

WPŁYW NAWADNIANIA NA POBIERANIE SKŁADNIKÓW
POKARMOWYCH I WYKORZYSTANIE NAWOZÓW
PRZEZ ROŚLINY UPRAWNE NA GLEBACH LEKKICH

EINFLUSS DER BEWÄSSERUNG AUF DIE NÄHRSTOFFAUFNAHME UND DIE
DÜNGERAUSNUTZUNG DURCH KULTURPFLANZEN AUF LEICHTEN BÖDEN

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ
НА ВОСПРИНИМАНИЕ КОРМОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УДОБРЕНИЙ КУЛЬТУРАМИ НА ЛЕГКИХ ПОЧВАХ

JÓZEF DZIEŻYC, MIECZYŚLAW TRYBAŁA, STANISŁAW ROJEK

Katedra Rolniczego Użytkowania Terenów Zmeliorowanych Wyższej Szkoły Rolniczej
we Wrocławiu

Kierownik: prof dr Józef Dzieżyc

W doświadczeniach z nawadnianiem i wysokim nawożeniem roślin na glebach lekkich, które prowadzimy od 1961 r. w Katedrze Rolniczego Użytkowania Terenów Zmeliorowanych, stwierdzaliśmy systematycznie bardzo korzystny wpływ tych czynników na wysokość plonów. Uzyskiwane zwwyżki osiągały często 50—100% lub więcej, zależnie od gatunku roślin i przebiegu pogody w danym roku. Nasuwało się w związku z tym pytanie, jak wpływa nawadnianie i wysokie nawożenie na skład chemiczny uzyskiwanych ziemiopłodów oraz jaki jest wpływ nawadniania na wykorzystanie nawozów mineralnych. Aby odpowiedzieć na to pytanie, pobieraliśmy odpowiednie próbki materiału roślinnego do analiz chemicznych, oznaczaliśmy procentową zawartość azotu, fosforu i potasu, a po uwzględnieniu wysokości zebranych plonów obliczaliśmy ilość składników pokarmowych pobranych w różnych warunkach nawożenia i nawadniania.

Przedstawione w tej pracy materiały pochodzą z kilkuletnich doświadczeń polowych przeprowadzonych w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Swojcu na madzie lekkiej całkowitej (V kl. bonitacyjna) i w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Samotworze na madzie lekkiej i średniej na piasku lub żwirze (IV kl. bonitacyjna). W doświadczeniach tych stosowano oprócz dawek NPK przeciętnie zalecanych w praktyce, także dawki 2-, 3- lub 4-krotnie większe.

Porównanie ilości składników pobranych w plonie z ilością składników wniesionych w postaci nawozów mineralnych pozwala wnioskować o wpływie wody na wykorzystanie nawozów. Trzeba jednak zaznaczyć, że przytoczone w tabelach dane dotyczą przeważnie tylko produktów podstawowych, a nie uwzględniają produktów ubocznych, jak słoma i korzenie roślin zbożowych lub liście roślin korzeniowych.

Oznaczenie składu chemicznego średnich prób obiektowych z 3—4 powtórzeń poletkowych zostało wykonane oddzielnie dla każdego roku, a podane w tabelach liczby są średnimi arytmetycznymi. Analizy wykonano przy pomocy powszechnie stosowanych metod, a mianowicie: ogólną zawartość azotu oznaczono metodą Kjeldahla, zawartość fosforu — metodą kolorymetryczną, zaś zawartość potasu — metodą płomieniową.

Jak widać z danych dla buraków cukrowych, marchwi i kukurydzy (tab. 1), przeważnie stwierdzano ujemny wpływ nawadniania na procentową zawartość badanych składników. Zwiększenie ilości pobrania poszczególnych składników przy wyższym nawożeniu było stosunkowo małe, natomiast pod wpływem nawadniania osiągało przeciętnie 30—50%, zarówno przy mniejszych, jak też większych dawkach NPK.

Z danych dla pszenicy ozimej i jarej oraz owsa (tab. 2) wynika, że zwiększenie dawek NPK powodowało prawie we wszystkich przypadkach zwiększenie procentowej zawartości azotu i fosforu, a rzadko zwiększenie zawartości potasu w suchej masie ziarna. Największe różnice stwierdzono w zawartości azotu, zwłaszcza na poletkach nie nawadnianych. Nawadnianie powodowało wyraźne zmniejszenie procentowej zawartości potasu i azotu oraz nieznaczne zmniejszenie zawartości fosforu w ziarnie.

