

WPŁYW NAWADNIANIA NA AKUMULACJĘ N, P, K, Ca I Mg W CZĘŚCI NADZIEMNEJ FASOLI SZPARAGOWEJ

Mikołaj Knaflowski

Instytut Produkcji Ogrodniczej AR, Poznań

Wyniki wielu badań zagranicznych wskazują, że fasola należy do warzyw, których nawadnianie silnie zwiększa plon i poprawia jego jakość [4]. W Polsce brak było dotychczas badań nad jej nawadnianiem. Wpływ nawadniania na wysokość plonów może wynikać, między innymi, z jego działania na pobieranie i akumulację składników mineralnych oraz na procentową ich zawartość w określonych organach rośliny.

W badaniach przeprowadzonych za granicą zawartość fosforu i potasu w roślinie przy nawadnianiu lub ze wzrostem ilości opadów przeważnie rosła [1, 3, 6, 9], zawartość azotu zaś rosła lub malała [1, 3, 6, 9, 10], co mogło być dodatkowo związane z wpływem wilgotności gleby na aktywność bakterii brodawkowych. Wpływ nawadniania i opadów na zawartość Ca i Mg w liściach fasoli był niewielki lub występowało nieznaczne obniżenie zawartości tych składników przy silnym nawadnianiu lub dużej ilości opadów [1, 3, 9].

Wyniki badań dotyczące wpływu nawadniania i ilości opadów na zawartość poszczególnych składników w strąkach fasoli są rozbieżne. W niektórych badaniach stwierdzono mały wpływ nawadniania na zawartość NPK, Ca i Mg [2], w innych — brak wpływu na P, Ca, Mg i nieznaczne zwiększenie N i K [5], a jeszcze w innych brak wpływu opadów na zawartość Ca, a zawartość NPK i Mg w strąkach była większa przy dużej ilości opadów [1].

METODA BADAŃ

W latach 1972-1974 przeprowadzono w RZD Marcelin koło Poznania doświadczenie polowe, w którym badano wpływ nawadniania przy różnej sile ssącej gleby i w różnych fazach rozwojowych na wzrost, plon i jakość strąków fasoli szparagowej odmiany Saxanowa oraz na akumulację NPK,

Ca i Mg w jej części nadziemnej. Doświadczenie wykonano w sześciu powtórzeniach. W każdym roku wykonano dwa powtórzenia: pierwsze z siewu około połowy maja, a drugie z siewu wykonywanego na przełomie czerwca i lipca, po zebranej sałacie. Wszystkie powtórzenia z czterema replikacjami doświadczenia zostały założone w układzie bloków losowych. Schemat doświadczenia, średnią liczbę nawodnień i średnie uzyskane plony przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Schemat doświadczenia, średnia liczba nawodnień i średnie plony z sześciu powtórzeń doświadczenia

Obiekty doświadczalne	Liczba nawodnień	Plony w q/ha
Kontrolny, bez nawadniania	0	119,9
Nawadnianie przy sile ssącej gleby wyższej od:		
0,6 at.	1,5	138,6
0,35 „	3	146,8
0,2 „	4,5	155,4
0,1 „	7	146,4
Nawadnianie przy sile ssącej gleby wyższej od 0,2 at, w fazach:		
Dwa złożone liście do końca zbiorów	4	155,4
Dwa złożone liście do pierwszego zbioru	3	151,0
Dwa złożone liście do pierwszego zbioru z wyłączeniem pełni kwitnienia	2	144,5
Początek kwitnienia do końca zbiorów	3	154,1
Początek kwitnienia do pierwszego zbioru	2	145,6
Pierwszy zbiór do końca zbiorów	1,5	136,0

Terminy nawodnień określano przez pomiar siły ssącej gleby na głębokości 15-20 cm przy użyciu tensjometrów typu Biebrza. Nawadniano wodą czerpaną z sieci wodociągowej przy użyciu węża z sitkiem. Dawka polewowa wynosiła 20 mm.

