

Zofia UZIAK

**Wykorzystanie azotu i potasu przez rzepak i słonecznik w zależności
od zaopatrzenia roślin w wodę**

Использование азота и калия рапсом и подсолнечником в зависимости от снабжения растений водой

Relationship between the Utilization of Nitrogen and Potassium by Rape and Sunflower and their Supply with Water

Azot, jak wiadomo, decyduje w wysokim stopniu o zwiększonej produkcji części nadziemnych, natomiast wpływ potasu na produkcję masy vegetacyjnej jest znacznie mniejszy niż azotu, ale podobny zarówno w stosunku do części nadziemnych, jak i korzeni (2, 9).

Mimo że funkcje fizjologiczne azotu i potasu są różne, to wykorzystanie obu składników przez rośliny jest zależne między innymi od zaopatrzenia roślin w wodę (1, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15). W związku z tym podjęto badania, których celem było określenie wpływu zwiększonych dawek soli azotu i potasu, stosowanych w różnych warunkach zaopatrzenia roślin w wodę, na produkcję masy vegetacyjnej oraz gromadzenie i wykorzystanie tych składników przez dwie rośliny o odmiennym zapotrzebowaniu na wodę. Jako roślinę wrażliwą na właściwe zaopatrzenie w wodę wybrano rzepak jary, a jako roślinę mniej wrażliwą na stosunki wodne w środowisku odżywczym — słonecznik pastewny.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Doświadczenia prowadzono w hali vegetacyjnej w trzech kolejnych sezonach vegetacyjnych w następujących terminach: 20 IV—25 VI 1968 r., 5 V—30 VI 1969 r. i 25 IV—30 VI 1970 r. Roślinami doświadczalnymi były: rzepak — *Brassica rapus* L., var. *oleifera*, c. v. Warszawski oraz słonecznik — *Helianthus annuus* L., c. v. Borowski, rosnące w wazonach Mitcherlicha o pojemności 7 kg piasku. Do

Tab. 1. Schemat zastosowanego żywienia mineralnego i wilgotności środowiska w doświadczeniach z rzepakami i słonecznikami
 Scheme of mineral nutrition and medium moisture applied in experiments with rape and sunflower

r. 1968		r. 1969		r. 1970	
Kolejność serii doświadczenia Series of experiment	Żywienie mineralne Mineral nutrition	Kolejność serii doświadczenia Series of experiment	Żywienie mineralne Mineral nutrition	Kolejność serii doświadczenia Series of experiment	Żywienie mineralne Mineral nutrition
1	25 Pożywka podstawowa** Basal medium	1	25 Pożywka podstawowa Basal medium	1	25 Pożywka podstawowa Basal medium
2	45 Pożywka podstawowa Basal medium	2	25 Pożywka podstawowa Basal medium + 500 mg N***	2	25 Pożywka podstawowa Basal medium + 500 mg N
		3	25 Pożywka podstawowa Basal medium + 500 mg K ₂ O***	3	25 Pożywka podstawowa Basal medium + 500 mg K ₂ O
				4	25 Pożywka podstawowa Basal medium + 500 mg N + 500 mg K ₂ O

3	60	Pożywka podstawowa Basal medium	4	25	Pożywka podstawowa Basal medium + 500 mg N + 500 mg K ₂ O	5	80	Pożywka podstawowa Basal medium
4	90	Pożywka podstawowa Basal medium	5	60	Pożywka podstawowa Basal medium	6	80	Pożywka podstawowa Basal medium + 500 mg N
			6	80	Pożywka podstawowa Basal medium	7	80	Pożywka podstawowa Basal medium + 500 mg K ₂ O
						8	80	Pożywka podstawowa Basal medium + 500 mg N + 500 mg K ₂ O

* Wilgotność środowiska w procentach pełnej pojemności wodnej piasku.

** Skład żyłki podstawowej: 500 mg N w formie NH₄NO₃, 500 mg K₂O w formie K₂SO₄ i KH₂PO₄, 500 mg P₂O₅ w formie KH₂PO₄, 150 mg MgO w formie MgSO₄ · 7 H₂O, 10 ml roztworu A—Z, 10 ml 1% cytrynianu żelaza.

*** Dodatkowe ilości azotu podano w formie NH₄NO₃, a potasu w formie K₂SO₄.

* The moisture of medium in percentage of full water capacity of sand.

