	1,66	1,71	1,75	1,71	1,65	1,77	1,68	1,70
2NPK	3,23	3,20	3,05	3,16	2,16	2,46	2,35	2,32	1,78	1,77	1,87	1,81	1,71	1,85	1,76	1,77
3NPK	3,27	3,31	3,15	3,24	2,23	2,57	2,42	2,41	1,86	1,86	1,95	1,89	1,79	1,91	1,84	1,85
4NPK	3,36	3,37	3,26	3,33	2,34	2,62	2,48	2,48	1,96	1,91	2,04	1,97	1,93	1,96	1,98	1,96
Przedz. ufn. dla nawoże- nia P = 0,95	0,02	0,05	0,06	0,03	0,03	0,14	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03
Przedz. ufn. dla współ- działania P = 0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	0,01	—	—	—	—	—	—	0,06

* Różnica nieistotna.

zała od roku doświadczenia i terminu pobrania próbek. Największe przyrosty N-białkowego pod wpływem wzrastających dawek NPK zaobserwowano w liściach pobranych w I terminie 1973 roku. Na poletkach 4NPK stwierdzono o 0,37⁰/₀ N-białkowego więcej niż na poletkach NPK. W I terminie 1971 r. na analogicznych obiektach różnica wynosiła 0,18⁰/₀. Niezależnie od terminu pobrania próbek różnice w zawartości azotu białkowego w liściach pobranych z poletek skrajnie nawożonych były zbliżone i wynosiły przeciętnie od 0,26 do 0,28⁰/₀.

Nawadnianie buraków istotnie zmniejszało procentową zawartość azotu białkowego w liściach. Średnio największe różnice w zawartości omawianego składnika, spowodowane nawadnianiem, stwierdzono w IV terminie pobierania próbek. Liście pobrane z obiektów W_1 zawierały mniej N-białkowego średnio o 0,16⁰/₀, zaś z obiektów W_2 o 0,20⁰/₀ w porównaniu z obiektami nie nawadnianymi. W latach suchych, w których częściej nawadniano buraki (1971, 1973), zabieg ten wyraźniej obniżał zawartość azotu białkowego w liściach. Podobnie jak w przypadku azotu ogólnego, nie udowodniono różnic w zawartości N-białkowego w liściach zebranych z obiektów W_1 i W_2 .

Zawartość azotanów. Nawożenie azotem powoduje w mniejszym lub większym stopniu kumulację azotanów w roślinach [14, 15, 28, 32, 43, 44, 63]. W związku ze stosowaniem coraz wyższych dawek nawozów mineralnych należy liczyć się z możliwością występowania coraz większych stężeń jonów NO_3 w roślinach. Z chwilą poznania toksycznych właściwości azotanów problem zawartości tego składnika w roślinach nabiera coraz większego znaczenia [14, 15, 28, 39, 43, 53].

Wpływ zróżnicowanego nawożenia mineralnego i nawadniania na dynamikę N- NO_3 w liściach buraków cukrowych przedstawiono w tabeli 11. Zawartość azotanów w liściach zależała od wieku rośliny, warunków wegetacyjnych, nawożenia i nawadniania. Najwięcej tego składnika zawierały liście pobrane w I terminie. W kolejnych terminach (II-IV) stężenie azotanów wyraźnie i systematycznie malało, by w okresie sprzętu buraków osiągnąć wielkość kilkakrotnie mniejszą niż na początku wegetacji. Spostrzeżenie to jest zgodne z wynikami badań uzyskanymi przez Crawforda [5], Nowakowskiego i Sorensena [55]. Wyraźny wpływ na kumulację azotanów w liściach wywierały warunki atmosferyczne oraz długość okresu wegetacji w poszczególnych latach badań. Panuje jednoznaczna opinia co do wpływu niektórych czynników atmosferycznych na kumulację N- NO_3 w roślinach. Autorzy [5, 14, 55] zgodni są, że w warunkach mniejszej intensywności światła rośliny gromadzą więcej azotanów. Podzielone są opinie dotyczące wpływu temperatury i wilgotności na kumulację N- NO_3 w roślinach. Hanway i Engleborn [cyt. za 28] znaleźli

Tabela II

Zawartość N-NO₃ w liściach buraków cukrowych (% a.s.m.)

Nawadnianie i nawożenie	Terminy															
	I			II			III			IV						
	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio				
W ^o	0,395	0,584	0,621	0,533	0,260	0,523	0,579	0,454	0,155	0,242	0,342	0,246	0,060	0,147	0,204	0,137
W ₁	0,377	0,615	0,629	0,540	0,212	0,430	0,495	0,379	0,125	0,170	0,258	0,184	0,050	0,109	0,157	0,106
W ₂	0,384	0,574	0,655	0,538	0,206	0,429	0,521	0,385	0,121	0,154	0,261	0,179	0,030	0,099	0,162	0,100
Przedz. ufn. dla nawod- nień P = 0,95	—*	—	—		0,042	0,012	0,010		0,014	0,008	0,010		0,008	0,007	0,010	
NPK	0,254	0,439	0,507	0,400	0,072	0,278	0,400	0,250	0,032	0,090	0,159	0,094	0,027	0,057	0,077	0,054
2NPK	0,344	0,571	0,586	0,500	0,174	0,440	0,501	0,372	0,091	0,156	0,229	0,159	0,041	0,103	0,127	0,090
3NPK	0,430	0,641	0,662	0,578	0,284	0,515	0,571	0,457	0,154	0,224	0,336	0,238	0,051	0,136	0,215	0,134
4NPK	0,513	0,713	0,784	0,670	0,373	0,609	0,656	0,546	0,257	0,283	0,424	0,321	0,078	0,176	0,278	0,177
Przedz. ufn. dla nawoże- -nia P = 0,95	0,017	0,026	0,030		0,009	0,020	0,010		0,012	0,009	0,010		0,006	0,008	0,009	
Przedz. ufn. dla współ- działania P = 0,95	0,033	—	—		0,016	—	0,020		0,020	0,016	0,020		0,011	—	0,016	

* Różnica nieistotna.

większe stężenie N-NO₃ w kukurydzy i soi, rosnących w warunkach niedostatecznej wilgotności. W omawianym doświadczeniu najwięcej azotanów w ciągu całego okresu wegetacyjnego zawierały liście buraków w 1973 roku. O ile w latach 1971 i 1972 w liściach pobranych w IV terminie znaleziono 3-7 razy mniej N-NO₃ niż w I terminie, to w 1973 roku, gdzie w sierpniu i wrześniu zanotowano niewiele ponad 40 mm opadu, a jednocześnie wrzesień miał najwyższą średnią dobową temperaturę i największe nasłonecznienie, stwierdzono znacznie mniejszy spadek zawartości N-NO₃. Na poletkach 4NPK w IV terminie 1973 r. stwierdzono w liściach 0,320% N-NO₃, zaś w roku 1971 (najdłuższy okres wegetacji buraków) tylko 0,098%. Na poletkach nawożonych niższymi dawkami NPK zaobserwowano wyraźniejszy spadek stężenia azotanów w miarę rozwoju roślin, co w efekcie pogłębiało różnice między poletkami 1—4NPK.

