ACTA AGROBOTANICA
Vol. XXXII, z. 2 — 1979
195-206

Wpływ szczepów bakterii wyizolowanych z hydroponicznej uprawy sałaty (Lactuca sativa L.) na wzrost siewek sałaty, rosnących w obecności różnych form pożywienia azotowego

Z. KOBIERZYŃSKA-GOŁĄB

Instytut Botaniki Uniwersytetu Wrocławskiego
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

(Przyjęto dn. 18 IX 1978 r.)

Z. Kobierzyńska-Gołąb (*Institute of Botany, Wrocław University, 50-328 Wrocław, Poland*) Acta Agrobotanica 32 (2): 195-206, 1979.

Influence of bacterial strains isolated from hydroponic cultures of lettuce (Lactuca sativa L.) on the growth of lettuce seedlings growing in the presence of various forms of nitrogen nutrition

320 bacterial strains isolated from the surface of cultivated plants, as well as from other parts of hydroponic cultures showed stimulating (49 bacterial strains) or inhibitory (9 bacterial strains) properties in respect to the investigated plant. The following bacteria were isolated: *Pseudomonas, Flavobacterium, Agrobacterium, Achromobacter* and *Chromobacterium*. The effects of active bacterial strains on the growth of seedlings were investigated in dependence on the kind of inorganic form of nitrogen present in the nutrient solutions. The same bacterial strains exerted a stimulating effect on seedlings growing on nitrates, weaker stimulation was observed in cultures with ammonium nitrate; the growth of lettuce seedlings on nutrient solution with ammonium only, was, as a rule, inhibited by the bacteria.

WSTĘP

W ostatnim dziesiątku lat specjalną uwagę zwrócono na wzajemne oddziaływanie między roślinami wyższymi a drobnoustrojami. Drobnoustroje, jak się bowiem okazało, biorą udział w odżywianiu roślin, pełnią funkcję ochronną przed atakiem patogenów, wytworzone zaś przez nie metabolity często odgrywają rolę regulatorów wzrostu i rozwoju roślin (Boven, Rovira 1961; Sobieszczański 1965; Brown 1972). Większość danych na temat wpływu bakterii ryzosferowych na wzrost i rozwój roślin dotyczy upraw glebowych. W uprawach hydroponicznych zarówno rośliny, jak i drobnoustroje posiadają inne niż w glebie warunki do rozwoju. Roślina w hydroponiku czerpie wodę i sole mineralne z pożywki w której znajduje się większa, dolna część systemu korzeniowego. Szyjka

korzeniowa z górną częścią systemu korzeniowego tkwi w warstwie ściółki torfowo-żużlowej lub torfowo-węglowej (z węglem brunatnym). Pomiędzy pożywką a ściółką znajduje się przestrzeń powietrzna, zapewniająca roślinie dobre warunki tlenowe (Gumińska 1964). Przy tak prowadzonej uprawie hydroponicznej roślina ma zapewnione optymalne warunki tlenowe, wodne i pokarmowe, dzięki czemu jej rozwój jest lepszy i szybszy niż w uprawie glebowej. Brak jest w dotychczasowej literaturze danych na temat wzajemnego oddziaływania między bakteriami a roślinami w takich uprawach. Celem pracy było wyjaśnienie, czy bakterie odgrywają w hydroponikach tak samo ważną rolę, jak przy normalnej glebowej uprawie oraz jakie gatunki bakterii w tym przypadku najbardziej aktywnie oddziaływają na wzrost i rozwój roślin. Interesujące wydało się stwierdzenie, czy rodzaj soli azotowej, jaka znajduje się w pożywce mineralnej, nie wpływa na charakter oddziaływania bakterii na rośliny. Wiadomo bowiem, że rośliny w uprawach hydroponicznych rosną znacznie lepiej, gdy do pożywki dodaje się azotanów niż w przypadku użycia soli amonowych (Gumińska i in. 1967).

MATERIAŁ I METODY

Sałatę (*Lactuca sativa* L.) odmiany Królowa Majowa (szklarniowa) uprawiano metodą hydroponiczną wg Gumińskiej 1964. Posiewy z różnych części hydroponiku wykonywano metodą kolejnych rozcieńczeń na różne podłoża stosowane do hodowli bakterii. Były to: pełne podłoże bulionowe, wyciąg glebowy z glukozą, wyciąg z kapusty z glukozą, pożywka minimalna Davisa (Lederberg 1950) i pożywka bezazotowa Ashby. Z płytek, na których rosły bakterie, izolowano szczepy różniące się morfologią kolonii. W ten sposób uzyskano 320 szczepów bakterii, które oczyszczano przez kolejne wysiewy na płytki z agarem odżywczym. Bakterie przechowywano w lodówce i przeszczepiano co 2 miesiące.

