

WPLYW NAWOŻENIA MINERALNEGO (NPK)
NA ZMIANY MIKROBIOCENOTYCZNE I PRODUKTYWNOŚĆ BIOLOGICZNĄ
WYBRANYCH GÓRSKICH EKOSYSTEMÓW TRAWIASTYCH[■]

Bolesław Smyk, Edward Różycki, Wiesław Barabasz

Akademia Rolnicza w Krakowie

Współczesne badania mikrobiologiczne z zakresu biochemii i ekologii mikroorganizmów glebowych oraz ich roli w środowiskach glebowych ekosystemów lądowych wskazują, że mikroorganizmy (bakterie, promieniowce i grzyby) mają decydujące znaczenie w kształtowaniu aktywności biochemicznej i produktywności biologicznej gleb ekosystemów trawiastych [1, 2, 4, 13, 15, 19, 20].

W produkcji biomasy również górskie ekosystemy trawiaste są wydajnymi układami otwartymi. Ich całkowita produkcja pierwotna netto może przewyższać inne ekosystemy lądowe,

[■] Praca została wykonana w ramach problemu MR.II.17: „Aktywność drobnoustrojów oraz ich wykorzystywanie i zwalczanie”, koordynowanego przez Instytut Mikrobiologii UŁ w Łodzi.

zwłaszcza w korzystnych warunkach ekologicznych [7-9, 15, 16].

W warunkach optymalnego uwilgotnienia - 500-750 mm dostępnej wody - najsilniej działającym czynnikiem jest nawożenie. Kształtuje ono wielkość i jakość plonu oraz zmienia stosunek masy plonu do masy regeneracyjnej, pozostającej na stałe w siedlisku [9-11, 15-17].

Nawożenie górskich użytków zielonych wywiera także korzystny wpływ na podniesienie aktywności mikrobiologicznej gleb i ogólny wzrost produktywności biologicznej ekosystemów trawiastych [15]. Z trzech pierwiastków (NPK) stosowanych z reguły w nawożeniu najsilniej działa azot, dzięki niemu najszybciej wzrasta biomasa mikroorganizmów, która z kolei determinuje przyrost masy zielonej runi [4, 6, 7, 9, 10, 11 i 15].

Z badań mikrobiologicznych i ekologicznych środowisk glebowych pratacenozy wynika, że autochtoniczne mikroorganizmy ryzosfery są ważnym i nieodzownym czynnikiem biochemicznym, odpowiedzialnym za gospodarkę materiałową i energetyczną gleb ekosystemów trawiastych [2, 7, 13, 15]. Mikroorganizmy glebowe - odznaczając się dużą aktywnością biochemiczną - mogą wywierać istotny wpływ na dynamikę różnokierunkowych procesów biochemicznych i biogeochemicznych, zachodzących w środowiskach glebowych. Z ich działalnością wiążą się ściśle przemiany biochemiczne nawozów mineralnych, synteza substancji biologicznie czynnych (aminokwasy, witaminy, antybiotyki itp.), wiązanie azotu atmosferycznego itd. [2, 13, 15, 20]. Należy dodać, że mikroorganizmy - jako jedno z ogniw w łańcu-

chu pokarmowym ekosystemu - nagromadzają i utrzymują w swej biomacie duże zapasy energii, będącej ważnym czynnikiem regulującym gospodarkę energetyczną gleby, a pośrednio - całego ekosystemu trawiastego. Uczestnicząc w procesach biochemicznych i biogeochemicznych, związanych z akumulacją pierwiastków biogennych w substancji organicznej gleby i w ich biomacie, regulują obieg tych pierwiastków w środowiskach glebowych i udostępniają je roślinom w przyswajalnej formie [10, 19 i 20].

W badaniach ekologicznych nad produktywnością biologiczną ekosystemów trawiastych coraz częściej zwraca się uwagę na kształtowanie się biomasy mikroorganizmów w środowiskach glebowych w zależności od zastosowanych zabiegów agrotechnicznych (nawożenie). Niewątpliwie stan ilościowy i jakościowy biomasy mikroorganizmów jest ważnym wskaźnikiem, informującym o aktualnym i potencjalnym stanie aktywności i produktywności biologicznej ekosystemu.

Życie i działalność mikroflory glebowej w ekosystemach trawiastych jest ściśle związana z życiem roślin. Istnienie współzależności pomiędzy mikroflorą ryzosfery a roślinnością trawiastą przejawia się, między innymi, w odżywianiu roślin, symbiozie grzybów i bakterii z roślinami wyższymi itp. [1, 20].