Doświadczenie było założone na glebie pseudobielicowej, której warstwa orna, będąca piaskiem gliniastym mocnym, zalegała na glinie lekkiej. Pojemność wodna warstwy ornej gleby wynosiła 11, 4-12,7%, a poziom wody gruntowej znajdował się poniżej 2 m. Wszystkie poletka były nawożone jednakowo — dawką około 400 kg/ha NPK i Mg. W latach 1972-1974 zastosowano — zależnie od zasobności gleby — odpowiednio 150, 120, 100 kg/ha P_2O_5 ; 170, 150, 150 kg/ha K_2O oraz 40, 25 i 20 kg/ha Mg. Nawozy te dano kilka tygodni przed siewem fasoli lub przed sadzeniem sałaty — w przypadku uprawy poplonowej fasoli. Kilka dni przed siewem fasoli zastosowano w każdym powtórzeniu doświadczenia 40 kg/ha N i dodatkowo 30 kg/ha N po zakończeniu wschodów.

W momencie wykształcenia przez fasolę dwóch złożonych liści, na początku kwitnienia, przy pierwszym zbiorze i po zakończeniu zbiorów pobierano próby do analiz chemicznych. W tym celu ścinano równo z powierzchnią gleby po 20 roślin każdego obiektu (po 5 z poletka), wazono, a następnie określano procent suchej masy po wysuszeniu w 105°C.

Z każdego terminu zbiorów pobierano po 0,5 kg strąków do określenia procentu suchej masy, a po sporządzeniu prób zbiorczych także zawartości N, P, K, Ca i Mg. Próby zbiorcze uzyskano przez nawożenie z prób z każdego terminu zbioru i każdego obiektu ilości proporcjonalnych do ilości suchej masy strąków zebranych z poletek danego obiektu w poszczególnych terminach zbioru. Zawartość składników określono po spaleniu w kwasie siarkowym z perhydrolem [7]; azotu metodą Kjeldahla, potas i wapń płomieniowo, fosfor metodą wanadomolibdenową [11], a magnez z żółcienią tytanową [8]. Zależność między średnią akumulacją składników mineralnych a średnimi z sześciu powtórzeń doświadczenia plonami wyliczono w postaci współczynników korelacji i równań regresji.

WYNIKI

Wyniki przedstawiono w postaci średnich z sześciu powtórzeń doświadczenia. Istniały bardzo duże różnice między poszczególnymi powtórzeniami, na co miały wpływ w znacznej mierze warunki atmosferyczne [4]. Istniały też pewne różnice w przebiegu akumulacji składników mineralnych w fasoli sianej w maju oraz na przełomie czerwca i lipca.