** Composition of basal medium: 500 mg N as NH₄NO₃, 500 mg K₂O as K₂SO₄ and KH₂PO₄, 500 mg P₂O₅ as KH₂PO₄, 150 mg MgO as MgSO₄ · 7 H₂O, 10 ml of A—Z solution, 10 ml 1% iron citrate.

*** Additional amounts of nitrogen were applied as NH₄NO₃ and of potassium as K₂SO₄.

doświadczeń użyto piasku pochodzenia rzecznoego, płukanego wodą wodociągową, a następnie destylowaną, o pełnej pojemności wodnej 22,5%.

Skład zastosowanego żywienia mineralnego oraz poziom wilgotności środowiska dla poszczególnych doświadczeń ilustruje tab. 1. Pożywkę mineralną podano w trzech porcjach, jedynie wapń — jednorazowo, tj. przy zakładaniu doświadczenia, mieszając 1,15 g CaCO_3 z piaskiem.

Nasiona rzepaku i słonecznika wysiano do rozsadnika i jako 2-tygodniowe siewki pikowano po 4 rośliny do każdego wazonu. Po zakorzenieniu się roślin wprowadzono zróżnicowanie poziomów wilgotności. Zawartość wody w wazonach regulowano metodą wagową.

Doświadczenia kończono w początkach kwitnienia roślin. Po wysuszeniu części nadziemnych i korzeni uzyskany plon powietrznie suchej masy wegetacyjnej oceniono statystycznie, stosując metodę serii niezależnych dwóch zmiennych z zastosowaniem testu „t Studenta”. Ponadto obliczono współczynnik korelacji pomiędzy wysokością plonów a wilgotnością środowiska (6). Uzyskane dane dla średnich plonów oraz najmniejsze udowodnione różnice (μt) i wartości współczynnika korelacji zestawiono w tab. 2, 3 i 4.

W częściach nadziemnych oraz korzeniach oznaczono zawartość azotu ogólnego metodą Klejdahla oraz tlenu potasu metodą fotometryczną. Procent wykorzystania oraz zawartość tych składników w masie wegetacyjnej roślin przedstawiono w tab. 2, 3 i 4.

WEGETACJA ROŚLIN

Rośliny rzepaku i słonecznika wegetujące w warunkach niedoboru wody (25% p.p.w.) we wszystkich doświadczeniach charakteryzował powolny wzrost elongacyjny oraz drobne liście. Zastosowanie dodatkowego nawożenia potasem wpływało korzystnie na przebieg wegetacji roślin w warunkach niedoboru wody. Można to było stwierdzić, obserwując rośliny w upalne dni. Najmniej wrażliwe na suszę okazały się właśnie rośliny serii z dodatkowym nawożeniem potasowym. Rośliny tych serii mimo niedostatku wody nie więdły i najdłużej zachowywały turgor. Również Szczukina (12) w doświadczeniu z kukurydzą stwierdziła, że dodatek potasu do gleby ułatwiał roślinom przetrwanie suszy. Zjawisko to jest związane z udziałem potasu w uwodnieniu kolidów plazmy.

Z obserwacji poczynionych w trakcie wegetacji wynika, że słonecznik lepiej znosił niedostatek wody niż rzepak, który w seriach z wilgotnością 25% p.p.w. w upalne dni więdł. Mimo mniejszej wrażliwości na suszę wzrost słonecznika był wyraźnie uzależniony od zaopatrzenia roślin w wodę. Wraz ze zwiększającą się wilgotnością środowiska, zarówno rośliny rzepaku, jak i słonecznika były bujniejsze i odznaczały się dużymi, intensywnie zielonymi liśćmi. Jednakże w serii o najwyższej zawartości wody (90% p.p.w.) wzrost rzepaku był już zahamowany, natomiast słonecznik znosił powyższe uwilgotnienie dobrze. W warunkach

obfitego zaopatrzenia roślin w wodę dodatkowe żywienie potasem, a zwłaszcza azotem, wpływało korzystnie na wegetację roślin. Rośliny znajdujące obfitość wody oraz zwiększoną ilość soli potasu lub azotu rosły szybko, a liście ich były duże, o intensywnie zielonej barwie. Jedynie tempo rozwoju tych roślin było nieco zwolnione.

Należy zaznaczyć, że najwcześniej przechodziły w stadium generatywne rośliny wegetujące w warunkach niedoboru wody i korzystające z pożywki podstawowej.