Celem niniejszych badań było poznanie wpływu nawożenia mineralnego (NPK) na kształtowanie się składu ilościowego i jakościowego wraz z określeniem ich wpływu na produktywność biologiczną górskich ekosystemów trawiastych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Ogólna charakterystyka obiektów badawczych

Doświadczenia założono na łąkach górskich, reprezentowanych przez zbiorowiska roślinne, zbliżone do zespołu Arrhenatheretum elatioris (oznaczone symbolem A) i zespołu Gladiolo-Agrostidetum (symbol B), położonych na terenach Zakładu Doświadczalnego IMUZ w Jaworkach koło Szczawnicy (Pieniny).

Powyższe obiekty położone są:

- a/ nad rzeką Biała Woda (A) na wysokości około 610 m npm,
- b/ nad potokiem Keniowskim (B) na wysokości około 724 m npm.

Na badanych obiektach występują następujące typy i podtypy gleb: mada czarnoziemna górską (A) i gleba brunatna płytko i słabo wylugowana (B) o zawartości około 4% (A) i 2,4% (B) próchnicy. Ich odczyn kształtował się w granicach $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 5,6-6,8-7,2.

Doświadczenia założono metodą bloków losowanych Studenta w kwietniu 1981 r. i prowadzono je corocznie do końca 1985 r.

Obejmowały one 12 kombinacji nawozowych według układu:

- 1) 0 - kontrola - bez nawożenia; 2) 60 kg N/ha; 3) 120 kg N/ha; 4) 180 kg N/ha; 5) 240 kg N/ha; 6) 360 kg N/ha/r;
- 7) 0 - kontrola - bez nawożenia; 8) 60 kg N/ha+80 kg P_2O_5 /ha+80 kg K_2O /ha; 9) 120 kg N/ha+80 kg P_2O_5 /ha+80 kg K_2O /ha;
- 10) 180 kg N/ha+80 kg P_2O_5 /ha+80 kg K_2O /ha; 11) 240 kg N/ha+80 kg P_2O_5 /ha+80 kg K_2O /ha; 12) 360 kg N/ha+80 kg P_2O_5 /ha+80 kg K_2O /ha/r. w 4 powtórzeniach.

W nawożeniu zastosowano saletrę amonową w 3 dawkach (wiosną, po pierwszym i po drugim pokosie), fosfor i potas wysiewano także corocznie, jednorazowo na wiosnę. W czwartym roku nawożenia wprowadzono na obiekcie B (jedno powtórzenie) nieznaczny dodatek kwasu askorbinowego celem sprawdzenia jego wpływu na nitrozoaminy i wzrost roślin trawiastych. W okresie doświadczalnym prowadzono stale obserwacje i pomiary meteorologiczne (głównie związane z kształtowaniem się stosunków termicznych i wilgotnościowych).

Pobór prób do badań mikrobiologicznych

Próbki gleb do badań analitycznych pobierano corocznie w odstępach 20-dniowych ze wszystkich wymienionych obiektów doświadczalnych w ciągu całego okresu wegetacyjnego. Poboru prób dokonywano z głębokości od 5 do 15 cm, z zachowaniem zasad czystości mikrobiologicznej ze wszystkich kombinacji nawozowych w ilości około 0,5 kg, a które po wymieszaniu (w poszczególnych kombinacjach nawozowych) służyły do ilościowych i jakościowych badań chemicznych, mikrobiologicznych i toksykologicznych.

BADANIA MIKROBIOLOGICZNE

W badaniach mikrobiologicznych gleb uwzględniono:

- a/ ogólną liczbę bakterii, promieniowców i grzybów;
- b/ mikroorganizmy czynne w metabolizmie azotowym (amoni-fikatory, nitryfikatory, denitryfikatory - wykorzystujące azot

w postaci saletrzanej i asymilatory azotu atmosferycznego;

c/ mikroorganizmy czynne w metabolizmie węglowodanowym (rozkład błonnika, pektyn, lignin i hemicelulozy);

d/ biomasę mikroorganizmów i jej skład chemiczny;

e/ taksonomia - oznaczenie przynależności systematycznej mikroorganizmów, wyodrębnionych z badanych środowisk glebowych górskich ekosystemów trawiastych.

Wymienione badania wykonano metodami stosowanymi obecnie w mikrobiologii ekologicznej gleb [5, 15, 19, 20].

Ocena produkcji pierwotnej i wycena agrotechniczna pól

Za pomocą standardowej metody badań produkcji pierwotnej (opracowanej przez Instytut Ekologii PAN) dokonano oceny wpływu nawożenia mineralnego (NPK) na produktywność biologiczną badanych górskich ekosystemów trawiastych. Wycenę pól oparto na ścisłych pomiarach wagowych i oznaczeniach chemicznych siana - ogólnie przyjętych i stosowanych w doświadczalnictwie.