Niezależnie od warunków wegetacyjnych i terminu pobrania próbek wzrastające dawki NPK powodowały istotny wzrost zawartości N-NO₃ w liściach buraków. Na poletkach skrajnie nawożonych zawartość azotanów wahała się średnio od 0,400 do 0,670% w I terminie, 0,250-0,546% w II, 0,094-0,321% w III i 0,054-0,177% w IV, osiągając największe wartości na poletkach 4NPK.

Analiza wariancji wykazała istotny wpływ nawadniania na zawartość N-NO₃ w liściach (tab. 10). Nawadnianie buraków zmniejszało stężenie azotanów w liściach pobranych w II terminie średnio od 0,069 do 0,075%, w III o 0,062-0,067% i w IV o 0,031-0,037%. Największe różnice w zawartości omawianego składnika między obiektami W₀ i W₁ wystąpiły w 1973 roku. Różnice w ilości azotanów oznaczonych w próbkach liści pobranych z obiektów W₁ i W₂ nie zostały udowodnione statystycznie, z wyjątkiem III terminu w roku 1972, w którym na W₂ stwierdzono istotnie mniej azotanów w porównaniu z W₁.

Jako maksymalne dopuszczalne stężenie azotanów w paszach, które nie wpływało ujemnie na zdrowie zwierząt, przyjmowano najczęściej 0,22% s. m., natomiast w przypadku, gdy dana pasza stanowi wyłączone źródło pokarmu dla zwierząt — 0,07% N-NO₃ w s. m. Według danych z Francji [cyt. za 27] zawartość N-NO₃ poniżej 0,4% s. m. można uważać za nieszkodliwą. Na podstawie przytoczonych danych, zarówno z badań innych autorów jak i własnych, należy sądzić, że problem zawartości azotanów w roślinach nie jest jeszcze dostatecznie poznany i w dobie intensywnego nawożenia wymaga dalszych szczegółowych badań zarówno polowych i laboratoryjnych jak i żywieniowo-zootechnicznych.

Większość autorów przyjmuje obecnie, że w odniesieniu do azotowych składników paszy oznaczenie w niej tylko zawartości azotu ogólnego stanowi kryterium niewystarczające. Większe znaczenie ma natomiast okreś-

lenie frakcji azotu — głównie białkowej i niebiałkowej. Przyjmuje się, że dobra pasza nie powinna zawierać więcej niż 25-30% azotu niebiałkowego. Stwierdzono [27, 57], że w wyniku stosowania wysokiego nawożenia mineralnego, a zwłaszcza azotowego, zawartość azotu białkowego rośnie, niemniej jednak jego procentowy udział w azocie ogólnym maleje.

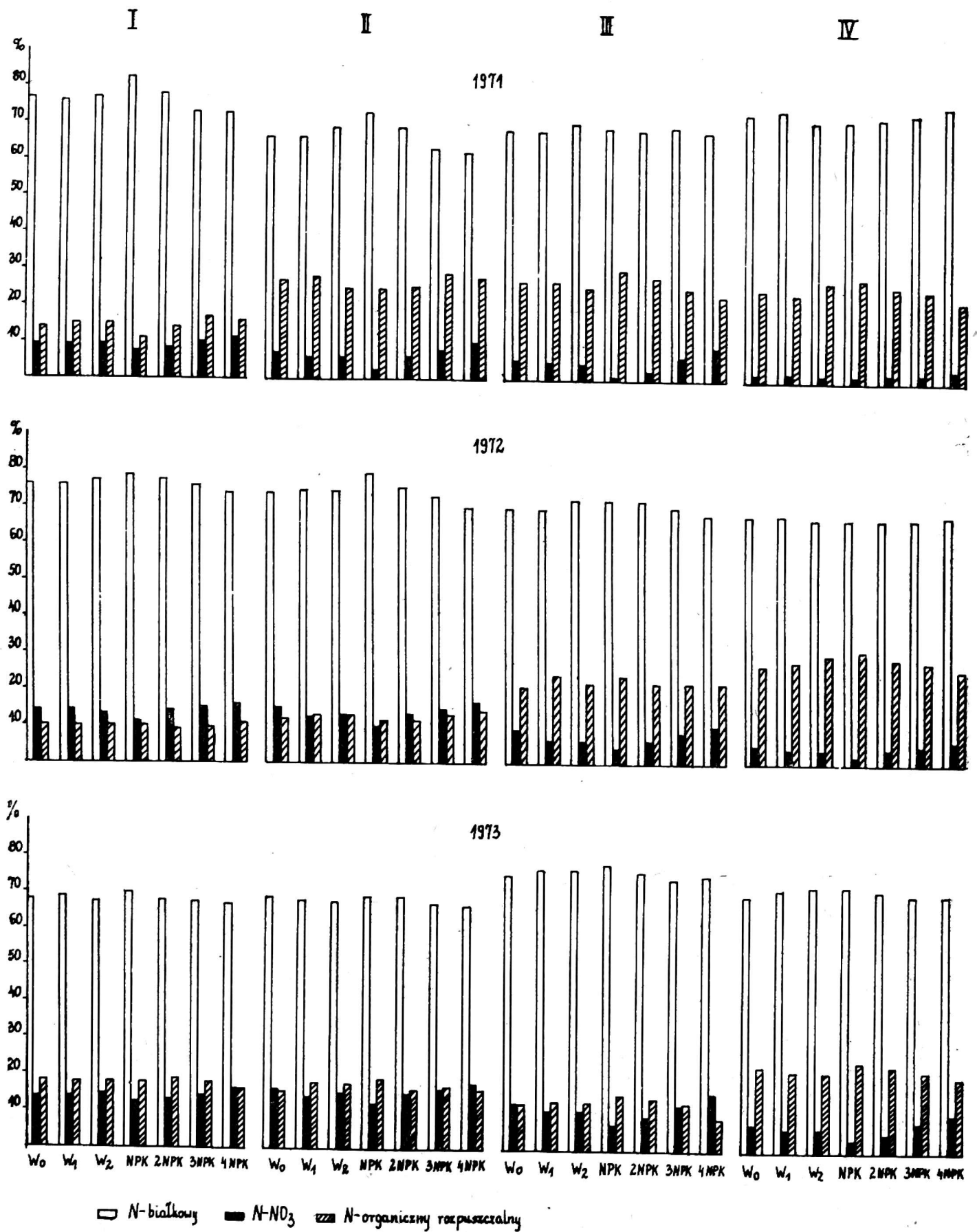
W celu prześledzenia relacji między poszczególnymi składnikami azotowymi na rysunku 2 przedstawiono ich procentowy udział w azocie ogólnym, którego zawartość w liściach przyjęto za 100%. Procentowy udział azotu białkowego w N-ogólnym ulegał znacznym zmianom w ciągu okresu wegetacyjnego i wahał się w granicach od 60 do 83%, w zależności od roku prowadzenia badań, terminu pobierania próbek oraz nawożenia. Intensywniejsze nawożenie zmniejszało na ogół udział azotu białkowego w N-ogólnym.