Ogólna ilość odpowiednich składników pobranych w plonie z 1 ha była wyraźnie większa na poletkach silniej nawożonych, jednak w miarę zwiększania dawek nawozowych względna zwyczajka pobrania tych składników malała. Zastosowanie nawadniania powodowało zwiększenie pobranej ilości wszystkich składników nawozowych przez wszystkie badane rośliny i to zarówno przy niższych, jak też przy wyższych dawkach NPK. W przypadku zbóż procentowa zwyczajka pobrania N dzięki nawadnianiu była większa przy niższych dawkach nawozowych.

Ilość pobranych składników zwiększyła się pod wpływem nawadniania u owsa o 1—22%, u pszenicy jarej o 13—33%, u pszenicy ozimej o 12—49%, zależnie od gleby i dawki nawozowej. Pobranie P_2O_5 wzrosło u owsa o 0—68%, u pszenicy jarej o 16—49% a u pszenicy ozimej o 16—34%. Odpowiednie zwyczajki pobrania K_2O wynosiły: 0—50%, 0—38% i 4—19%.

Aby lepiej zilustrować zjawisko współdziałania nawozów i wody oraz wpływ nawadniania na wykorzystanie nawozów przez roślinę, przytaczamy w tabeli 3 część wyników doświadczenia z pszenicą ozimą w 1965 r.

Tabela 1

Wpływ dawki nawozowej i nawadniania na procentową zawartość i pobranie składników w plonie buraków cukrowych, marchwi i kukurydzy (w % świeżej masy¹)

Einfluss der Düngergabe und der Bewässerung auf den Prozentgehalt und die Aufnahme von Nährelementen in den Erträgen von Zuckerrüben, Möhren und Mais (in % frischer Masse¹)

Влияние навозной дозы на процентное содержание и восприятие элементов в урожае сахарной свёклы, моркови и кукурузы (в % свежей массы¹)

Składnik nawożenia — Düngen element — Навозный элемент	Dawka nawozowa — Dünger — Навозная доза kg/ha	Zawartość w świeżej masie Gehalt in frischer Masse Содержимое в свежей массе		Pobranie w plonie Aufnahme im Ertrag Восприятие в урожае		— Dawka nawozowa — Dünger gabe — Навозная доза kg/ha	Zawartość w świeżej masie Gehalt in frischer Masse Содержимое в свежей массе		Pobranie w plonie Aufnahme im Ertrag Восприятие в урожае	
		nie nawadniane ohne Bewässerung неорошаемые	nawadnianie — różnica mit Bewässerung Unter schied орошаемые разница	nie nawadniane ohne Bewässerung неорошаемые	nawadnianie — wyżka mit Bewässerung Über- schuss орошаемые повышение		nie nawadniane ohne Bewässerung неорошаемые	nawadnianie — różnica mit Bewässerung Unter schied орошаемые разница	nie nawadniane ohne Bewässerung неорошаемые	nawadnianie — wyżka mit Bewässerung Über- schuss орошаемые повышение
		%	%	kg/ha	%		%	%	kg	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Buraki cukrowe — korzenie, Swojec 1963—1964

Zuckerrüben — Wurzeln Swojec 1963—1964

Сахарная свекла — корни, Своец 1963—1964

N	26	0,17	+0,01	40,3	44	78	0,17	0	50,8	37
P ₂ O ₅	26	0,13	+0,01	30,0	51	78	0,13	0	38,8	37
K ₂ O	52	0,61	0	144,5	36	156	0,60	+0,01	167,4	49

Buraki cukrowe — korzenie, Samotwór 1965

Zuckerrüben — Wurzeln

Сахарная свекла — корни, Самогтур 1965

N	70	0,19	—0,01	39,0	28	140	0,19	—0,0	44,8	33
P ₂ O ₅	40	0,11	—0,03	22,6	0	80	0,08	0,0	18,9	33
K ₂ O	60	0,46	—0,02	94,4	29	120	0,40	+0,04	94,4	47

Marchew — korzenie, Swojec 1962—1964

Möhren — Wurzeln

Морковь — корни, Своец 1962—1964

N	26	0,23	—0,01	109,6	32	78	0,23	0	113,4	37
P ₂ O ₅	26	0,13	+0,01	59,4	48	78	0,13	+0,01	60,0	41
K ₂ O	52	0,60	0	279,8	38	156	0,59	+0,06	291,0	50

c. d. tab. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Kukurydza — zielonka² Swojec 1965

Mais — Grünfutter

Кукуруза — зеленая масса², Своец 1965

N	62,5	1,24*	—0,24	100,7	35	125	1,45	—0,15	80,8	61
P ₂ O ₅	62,5	0,66	—0,18	36,8	80	125	0,48	+0,17	41,0	54
K ₂ O	75	4,18	—0,67	168,6	44	150	3,07	+0,89	156,7	41

Uwaga:

1 Sucha masa buraków wynosiła 20—26%, zaś marchwi 13,6—16,1%.

2 Zawartość składników kukurydzy podana jest w % absolutnie suchej masy.

Bemerkung:

1 Trockene Rübenmasse betrug 20—26%, Möhren 13,6—16,1%.

2 Der Gehalt der Bestandteile von Mais ist in % absolut trockener Masse gegeben.

Примечания:

1 Сухая масса сахарной свеклы равнялась 20—26%, а моркови 13,6—16,1%.