WYNIKI BADAŃ

Ogólna charakterystyka mikrobiocenotyczna gleb

Z badań taksonomiczno-ekologicznych wynika, że w skład mikrobiocenoz badanych środowisk glebowych górskich ekosystemów trawiastych, reprezentowanych przez *Arrhenatheretum elatioris*

i Gladiolo-Agrostidetum, wchodzą mikroorganizmy glebowe przedstawione w tabeli 1-3 o zmiennej liczebności i częstotliwości występowania. Wszystkie wymienione mikroorganizmy glebowe (bakterie, promieniowce i grzyby) odznaczają się różnymi uzdolnieniami biochemicznymi w zakresie metabolizmu azotowego i węglowodanowego.

Wpływ nawożenia (N i NPK) na zmiany mikrobiocenotyczne

Liczne występowanie amonifikatorów i nitryfikatorów (głównie na obiektach nawożonych NPK) oraz asymilatorów azotu atmosferycznego z rodzaju *Arthrobacter*, *Azotobacter*, *Rhizobium* i *Clostridium*, a także mikroorganizmów czynnych w metabolizmie węglowodanowym (mikroorganizmy celulolityczne, hemicelulolityczne i inne), zaobserwowane w drugim i trzecim roku nawożenia NPK, wskazywałyoby na optymalne i zrównoważone w aspekcie energetycznym przemiany związków węgla i azotu w środowiskach glebowych badanych ekosystemów.

W drugim i trzecim roku nawożenia zauważono, że zastosowane nawożenie mineralne (NPK) w badanych warunkach ekologicznych wywiera selekcyjny wpływ na kształtowanie się składu ilościowego i jakościowego biocenoz klimaksowych. Stwierdzono przy tym, że wzrostowi liczebności mikroflory przy nawożeniu mineralnym NPK, począwszy od $N_{60}P_{80}K_{80}$ do $N_{240}P_{80}K_{80}$ kg/ha/r., towarzyszy wzrost ilościowy biomasy, co wpływa korzystnie na stabilność ekologiczną badanych biocenoz. Natomiast na obiektach jednostronnie nawożonych azotem w dawkach od 180 do 240 kg/N/ha/rok, wchodzących w skład zespołu *Arrhenatheretum* ela-

Bakterie występujące w środowiskach glebowych górskich ekosystemów trawiastych

Gatunki dominujące w trzecim roku nawożenia NPK

A. ARRHENATHERETUM ELATIORIS	B. GLADIOLO-AGROSTIDETUM
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Arthrobacter citreus</i>, Sacks 2. <i>Arthrobacter duodecadis</i>, Lochhead 3. <i>Arthrobacter flavescens</i>, Lochhead 4. <i>Arthrobacter globiformis</i>, Conn et al. 5. <i>Arthrobacter terregens</i>, Lochhead et al. 6. <i>Azotobacter chroococcum</i>, Beijerinck 7. <i>Bacillus cereus</i>, Frankland 8. <i>Bacillus cereus</i>, var. <i>mycoides</i>, Smith 9. <i>Bacillus circulans</i>, Jordan 10. <i>Bacillus firmus</i>, Bredeman et Warner 11. <i>Bacillus macerans</i>, Schardinger 12. <i>Bacillus megaterium</i>, De Bary 13. <i>Bacillus polymyxa</i>, Prazmowski 14. <i>Bacillus subtilis</i>, Cohn 15. <i>Cellulomonas falvigena</i>, Bergey 16. <i>Clostridium pasteurianum</i>, Winogr. 17. <i>Cytophaga krzemieniewskae</i>, Stanier 18. <i>Eubacterium nitritogenes</i>, Prevot 19. <i>Myxococcus macrosporus</i>, Krzemieniewska 20. <i>Pseudomonas fluorescens</i>, Migula 21. <i>Pseudomonas</i> sp.? 22. <i>Nitrosomonas</i> sp.? 23. <i>Nitrobacter</i> sp.? 24. <i>Rhizobium trifolii</i>, Dangeard 25. <i>Sporocytophaga myxococcoides</i>, Stanier 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Arthrobacter globiformis</i>, Conn 2. <i>Arthrobacter</i> sp.? 3. <i>Bacillus cereus</i>, Frankland 4. <i>Bacillus cereus</i>, var. <i>mycoides</i> Smith 5. <i>Bacillus circulans</i>, Jordan 6. <i>Bacillus firmus</i>, Bredeman et al 7. <i>Bacillus macerans</i>, Schard. 8. <i>Bacillus megaterium</i>, De Bary 9. <i>Bacillus polymyxa</i>, Prazm. 10. <i>Bacillus subtilis</i>, Cohn 11. <i>Cellulomonas flavigena</i>, Bergey 12. <i>Clostridium pasteurianum</i>, Winogradski 13. <i>Cytophaga</i> sp.? 14. <i>Eubacterium nitritogenes</i>, Prevot 15. <i>Nitrosomonas</i> sp.? 16. <i>Nitrobacter</i> sp.? 17. <i>Pseudomonas fluorescens</i>, Migula 18. <i>Sporocytophaga</i> sp.?