Udział azotanów zmniejszał się w ciągu okresu wegetacyjnego i w okresie sprzętu buraków wahał się w poletkach skrajnie nawożonych średnio od 1,2 do 3,6% w 1971 r., 2,1-6,1% w 1972 r. i 3,3-9,8% w roku 1973. Wyższe dawki NPK, niezależnie od roku badań i terminu pobierania próbek, powodowały zwiększenie udziału azotanów w azocie ogólnym.

Udział azotu organicznego rozpuszczalnego wahał się w granicach 8-30% i był na ogół większy w drugiej połowie okresu wegetacyjnego. Intensywniejsze nawożenie mineralne zmniejszało udział tej formy azotu w 1973 r. w ciągu całego okresu wegetacyjnego, natomiast w roku 1971 i 1972 tylko w III i IV terminie, a w I i II zaobserwowano zjawisko odwrotne.

Nawadnianie nie wywierało określonego wpływu na udział azotu białkowego i organicznego rozpuszczalnego w azocie ogólnym, natomiast udział azotanów zmniejszał się pod wpływem tego zabiegu.

Skład mineralny roślin w dobie intensywnego nawożenia — to zagadnienie, któremu poświęca się coraz więcej uwagi. Zdrowotność i wysoka produkcyjność zwierząt w dużej mierze zależą od składu mineralnego paszy. Dobra pasza powinna zawierać określone ilości podstawowych składników mineralnych, do których zalicza się: fosfor, potas, wapń i magnez. Spośród mineralnych składników pokarmowych roślin fosfor odgrywa jedną z ważniejszych ról w ich metabolizmie. Bierze udział w procesach oddychania, fotosyntezy w metabolizmie tłuszczowym, w przemianach azotowych i w budowie ważnych koenzymów [46]. Na pobieranie fosforu przez rośliny wpływa dawka i forma nawożenia azotowego oraz pH gleby [cyt. za 17]. Pobieranie fosforu trwa podczas całego okresu rozwoju buraków, jednak już po 86 dniach procentowa zawartość P w liściach ustala się i pozostaje na stałym poziomie (około 0,3% P w s. m.) do końca wegetacji.



Rys. 2. Procentowy udział azotu białkowego, azotu azotanowego i azotu organicznego rozpuszczalnego w azocie ogólnym w latach 1971-1973

Zawartość fosforu w liściach buraków cukrowych (% P a.s.m.)

Nawadnianie i nawożenie	Terminy															
	I			II			III			IV						
	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio
W ₀	0,402	0,395	0,477	0,425	0,336	0,303	0,322	0,320	0,291	0,252	0,293	0,279	0,251	0,239	0,282	0,257
W ₁	0,385	0,409	0,460	0,418	0,342	0,318	0,314	0,325	0,283	0,252	0,286	0,265	0,244	0,241	0,270	0,252
W ₂	0,391	0,411	0,463	0,421	0,326	0,312	0,316	0,318	0,289	0,265	0,282	0,279	0,239	0,255	0,274	0,256
Przedz. ufn. dla nawożenia	—*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P = 0,95	0,366	0,396	0,451	0,404	0,326	0,304	0,306	0,312	0,278	0,237	0,281	0,265	0,234	0,234	0,260	0,243
2NPK	0,392	0,383	0,452	0,409	0,329	0,312	0,307	0,316	0,284	0,254	0,281	0,273	0,240	0,249	0,280	0,259
3NPK	0,397	0,415	0,476	0,429	0,337	0,307	0,324	0,323	0,288	0,266	0,284	0,279	0,249	0,249	0,280	0,259
4NPK	0,415	0,426	0,487	0,443	0,347	0,320	0,331	0,333	0,299	0,268	0,301	0,289	0,255	0,247	0,285	0,262
Przedz. ufn. dla nawożenia	0,019	0,009	0,016	—	0,007	—	0,011	—	0,004	0,008	0,013	—	0,008	—	0,010	—
P = 0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Przedz. ufn. dla współdziałania	—	—	—	—	—	—	—	—	0,004	—	—	—	—	—	—	0,020
P = 0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* Różnica nieistotna.

W omawianym doświadczeniu procentowa zawartość fosforu w liściach zmniejszała się w miarę rozwoju buraków. Różna zawartość P oznaczona w analogicznych terminach poszczególnych lat badań świadczy o wpływie zmiennych warunków sezonowych, co podkreślił w swoich badaniach Lüdecke [34]. Stosowane w doświadczeniu dawki NPK powodowały istotny wzrost zawartości P w liściach, jednak nie występował on regularnie we wszystkich latach i okresach badań. Różnice w zawartości fosforu między poletkami skrajnie nawożonymi wynosiły średnio w I terminie 0,039%, w II — 0,021, w III — 0,024 i w IV — 0,019% (tab. 12). Nawadnianie nie wpływało na zawartość fosforu w liściach.