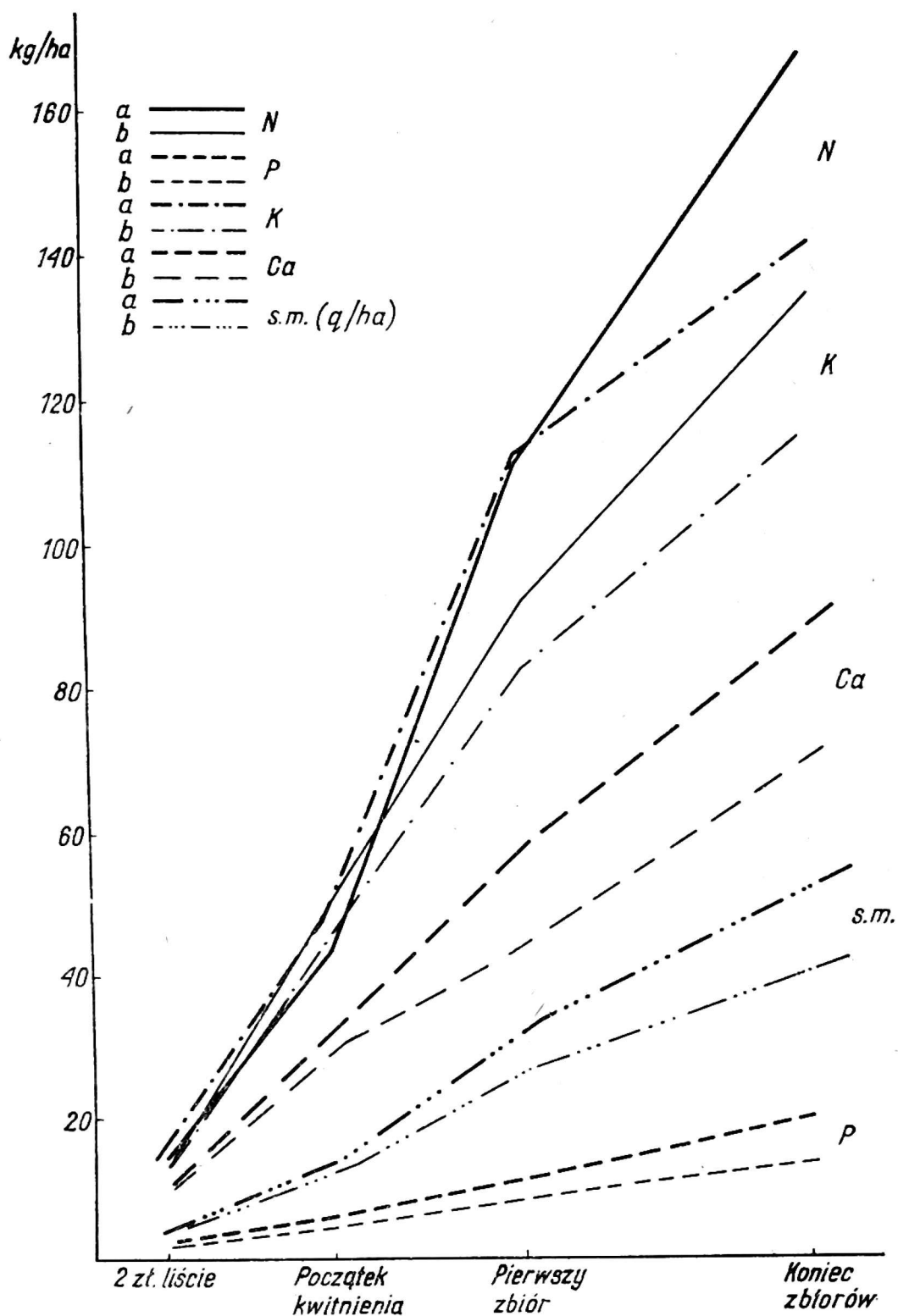
Wpływ nawadniania na akumulację N, P, K, Ca i Mg w części nadziemnej fasoli oraz na zawartość tych składników w wegetatywnej części nadziemnej roślin i w strąkach podano w tabelach 2-8.

Nawadnianie przeważnie zwiększało ilość zakumulowanych składników mineralnych, a różnice te zwiększały się z rozwojem roślin. Dynamikę akumulacji składników w okresie wegetacji fasoli i dynamikę tworzenia suchej masy przedstawiono na wykresie (rys. 1).

Akumulacja w fazie dwóch złożonych liści. Ilość zakumulowanych N, P, K, Ca i Mg w części nadziemnej fasoli nawadnianej, szczególnie przy 0,1 at., była większa, co wiązało się ze wzrostem suchej masy części nadziemnych. Nawadnianie nie wpłynęło na procentową zawartość składników.

Akumulacja na początku kwitnienia. Stwierdzono, że nawadnianie zwiększyło ilość zakumulowanego fosforu, a także potasu, tym bardziej, im przy niższej sile ssącej gleby je stosowano. Nawadnianie stosowane przy sile ssącej gleby 0,2 i 0,35 at. zmniejszyło akumulację azotu przez obniżenie zawartości tego pierwiastka w części nadziemnej.

Różnice w akumulacji Ca i Mg w fasoli nawadnianej i nie nawadnia-



Rys. 1. Dynamika akumulacji N, P, K, Ca i suchej masy części nadziemnej fasoli nie nawadnianej i nawadnianej przy 0,2 at.: a — nawadniane, b — nie nawadniane

nej były mniejsze i wynikały wyłącznie z różnic w wielkości suchej masy części nadziemnej.

Akumulacja w momencie pierwszego zbioru. Ilość zakumulowanych składników w momencie pierwszego zbioru stanowiła ich sumę nagromadzoną w części wegetatywnej i w strąkach zebranych w pierwszym zbiorze. Udział akumulacji w strąkach w stosunku do sumy akumulacji był nieduży i wynosił od 5,4% dla wapnia do 16,1% dla fosforu.