Promieniowce występujące w środowiskach glebowych górskich ekosystemów
trawiastych

Gatunki dominujące w trzecim roku nawożenia NPK

A. ARRHENATHERETUM ELATIORIS	B. GLADIOLO-AGROSTIDETUM
1. <i>Streptomyces alboflavus</i> , Waksman et Henrici	1. <i>Streptomyces albus</i> , Waksman et Henrici
2. <i>Streptomyces albus</i> , Waksman	2. <i>Streptomyces anulatus</i> , Waksman
3. <i>Streptomyces anulatus</i> , Waksman	3. <i>Streptomyces felleus</i> , Linn.
4. <i>Streptomyces bobili</i> , Waksman et Henrici	4. <i>Streptomyces fradiae</i> , Waksman et Henrici
5. <i>Streptomyces chrysomallus</i> , Linn.	5. <i>Streptomyces fumanus</i> , Pridham et al.
6. <i>Streptomyces flaveolus</i> , Waksman et Henrici	6. <i>Streptomyces globosus</i> , Waksman
7. <i>Streptomyces flavogriseus</i> , Waksman.	7. <i>Streptomyces globisporus</i> , Waksman
8. <i>Streptomyces fradiae</i> , Waksman et Henrici	8. <i>Streptomyces griseochromogenes</i> , Fuk.
9. <i>Streptomyces globosus</i> , Waksman	9. <i>Streptomyces griseolus</i> , Waksman et Henrici
10. <i>Streptomyces griseochromogenes</i> , Fuk.	10. <i>Streptomyces griseus</i> , Waksman et Henrici
11. <i>Streptomyces griseolus</i> , Waksman et Henrici	11. <i>Streptomyces longisporus</i> , Waksman
12. <i>Streptomyces griseus</i> , Waksman et Henrici	12. <i>Streptomyces mirabilis</i> , Ruschman
13. <i>Streptomyces lavendulae</i> , Waksman et Henrici	13. <i>Streptomyces pheochromogenes</i> , Waksman
14. <i>Streptomyces longisporus</i> , Waksman	14. <i>Streptomyces rochei</i> , Bergey et al.
15. <i>Streptomyces mirabilis</i> , Ruschmann	15. <i>Streptomyces roseolus</i> , Pridham et al.
16. <i>Streptomyces phaeochromogenes</i> , Waksman	16. <i>Streptomyces rutgersensis</i> , Waksma et Henrici
17. <i>Streptomyces rochei</i> , Bergey et al.	
18. <i>Streptomyces roseolus</i> , Pridham et	
19. <i>Streptomyces rutgersensis</i> , Waksman et Henrici	
20. <i>Streptomyces tanashiensis</i> , Hata et al.	
21. <i>Streptomyces violaceus-niger</i> , Pridham	
22. <i>Streptomyces viridochromogenes</i> , Waksman et Henrici	

Grzyby (micromycetes) występujące w środowiskach glebowych górskich ekosystemów trawiastych