Podobne wyniki w doświadczeniu wazonowym z burakami uzyskał Łachowski [35,], z tym że przyrost fosforu pod wpływem stosowanych przez tego autora dawek NPK był wyraźniejszy. Bergman [cyt. na 4] podaje, że na przełomie czerwca i lipca liście buraków powinny zawierać 0,31-0,60% P w s. m., natomiast Chapman [4] uważa, że optymalna zawartość P w liściach w połowie sierpnia powinna wynosić 0,28%. Z badań Kellnera [25] wynika, że w okresie sprzętu buraków liście zawierają przeciętnie 0,25-0,32% P w s. m. W badaniach własnych w połowie czerwca liście zawierały przeciętnie 0,421% P w s. m., w połowie lipca 0,323%, w połowie sierpnia 0,274 i przy sprzęcie 0,255% P w s. m.

Pobieranie potasu wg Nowotny-Mieczyskiej [46] uzależnione jest od odczynu gleby, współdziałania z różnymi formami fosforu i azotu oraz od działania antagonistycznych pierwiastków, tj. wapnia, sodu i magnezu. Potas pobierany jest bardzo szybko i w roślinie jest bardzo ruchliwy. Zawartość potasu w roślinach jest znacznie większa niż innych składników mineralnych [33, 46]. Gromadzi się on głównie w częściach nadziemnych. W przypadku występowania w glebie dużej ilości przyswajalnego potasu rośliny pobierają go w nadmiarze [13]. W omawianym doświadczeniu zawartość potasu w liściach kształtowała się różnie, w zależności od wieku rośliny, nawożenia, nawodnienia i roku badań. Podobnie jak w przypadku fosforu, zawartość potasu w liściach zmniejszała się w ciągu okresu wegetacyjnego z około 5% K w I terminie do około 4% przy sprzęcie. Niezależnie od kontrolowanych czynników doświadczenia zmienne warunki sezonowe różnicowały zawartość tego składnika. W sezonach o mniejszej ilości opadów (1971 i 1973) liście zawierały więcej potasu. Większą koncentrację tego składnika stwierdzono w liściach zebranych z poletek intensywniej nawożonych (tab. 13). W większości przypadków wyższy poziom nawożenia istotnie zwiększał zawartość potasu. Różnice w zawartości tego składnika między poletkami skrajnie nawożonymi wynosiły średnio od 0,27 do 0,36%. Liście zebrane z obiektów nawadnianych zawierały więcej potasu średnio o 0,07 do 0,11% na W_1 i 0,11 do 0,14% na W_2 w porównaniu z obiektami nie nawadnianymi. Wykazane różnice nie

Tabela 13

Zawartość potasu w liściach buraków cukrowych (% K a.s.m.)

Nawożenie i nawadnianie	Terminy															
	I			II			III			IV						
	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio				
W ₀	5,27	4,60	5,19	5,02	5,04	4,22	4,64	4,63	4,62	4,10	4,46	4,39	3,81	3,86	4,02	3,90
W ₁	5,24	4,71	5,21	5,07	5,15	4,35	4,74	4,74	4,66	4,21	4,51	4,46	3,87	4,02	4,10	3,99
W ₂	5,25	4,59	5,29	5,04	5,11	4,40	4,79	4,77	4,68	4,28	4,60	4,52	3,91	4,07	4,06	4,01
Przedz. ufn. dla nawod- nień P = 0,95	—*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,14	—	—
NPK	5,07	4,51	5,13	4,90	4,98	4,20	4,55	4,58	4,45	4,05	4,39	4,30	3,75	3,84	3,92	3,84
2NPK	5,12	4,56	5,20	4,96	5,09	4,24	4,66	4,66	4,58	4,17	4,40	4,38	3,86	3,97	3,98	3,94
3NPK	5,33	4,69	5,27	5,10	5,14	4,34	4,83	4,77	4,76	4,23	4,59	4,53	3,92	3,99	4,08	4,00
4NPK	5,49	4,78	5,32	5,20	5,18	4,51	4,84	4,84	4,82	4,32	4,66	4,60	3,93	4,17	4,22	4,11
Przedz. ufn. dla nawoże- nia P = 0,95	0,08	0,10	—	—	—	0,14	0,14	—	0,10	—	0,06	—	—	0,11	0,08	—
Przedz. ufn. dla współ- działania P = 0,95	0,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,11	—	—	0,19	—	—

* Różnica nieistotna.

zostały udowodnione statystycznie z wyjątkiem IV terminu 1972 r., w którym nawadnianie istotnie zwiększyło zawartość K w liściach.

W badaniach Łachowskiego [35] i Rojka [51] nawożenie wyraźniej zwiększało zawartość K w liściach buraków. Wadleigh i Richards [cyt. za 26] podają, że istnieje zależność między wilgotnością gleby a zawartością potasu w roślinach. Zmniejszenie wilgotności gleby obniża zawartość K w roślinach. Kępka [26] uważa, że zmiany wilgotności gleby mogą powodować wzrost lub zmniejszenie zawartości potasu, przy czym w warunkach optymalnych wzrost wilgotności gleby przyczynia się do wzrostu zawartości K w roślinach. Zgodne są na ogół opinie dotyczące górnej granicy zawartości potasu w paszach, która wynosi 2,0% K w s. m. Wyższa akumulacja potasu w paszy może spowodować zaburzenia w organizmie zwierzęcym [cyt. za 32], a szczególnie w przypadku, gdy dana pasza stanowi wyłączone źródło pożywienia zwierzęcia.

W omawianym doświadczeniu liście zebrane podczas sprzętu buraków zawierały dwukrotnie więcej potasu w porównaniu z dopuszczalnym stężeniem tego składnika w paszy. Zdecydowało o tym przypuszczalnie wysokie nawożenie potasu (90 do 360 kg K na 1 ha) oraz dobra zasobność gleby w ten składnik (powyżej 15 mg K w 100 g gleby).

We wszystkich trzech latach badań liście buraków zawierały zbliżone ilości wapnia (tab. 14). Procentowa zawartość wapnia w liściach nie uległa większym zmianom, zarówno w ciągu okresu wegetacyjnego jak i w poszczególnych latach badań. Najmniej wapnia stwierdzono w liściach zebranych z poletok 4NPK, przy czym różnice w zawartości tego składnika między obiektami skrajnie nawożonymi były niewielkie i wynosiły przeciętnie 0,04-0,06%. Rojek [51] w doświadczeniu z burakami pastewnymi uzyskał podobne zależności. Łachowski [35] wykazał, że niższe dawki NPK podnosiły, natomiast wyższe obniżały procentową zawartość wapnia w liściach.