2 Содержимое элементов кукурузы представлена в % абсолютно сухой массы.

Tabela 2

Wpływ nawadniania przy różnych dawkach nawozowych na procentową zawartość i pobranie składników w plonie zbóż

Einfluss der Bewässerung auf den Prozentgehalt und die Aufnahme von Nährelementen in Getreideerträgen bei verschiedenen Gaben an Düngern

Влияние орошения при разных навозных дозах на процентное содержание и восприятие элементов в урожае злаков

Składnik nawozowy — Düngerelement — Навозный элемент	Dawka nawozowa — Düngergabe — Навозная доза kg/ha	Zawartość w suchej masie Gehalt in trockener Masse Содержимое в сухой массе		Pobranie w plonie Aufnahme im Ertrag Восприятие в урожае		Składnik nawozowy — Düngerelement — Навозный элемент	Dawka nawozowa — Düngergabe — Навозная доза kg/ha	Zawartość w suchej masie Gehalt in trockener Masse Содержимое в сухой массе		Pobranie w plonie Aufnahme in Ertrag Восприятие в урожае	
		nie nawadniane ohne Bewässerung неорошаемые %	nawadniane — różnica mit Bewässerung Unter schied орошаемые разница %	nie nawadniane ohne Bewässerung неорошаемые kg/ha	nawadniane — zwyżka Bewässerung Überschuss орошаемые — повышение %			nie nawadniane ohne Bewässerung неорошаемые %	nawadniane — różnica mit Bewässerung Unter schied орошаемые разница %	nie nawadniane ohne Bewässerung неорошаемые kg/ha	nawadniane zwyżka — mit Bewässerung Überschuss орошаемые — повышение %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Pszenica ozima (ziarno + słoma), Swojec 1965

Winterweizen (Körner + Stroh)

Озимая пшеница (зерно + солома), Своец 1965

N	40	1,17	—0,11	41,8	49	N	160	1,19	—0,33	82,9	32
P ₂ O ₅	28	0,63	—0,28	22,9	34	P ₂ O ₅	112	0,42	—0,05	36,6	32
K ₂ O	32	0,90	+0,05	70,3	12	K ₂ O	128	1,50	—0,35	108,0	19

c. d. tab. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pszenica ozima — ziarno, Samotwór 1963—1965											
Winterweizen (Körner)											
Озимая пшеница — зерно, Самогтур 1963—1965											
N	50	2,25	—0,21	48,9	14	N	100	2,30	—0,21	58,6	12
P ₂ O ₅	40	0,98	0	21,3	23	P ₂ O ₅	80	1,04	—0,05	26,2	16
K ₂ O	40	0,67	—0,10	14,8	9	K ₂ O	80	0,66	—0,12	16,8	4
Pszenica jara — ziarno, Swojec 1962—1964											
Sommerweizen — Körner											
Яровая пшеница — зерно, Своец 1962—1964											
N	30	1,96	—0,13	19,2	33	N	90	2,39	—0,46	39,5	13
P ₂ O ₅	30	0,76	—0,02	8,8	49	P ₂ O ₅	90	0,98	—0,21	20,3	16
K ₂ O	30	0,54	—0,02	6,8	38	K ₂ O	90	0,55	—0,05	11,1	32
Pszenica jara — ziarno, Samotwór 1962—1965											
Sommerweizen — Körner											
Яровая пшеница — зерно, Самогтур 1962—1965											
N	50	2,28	—0,03	47,6	27	N	100	2,53	—0,21	63,6	19
P ₂ O ₅	40	0,98	0	20,8	25	P ₂ O ₅	80	1,01	—0,14	25,2	26
K ₂ O	40	0,84	—0,22	17,8	0	K ₂ O	80	0,79	—0,22	19,7	0
Owies — ziarno, Swojec 1965											
Hafer — Körner											
Овес — зерно, Своец 1965											
N	60	1,13	—0,01	83,0	6	N	120	1,36	—0,23	98,5	1
P ₂ O ₅	42	0,72	—0,27	33,3	68	P ₂ O ₅	84	0,87	—0,17	63,0	0
K ₂ O	48	2,11	—0,65	111,1	50	K ₂ O	96	1,90	—0,20	137,6	9
Owies — ziarno, Samotwór 1962—1965											
Hafer — Körner											
Овес — зерно, Самогтур 1962—1965											
N	50	2,22	—0,01	44,5	22	N	100	2,53	—0,19	64,1	13
P ₂ O ₅	40	1,07	—0,08	21,5	16	P ₂ O ₅	80	1,07	—0,03	26,8	20
K ₂ O	40	0,76	—0,13	15,9	5	K ₂ O	80	0,82	—0,17	21,7	0