INTERPRETACJA WYNIKÓW

Plony masy wegetacyjnej rzepaku, a zwłaszcza słonecznika, były w wyższym stopniu uzależnione od wilgotności środowiska niż od zastosowanego zróżnicowanego żywienia azotem lub potasem. Zwiększona zawartość wody w środowisku sprzyjała u obu roślin doświadczalnych bardziej produkcji części nadziemnych niż korzeni. U roślin rosnących w warunkach niedoboru wody stosunek części nadziemnych do korzeni jest najniższy, w miarę zaś zwiększania wilgotności środowiska stosunek ten wzrasta.

W doświadczeniu (r. 1968), w którym dawki azotu i potasu były stałe, plon części nadziemnych i korzeni słonecznika wzrastał proporcjonalnie do zawartości wody w środowisku, osiągając maksimum przy najwyższej wilgotności. Również plon masy wegetacyjnej rzepaku był wyższy u roślin obficie zaopatrzonych w wodę. Jednakże maksymalny plon osiągały rośliny nie przy nadmiernym uwodnieniu środowiska, a w warunkach 60% p.p.w. (tab. 2).

Zwiększone dawki azotu i potasu zastosowane w warunkach niedoboru wody wpływały na podwyższenie produkcji masy wegetacyjnej roślin doświadczalnych, przy czym wpływ potasu był korzystniejszy niż azotu (tab. 3 i 4).

Stały wzrost plonów roślin rosnących w warunkach niedoboru wody pod wpływem zwiększonych dawek potasu i azotu wskazuje, że braki wody mogą być w pewnym stopniu niwelowane nawożeniem mineralnym. Należy przy tym podkreślić, że szczególną rolę odgrywa w danym przypadku potas.

W warunkach natomiast dużej wilgotności środowiska (80% p.p.w.) na zwiększoną produkcję masy wegetacyjnej roślin wyraźniej wpływało dodatkowe nawożenie azotowe niż potasowe. Ten korzystniejszy wpływ azotu dotyczył głównie części nadziemnych, o czym między innymi świadczą wyższe wartości stosunku części nadziemnych do korzeni w seriach z dodatkowym nawożeniem azotowym (tab. 4).

Tab. 2. Wpływ wilgotności środowiska odżywczego na produkcję masy wegetacyjnej
Effect of the moisture of nutrient medium on the production of vegetative matter
(the year)

Seria doświadczalna Experimental series			pH środowiska odżywczego pH of nutrient medium	Powietrznie sucha masa w g Air-dry matter in g			Stosunek masy części nadziemnych do korzeni Ratio of shoot mass to roots	Współczynnik korelacji Correlation coefficient
Zawartość Content	N	K ₂ O H ₂ O mg % p.p.w.		części nadziemne shoots	korzenie roots	średnio na wazon mean per pot		
rzepak								
500	500	25	7,1—6,8	8,25	3,90	12,15	2,12	
500	500	45	7,2—6,7	10,37	4,53	14,90	2,29	
500	500	60	7,1—6,7	13,47	5,16	18,63	2,61	0,41
500	500	90	7,0—6,8	10,55	4,02	14,57	2,62	
$\mu t = 0,91$ przy $P = 0,95$								
słonecznik								
500	500	25	7,0—6,9	11,70	4,80	16,50	2,44	
500	500	45	7,2—6,8	13,65	5,18	18,83	2,64	
500	500	60	7,0—6,8	15,19	5,32	20,51	2,86	0,98
500	500	90	7,1—6,7	18,10	5,45	23,55	3,32	
$\mu t = 1,22$ przy $P = 0,95$								

Uzyskanie najwyższych plonów w seriach z obfitą ilością wody i dodatkowym nawożeniem azotowo-potasowym lub tylko azotowym wskazywałoby na to, że na wykorzystanie wody najbardziej wpływa azot, co sugerował w swoich badaniach Janert (3).

Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że słonecznik, który w czasie wegetacji lepiej znosił niedobór wody niż rzepak, okazał się rośliną bardzo dodatnio reagującą na zawartość wody w środowisku odżywczym. Wprawdzie we wszystkich doświadczeniach stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy wilgotnością środowiska a wysokością plonów u obu roślin doświadczalnych, to jednak współczynnik korelacji był zawsze wyższy w doświadczeniach ze słonecznikiem niż z rzepakiem.