W celu zbadania wpływu wyizolowanych szczepów bakterii na wzrost sałaty przeprowadzono testy wzrostowe wg Sobieszczańskiego (1961). Pojedyncze szczepy bakterii wysiewano na płynne podłoża: bulionowe, T — dla bakterii wydzielających substancje toksyczne (Krasilnikov 1966), SW — dla mikroorganizmów wydzielających substancje wzrostowe (Muromcev, Pieńkov 1964) oraz H — o składzie makro- i mikroelementów pożywki hydroponicznej podstawowej, rozcieńczonej dwukrotnie wodą redestylowaną z dodatkiem 10 g glukozy na 1 l. Inkubację prowadzono w temperaturze 28°C w zależności od doświadczenia 2-8 dni. Następnie rozcieńczano hodowle 10^{-1}-10^{-4} sterylną hydroponiczną pożywką podstawową, a w przypadku stosowania różnych form azotu, azot azotanowy w tej pożywce zastępowano azotem amonowym w formie $(NH_4)_2SO_4$ — 0,95 g/l lub azotem w formie NH_4NO_3 — 0,57 g/l. Każdą

z tych pożywek dwukrotnie rozcieńczano wodą podwójnie destylowaną.

Do doświadczeń używano 2-dniowych siewek sałaty, skiełkowanych uprzednio na wilgotnej bibule w szalkach Petriego. Siewki o jednakowej długości korzonka (2-3 mm) wysadzano po 14 do zlewek z przygotowanymi jak wyżej rozcieńczeniami hodowli bakterii. Sałata rosła przez 7 dni w temperaturze pokojowej ok. 20°C, doświetlana światłem o natężeniu 4 tys. luks. Po tym czasie u 10 siewek dla każdego rozcieńczenia szczepu bakteryjnego mierzono: długość korzeni, liczbę korzeni bocznych, długość hypokotylu i pierwszego liścia. Przy wyborze szczepów bakterii wywierających wpływ na wzrost sałaty posługiwano się metodą jednokierunkowej analizy wariancji i testem t-studenta. W celu stwierdzenia, czy rodzaj podłoża na jakim hoduje się bakterie ma wpływ na wzrost poszczególnych organów sałaty i równocześnie jak ten wzrost zależy od formy azotu użytej do pożywki dla roślin, stosowano metodę dwukierunkowej analizy wariancji.

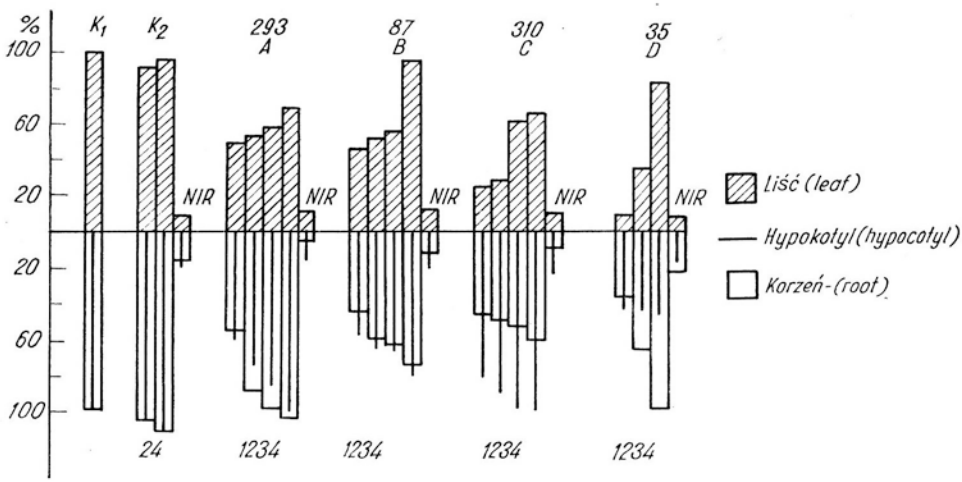
Aktywne szczepy bakterii oznaczano na podstawie cech morfologicznych, hodowlanych i fizjologicznych przy pomocy klucza Bergey'a (1948). Pożywki do testów stosowano wg Mackie, McCartney (1956). Obecność oksydazy cytochromowej oraz fluoresceiny wykrywano metodą wg Burbianki i in. (1971), rozkład argininy wg Schlegel (1965).

WYNIKI

Z hydroponicznej uprawy sałaty wyizolowano 320 szczepów bakterii. Spośród nich, na podstawie testów wzrostowych, wydzielono 58 szczepów wyraźnie wpływających na wzrost siewek sałaty. Rysunki 1 i 2 przedstawiają przykładowo działanie wybranych szczepów bakterii hamujących i stymulujących wzrost siewek sałaty; 9 z nich wykazywało działanie hamujące. Hamujący wpływ na rośliny malał w miarę rozcieńczania hodowli (rys. 1). Przy zastosowaniu rozcieńczeń, 49 szczepów stymulowało wzrost poszczególnych organów sałaty: liści, hypokotyli, korzeni. Nie rozcieńczone hodowle tych szczepów powodowały jednak zawsze zahamowanie wzrostu sałaty.

Większość szczepów oddziaływających w sposób istotny na wzrost poszczególnych organów sałaty pochodziła z prób czterotygodniowej uprawy. Siedem szczepów izolowano z korzeni tygodniowych siewek przed ich posadzeniem do hydroponiku.