Na obiektach nawadnianych liście zawierały mniej wapnia średnio o 0,07 na W_1 i 0,09% na W_2 w II terminie, 0,07 i 0,08% na analogicznych obiektach wodnych w III terminie oraz 0,04 i 0,05% w IV terminie w porównaniu z obiektami nie nawadnianymi. Wykazane różnice nie zostały udowodnione statystycznie. Przyjmuje się, że zawartość wapnia w paszy powinna wynosić około 0,7% Ca w s.m. W badaniach własnych liście zebrane podczas sprzętu zawierały około 1,0% Ca w a. s. m.

Magnez spełnia ważną rolę w procesach życiowych, przebiegających w organizmach roślinnych. „Kieruje” między innymi procesem asymilacji CO_2 i oddychaniem [46]. Przy niedostatecznym zaopatrzeniu w magnez buraki cukrowe dają niższy plon korzeni i cukru, pobierają mniej fosforu [33, 46].

W omawianym doświadczeniu procentowa zawartość Mg w liściach

Zawartość wapnia w liściach buraków cukrowych (% Ca a.s.m.)

Nawożenie i nawadnianie	Terminy															
	I			II			III			IV						
	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio				
W ₀	1,02	1,02	1,21	1,08	1,17	1,12	1,09	1,13	1,15	1,10	1,12	1,12	1,05	1,01	0,97	1,01
W ₁	1,07	1,07	1,22	1,12	1,08	1,06	1,02	1,06	1,09	1,01	1,04	1,05	1,02	0,95	0,94	0,97
W ₂	1,09	1,03	1,18	1,10	1,09	1,03	0,99	1,04	1,11	0,99	1,03	1,04	1,00	0,96	0,91	0,96
Przedz. ufn. dla nawod- nień P = 0,95	—*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NPK	1,07	1,06	1,21	1,11	1,14	1,11	1,06	1,10	1,13	1,06	1,08	1,09	1,08	0,97	0,95	1,00
2NPK	1,07	1,02	1,22	1,10	1,12	1,07	1,04	1,08	1,15	1,03	1,07	1,08	1,03	1,00	0,96	1,00
3NPK	1,06	1,08	1,21	1,12	1,11	1,07	1,01	1,06	1,10	1,03	1,06	1,06	1,00	0,96	0,94	0,97
4NPK	1,02	1,01	1,15	1,06	1,08	1,02	1,01	1,04	1,06	1,01	1,05	1,05	0,97	0,97	0,91	0,95
Przedz. ufn. dla nawoże- nia P = 0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Przedz. ufn. dla współ- działania P = 0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* Różnica nieistotna.

Zawartość magnezu w liściach buraków cukrowych (% Mg a.s.m.)

Nawożenie i nawadnianie	Terminy															
	I			II			III			IV						
	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	średnio				
W ₀	0,72	0,70	0,69	0,70	0,65	0,64	0,62	0,63	0,68	0,65	0,65	0,64	0,60	0,59	0,53	0,57
W ₁	0,68	0,67	0,67	0,67	0,61	0,59	0,56	0,59	0,65	0,82	0,52	0,60	0,51	0,52	0,44	0,49
W ₂	0,70	0,65	0,68	0,68	0,62	0,59	0,57	0,60	0,62	0,60	0,51	0,58	0,50	0,50	0,46	0,49
Przedz. ufn. dla nawo- nień P = 0,95	—*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,04	0,02	—	0,03
NPK	0,69	0,66	0,66	0,67	0,60	0,60	0,54	0,58	0,64	0,59	0,50	0,58	0,51	0,52	0,45	0,49
2NPK	0,70	0,67	0,69	0,69	0,60	0,60	0,59	0,60	0,65	0,60	0,53	0,59	0,54	0,52	0,44	0,50
3NPK	0,70	0,67	0,67	0,68	0,65	0,60	0,60	0,62	0,63	0,64	0,55	0,61	0,53	0,55	0,50	0,53
4NPK	0,71	0,69	0,69	0,70	0,65	0,61	0,60	0,62	0,67	0,67	0,56	0,63	0,56	0,55	0,53	0,55
Przedz. ufn. dla nawoże- nia P = 0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,03
Przedz. ufn. dla współ- działania P = 0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* Różnica nieistotna.

zmniejszała się w ciągu okresu wegetacji (tab. 15). Nawadnianie istotnie zmniejszało zawartość tego składnika w liściach zebranych podczas sprzętu buraków, co być może związane jest ze znacznie wyższym plonem liści uzyskanym z obiektów nawadnianych. Nawożenie nieznacznie zwiększało zawartość tego składnika. W doświadczeniu wazonowym z burakami cukrowymi Łachowski [35] uzyskał znacznie większe przyrosty magnezu w liściach pod wpływem stosowanych poziomów NPK. Przyjmuje się, że dobra pasza powinna zawierać nie mniej niż 0,15-0,20‰ Mg w s. m. W omawianym doświadczeniu liście zebrane podczas sprzętu zawierały około 0,55‰ Mg w s. m.

Obok bezwzględnej zawartości składników mineralnych w paszy istotne znaczenie posiada ich wzajemny stosunek. Optymalny stosunek wapnia do fosforu w paszach dla przeżuwaczy wynosi wg Munka [cyt. za 32] około 1,5, natomiast wg Maynarda i Loosli [cyt. za 32] od 0,5 do 2,0. Należy podkreślić, że w omawianym doświadczeniu stosunek Ca:P w liściach był zdecydowanie za wysoki, co przy wyższych od optymalnych zawartościach wapnia i niskich zawartościach fosforu jest zrozumiałe. Badane czynniki doświadczenia obniżyły omawiany wskaźnik (tab. 16), ale nie do tego stopnia, żeby uznać go za korzystny z punktu żywienia zwierząt.