Gatunki dominujące w trzecim roku nawożenia NPK

A. ARRHENATHERETUM ELATIORIS	B. GLADIOLO-AGROSTIBETUM
1. <i>Acremonium strictum</i> , Gams	1. <i>Alternaria geophila</i> , Daszewska
2. <i>Alternaria alternata</i> Fr. Keissl.	2. <i>Cladosporium herbarum</i> , Link
3. <i>Alternaria geophila</i> , Daszewska	3. <i>Fusarium melanochlorum</i> , Sacch.
4. <i>Aspergillus ohevalieri</i> , Thom et Church.	4. <i>Fusarium moniliforme</i> , Sheld.
5. <i>Aspergillus terreus</i> , Thom	5. <i>Fusarium oxysporum</i> , Schlecht.
6. <i>Aspergillus versicolor</i> , Tirab.	6. <i>Fusarium sporotrichioides</i> , Sherb
7. <i>Cladosporium herbarum</i> , Link ex Fr.	7. <i>Mortierella alpina</i> , Peyr.
8. <i>Cladosporium macrocarpum</i> , Preuss	8. <i>Mortierella hyalina</i> , Gams
9. <i>Fusarium merismoides</i> , Cord.	9. <i>Penicillium brevi-compactum</i> , Dierckx.
10. <i>Fusarium graminearum</i> , Schwabe	10. <i>Penicillium frequentans</i> , Westl.
11. <i>Fusarium oxysporum</i> , Schlecht.	11. <i>Penicillium jenseni</i> , Zal.
12. <i>Fusarium sporotrichioides</i> , Sherb.	12. <i>Penicillium tardum</i> , Thom
13. <i>Gliocladium roseum</i> , Bain.	13. <i>Rhodotorula</i> sp.?
14. <i>Mortierella alpina</i> , Peyronell	14. <i>Verticillium chlamydosporium</i> , Godd.
15. <i>Mucor racemosus</i> , Fr.	15. <i>Verticillium nigrescens</i> , Peth.
16. <i>Penicillium brevicompactum</i> , Dierckx.	16. <i>Verticillium tenerum</i> , Link
17. <i>Penicillium jenseni</i> , Zal.	17. <i>Trichoderma polysporum</i> , Rif.
18. <i>Penicillium lanosum</i> , Westling	18. <i>Zygorrhynchus moelleri</i> , Vuill.
19. <i>Penicillium frequentans</i> , Westling	
20. <i>Penicillium nigricans</i> , Thom	
21. <i>Penicillium implicatum</i> , Blourge	
22. <i>Rhodotorula</i> sp.?	
23. <i>Trichoderma polysporum</i> , Rif.	
24. <i>Trichoderma viride</i> , Harz	
25. <i>Verticillium chlamydosporium</i> , Godd.	
26. <i>Verticillium nigrescens</i> , Poth.	

tioris i Gladiolo-Agrostidetum, stwierdzono wyraźną recesję bakterii z rodzaju *Arthrobacter* (*A. duodecadis*, *A. terregens*, *A. tumescens*), *Azotobacter chroococcum*, *Rhizobium trifolii* i promieniowców z rodzaju *Streptomyces* (*S. albus*, *S. anulatus*, *S. bobili*, *S. flavogriseus*, *S. globosus*, *S. griseus*, *S. mirabilis*) oraz grzybów z rodzaju *Absidia* (m.in. *A. glauca*, *A. lichtheimii*), *Chaetomium* (m.in. *Ch. orispatum*, *Ch. globosum*, *Ch. tetraspora*); *Fusarium avenaceum*; *Mucor* (m.in. *M. globosus*, *M. hiemalis*, *M. racemosus*); *Saccharomyces* i *Verticillium* (m.in. *V. cellulosa*, *V. nigrescens* i *V. tenerum*).

Jednostronne nawożenie azotem badanych łąk górskich wpływa także na nieznaczne zmniejszenie liczebności mikroflory i jej biomasy oraz wyraźne zmiany w składzie mikrobiocenotycznym (tab. 4). Na wskutek wyraźnej recesji promieniowców antybiotycznych z rodzaju *Streptomyces* (m.in. *Streptomyces griseus*), zostaje osłabiona aktywność antybiotyczna mikrobiocenoz klimaksowych, co może mieć ujemny wpływ na stabilność ekologiczną badanych ekosystemów trawiastych.

W środowiskach glebowych badanych ekosystemów trawiastych (A i B) stwierdzono występowanie następujących grzybów toksynotwórczych: *Penicillium jensenii*, *Zal.* i *Penicillium rugulosum*, *Thom* oraz wielu innych. Powyższe zjawiska pojawiania się grzybów toksynotwórczych mogą być tłumaczone mutagennym oddziaływaniem nitrozoamin na mikroorganizmy dość często stwierdzanych w środowiskach glebowych, nawożonych dużymi dawkami azotu mineralnego [3, 12, 14, 18].

Z powyższych danych wynika, że pod wpływem jednostronnego nawożenia wysokimi dawkami azotu mineralnego stwierdzono nie-

Wpływ nawożenia mineralnego (N i NPK) na zmiany mikrobiocenotyczne i produktywność biologiczną górskich ekosystemów trawlastych