19 najbardziej aktywnych szczepów bakterii zidentyfikowano jako: *Pseudomonas fluorescens* (7 szczepów), *Pseudomonas fragi* (2 szczepy), *Flavobacterium dormitator* (3 szczepy), *Agrobacterium radiobacter* (2 szczepy) oraz po 1 szczepie: *Flavobacterium sevanense, Flavobacterium solare, Achromobacter* sp. i *Chromobacterium amethystinum,* obecnie zwanej *C. lividum*.



Rys. 1. Wybrane szczepy bakterii hamujące wzrost siewek sałaty (w %): *A* — pierwszego liścia, *B* — korzenia i hypokotylu, *C* — pierwszego liścia i korzenia, *D* — pierwszego liścia i hypokotylu

Fig. 1. Selected bacterial strains inhibiting growth: *A* — of the first leaf, *B* — of the root and hypocotyl, *C* — of the first leaf and root, *D* — of the first leaf and hypocotyl in lettuce seedling (% in reference to control K_1)

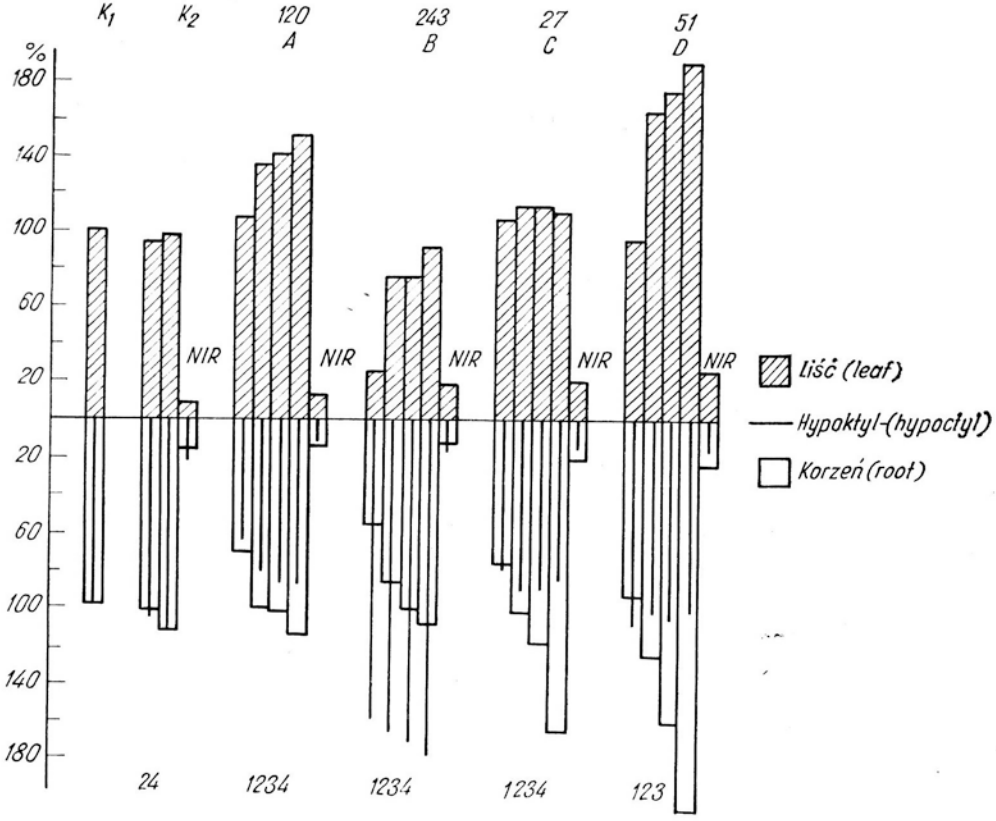
K_1 — kontrola na pożywce mineralnej — 100% (control on mineral medium — 100%); K_2 — kontrola na pożywce mineralnej z rozcieńczeniami bulionu (control on mineral medium diluted with broth and with addition of sterile bacterial medium)

293, 87, 310, 35 — numery szczepów bakterii (number of the bacterial strains)

1, 2, 3, 4 — rozcieńczenia hodowli bakterii 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} liczby pod rysunkiem (dilutions of examined bacteria 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}) numbers under bars

NIR przy P=0,001 (LSD at P=0.001)

Te wszystkie szczepy wpływały w różny sposób na wzrost organów sałaty, w zależności od czasu ich inkubacji oraz formy azotu w pożywce, na której rosły testowane rośliny. Analiza statystyczna pomiarów długości liści, hypokotyli i korzeni siewek sałaty wykazała, że na wzrost sałaty wyraźniej działały hodowle bakterii 8-dniowe niż 2-dniowe (rys. 3). Stwierdzono, że rodzaj soli azotowej, zastosowanej w pożywce mineralnej dla roślin (sole amonowe, azotany), powodował zmiany w sposobie oddziaływania bakterii na wzrost roślin. W pożywce z azotanami bakterie działały stymulująco na wzrost liści i korzeni siewek. Słabszą stymulację obserwowano przy podawaniu azotanu amonu, natomiast na pożywkach z solami amonowymi wzrost roślin przy testowaniu tymi samymi szczepami bakteryjnymi był silnie hamowany. Ilustrują to rysunki 3 i 4, wykonane przykładowo dla dwóch szczepów bakterii: *Pseudomonas fragi* i *Pseudomonas fluorescens*. Należy zaznaczyć, że nie było istotnych różnic we wzroście między kontrolnymi, 7-dniowymi siewkami, rosnącymi na pożywkach zawierających odmienne formy azotu (tab. 1).