W doświadczeniu, w którym zmiennym parametrem była woda współczynnik korelacji pomiędzy wysokością plonów masy wegetacyjnej słonecznika a wilgotnością osiągał prawie maksymalną wartość. Na

rzepaku i słonecznika oraz wykorzystanie przez rośliny azotu i potasu (r. 1968)
of rape and sunflower, and on the utilization of nitrogen and potassium by plants
1968)

Zawartość w masie vegetacyjnej Content in vegetative matter										Procent wykorzystania Per cent of utilization	
azotu nitrogen					tlenku potasu potassium oxide					azotu nitrogen	potasu potassium
części nadziemne shoots		korzenie roots		Razem Total, mg	części nadziemne shoots		korzenie roots		Razem Total, mg		
%	mg	%	mg		%	mg	%	mg		%	mg
— rape											
3,07	253	1,12	44	297	2,98	246	1,42	55	301	59	60
2,59	269	1,15	52	321	2,51	260	1,32	60	320	64	64
2,22	299	1,08	55	354	2,18	294	1,24	64	358	71	72
2,55	269	1,11	45	314	2,38	251	1,29	52	303	63	61
— sunflower											
2,70	256	1,41	68	324	2,12	248	1,70	82	330	65	66
2,04	278	1,22	63	341	1,95	266	1,58	79	345	68	69
1,98	301	1,20	64	365	1,78	270	1,50	80	350	73	70
1,86	337	1,15	63	400	1,60	290	1,21	66	356	80	71

pewne obniżenie wartości tego współczynnika wpływały zwiększone dawki potasu i azotu. Jest to niewątpliwie związane z dodatnim wpływem zwiększonych dawek azotu i potasu na produkcję masy vegetacyjnej słonecznika nie tylko w warunkach dużej wilgotności, ale także i przy niedoborze wody.

Udział procentowy azotu i potasu w masie vegetacyjnej roślin oraz ilość wymienionych składników gromadzona w plonach były bardziej uzależnione od zawartości tych pierwiastków w środowisku odżywczym niż od wilgotności środowiska. W przypadku stosowania pożywki podstawowej zawartość procentowa azotu i potasu w masie vegetacyjnej oraz ilość tych składników zgromadzona przez rośliny była uzależniona od wysokości plonów, o których decydowała zawartość wody w środowisku odżywczym. Stwierdzono, że przy wyższych plonach udział procentowy azotu i potasu w częściach nadziemnych oraz korzeniach był

Tab. 3. Wpływ zwiększonych dawek azotu i potasu stosowanych w warunkach wykorzystanie tych składników
Effect of increased nitrogen and potassium doses applied at water deficiency on of these elements by

Seria doświadczalna Experimental series			pH środowiska odżywczego pH of nutrient medium	Powietrznie sucha masa w g Air-dry matter in g			Stosunek masy części nadziemnych do korzeni Ratio of shoot mass to roots	Współczynnik korelacji Correlation coefficient
Zawartość Content				części nadziemne shoots	korzenie roots	średnio na wazon mean per pot		
N mg	K ₂ O %	H ₂ O p.p.w.						
500	500	25	6,9—6,7	6,8	3,13	9,93	2,17	
1000	500	25	7,1—6,9	8,02	3,61	11,63	2,22	
500	1000	25	7,1—6,8	0,62	4,62	14,24	2,08	
1000	1000	25	7,2—6,9	9,43	4,24	13,67	2,22	0,72
500	500	60	7,0—6,8	11,20	4,03	15,23	2,78	
500	500	80	7,1—6,7	11,74	4,00	15,74	2,94	
$\mu t = 1,80$ przy $P = 0,95$								
słonecznik								
500	500	25	7,1—7,0	12,30	4,80	17,10	2,56	
1000	500	25	7,2—6,9	13,30	5,05	18,35	2,63	
500	1000	25	7,2—6,8	14,84	6,23	21,07	2,32	
1000	1000	25	7,0—7,0	14,60	6,28	20,88	2,32	0,77
500	500	60	7,1—6,8	17,32	5,37	22,69	3,23	
500	500	80	7,0—6,8	18,46	4,80	23,26	3,85	
$\mu t = 2,62$ przy $P = 0,95$								

niższy, ale ogólna ilość tych składników zgromadzona przez rośliny — większa. Również procent wykorzystania azotu i potasu wzrastał w miarę wzrostu wilgotności środowiska. Należy zaznaczyć, że w warunkach małej wilgotności środowiska wykorzystanie azotu i potasu przez rośliny było zbliżone. Natomiast przy obfitym zaopatrzeniu roślin w wodę wykorzystanie azotu było wyższe niż potasu, zwłaszcza przez słonecznik (tab. 2).