Tabela 2

Wpływ nawadniania na akumulację N, P, K, Ca i Mg w kg/ha oraz suchą masę w q/ha części nadziemnej fasoli w fazie dwóch złożonych liści

Obiekt	N	P	K	Ca	Mg	Sucha masa
1	13,8	1,4	12,9	9,1	0,7	3,5
3	15,3	1,5	13,5	9,7	0,8	3,7
4	14,3	1,4	13,5	9,7	0,7	3,7
5	20,9	1,7	15,6	10,8	0,9	4,3

Tabela 3

Wpływ nawadniania na akumulację N, P, K, Ca i Mg w kg/ha oraz suchą masę w q/ha części nadziemnej fasoli na początku kwitnienia

Obiekt	N	P	K	Ca	Mg	Sucha masa
1	49,1	3,9	44,7	29,0	2,1	12,0
2	48,7	3,8	45,2	28,9	2,2	12,0
3	38,7	4,7	49,1	31,3	2,3	12,8
4	43,1	4,7	50,0	31,9	2,5	13,0
5	50,8	5,4	52,0	32,4	2,5	13,7

Tabela 4

Wpływ nawadniania na akumulację N, P, K, Ca i Mg w kg/ha oraz na suchą masę w q/ha części nadziemnej fasoli (ze strąkami w momencie pierwszego zbioru)

Obiekt	N	P	K	Ca	Mg	Sucha masa
1	91,9	7,8	81,9	43,6	5,4	25,9
2	100,9	9,9	87,4	51,8	6,0	27,3
3	110,3	11,0	84,8	61,8	6,6	29,9
4	110,9	11,4	112,4	57,4	6,4	30,8
5	108,2	12,0	104,4	57,5	6,4	29,5
6	107,9	11,1	104,3	51,8	6,3	30,7
8	106,3	10,1	101,9	53,3	5,5	29,1
9	100,7	10,3	93,5	50,8	6,0	27,6

W roślinach nawadnianych, w porównaniu z nienawadnianymi, stwierdzono ogólnie większą — z wyjątkiem magnezu — ilość zakumulowanych składników, co wynikało przede wszystkim ze wzrostu wielkości suchej masy. Jedynie w przypadku fosforu zwiększona akumulacja wiązała się również ze wzrostem jego procentowej zawartości w roślinie pod wpływem nawadniania.

Akumulacja całkowita przy zakończeniu zbiorów. Udział akumulacji w strąkach w stosunku do akumulacji w całej części

Tabela 5

Wpływ nawadniania na zawartość N, P, K, Ca i Mg w części nadziemnej fasoli (bez wyrosniętych strąków) w momencie pierwszego zbioru w procentach suchej masy

Obiekt	N	P	K	Ca	Mg	Sucha masa
1	3,38	0,27	3,14	1,88	0,19	17,2
2	3,54	0,33	3,16	2,07	0,19	16,8
3	3,58	0,33	3,29	2,21	0,17	15,7
4	3,51	0,34	3,61	1,92	0,19	15,9
5	3,19	0,33	3,31	1,87	0,16	15,8
6	3,55	0,34	3,50	1,94	0,18	15,6
8	3,57	0,33	3,39	1,95	0,19	15,7
9	3,56	0,36	3,42	2,05	0,18	15,6

nadziemnej wynosił dla N — 33,4, P — 35,4, K — 30,1, Ca — 12,8 i Mg — 27,2⁰%. Akumulacja składników była w fasoli nawadnianej większa, co wiązało się z wyższym plonem, większą masą części wegetatywnej, a w odniesieniu do niektórych pierwiastków także z większą ich zawartością w strąkach i masie wegetatywnej.

Tabela 6

Wpływ nawadniania na akumulację N, P, K, Ca i Mg w kg/ha oraz na całkowitą suchą masę części nadziemnej fasoli ze strąkami w q/ha

Obiekt	N	P	K	Ca	Mg	Sucha masa
1	134,2	13,0	115,4	69,5	9,9	40,3
2	149,6	15,2	121,0	73,8	10,9	43,5
3	172,9	18,0	137,8	87,1	12,0	48,1
4	167,1	19,3	141,1	88,8	12,9	48,4
5	166,8	20,2	135,7	79,8	11,3	48,8
6	168,9	19,3	141,8	90,1	12,5	47,9
7	160,6	17,1	144,2	90,2	12,6	49,8
8	143,9	15,4	134,6	81,2	12,0	47,0
9	154,1	18,0	136,6	83,3	11,2	44,9
10	133,7	15,3	132,9	81,0	11,4	44,8
11	145,2	16,9	119,8	78,3	10,7	41,4