Ryc. 2. Wybrane szczepy bakterii stymulujące wzrost siewek sałaty (w % kontroli): *A* — pierwszego liścia, *B* — hypokotylu, *C* — korzenia, *D* — pierwszego liścia i korzenia

Fig. 2. Selected bacterial strains stimulating growth of lettuce seedlings (in % of control): *A* — of the first leaf, *B* — of the hypocotyl, *C* — of the root, *D* — of first leaf and root

120, 243, 27, 51 — numery szczepów bakterii (number of bacteria strains)
Pozostałe oznaczenia jak na rys. 1. (Other explanations as in fig. 1)

Oddziaływanie bakterii na wzrost sałaty zależało w pewnym stopniu również od rodzaju podłoża, na jakim bakterie te były hodowane. Uwidoczniło się to zwłaszcza przy rozcieńczeniach hodowli 10^{-2} i przy użyciu do pożywki azotu amonowego. W tym przypadku (rys. 4) najbardziej hamująco na liście i korzenie siewek działały bakterie inkubowane na podłożu H (dwukrotnie rozcieńczona pożywka podstawowa + 10 g glukozy na 1 l). Pod wpływem tak hodowanych szczepów wystąpiło także wyraźne zahamowanie wzrostu hypokotyli, widoczne jeszcze w rozcieńczeniu 10^{-4} (rys. 4).

Tabela 1 — Table 1

Średnie długości (w mm) liści, hypokotyli i korzeni u kontrolnych siewek sałaty rosnących na pożywkach mineralnych z różnymi formami azotu: NO_3^-, NH_4^+

Average lengths (in mm) of leaves, hypocotyls and roots in control plants growing on mineral nutrient solutions with ammonium or nitrate

Część rośliny Part of plant		$N\text{-}NO_3^-$	$N\text{-}NH_4^+$	NIR LSD	Błąd średniej Error of mean
Liście	1	22,5	22,4	6,27	2,15
Leaves	2	19,6	17,9	3,13	1,07
	3	23,7	24,3	4,23	1,45
Hypokotyle	1	24,8	25,8	3,87	1,32
Hypocotyls	2	22,6	25,5	2,91	1,00
	3	23,1	24,6	4,05	1,39
Korzenie	1	27,7	27,5	4,73	1,62
Roots	2	32,0	32,9	6,73	2,30
	3	33,6	27,7	6,07	2,08

1, 2, 3 — powtórzenie (replications).
NIR przy P=0,001 (LSD at P=0.001).

Inaczej przedstawia się sprawa ilości wytworzonych przez 7-dniowe siewki sałaty korzeni bocznych, pod wpływem wszystkich wyżej wymienionych czynników. Wykonane obliczenia statystyczne dowiodły istotności uzyskanych różnic dla poszczególnych kombinacji (tab. 2). Jak wynika z tej tabeli wszystkie wykonane kontrole, podobnie jak i w poprzednich wypadkach, nie różniły się istotnie między sobą. Szczepy *Pseudomans fragi* i *Pseudomans fluorescens*, bez względu na rodzaj podłoża hodowlanego, nie wpływały zasadniczo na zmiany w liczbie korzeni bocznych u siewek sałaty rosnących na pożywkach z azotem azotanowym i amonowym. Wyraźnie więcej korzeni bocznych niż w kontroli było natomiast na pożywce z NH_4NO_3 (tab. 2; $\bar{x}_B$). Sporadycznie pojawiły się istotne różnice w wypadku hodowania bakterii na podłożu SW (tab. 2; szczep *Ps. fragi* R_2 i *Ps. fluorescens* R_2 i R_4) oraz na podłożu T (tab. 2; *Ps. fluorescens* R_4), świadczące o stymulacji liczby korzeni na pożywce z $N\text{-}NH_4^+$. Tylko dla jednej kombinacji i jednego szczepu wystąpiła nieznaczna stymulacja rozwoju korzeni bocznych na pożywce z NO_3, kiedy bakterie były hodowane na podłożu SW (tab. 2; szczep *Ps. fluorescens* R_2). W przypadku tej kombinacji obserwowano również wyraźną zależność między liczbą korzeni bocznych u siewek sałaty traktowanych bakteriami a zastosowaną formą azotu w pożywce, na jakiej rosły te rośliny. Najwięcej korzeni bocznych było na siewkach z pożywki zawierającej NH_4NO_3, mniej na solach amonowych — $(NH_4)_2SO_4$, a najmniej na azotanach — KNO_3.