niedoboru wody na produkcję masy vegetacyjnej rzepaku i słonecznika oraz na przez rośliny (r. 1969)
the production of vegetative matter of rape and sunflower, and on the utilization plants (the year 1969)

Zawartość w masie vegetacyjnej Content in vegetative matter										Procent wykorzystania Per cent of utilization	
azotu nitrogen					tlenku potasu potassium oxide					azotu nitrogen	potasu potassium
części nadziemne shoots		korzenie roots		Razem Total, mg	części nadziemne shoots		korzenie roots		Razem Total, mg		
%	mg	%	mg		%	mg	%	mg			
— rape											
3,06	208	1,56	49	257	2,98	203	1,55	48	251	51	50
3,65	293	2,01	73	366	2,35	188	1,56	56	260	36	49
2,61	251	1,30	60	311	3,66	352	2,30	106	458	62	46
3,88	366	1,76	74	440	3,94	371	1,88	80	451	44	45
2,63	295	1,37	55	350	2,50	280	1,47	59	339	70	68
2,60	305	1,42	57	362	2,46	288	1,32	53	341	72	68
— sunflower											
2,30	283	1,22	59	342	2,11	259	1,36	65	324	68	65
2,81	374	1,36	69	443	1,96	261	1,22	62	323	44	65
1,98	277	1,06	63	357	3,07	456	2,38	148	594	71	59
2,72	397	1,49	94	491	2,56	366	1,51	95	461	49	46
2,02	350	1,10	59	409	1,89	327	1,26	68	395	82	79
1,94	358	1,15	55	413	1,74	321	1,21	59	380	85	76

Zwiększona zawartość azotu i potasu w środowisku odżywczym wpłynęła wyraźnie na podwyższenie procentowego udziału oraz gromadzenie tych składników w masie vegetacyjnej. Rośliny vegetujące w warunkach niedoboru wody i zasilane zwiększonymi dawkami soli azotu i potasu zgromadziły znacznie więcej wymienionych składników w plonach niż rośliny korzystające z pożywki podstawowej, ale znadujące obfitość wody i charakteryzujące się wyższymi plonami masy vegetacyjnej (tab. 3).

Tab. 4. Wpływ zwiększonych dawek azotu i potasu stosowanych w warunkach rzepaku i słonecznika oraz wykorzystanie
Effect of increased nitrogen and potassium doses applied at water deficiency or at and on the utilization of these

Seria doświadczalna Experimental series			pH środowiska odżywczego pH of nutrient medium	Powietrznie sucha masa w g Air-dry matter in g			Stosunek masy części nadziemnych do korzeni Ratio of shoot mass to roots	Współczynnik korelacji Correlation coefficient
Zawartość Content				części nadziemne shoots	korzenie roots	średnio na wazon mean per pot		
N mg	K ₂ O mg	H ₂ O % p.p.w.						
r z e p a k								
500	500	25	7,1—7,0	9,41	4,89	14,30	1,92	
1000	500	25	7,0—6,9	10,82	5,19	16,01	2,08	
500	1000	25	7,2—7,0	11,84	5,92	17,76	2,00	
1000	1000	25	7,1—7,0	12,80	5,89	18,69	2,17	0,67
500	500	80	7,2—6,8	13,26	4,51	17,77	2,94	
1000	500	80	7,1—6,8	16,33	4,58	20,91	3,57	
500	1000	80	7,2—6,7	13,90	4,58	18,48	3,03	
1000	1000	80	7,1—6,9	17,24	5,17	22,41	3,33	
$\mu t = 1,80$ przy $P = 0,95$								
s ł o n e c z n i k								
500	500	25	7,0—6,9	12,42	6,64	19,06	1,87	
1000	500	25	7,1—6,9	12,57	5,53	19,10	2,27	
500	1000	25	7,1—6,8	14,56	7,13	21,69	2,04	
1000	1000	25	7,2—7,0	13,66	6,70	20,36	2,04	
500	500	80	7,1—6,8	18,04	4,87	22,91	3,70	0,81
1000	500	80	7,0—6,7	25,73	5,93	31,66	4,34	
500	1000	80	7,1—6,6	19,81	6,14	25,95	3,23	
1000	1000	80	7,2—6,9	26,32	6,84	33,16	3,85	
$\mu t = 1,91$ przy $P = 0,95$								

niedoboru lub obfitego zaopatrzenia w wodę na produkcję masy wegetacyjnej tych składników przez rośliny (r. 1970)

abundant water supply on the production of vegetative matter of rape and sunflower, elements by plants (the year 1970)