Nawadnianie obniżyło procent suchej masy strąków, ale nie zmniejszyło w nich zawartości składników mineralnych, a zawartość fosforu nieznacznie nawet zwiększyło. Ogólnie biorąc, wpływ nawadniania na zawartość składników mineralnych w masie wegetatywnej i w strąkach był nieduży. Wyraźniejsze różnice dotyczyły jedynie obniżenia w masie wegetatywnej zawartości wapnia i zwiększenia zawartości fosforu, jeśli nawadnianie stosowano już przy sile ssącej gleby 0,1 at.

Tabela 7

Wpływ nawadniania na zawartość N, P, K, Ca i Mg w części nadziemnej fasoli (bez strąków) po zakończeniu zbiorów w procentach suchej masy

Obiekt	N	P	K	Ca	Mg	Sucha masa
1	2,98	0,24	2,81	2,35	0,20	22,7
2	3,17	0,25	2,74	2,10	0,21	22,5
3	3,33	0,27	2,79	2,15	0,22	22,3
4	3,17	0,24	2,76	2,20	0,21	21,8
5	3,27	0,32	2,63	1,88	0,18	22,5
6	3,14	0,28	2,93	2,32	0,21	22,4
7	2,97	0,27	2,80	2,20	0,21	22,3
8	2,78	0,23	2,83	2,12	0,18	22,4
9	3,16	0,28	2,89	2,26	0,22	22,6
10	2,69	0,25	2,96	2,22	0,22	22,6
11	3,16	0,28	2,82	2,41	0,20	23,4

Największy (zależnie od siły ssącej gleby i faz rozwojowych, w jakich stosowano nawadnianie) średni wzrost akumulacji pod wpływem nawadniania (tab. 8) wynosił dla azotu, wapna i magnezu około 30%, dla fosforu około 55%, a dla potasu około 25%. Największą ilość zakumulowanego w roślinie azotu stwierdzono, gdy stosowano nawadnianie przy ssącej sile gleby 0,35 i 0,2 at. Stosowanie nawadniania tylko od początku kwitnienia do pierwszego zbioru prowadziło do mniejszej akumulacji azotu, a przerwanie nawadniania w okresie pełni kwitnienia prowadziło do zakumulowania azotu i fosforu w ilościach nawet mniejszych od ilości zakumulowanych w fasoli nie nawadnianej.

Akumulacja fosforu była tym większa, im przy niższej sile ssącej gleby i przez dłuższy okres wegetacji roślin stosowano nawadnianie.

Ilości zakumulowanego potasu i wapnia były największe, jeżeli nawadnianie stosowano przy ssącej sile gleby 0,35 i 0,2 at., a faza rozwojowa, w której je stosowano, nie wywierała wpływu na akumulację tych składników. Jedynie nawadnianie wykonane wyłącznie podczas zbiorów nie zwiększało ilości zakumulowanego potasu.

Nawadnianie w niewielkim stopniu wpływało na ilość zakumulowanego magnezu w części nadziemnej fasoli.

Zależność między akumulacją składników a plonem. Współczynniki korelacji między plonem i akumulacją poszczególnych składników w momencie pierwszego zbioru a akumulacją całkowitą, wyliczoną przy zakończeniu zbiorów, podano w tabeli 9. Wszystkie wyliczone współczynniki były większe od współczynników krytycznych przy $P = 0,95$. Zależność między akumulacją w momencie pierwszego zbioru

Tabela 8

Wpływ nawadniania na zawartość N, P, K, Ca i Mg w strąkach fasoli w procentach suchej masy

Obiekt	N	P	K	Ca	Mg	Sucha masa
1	4,18	0,37	3,04	0,72	0,24	9,19
2	4,13	0,45	2,94	0,75	0,23	8,58
3	4,27	0,47	3,21	0,81	0,23	8,36
4	4,10	0,52	3,26	0,80	0,23	8,27
5	3,87	0,50	3,35	0,82	0,26	8,05
6	4,22	0,49	3,23	0,79	0,23	8,25
7	3,88	0,42	3,16	0,77	0,23	8,52
8	3,85	0,44	3,07	0,77	0,22	8,77
9	3,94	0,46	3,33	0,78	0,22	8,40
10	3,74	0,42	3,15	0,78	0,23	8,49
11	4,17	0,45	3,08	0,75	0,22	8,87