Tabela 2 — Table 2

Wpływ bakterii: szczepów *Pseudomonas fragi* i *Pseudomonas fluorescens* hodowanych na różnych podłożach na tworzenie się korzeni bocznych u siewek sałaty, rosnących na pożywkach mineralnych z różnymi formami azotu

Influence of bacterial strains: *Pseudomonas fragi* and *Pseudomonas fluorescens* on the growth of adventitions roots of lettuce seedlings, growing on mineral salts with ammonium, nitrate and ammonium nitrate

Rozcieńczenie Dilutions	Pożywka Nutrient	Szczep bakterii — Strain of bacteria							
		Pseudomonas fragi				*Pseudomonas fluorescens*			
	B / A	$NO_3^-(\bar{x})$	$NH_4^+(\bar{x})$	$NH_4NO_3(\bar{x})$	$\bar{x}_A$	$NO_3^-(\bar{x})$	$NH_4^+(\bar{x})$	$NH_4NO_3(\bar{x})$	$\bar{x}_A$
R_2	Kontrola Control	1,2	1,5	1,5	1,40	1,2	1,5	1,5	1,40
	T	1,0	1,4	2,3	1,56	1,3	1,6	2,9	1,93
	SW	1,8	3,0	2,1	2,30	2,8	3,3	6,1	4,06
	H	1,5	1,7	2,6	1,93	2,3	2,7	3,9	2,96
	$\bar{x}_B$	1,37	1,90	2,12		1,90	2,27	3,57	
R_4	Kontrola Control	1,2	1,5	1,5	1,40	1,2	1,5	1,5	1,40
	T	0,9	1,9	2,0	1,60	1,2	4,9	5,2	3,76
	SW	1,9	1,4	1,7	1,66	1,8	3,1	1,7	2,20
	H	1,6	1,1	2,6	1,76	1,5	2,4	1,8	1,90
	$\bar{x}_B$	1,40	1,47	1,95		1,42	2,97	2,52	

R_2	R_4	R_2	R_4
$NIR_A = 0{,}52$	$NIR_A = 0{,}51$	$NIR_A = 0{,}56$	$NIR_A = 0{,}59$
$NIR_B = 0{,}44$	$NIR_B = 0{,}44$	$NIR_B = 0{,}58$	$NIR_B = 0{,}51$
$NIR_{AB} = 0{,}97$	$NIR_{AB} = 0{,}89$	$NIR_{AB} = 1{,}16$	$NIR_{AB} = 1{,}02$

A — podłoże stosowane do hodowli bakterii T, SW, H (bacterial nutrient medium T, SW, H);

B — pożywki mineralne z różnymi formami azotu NO_3^-, NH_4^+, NH_4NO_3 (nutrient solutions with NO_3^-, NH_4^+, NH_4NO_3);

T — podłoże dla bakterii wydzielającej substancje toksyczne (wg Krasilnikov 1966);

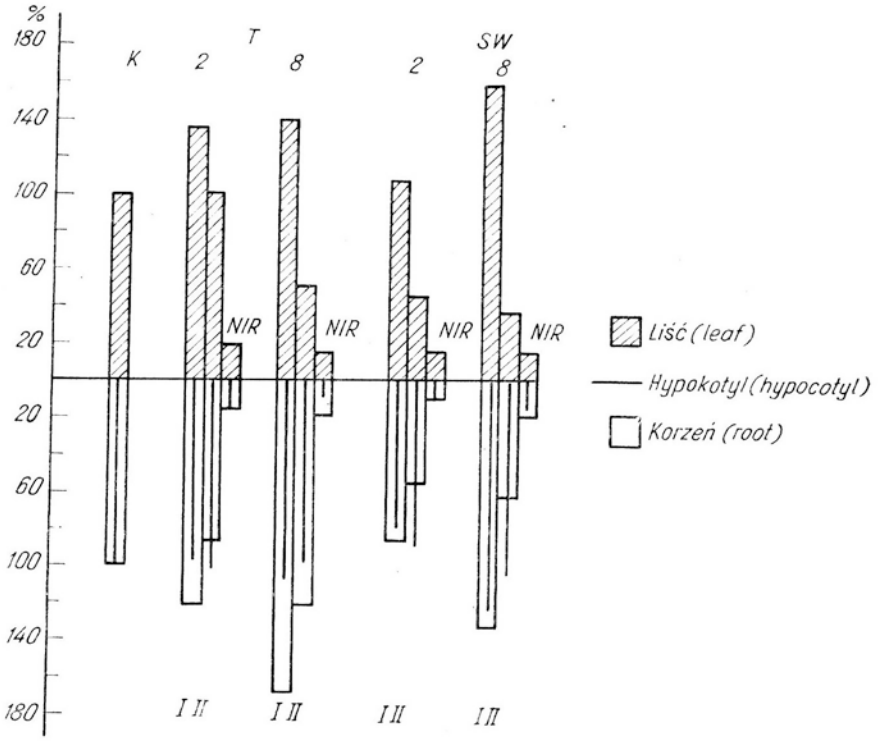
SW — podłoże dla mikroorganizmów wydzielających substancje wzrostowe (wg Muroncev, Pieńkov 1964);