Tabela 16

Stosunek wapnia do fosforu i potasu do sumy magnezu i wapnia

Nawadnianie i nawożenie	Ca:P				K:(Mg + Ca)			średnio
	1971	1972	1973	średnio	1971	1972	1973	
W ₀	4,19	4,25	3,48	3,97	2,31	2,41	2,69	2,47
W ₁	4,21	3,94	3,48	3,88	2,53	2,73	2,96	2,74
W ₂	4,21	3,78	3,29	3,75	2,61	2,80	2,97	2,79
NPK	4,62	4,13	3,67	4,14	2,36	2,59	2,82	2,59
2NPK	4,31	4,02	3,48	3,94	2,46	2,60	2,87	2,64
3NPK	4,02	3,89	3,32	3,74	2,60	2,65	2,85	2,70
4NPK	3,87	3,92	3,19	3,66	2,55	2,75	2,94	2,75

Szczególnie duże znaczenie w utrzymaniu zdrowotności zwierząt przypisuje się stosunkowi K : (Mg + Ca) w paszach. Kamp i Hart [cyt. za 16] wykazali, że omawiany stosunek wynoszący powyżej 2,2 wywoływał wzrost zachorowań na tężyczkę. W oparciu o tę liczbę dokonuje się selekcji rajgrasu angielskiego, eliminując z hodowli klony o stosunku K : (Mg + Ca) wyższym od 2,26 [cyt. za 32]. W badaniach własnych omawiany wskaźnik był za wysoki i wahał się średnio od 2,48 do 2,91, przy czym pod wpływem nawożenia i nawodnienia wzrastał (tab. 16).

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń polowych i badań laboratoryjnych wyciągnięto następujące wnioski i spostrzeżenia:

1. W miarę wzrostu dawki NPK wzrastał plon liści buraków cukrowych, przy czym efektywność nawożenia była znacznie wyższa w warunkach nawodnień. Wyraźny wpływ na wysokość plonu liści wywierały zmienne warunki wegetacji.

2. Najwyższy plon białka oraz największą wydajność liści, wyrażoną w jednostkach owsianych, uzyskano na obiektach nawadnianych, stosując najwyższy poziom nawożenia mineralnego (800 kg NPK na 1 ha).

3. W ciągu okresu wegetacji następowały zmiany w zawartości składników pokarmowych w liściach. Wraz z rozwojem roślin zmniejszała się zawartość N-ogólnego, N-białkowego, N-NO₃, fosforu, potasu i magnezu, natomiast zawartość wapnia nie ulegała większym zmianom.

4. Wzrastające dawki nawozów mineralnych powodowały w liściach zwiększenie zawartości azotu ogólnego, azotu białkowego, azotu azotanowego, fosforu, potasu i magnezu. Przyrost zawartości omawianych składników był różny, w zależności od dawki NPK i zmiennych warunków wegetacji.

5. Nawadnianie obniżało zawartość magnezu, wapnia i wszystkich badanych form azotu oraz zwiększało zawartość potasu w liściach. Szczególnie wyraźnie (16-35%) zmniejszała się zawartość N-NO₃.

6. W suchym roku liście buraków intensywnie nawożonych, a nie nawadnianych, zawierały nadmierną ilość azotu azotanowego.

7. Niezależnie od nawożenia i nawadniania liście buraków cukrowych zawierały nadmierną ilość potasu oraz miały niekorzystny stosunek wapnia do fosforu i potasu do sumy magnezu i wapnia.

LITERATURA

1. Boguslawski E., Atanasium N., Zamani R.: Nährstoffaufnahme und Nährstoffverhältnis im Laufe der vegetation bei Zuckerüben. Zucker, 16 i 17, 1961.
2. Byszewski W.: Wyniki badań nad ustaleniem ważniejszych czynników limitujących plony buraka cukrowego. Zesz. nauk. SGGW, Rolnictwo, 10, 1967.
3. Byszewski W. Kiełbaska M.: Perspektywy dalszego zwiększenia plonów buraka cukrowego przez nawadnianie. Nowe Rol., 14, 1969.
4. Champan H. D.: Foliar samplin for determining the nutrient status of crops. World Crops, 16,3, 1964.
5. Crawford R. F., Kennedy W. K., Johnson W. C.: Some factors that affect nitrate accumulation in forages. Agron. J. 53, 3, 1961.
6. Dillon M., Schmehl W.: Sugarbeet as influenced by width nitrogen fertilization and planting date. J. Am. Soc. Sug. Beet Technol. 16, 7, 1971.
7. Dzieżyc D.: Wpływ deszczowania i wysokich dawek nawozów mineralnych na plonowanie buraków i ziemniaków. Zesz. probl. Post. Nauk roln. 110, 1971.