Tabela 9

Współczynniki korelacji między akumulacją N, P, K, Ca i Mg w części nadziemnej a plonem strąków fasoli

Składnik	Współczynnik korelacji dla akumulacji	
	w momencie pierwszego zbioru	przy zakończeniu zbiorów
N	0,78	0,67
P	0,81	0,77
K	0,73	0,91
Ca	0,62	0,98
Mg	0,71	0,84

a plonem była większa dla fosforu i azotu, natomiast między całkowitą akumulacją a plonem — dla potasu, wapnia i magnezu.

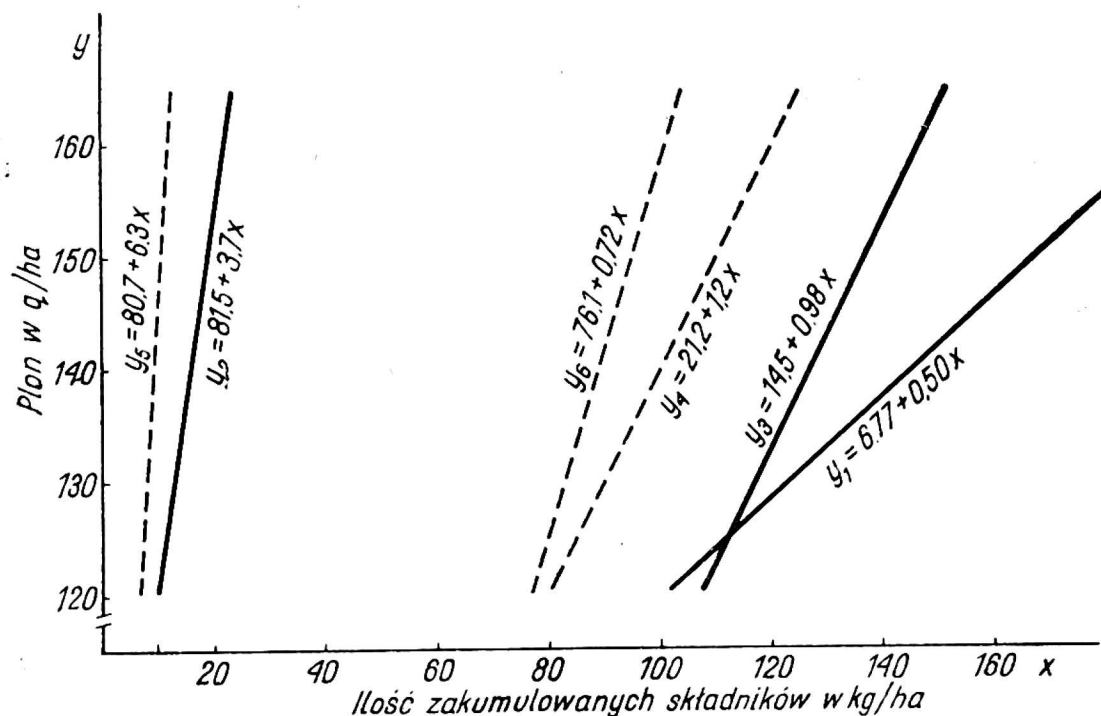
Proste regresji dla zależności między akumulacją N, P, K a plonem przedstawiono na wykresie (rys. 2).

WNIOSKI

Na podstawie wyników badań stwierdzono, że:

1. Nawadnianie zwiększyło ilość zakumulowanego azotu, wapnia i magnezu o 30⁰%, fosforu o 55⁰%, potasu o 25⁰%.

2. Zwiększenie akumulacji składników mineralnych wynikało przede wszystkim dzięki nawadnianiu ze wzrostu masy roślin. Zawartość składników pod wpływem nawadniania zmieniała się nieznacznie, z wyjątkiem fosforu, którego zawartość zarówno w masie wegetatywnej jak i strąkach fasoli nawadnianej była wyższa niż w fasoli nie nawadnianej.