H — dwukrotnie rozcieńczona podstawowa pożywka hydroponiczna +10 g glukozy na 1 l;

$\bar{x}$ — średnie z 10 powtórzeń; $\bar{x}_A$ — średnie z 30 powótrzeń dla każdego podłoża bakteryjnego bez względu na formę azotu w pożywce; $\bar{x}_B$ — średnie z 40 powtórzeń dla pożywek z różnymi formami azotu bez względu na podłoże do hodowli bakterii; $NIR_{A, B, AB}$ przy $P=0{,}001$ ($LSD_{A, B, AB}$ at $P=0.001$).

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały, że wiele spośród szczepów bakterii wyizolowanych z hydroponicznej uprawy sałaty stymuluje względnie hamuje wzrost siewek sałaty. Stymulujące działanie na rośliny mogło być spowodowane wpływem wydzielanych przez bakterie aktywnych produktów metabolizmu typu auksyn, giberelin, witamin względnie aminokwa-



Rys. 3. Wpływ szczepu *Pseudomonas fragi* na wzrost siewek sałaty (liści, hypokotyli, korzeni) w zależności od czasu inkubacji bakterii oraz od formy azotu w pożywce mineralnej dla roślin (w % kontroli)

Fig. 3. Influence of *Pseudomonas fragi* strain on the growth of lettuce seedlings (leaves, hypocotyls and roots) in dependence on incubation time and form of nitrogen in intrient medium on which the plants grew (% of control)

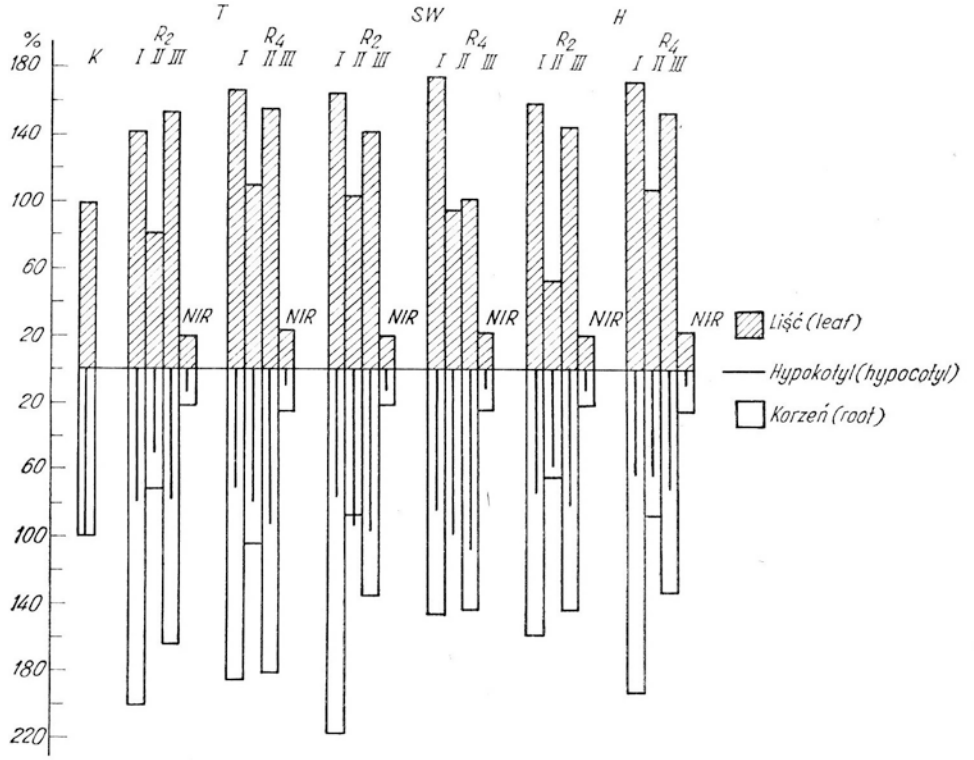
K — kontrolne rośliny na pożywce mineralnej z $N—NO_3^-$ (control plants growing on mineral salts with $N—NO_3^-$)

2 i 8 — czas inkubacji bakterii w dniach (incubation time of bacteria strains, in days)

I — działanie szczepu bakterii rozcieńczonego pożywką z $N—NO_3^-$ (effect of bacterial strain in nutrient solutions with $N—NO_3^-$); II — działanie szczepu bakterii rozcieńczonego pożywką z $N—NH_4^+$ (effect of bacterial strain in nutrient solution with $N—NH_4^+$)

NIR przy P=0,001 (LSD at P=0.001)

sów. Wiadomo, że wiele gatunków bakterii glebowych i ryzosferowych wydziela takie substancje i oddziałuje na wzrost roślin (Krasilnikov 1958; Sobieszczański 1965; Brown 1972; Mino 1974). Oznaczone w tej pracy aktywne gatunki bakterii należały do rodzajów: *Pseudomonas, Agrobacterium, Flavobacterium, Achromobacter, Chromobacterium* i okazały się znane z literatury jako zdolne do produkcji wspomnianych związków (Kaper, Valdestra 1958; Libbert i in. 1970; Sobieszczański 1965; Manteuffel 1973).