Rok ten był zasobny w wiosenne opady, bowiem w kwietniu, maju i w czerwcu miesięczne sumy opadów były znacznie większe od średnich wieloletnich.

Jak widać z załączonych w tabeli danych, na poletkach nie nawadnianych, mimo dwu-, trzy- lub czterokrotnego zwiększenia dawki NPK ilość składników zawartych w plonie ziarna była prawie jednakowa (nie stwierdzono także istotnych różnic w plonach). Zastosowanie małych dawek

Tabela 3

Wpływ nawadniania przy różnych dawkach azotowych na pobranie składników w plonie pszenicy ozimej — odmiana Żelazna, Swojec, 1965

Einfluss der Bewässerung auf die Aufnahme der Nährelemente

in Winterweizenerträgen — Eisensorte — bei verschieden Düngergaben, Swojec 1965

Влияние орошения при разных навозных дозах на восприятие элементов в урожае озимой пшеницы — видоизменение Желязна, Своец, 1965

Dawka NPK kg/ha NPK — Gabe kg/ha Доза кг/га	Składniki pobrane w ziarnie pszenicy w kg/ha Die entnommenen Elemente in den Weizenkörnern in kg/ha Элементы воспринятые зерном пшеницы в кг/га					Wykorzystanie nawozów w % Düngernutzung in % Использование навозов в %
	popiół Asche зола	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	razem NPK	
					NPK	
					zusammen вместе	
<p>Nie nawadniana Ohne Bewässerung Неорошаемая</p>						
100	190,7	37,8	31,4	5,2	74,4	74
200	263,5	45,4	38,4	6,3	90,1	45
300	168,3	37,2	29,0	5,9	72,1	24
400	223,2	37,2	32,9	4,4	74,5	19
<p>Nawadniana — 35 mm Bewässert — 35 mm Орошаемая — 35 мм</p>						
100	245,2	38,5	37,1	6,6	82,2	82
200	255,9	49,8	42,1	6,4	98,3	49
300	366,4	57,5	43,4	6,9	100,9	34
400	205,2	35,7	34,8	5,9	76,4	19
<p>Nawadniana — 60 mm Bewässert — 60 mm Орошаемая — 60 мм</p>						
100	369,2	48,8	42,3	6,4	97,5	98
200	250,8	56,2	47,0	8,6	111,8	56
300	417,1	55,6	47,4	7,8	110,8	37
400	431,2	75,9	54,2	13,1	143,2	36

Uwaga — Bemerkung — Примечание: N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 07 : 08

wody (35 mm) pozwoliło znacznie zwiększyć pobranie NPK w ziarnie, zwłaszcza na poletkach nawożonych w ilości 200 i 300 kg/ha. Nawadnianie większą dawką jeszcze bardziej zwiększyło pobranie N, P₂O₅ i K₂O na wszystkich dawkach nawozowych. Największe jednak pobranie składników i zwiększenie współczynnika wykorzystania nawozów wystąpiło

na poletkach nawożonych największą dawką NPK. Widać to wyraźnie z liczb zawartych w dwóch ostatnich kolumnach tabel. Ilość NPK pobrana w ziarnie na poletkach nawożonych dawką 100 kg/ha stanowiła 74% dawki nawozowej a w pszenicy nawożonej 400 kg/ha — tylko 19%. Na poletkach nawadnianych w ilości 60 mm wody wykorzystanie takich samych dawek NPK zwiększyło się odpowiednio do 98% i 36% dawki nawozowej. Przy dawce nawozowej 100 kg NPK na 1 ha i nawadnianiu pobranie składników w ziarnie osiągnęło 97,5 kg, zaś przy dawce nawozowej 400 kg pobranie osiągnęło 143,2 kg czystych składników nawozowych, czyli ilość 2-krotnie większą niż bez nawadniania. Tym przede wszystkim można tłumaczyć, że plony na poletkach kontrolnych wynosiły 21,5 q/ha, a na nawadnianych osiągnęły 34,5 q/ha.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Autoren haben mehrjährige Feldversuchsergebnisse (1962—1965) auf leichten Böden mit Bewässerung von Zuckerrüben, Möhre, Mais, Winter- und Sommerweizen, und Hafer auf Grund verschiedener Gaben von Mineraldünger dargestellt. In den untersuchten Pflanzen wurde der Gehalt an N, P_2O_5 und K_2O in % bestimmt, und derselbe in den Erträgen berechnet sowie mit der Menge der Düngergaben verglichen. Die ermittelten Ergebnisse sind in Tab. 1, 2 und 3 dargestellt.