Rys. 2. Proste regresji dla zależności między akumulacją całkowitą N, P, K (y_1, y_2, y_3) w części nadziemnej fasoli szparagowej i akumulacji N, P, K, (y_4, y_5, y_6) w momencie pierwszego zbioru a plonem

3. Występowała ścisła zależność między ilością zakumulowanych składników w masie pierwszego zbioru i całkowitą akumulacją określoną przy końcu zbiorów a plonem strąków. Zależność ta miała charakter liniowy.

LITERATURA

1. Bebin S. I., Ramandra Sincha: Osobennosti potreblenija elementov mineralnogo pitanja raznotipnymi sortami fasoli. Izv. Timiriazew sel. choz. Akad. nr 2, 1971, 37-49.
2. Janes B. E.: The effect of varying amounts of irrigation on the composition of two varieties of snap beans. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci 52, 1948, 457-482.
3. Kattan A. A., Fleming I. W.: Effect of irrigation at specific stages of development on yield, quality, growth and composition of snap beans, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68, 1956, 329-342.
4. Knaflewski M.: Wpływ nawadniania na wzrost i plonowanie fasoli szparagowej oraz na akumulację NPK, Ca, Mg w jej części nadziemnej. Praca doktorska maszynopis.
5. Mack H. J. i in.: Effects of soil moisture and nitrogen fertilizer on pole beans. Techn. Bull. Ore. agric. Exp. Stat. 97, 1966.
6. Mc Kay D. C., Eaves C. A.: The influence of irrigation treatments on yields and on fertilizer utilization by sweet corn and snap beans. Canad. Plant Sci. 42, 1962, 219-228.
7. Petersburskij A. W.: Praktikum po agronomiczeskoj chemii. Moskwa, Kołos; 1968, 27-29.
8. Riebartsch K. O: Verbesserungsvorschläge zur Magnesium-bestimmung in pflanzlichen Substanzen nach der Titangelbmethode. Pflanzenernährung Düngung, Bodenkunde 101(2), 1963, 141-146.

9. Singh J. N.: Effects of modifying the environment on flowering, fruiting and biochemical composition of the snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Diss. Abstr. 25, 744, cyt. za Hort. Abstr. 35, 3419, 1964.
10. Wadleigh C. H., Ayers A. D.: Growth and biochemical composition of bean plants as conditioned by soil moisture tension and salt concentration, Plant Physiol. 20, 1945, 106-132.
11. Zbiorowe: Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych, cz. II. Badanie materiału roślinnego, Puławy, IUNG, 1972, 47-49.

М. Кнафлевски

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА НАКОПЛЕНИЕ NPK, Ca и Mg В НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ОВОЩНОЙ ФАСОЛИ

Резюме

В 1972-1974 годах были проведены многоаспектные исследования над орошением овощной фасоли, в которых определено влияние орошения на накопление NPK, Ca, Mg в надземной части растения.

Обнаружено, что орошение увеличивает количество накопленного азота, кальция и магния в 30%, фосфора около 55% и калия около 25%. Повышение накопления этих компонентов является результатом увеличения массы надземной части растения.

Влияние орошения на содержание минеральных компонентов как в вегетативной массе так и в бобах оказалось незначительным, за исключением фосфора, которого в орошенной фасоли было больше.

Выступила тесная зависимость между количеством накопленных компонентов в надземной части растений фасоли а урожаем бобов. Зависимость эта имела линейный характер.

M. Knaflowski

THE EFFECT OF IRRIGATION ON ACCUMULATION OF N, P, K, Ca AND Mg IN THE ABOVEGROUND PART OF SNAP BEAN

Summary

In the years 1972-1974 many-sided investigations of irrigation of snap bean were carried out, which was concerned, among others, the effect of irrigation on accumulation of N, P, K, Ca and Mg in the aboveground part of the plant.

It was found that irrigation increased the amount of accumulated nitrogen, calcium, and magnesium by approximately 30%, the amount of phosphorus by 55%, and potassium by 25%. The increase of these elements resulted mainly from the increase of plant weight. The effect of irrigation on the content of mineral components both in the vegetative part of plants and in the pods was negligible, with the exception of phosphorus which increased.

It appeared that there was a direct relationship between the amount of accumulated elements in the aboveground part of the bean and the yield of pods. This relationship was of a linear character.