Rys. 4. Oddziaływanie szczepu *Pseudomonas fragi* na wzrost siewek sałaty (w % kontroli)

Fig. 4. Effect of *Pseudomonas fragi* strain on growth lettuce seedlings (in % of control)

T, SW, H — podłoża, na których namnażano bakterie (patrz — metodyka) (media on which bacteria were cultured); R_2, R_4 — rozcieńczenia hodowli bakterii 10^{-2}, 10^{-4} (dilutions of examined bacteria 10^{-2}, 10^{-4}); K — rośliny kontrolne (control plants);

I — działanie szczepu bakterii rozcieńczonego pożywką z $N—NO_3^-$ (effect of baterial strain in nutrient solution with $N—NO_3^-$); II — działanie szczepu bakterii rozcieńczonego pożywką z $N—NH_4^+$ (effect of bacterial strain in nutrient solution with $N—NH_4^+$); III — działanie szczepu bakterii rozcieńczonego pożywką z NH_4NO_3 (effect of bacterial strain in nutrient solution with NH_4NO_3);

NIR przy P=0,001 (LSD at P=0.001)

Wśród bakterii wpływających na wzrost siewek sałaty wyizolowano w tej pracy także i takie, które powodowały zahamowanie wzrostu roślin (rys. 1). Ujemny wpływ drobnoustrojów na wzrost roślin jest dobrze znany. Boven i Rovira (1961) wykazali, że obecność mikroorganizmów powoduje ograniczenie wzrostu korzeni koniczyny i pomidorów. Brown (1972) wyizolował z 6-dniowych siewek sałaty szczepy bakterii hamujące wzrost szczególnie hypokotylu. Michaleva (1965) dowiodła, że *Pseudomonas fluorescens, Pseudomonas desmolitica, Pseudomonas aurantiaca* w

znacznym stopniu ograniczają wzrost roślin. To zahamowanie tłumaczy ona wpływem metabolitów bakterii, a szczególnie substancji wzrostowych i antybiotyków.

Substancjami ograniczającymi wzrost roślin mogą być też wydzielane przez bakterie toksyny oraz produkty rozpadu komórek drobnoustrojów (Bonner 1950). Ujemny wpływ na rośliny metabolitów bakterii oraz produktów rozpadu ich komórek, może być spowodowany ich oddziaływaniem na materiał genetyczny korzeni. Wskazują na to wyniki prac Cebrata i in. (1972) oraz Kobierzyńskiej (1973a, b).

Mikroorganizmy mogą wpływać na rośliny nie tylko bezpośrednio poprzez produkty metabolizmu, lecz także pośrednio, działając stymulująco względnie hamująco na pobieranie przez nie pewnych jonów. Nie jest wykluczone, że na lepsze pobieranie niektórych jonów przez rośliny ma wpływ wydzielany przez bakterie kwas β-indolilooctowy (IAA), gdyż jak wykazali Rubinstein i Light (1973) jest on znany jako stymulator absorpcji jonów.

W pracy stwierdzono, że na sposób w jaki oddziaływają bakterie na siewki sałaty wpływa nieorganiczna forma azotu stosowana do pożywki, na której testowano rośliny. Okazało się, że te same szczepy bakterii wpływają na wzrost siewek sałaty stymulująco na pożywce z $N\text{-}NO_3^-$, natomiast hamująco na pożywce z $N\text{-}NH_4^+$. Gorszy wzrost siewek sałaty na pożywkach z $N\text{-}NH_4^+$ niż z $N\text{-}NO_3^-$ mógł być spowodowany intensywniejszym rozwojem bakterii w pożywce z solami amonowymi niż z azotanami. Taki efekt wzmożonego rozwoju bakterii w pożywkach z $N\text{-}NH_4^+$ potwierdzają wyniki uzyskane z mikrobiologicznej analizy dwóch równoległych hydroponików sałaty z azotanami i solami amonowymi w pożywce (Kobierzyńska-Gołąb 1979). Nadmierny rozwój bakterii może powodować nagromadzanie się w pożywce ich metabolitów, które w zbyt wysokim stężeniu mogą hamować wzrost roślin.

Hamujący wpływ bakterii na wzrost siewek sałaty przy ich odżywianiu solami amonowymi mógł być spowodowany również ich wpływem na mineralne żywienie roślin azotem. Nadmiernie namnażające się w takiej pożywce bakterie mogą bowiem unieruchamiać w swoich komórkach azot, przez co staje się on niedostępny dla roślin, co prowadzi z kolei do ich głodu azotowego. Taką hipotezę potwierdzałyby badania Barbera (1973), który stwierdził, że pobieranie azotu w postaci NO_3^- wzrasta w obecności mikroorganizmów, natomiast pobieranie azotu w postaci NH_4^+ w tych samych warunkach maleje.