Obiekty badawcze

A. ARRHENATHERETUM ELATIORIS - Biała Woda - 610 m npm,

B. GLADIOLO-AGROSTIDETUM - Cerkiel - 724 m npm.

Wyszczególnienie	I. Nawożenie N ^m					
	N ₀	N ₆₀	N ₁₂₀	N ₁₈₀	N ₂₄₀	N _{360kg/ha/r.}
MIKROBIOCENOZY						
Obiekt A						
Gatunki dominujące						
Bakterie	25	25	25	Recesja bakterii z rodzaju Azotobacter,		24
Promieniowce	25	24	20	Arthrobacter i Streptomyces		15
Grzyby	30	25	25			20
Biomasa bakterii	0,4 t/ha	0,9 t/ha	1,85 t/ha			3,0 t/ha 2,75 t/ha
Obiekt B						
Gatunki dominujące						
Bakterie	20	20	20	Recesja bakterii z rodzaju Azotobacter,		15
Promieniowce	15	15	15	Arthrobacter i Streptomyces		10
Grzyby	20	20	20	Streptomyces		15
Biomasa bakterii	0,25 t/ha	0,6 t/ha	1,25 t/ha			2,2 t/ha 2,0 t/ha
FITOCENOZY						
Liczba gatunków						
w obiekcie A	64	57	48	44	27	17
w obiekcie B	58	55	39	32	25	24
PLON SIANA W t/ha s.m.						
obiekt A	2,65	4,99	5,23	5,64	5,84	6,05
obiekt B	1,53	2,50	2,75	3,43	3,57	4,02
Wyszczególnienie	II. Nawożenie NPK ^m					
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₁₈₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₂₄₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₃₆₀ P ₈₀ K ₈₀ kg/ha
MIKROBIOCENOZY						
Obiekt A						
Gatunki dominujące						
Bakterie	25	25	25	Wzrost bakterii z rodzaju Arthrobacter, Bacillus, Pseudomonas, Nocardia i Streptomyces		25
Promieniowce	25	24	24	oraz grzybów z rodzaju Fusarium, Penicillium, i Verticillium		20
Grzyby	30	28	25			22
Biomasa bakterii	0,4 t/ha	2,0 t/ha	2,4 t/ha			3,6 t/ha 3,0 t/ha
Obiekt B						
Gatunki dominujące						
Bakterie	20	20	20	Wzrost bakterii z rodzaju Arthrobacter, Bacillus, Pseudomonas, Nocardia i Streptomyces		18
Promieniowce	15	15	15	oraz grzybów z rodzaju Fusarium, Penicillium i Verticillium		12
Grzyby	20	20	20			18
Biomasa bakterii	0,25 t/ha	0,85 t/ha	1,75 t/ha			2,4 t/ha 2,1 t/ha
FITOCENOZY						
Liczba gatunków						
w obiekcie A	64	55	34	24	24	22
w obiekcie B	58	53	33	29	22	16
PLON SIANA W t/ha s.m.						
Obiekt A	2,85	5,44	5,93	6,16	6,40	6,83
Obiekt B	1,42	2,75	3,05	3,42	4,22	4,45

^m Dane uzyskano w trzecim roku doświadczeń z nawożeniem N i NPK (1983 r.)

korzystne zmiany w składzie mikrobiocenoz badanych ekosystemów trawiastych. Nawożenie mineralne wywołało również wyraźne zmiany w składzie florystycznym runi łąkowej (tab. 4). Uzyskane dane mikrobiologiczne i fitosocjologiczne potwierdzają tezę Ellenberga [6] o azocie jako ważnym czynnikiem ekologicznym, wpływającym destruktywnie na stabilność ekologiczną ekosystemów trawiastych.

Z dotychczasowych obserwacji wynika, że dodatek kwasu askorbinowego do środowisk glebowych badanych ekosystemów trawiastych *Gladiolo-Agrostidetum* (B) wpływa korzystnie na stabilność ekologiczną badanych ekosystemów. Być może, że mamy tu do czynienia ze swoistym działaniem na mikroorganizmy i ich metabolity, tzn. nitrozoaminy i tym samym korzystnym wpływem na mikroorganizmy glebowe i rośliny trawiaste. Potwierdzenie zaobserwowanych zjawisk biologicznych wymagać będzie dalszych badań ekologicznych.

Wpływ nawożenia mineralnego na produktywność biologiczną górskich ekosystemów trawiastych

Na podstawie uzyskanych wyników można by przyjąć, że zastosowane nawożenie mineralne trwałych górskich użytków zielonych przyczyniło się do zwiększenia produkcji pierwotnej w granicach 0,6-0,9-1,25-1,65 kg s.m./m² w środowiskach glebowych zbiorowisk roślinnych, wchodzących w skład zespołów *Arrhenatheretum elatioris* i *Gladiolo-Agrostidetum*.

Zastosowane nawożenie mineralne (NPK, a zwłaszcza N₂₄₀P₈₀K₈₀kg/ha/r.) przyczyniło się także do uzyskania stosunkowo

wysokich plonów siana bez naruszenia stabilności ekologicznej badanych ekosystemów trawiastych (tab. 4).