Zawartość w masie wegetacyjnej Content in vegetative matter										Procent wykorzystania Per cent of utilization	
azotu nitrogen					tlenku potasu potassium oxide					azotu nitrogen	potasu potassium
części nadziemne shoots		korzenie roots		Razem Total, mg	części nadziemne shoots		korzenie roots		Razem Total, mg		
%	mg	%	mg		%	mg	%	mg		%	mg
— rape											
2,71	255	1,43	70	325	2,67	251	1,53	75	326	65	65
4,35	471	2,04	106	577	2,21	239	1,34	70	309	58	62
2,13	252	1,44	85	337	4,33	513	2,07	122	635	67	63
4,27	547	2,10	124	671	4,15	531	1,94	114	645	67	65
2,36	312	1,70	77	389	2,21	293	1,36	61	354	78	71
3,93	642	2,13	98	740	2,13	348	1,23	56	404	74	81
2,61	363	1,26	58	421	3,73	518	1,56	71	589	84	59
3,83	660	2,00	103	763	3,62	624	1,65	85	709	76	71
— sunflower											
2,37	394	1,30	86	380	2,07	257	1,42	94	351	76	70
3,39	426	1,60	80	506	2,06	259	1,23	68	327	51	65
2,22	323	1,15	82	405	3,11	453	2,20	157	610	81	61
3,22	440	1,75	117	557	3,06	418	2,32	155	573	56	57
1,95	351	1,17	62	413	1,68	303	1,48	72	375	85	75
2,64	679	1,65	98	777	1,44	370	1,31	78	448	78	90
1,88	372	1,11	68	440	2,55	505	2,18	134	639	88	64
2,84	747	1,61	110	857	2,44	642	2,01	137	779	86	78

Najwyższe gromadzenie potasu, a zwłaszcza azotu, wystąpiło u roślin rosnących w warunkach dużej wilgotności środowiska i dodatkowo zasilanych azotanem amonu i siarczanem potasu (tab. 4). Jest to zrozumiałe, gdyż plon masy vegetacyjnej roślin tych serii był najwyższy i zawierał wysoki procent N i K_2O .

W przeprowadzonych doświadczeniach stwierdzono również, że wykorzystanie azotu, zwłaszcza w warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w wodę, było wyższe niż potasu. Ponadto na lepsze wykorzystanie azotu przez obie rośliny doświadczalne wpływało dodatkowe nawożenie potasem, niezależnie od wilgotności środowiska. Dodatkowe zaś nawożenie azotowe podwyższało procent wykorzystania potasu przez rzepak i słonecznik tylko w warunkach obfitego zaopatrzenia roślin w wodę (tab. 3 i 4). Należy zaznaczyć, że chociaż wykorzystanie omawianych makroskładników przez rośliny doświadczalne było zbliżone, to jednak na ogół wyższe u słonecznika niż u rzepaku.