Podziękowania

Składam serdeczne podziękowania Pani doc. dr hab. Z. Gumińskiej, Panu Prof. dr St. Gumińskiemu oraz Panu prof. dr J. Sobieszczańskiemu za cenne rady oraz krytyczne uwagi dotyczące tej pracy.

LITERATURA

Barber D. A., 1973. Effects of microorganisms on the absorption of manganese by plants. New. Phytol. 73: 97.

Bergey D. H., 1948. Manual of determinative bacteriology. The Williams Wilkins Company, Baltimore.

Bonner J., 1950. The role of toxic substances in the interactions on plant growth. I. Development of roots and hairs in sand and agar. Plant a. Soil 15: 166.

Boven G. B., Rovira A. D., 1966. Microbial factor in short-term phosphate uptake studies with plant roots. Nature, London (2117) 665.

Brown M. E., 1972. Plant growth substances produced by microorganisms of soil and rhizosphere. J. Appl. Bacteriol. 35: 443.

Burbianka M., Pliszka A., Janczura E., Teisseyre T., Załęska H., 1971. Mikrobiologia Żywności (Mikrobiologiczne metody badania produktów żywnościowych). PZWL, Warszawa.

Cebrat J., Czerwińska K., Bohdanowicz-Murek K., 1972. Introductory studies of bacterial effects on the course of mitosos in adventitions roots of *Allium cepa* L. Acta Soc. Bot. Polon. 41: 205.

Gumińska Z., 1964. Teoretyczne podstawy upraw hydroponicznych. Acta agrobot. 15: 77.

Gumińska Z., Kukułczanka K., Graczówna M., 1967. Poszukiwania najodpowiedniejszego stężenia soli mineralnych w pożywce i ściółce upraw hydroponicznych dla niektórych roślin ozdobnych. Acta agrobot. 20: 153.

Kaper I. M., Valdestra H., 1958. On the metabolism of tryptophan by *Agrobacterium tumefaciens*. Biochem. Biophys. Acta 30: 401.

Kobierzyńska Z., 1973a. On the effect of secretions of saprophytic bacteria on the course of mitosis in adventitions roots of *Allium cepa* L. Acta Soc. Bot. Polon. 42: 171.

Kobierzyńska Z., 1973b. Influence of saprophytic bacteria of alfalfa (*Medicago media* Pers.) seed and seedlings on mitosis in roots of alfalfa seedlings. Genet. Polon. 14: 179.

Kobierzyńska-Gołąb Z., 1979. Porównawcze badania nad występowaniem bakterii w hydroponicznych uprawach sałaty (*Lactuca sativa* L.) z azotanową i amonową formą azotu w pożywce. Acta agrobot. 32: 185.

Krasilnikov N. A., 1957. O značenii počvennych mikroorganizmov v pitanii rastenii. Mikrobiologija 22: 659.

Krasilnikov N. A., 1966. Metody izučenija počvennych mikroorganizmov i ich metabolitov. Izdatelstvo Moskovskogo Universiteta.

Lederberg J., 1950. Isolation and characterisation of biochemical mutants of bacteria. In Methods in Medical Research, Year Book Publishers, Chicago.

Libbert E., Manteuffel R., Siegl E., 1970. The influence of the epiphytic bacteria on the auxin production from tryptophan applied to corn shoots and coleoptiles. Physiol. Plant. 23: 784.

Mackie T. J., McCartney J. E., 1956. Handbook of practical bacteriology, E. and S. Livingston LTD. Edinburgh and London.

Manteuffel R., 1973. Beziehungen zwischen Pflanzen und epiphytischen Bakterien hinsichtlich ihres Auxinstoffwechsels. XV. Bakteriele Besiedlungschichte und Bakterienausbreitung auf Pflanzen — oberflächen unter Laboratoriumsbedingungen. Biochem. Physiol. Pflanzen 164: 303.

Michaleva V. V., 1965. Vlijanie denitryficiruiuščich bakterii na rost rastenii. Agrobiołogija 4: 587.

Mino J., 1974. Traptophol metabolism by a species of *Arthobacter*. Agric. Biol. Chem. 38: 211.

Muromcew G. S., Pieńkow L. A., 1964. Gibereliny. PWRiL, Warszawa.

Rubinstein B., Light E. N., 1973. Indoleacetic acid enhanced chloride uptake into coleoptile cells. Planta 110: 43.

Sobieszczański J., 1961. Metody badania wpływu drobnoustrojów na rośliny wyższe. Zesz. nauk. WSR, Wrocław, 38: 1.

Sobieszczański J., 1965. Role of microorganisms in life of cultivated plants. II. Effect of microorganisms from thr root-free soil on the development of plants. Acta Microb. Polon. 14: 183.

Schlegel H., 1965. Anreicherungskultur und Mutantenauslese. Symp. in Göttingen, 28-30.04.1964, Gustav Fischer Verlag Stuttgart.