OGÓLNE WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników można wysnuć następujące wnioski:

1. Nawożenie azotem 120-360 kg/N/ha/rok górskich ekosystemów trawiastych, reprezentowanych przez zbiorowiska roślinne *Arrhenatheretum elatioris* i *Gladiolo-Agrostidetum*, wywołuje już w trzecim roku nawożenia wyraźne zmiany mikrobiocenotyczne w badanych ekosystemach (m.in. recesja bakterii z rodzaju *Arthrobacter*, *Azotobacter* i *Streptomyces*; wyraźny wzrost populacji mikroorganizmów redukujących azotany i wytwarzających azotyny oraz związki nitrozowe, jak nitrozoaminy i nitrozoamidy; wzrost populacji grzybów toksynotwórczych z rodzaju *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* i *Verticillium*), co wywiera niekorzystny wpływ na stabilność ekologiczną badanych ekosystemów.

2. Równoległe z zaobserwowanymi zmianami mikrobiocenotycznymi stwierdzono wyraźną redukcję składu botanicznego runi (m.in. redukcja roślin motylkowatych, zielonych i niektórych gatunków traw) w porównaniu ze stanem wyjściowym runi. Wprowadzenie wzrastające nawożenie azotem przyczynia się do zwiększenia ilościowego plonów runi użytków zielonych, ale równocześnie obniża ich wartość biologiczną.

3. W badanych warunkach ekologicznych stosowanie wzrastających dawek azotu na tle nawożenia fosforowo-potasowego wy-

wiera selekcyjny wpływ na kształtowanie się składu ilościowego i jakościowego biocenoz klimaksowych oraz przyczynia się do wzrostu produktywności biologicznej badanych górskich ekosystemów trawiastych.

LITERATURA

1. Balicka N.: Niektóre aspekty wzajemnego oddziaływania roślin i drobnoustrojów. *Post. Mikrob.* 1983, 22, 1, 87-94.
2. Clark P. E., Paul E. A.: The Microflora of Grassland, *Adv. Agronom.* 1970, 1, 1-15.
3. Cole R. J., Cox R. H.: *Handbook of toxic Fungal metabolites*, Academic Press, Inc., New York, Toronto, London, San Francisco, 1980.
4. Dommergues Y. R., Belser R. W., Schmidt E. L.: Limiting factors for microbial growth and activity in soil, *Adv. in Microb. Ecology*, 1978, 2,
5. Domsch K. H., Gams W., Traute-Heidi Anderson: *Compendium of Soil Fungi*, Vol. 1 and 2., Academic Press, Inc., London 1981.
6. Ellenberg H.: Stickstoff als Standortsfaktor, insbesondere für mitteleuropäische Pflanzengesellschaften, *Ecol. Plant.*, 1977, 12, 1-22.
7. O'Connor K.: Nitrogen balances in natural grasslands and extensively - managed grassland systems, New Zealand *J. of Ecology*, 1983, 6, 1-18.
8. Prins W. W.: Changes in quantity of mineral nitrogen in three grassland soils as affected by intensity of nitrogen fertilization, *Fertilizer Research*, 1980, 1, 51-63.
9. Prończuk J.: *Podstawy ekologii rolniczej*, PWN, Warszawa 1982.
10. Rosswall T.: The internal nitrogen cycle between microorganisms, vegetation and soil, *Ecol. Bull. Stockholm*, 1976, 22, 157-167.

11. Rosswall T.: Nitrogen losses from terrestrial ecosystems - global, regional and local considerations, Proc. GIAM-V, 1979, 17-26.
12. Smyk B.: Biologiczne i biogeochemiczne stuki stosowania mineralnych nawozów azotowych w rolnictwie, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie, 1982, 10, 169, 57-78.
13. Smyk B.: Mikroorganizmy a produktywność biologiczna gleb, Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej PAN w Krakowie, 1984, 12, 97-132.
14. Smyk B., Barabasz W., Różycki R.: The effect of some nitrosamines on the growth of the selected soil microorganisms, Third International Symposium of Microbial Ecology, Q-6,70, August 7-12, 1983 ICOME, IUMS and ASM, Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA 1983.
15. Smyk B., Różycki E., Barabasz W.: Wpływ nawożenia mineralnego (NPK) na kształtowanie się mikrobiocenoz i zawartość górskich ekosystemów trawiastych, Acta Agraria et Silvestria, Ser. Agraria, 1984, 23, 149-174.
16. Smyk B., Różycki E., Kopeć St.: Wpływ nawożenia mineralnego na aktywność mikrobiologiczną gleb i na produktywność górskich ekosystemów trawiastych, Zeszyty Problematyczne Postępów Nauk Rolniczych, 1975, 162, 213-218.
17. Ulehlová B.: Einfluss der Mineraldüngung auf dem Stickstoffkreislauf in Wiesenökosystemen, Zbl. Mikrobiol., 1983, 138, 259-268.
18. Van Cleemput O., Baert L.: Nitrite: a key compound in N loss processes under acid conditions?, Plant and Soil., 1984, 76, 233-241.
19. Wicklow D. T., Carroll G. C.: The Fungal community: Its Organization and Role in the Ecosystem., M. Dekker Inc., New York, 1981.
20. Witkamp M.: Direct and indirect counts of Fungi and Bacteria as Indexes of microbial mass and productivity, Soil Science, 1974, 118, 3, 150-155.