8. Dzieżyc J.: Agrotechnika roślin nawadnianych. Post. Nauk rol. 1, 1974.
9. Dzieżyc J.: Deszczowanie buraków cukrowych. Nowe Rol., 10, 1967.
10. Dzieżyc J.: Efekty produkcyjne i pieniężne nawadniania buraków cukrowych przy różnych poziomach nawożenia mineralnego. Biuletyn IHAR, 3-4, 1974.
11. Dzieżyc J., Trybała M.: Zmiany wilgotności gleby i roślin oraz zużycie wody w łanie buraków i zbóż pod wpływem nawadniania i nawożenia. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 110, 1970.
12. Elandt E.: Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczalnictwa rolniczego. PWN Warszawa 1964.
13. Goralski J.: Żywienie roślin i nawożenie. PWRiL Warszawa, 1961.
14. Gordon C. H., Decker A. M., Wiseman H. G.: Some effect of nitrogen fertilizer maturity and light on the composition of orchard-grass. Agron. J. 54, 5, 1962.
15. Griffith G.: Nitrate content of herbage at diferent manurial levels. Nature 185, 1960.
16. Grunes D. L., Stont P. R., Brownell J. R.: Grass tetany of ruminants. Advances in Agronomy 19, 1972.
17. Gutmański J.: Pobieranie azotu, fosforu, potasu, sodu, wapnia i magnezu przez trzy odmiany buraka cukrowego. Biuletyn IHAR 3-4, 1966.
18. Hanway J. J., Engleborn A. J.: Nitrate accumulation in some Iowa crop plants. Agron. J. 50, 6, 1958.
19. Hart M. L.: Uber den Einfluss von Klima, Dúngung Alter und genetischer Herkunft auf die chemische Zusammensetzung von Grass. Z. Acker-u. Pflanzenbau. 125, 1, 1967.
20. Hawiger A.: Nowoczesne technologie uprawy buraków cukrowych. Centralna Biblioteka Rolnicza, 1967.
21. Hodowla buraka cukrowego. Praca zbiorowa pod redakcją W. Brykczyńskiej, A. Filutowicza i Z. Renbenbauera, PWRiL, Warszawa 1962.
22. Hoffmann E., Barne: Die Auswertung lomgjähriger Reihen von Fel dversuchs eträgen in Verbinaung mit agrarmeteorologischen. Thaer-Arch. 9, 7, 1965.
23. Kalinowska-Zdun M.: Sposoby zwiększania plonów i wartości pokarmowej liści buraków cukrowych. Nowe Rol. 6, 1968.
24. Kaltofen H.: Zusammenfassende der gemeinesam durchgeführten forschungsarbeiten über die stickstoffdúngung des graslandes. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 150, 1973.
25. Kellner O., Becker M.: Grundzüge der Fütterungslehre, Hamburg und Berlin 1966.
26. Kępką M.: Wpływ warunków środowiska na zawartość potasu w roślinie. Post. Nauk rol. 5, 1969.
27. Koter Z.: Nawożenie azotowe a skład chemiczny traw. Nowe rolnictwo 7, 1971.
28. Koter Z.: Gromadzenie azotanów w roślinach i ich wpływ na organizm zwierzęcy. Post. Nauk rol. 3, 1967.
29. Koter Z.: Fizjologiczne podstawy współdziałania azotu i potasu w żywieniu roślin uprawnych. Post. Nauk rol. 1, 1973.
30. Krumbiel D.: Burak cukrowy jako roślina pastewna. Nowe Rol. 21, 1965.
31. Lehman K.: Działanie różnych form azotu i magnezu na plony ziemniaków oraz zawartość składników pokarmowych. Roczn. Nauk rol. ser. A, 87, 2, 1973.
32. Lehman K.: Zawartość niektórych form azotu oraz fosforu, potasu i magnezu, wapnia i sodu w zielonej masie żyta poplonowego. Roczn. Nauk rol. ser. A, 97, 4, 1971.
33. Lüdecke H., Nitsche M.: Über das Stickstoff-Kalium-Verhältnis bei Zuckerrüben

- und dessen Einfluss auf Ertrag, Qualität und Zuckerausbeute-Zucker, 7, 1964.
34. Lüdecke H., Nitsche M.: Entwicklungsverlauf verschiedener Zuckerrübensorter. Land. Angew. Wiss. 5, 1959.
 35. Łachowski J.: Wyniki doświadczeń z mineralnym nawożeniem buraków cukrowych w Polsce. Roczn. Nauk rol. ser. A, 93, 2, 1967.
 36. Malicki L.: Efektywność deszczowania oraz intensywnego nawożenia niektórych roślin na glebie lessowej. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 140, 1973.
 37. Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych, cz. II. Badanie materiału roślinnego. IUNG — Puławy 1972.
 38. Miczyński J.: Nawożenie buraków cukrowych w świetle doświadczeń polskich. Biuletyn IHAR 15, 1957.
 39. Murphy L. S., Smith G. E.: Nitrate accumulation in forage crops. Agron. J, 59, 2, 1967.
 40. Najdin P., Muzykantow P.: Osnownoje udobrienije zjablju. Sacharnaja Swiokła 10, 10, 1965.
 41. Nawożenie roślin uprawnych. Praca zbiorowa pod redakcją J. Goralskiego, PWRiL, Warszawa 1970.
 42. Nehring K.: Wpływ nawożenia azotowego na zawartość i jakość białka w roślinach pastewnych. Zesz. nauk. WSR Kraków, 44, 1969.
 43. Nienstedt E. F.: Zur Nitratfrage bei Futterpflanzen Wirtschaftseig. Futter 12, 1, 1966.
 44. Nowakowski T. Z.: Effects of nitrogen fertilizers on total nitrogen, soluble nitrogen and soluble carbohydrate content of grass. J. Agric. Sci. 59, 1962.
 45. Nowicki A.: Badanie nad efektywnością nawożenia buraków cukrowych w warunkach produkcyjnych. Biuletyn IHAR 5-6, 1969.
 46. Nowotny-Mieczyńska A.: Fizjologia mineralnego żywienia roślin. PWRiL, Warszawa 1963.
 47. Podkówka W.: Nowoczesne metody kiszzenia pasz. PWRiL, Warszawa 1968.
 48. Ponikiewska T.: Stan badań nad wartością pokarmową wyki ozimej w porównaniu z innymi roślinami pastewnymi. Post. Nauk rol. 1, 1973.
 49. Primost E.: Der Einfluss von Stickstoffdüngung Bodemast und Witterung auf dem Rüberertrag und Zuckergehalt der Zuckerrübe, Z. Zuckerrindustrie 1959, 9, 453.
 50. Rocznik statystyczny 1975, GUS, Warszawa 1975.
 51. Rojek S.: Badania nad deszczowaniem roślin pastewnych i łąki przy różnych poziomach nawożenia. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 140, 1973.
 52. Seidler S., Pujszo K., Ziółcka A.: Wartość pokarmowa buraków cukrowych, pastewnych i marchwi hodowli krajowej. Roczn. Nauk rol. ser. B, 71, 2.
 53. Singlair K. B., Jones D. J. N.: Nitrate toxicity in sheep. J. Sci. Food. Agric. 15, 10, 1964.
 54. Siwicki S.: Wpływ poziomu nawożenia azotem na plony różnych typów buraków cukrowych przy zmiennej rozstawie roślin w rzędach. Biuletyn IHAR 12, 1961.
 55. Sorensen Ch.: The influence of nutrition on the nitrogenous constituents of plants. Acta Agric. Scand. 12, 1962.
 56. Starzycki S.: Problematyka hodowli roślin w okresie intensyfikacji produkcji roślinnej w PRL. Post. Nauk rol. 2, 1973.
 57. Stuczyński E.: Wpływ nawożenia azotem na wysokość i jakość plonu kupkówki (*Dactylis glomerata*) uprawianej na paszę. Pam. Puł. 36, 1969.
 58. Świetlikowska W.: Liście buraków cukrowych jako wartościowa pasza. Nowe Rol. 1, 1970.