Auf Grund der durchgeführten Untersuchungen haben die Autoren folgende Schlüsse gezogen:

1. Beregnung der Pflanzen an leichten Böden verursachte meistens eine prozentige Abnahme des Gehaltes an Stickstoff und Phosphor in den Getreidekörnern und in frischer Masse der Rüben- und Möhrenkörpern.

2. Bei Hackfrüchten war der Überschuss an den unter dem Einfluss der Beregnung aufgenommenen Düngerelementen höher als beim Getreide und betrug meistens 30—50%. Bei den Getreidearten stieg die Aufnahme von Nährelementen unter dem Einfluss der Beregnung im Falle N bis 49%, P_2O_5 bis 68%, und K_2O bis 50%, und nur ausnahmsweise war sie kleiner als 10%.

3. Die Bewässerung steigerte weitestgehend den Nutzkoeffizienten der Mineraldünger, besonders in höheren Gaben NPK, was bei den Versuchen mit Winterweizen sehr deutlich hervorgetreten war (Tab. 3).

РЕЗЮМЕ

Авторы представили результаты многолетних (1962—1965) полевых опытов на легких почвах с орошением сахарной свеклы, моркови, кукурузы, озимой и яровой пшеницы, а также овса на фоне разных доз минеральных удобрений. В исследованных растениях

обозначено процентное содержание N, P_2O_5 и K_2O , подсчитано совместимость этих элементов в урожае, а также сопоставлено ее с количеством внесенных удобрений. Собранные результаты представлены в таблицах 1, 2 и 3. На основании проведенных исследований авторы сделали следующие выводы:

1. Дождевание растений на легких почвах было причиной в большинстве случаев уменьшения процентного содержания азота и фосфора в зерне хлебов, а также в свежей массе кормовой свеклы и моркови.

2. У пропашных растений повышения взятых элементов удобрения под влиянием орошения были больше, чем у хлебов и достигали преимущественно 30—50%. У хлебов увеличение усвоения питательных веществ под влиянием орошения достигало в случае N до 49%, P_2O_5 до 68% и K_2O до 50%, а только в исключительных случаях было меньше 10%.

3. Орошение весьма значительно увеличивало коэффициент использования минеральных удобрений, главным образом при увеличенных дозах NPK, что особенно отчетливо выступило в опыте с озимой пшеницей (таблица 3).

STRESZCZENIE

Autorzy przedstawili wyniki wieloletnich (1962—1965) doświadczeń polowych na glebach lekkich z nawadnianiem buraków cukrowych, marchwi, kukurydzy, pszenicy ozimej i jarej oraz owsa na tle różnych dawek nawożenia mineralnego. W badanych roślinach oznaczono procentową zawartość N, P_2O_5 i K_2O , obliczono zawartość tych składników w plonie oraz porównano ją z wielkością dawek nawozowych. Zebrane wyniki są zestawione w tabelach 1, 2 i 3.

Na podstawie przeprowadzonych badań autorzy wyciągnęli następujące wnioski:

1. Deszczowanie roślin na glebach lekkich powodowało przeważnie zmniejszenie procentowej zawartości azotu i fosforu w ziarnie zbóż oraz w świeżej masie korzeni buraków i marchwi.

2. U roślin okopowych zwyczajki pobranych składników nawozowych pod wpływem nawadniania były większe niż u zbóż i osiągały przeważnie 30—50%. U zbóż zwiększenie pobrania składników pokarmowych pod wpływem nawadniania dochodziło w przypadku N do 49%, P_2O_5 do 68% i K_2O do 50%, a tylko wyjątkowo było mniejsze od 10%.

3. Nawadnianie bardzo znacznie zwiększało współczynnik wykorzystania nawozów mineralnych, zwłaszcza w dawkach wyższych NPK, co szczególnie wyraźnie wystąpiło w doświadczeniu z pszenicą ozimą (tab. 3).