B. Snyk, E. Różycki, W. Barabasz

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZATION (NPK)
ON MICROBIOCENOTICAL CHANGES AND BIOLOGICAL PRODUCTIVITY
OF SELECTED MOUNTAIN GRASSY ECOSYSTEMS

S u m m a r y

The effect of mineral fertilization of mountain grassy ecosystems, represented by *Arrhenatheretum elatioris* and *Gladiolo-Agrostidetum*, on microbiological processes connected with nitrogen and carbon metabolism as well as microbiocenotical changes, was investigated in soil environments of grassy ecosystems.

Following mineral fertilization was applied: 60, 120, 180, 240 and 360 kg of N/ha without potassium and phosphorus fertilization as well as with 80 kg of P_2O_5 and 80 kg of K_2O /ha.

On the basis of the results obtained a general conclusion can be made:

1. Fertilization from 120 to 360 kg of N/ha, applied to mountain grassy ecosystems represented by the plant communities mentioned above, caused in the third year of fertilization significant changes in microbiocenosis of the investigated ecosystems recession of bacteria of genera *Arthrobacter*, *Azotobacter* and *Streptomyces*, an increase in the population of microorganisms reducing nitrates and producing nitrites and other N-nitroso compounds, and an increase in

the population of toxin-producing fungi of genera *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* and *Verticillium* which causes a negative effect on the stability of the investigated ecosystems.

2. Side by side with microbiocenotical changes a reduction in the composition of plant sward was observed reduction of leguminous plants, herbage, and some species of grass in comparison with the initial sward composition. Although nitrogen fertilization favours an increase in grassland yields it results in a decrease of their value.

3. Under the investigated ecological conditions the application of increased doses of nitrogen fertilization against the background of potassium and phosphorus fertilization has a selective effect on the qualitative and quantitative compositions of climax biocenoses and results in an increase of biological productivity of the investigated grassy ecosystems.

Б. Смык, Э. Ружицки, В. Барабаш

ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ (NPK) НА МИКРОБИОЦЕ-
НОТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И БИОЛОГИЧЕСКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВЫБРАН-
НЫХ ГОРНЫХ ТРАВЯНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Р е з ю м е

Исследовалось влияние минерального удобрения горных травяных экосистем, представленных сообществами *Arrhenatheretum retum eliatoris* и *Gladiolo-Agrostidetum*, на микробиологи-

ческие процессы (численность, биомассу и ее химический состав, состав биоценозов), связанные с азотным и углеводным метаболизмом, а также микробиоценотические изменения, происходящие в горных средах исследуемых травяных экосистем.

Применялись следующие дозы минеральных удобрений: 60, 120, 180, 240 и 360 кг азота/га без внесения фосфорно-калийных удобрений, а также на фоне 80 кг/га P_2O_5 и 80 кг/га K_2O .

На основании полученных результатов можно сделать общие следующие выводы:

1. Удобрение от 120 до 360 кг азота/га горных травяных экосистем, представленных вышеуказанным растительным сообществом, вызывает уже на третьем году внесения резкие микробиоценотические изменения в исследуемых экосистемах (в частности: рецессия бактерий рода *Arthrobacter*, *Azotobacter* и *Streptomyces*; резкий рост популяции микроорганизмов, восстанавливающих нитраты и образующих нитриты, а также многие нитрозовые соединения; рост популяции грибов рода *Aspergillus*, *Fusarium* и *Penicillium*), что вызывает отрицательное влияние на экологическую стабильность исследуемых экосистем;

2. Параллельно с наблюдаемыми микробиоценотическими изменениями установлено резкую редукцию ботанического состава травостоя (в частности: редукция бобовых растений, зеленых и некоторых видов трав) по сравнению с исходным состоянием травостоя. Действительно то, что растущие дозы азотного удобрения способствуют количественному повышению урожая травостоя зеленых угодий, но, одновременно, снижают его биологическую ценность;

3. В исследуемых экологических условиях применение высоких доз азота на фоне фосфорно-калийного удобрения вызывает селекционирующее влияние на образование количественного и качественного состава климаксовых биоценозов, а также способствуют повышению биологической продуктивности травяных экосистем.