PIŚMIENNICTWO

1. Borkowski R., Gierat K.: Wpływ wilgotności gleby na wzrost i zawartość składników pokarmowych w nostrzyku białym. RNR seria A 82 (4), 965—974 (1961).
2. Fhrendcrefer K.: Ein Beitrag zur Kenntnis des Einflusses der Kaliumdüngung auf Substanzbildung und Nährstoffaufnahme bei Spinat (*Spinacia oleracea*). Bodenkultur seria A 15 (2), 105—108 (1964).
3. Janert H.: Der Produktionswasserverbrauch der Pflanzen im Abhängigkeit von dem Nährstoffangebot. A. Thaer-Archiv 6, 165—170 (1962).
4. Labanauskaskas C. K., Stolzy L. H., Zentmyer G. A., Szuszkiewicz T. E.: Influence of Soil Oxygen and Soil Water on the Accumulation of Nutrients in Avocado Seedlings (*Persea americana*). Plant a. Soil 29 (3), 391—406 (1968).
5. Matusiewicz E.: Wpływ niedoboru i nadmiaru N w zależności od wilgotności gleby na rozwój roślin, plon i zawartość nikotyny w machorce. RNR seria A 72, 435—446 (1956).
6. Oktaba W.: Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalnictwa. PWN, Warszawa 1966.
7. Pawłow A. N., Łobanow N. W., Kolesnik T. I.: Postuplenije N^{15} w razlicznyje organy jaczmienija w zawisimosti ot intlensivnosti transpiracyi. Fiziol. rast. 18 (4) 835—837 (1971).
8. Rahman A. A., Abdel Shalaby A. E., Elellanayeri M. O.: Effect of Moisture Stress on Metabolic Products and Ions Accumulation. Plant a. Soil 34 (1), 65—90 (1971).
9. Steineck O.: Untersuchungen mit der Wechsellösungskultur über spezifische Wirkungen der Nährstoffe: Stickstoff und Kali auf das Pflanzenwachstum. Bodenkultur seria A 13 (3/4), 249—267 (1962).
10. Stevens M. H., Wiggans S. C., Payne R. N.: Effect of Various Fertilizer Analyses and Watering Frequencies on Plant Response and Soluble

- Salt Accumulation in Potted Plant Soil. Amer. Soc. Hort. Sci. **82**, 606—610 (1963).
11. Storner R. R.: The Influence of Water on Wheat Yield, Plant Nitrogen Uptake, and Soil Mineral Nitrogen Concentration. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. **5** (18), 310—316 (1965).
 12. Szczukina A. J.: Zasuha i sopotstwujuščije jej izmijenienija w wodnom rieżymie u kukuruzy. Fizioł. rast. **12** (6), 1069—1074 (1965).
 13. Willhite F. M., Grable A. R., Rouse H. K.: Interaction of Nitrogen and Soil Moisture on the Production and Persistence of Timothy in Lysimeters. Agron. J. **57** (5), 479—481 (1965).
 14. Wojciechowski J., Domański R.: Wpływ nawożenia azotowego na zmniejszenie suszy u jęczmienia jarego. Poznańskie Tow. Nauk. Prace Komisji Nauk Roln. i Leśn. t. **3**, (1965).
 15. Wołodarski N. Y., Sykoło N. G.: Rol azotnego pitanija w formirowanii mietielki i poczatka kukuruzy pri razlicznoj obiespieczennosti rastienij wodoj. Wiestn. Sielchoz. Nauki **8** (9), 36—41 (1963).

РЕЗЮМЕ

Исследования продолжались три года. Изучалось влияние увеличенных доз азота и калия, применяемых в разных условиях влажности, на использование названных элементов растениями. Полученные результаты дают возможность утверждать, что существует положительная корреляция между уровнем вегетативной массы растений и влажностью их питательной среды. Продуктивность вегетативной массы подсолнечника в большей степени зависит от влажности среды, чем рапса. При недостатке воды на повышение урожая отчетливо влияет применение калийного удобрения, а в условиях обильного снабжения водой — применение дополнительного азотного удобрения. Увеличенное содержание азота и калия в питательной среде влияет на рост процентного содержания и на количество названных элементов, содержащихся в вегетативной массе экспериментальных растений. Процент использования азота и калия обеими растениями в условиях небольшой влажности был подобен. При обильном же снабжении растений водой использование ими азота было выше, чем калия.

SUMMARY

The effect of increased doses of nitrogen and potassium applied at different moisture on the utilization of these elements by plants was investigated in three-year experiments with rape and sunflower. On the basis of the results obtained, a positive correlation was found between the yields of vegetative mass of plants and the moisture of their

nutrient medium. The production of vegetative mass of sunflower, as compared with that of rape, depended to a higher degree on the moisture of medium. At water deficiency, yields were markedly increased by additional potassium fertilizing, whereas at abundant water supply by additional nitrogen fertilizing. A higher content of nitrogen and potassium salts in the nutrient medium resulted in the increased per cent participation and increased amount of these elements in the vegetative mass of the experimental plants. The percentage of nitrogen and potassium utilization by both the experimental plants was similar in the case of low moisture. However, at the abundant supply of plants with water, the utilization of nitrogen was higher than that of potassium.