59. Świetlikowska W.: Liście buraków cukrowych jako pasza. Nowe Rol. 6, 1968.
60. Tarariko A. G.: Soderżanije pitatielnych wieszczestw w rastienijach sacharnoj swiokły i wieliczina jej urożaja pri raznych usłowijach wyraszcziwanija. Agrochimija, 5, 1969.
61. Trzebiński J.: Wpływ ekstremów klimatycznych na wegetację i jakość buraków cukrowych. Gazeta Cukr. 76, 1968.
62. Trzebiński J., Radzimowski T.: Badanie wartości paszowej niektórych odmian buraków cukrowych, pastewnych, brukwi, marchwi i rzepy ścierniskowej. Hod. Rośl. Aklim. i Nasien. 8, 22, 1964.
63. Wright M. J., Davison K. L.: Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. Advan. Agron. 16, 1964.

Л. Новак

ВЛИЯНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО УДОБРЕНИЯ И ОРОШЕНИЯ НА ДИНАМИКУ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И КОРМОВУЮ ЦЕННОСТЬ ЛИСТЬЕВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Резюме

В 1971-1973 гг. проводились полевые опыты с сахарной свеклой на глинистой почве. Исследовалось влияние дифференцированного уровня минерального удобрения (200, 400, 600 и 800 кг NPK на 1 га) и орошения, применяемого в критических периодах водного баланса сахарной свеклы, при понижении влажности почвы до 60% (В₁) и 75% (В₂) полевой водной емкости на динамику содержания основных кормовых веществ, химический состав а также производительность листьев, выраженную в урожае белка и овсяных единицах с 1 га. Течение осадков и орошения приводится на рис. 1, отклонения от средних многолетних осадков и температуры в табл. 1, урожай листьев, содержание сухой массы в листьях и коэффициент листвы в табл. 2-4, химический состав листьев в табл. 5, урожай сырого и свойственного белка в табл. 6-7, производительность листьев, выраженную в количестве овсяных единиц с 1 га в табл. 8, содержание общего азота, белкового азота и азотнокислого азота в табл. 9-11, процентный состав N-белкового, N-NO₃ и N-органического, растворяемого в N-общем на рис. 2, процентное содержание фосфора, калия, кальция и магния, а также соотношение кальция к фосфору и калию к сумме магния и кальция в табл. 12-16.

Было установлено, что по мере увеличения дозы NPK увеличивался урожай листьев сахарной свеклы, при чем эффективность удобрения была значительно выше в условиях орошений.

Четкое влияние на величину урожая листьев производили дифференцированные условия вегетации. Наиболее высокий урожай белка и наибольшая производительность листьев, выраженная в овсяных единицах, была получена на орошаемых объектах с применением наиболее высокого уровня минерального удобрения (800 кг NPK на 1 га). В течение периода вегетации происходили изменения в содержании кормовых веществ в листьях. С развитием растений уменьшалось процентное содержание общего азота, белкового азота, азотнокислого азота, фосфора, калия и магния, но зато содержание кальция не подвергалось большим изменениям. Увеличивающиеся дозы минеральных удобрений вызы-

вали повышение содержания общего азота, белкового азота, азотнокислого азота, фосфора, калия и магния в листьях. Увеличение содержания вышеуказанных веществ дифференцировалось в зависимости от дозы NPK и условий вегетации.

Орошение уменьшало содержание магния, кальция и всех исследуемых форм азота, а также увеличивало содержание калия в листьях. Особенно отчетливо (16-35%) уменьшилось содержание $N-NO_3$. В сухой год, листья свеклы интенсивно удобряемой но неорошаемой, содержали слишком большое количество азотнокислого азота. Независимо от удобрения и орошения листья сахарной свеклы содержали чрезмерное количество калия и характеризовались невыгодным соотношением $Ca : P$ и $K : (Mg + Ca)$.

L. Nowak

THE INFLUENCE OF DIFFERENTIATED FERTILIZATION AND IRRIGATION ON THE DYNAMICS OF BASIC NUTRITIONAL COMPONENTS' CONTENT AND THE FEEDING VALUE OF SUGAR BEET LEAVES

Summary

In years 1971-1973 a field experiment with sugar beet was carried out in clay soil. The result of this experiment showed the influence of differentiated level of mineral fertilization (200, 400, 600, and 800 kg of NPK/ha) and irrigation applied in the critical periods of sugar beet water economy at the decline of soil humidity up to 60% (W_1) and 75% (W_2) ppw*, on the dynamics of some basic nutritional components, chemical composition and the yield of leaves represented by protein crops and oat units of 1 ha. The rainfalls and the irrigation are shown in figure 1, the deviations from many years' mean rainfalls and temperature in table 1, crops of leaves, the content of dry matter in leaves and the coefficient of leafage in tables 2-4, the chemical composition of leaves in table 5, the crops of crude and true protein in tables 6-7, the yield of leaves expressed in the quantity of oat units from 1 ha in table 8, the content of total nitrogen, protein nitrogen in tables 9-11, the percentage of protein N, $N-NO_3$ and organic N soluble in total N — in table 2, the percentage of phosphorus, potassium, calcium and magnesium as well as the relation of phosphorus to potassium to the sum of magnesium and calcium in tables 12-16.

It was found out that the increased dose of NPK made the crops of leaves increased. while the effectiveness of fertilization was significantly higher under the conditions of irrigations. The changeable conditions of vegetation had a conspicuous influence on the crops of leaves. The best yield of protein and leaves expressed in oat units was obtained on the irrigated areas with the highest level of mineral fertilization (800 kg of NPK/ha). During the vegetation period the changes in the content of nutritional components in leaves were observed. Simultaneously with the growing of plants the percentage of total nitrogen, protein nitrogen, and nitrate nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium decreased while the quantity of calcium did not change much. The increasing doses of mineral

* Water capacity of the field.

fertilizers caused the increase of nitrogen, protein nitrogen, nitrate nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium in the leaves. The increase of the content of the described components differed according to the dose of NPK and changeable conditions of vegetation. The irrigation decreased the content of magnesium, calcium and all the examined forms of nitrogen but it increased the content of potassium in the leaves. The content of $N-NO_3$ decreased significantly (16-35%). When the year was dry the intensively fertilized but not irrigated leaves of beet contained an excessive quantity of nitrate nitrogen. The excessive amount of potassium in the leaves of sugar beet and unfavourable relation $Ca : P$ and $K : (Mg + Ca)$ did not depend either on fertilization or irrigation.