

HENRYK ZIMNY

Katedra Urządzania i Konserwacji
Terenów Zielonych SGGW
Warszawa

Fitomelioracja lekkich gleb leśnych jako czynnik wzmożenia produktywności i poprawy wartości potencjonalnej siedlisk

Wzmożenie produktywności gleb można osiągnąć wieloma metodami — między innymi nawożeniem biologicznym. Nawożenie biologiczne czyli fitomelioracja polega na użyźnianiu siedlisk poprzez dobór odpowiednich gatunków roślin i utrzymanie ich w warunkach optymalnych przez określony okres.

Biologiczne nawożenie polega na praktycznym modyfikowaniu warunków ekologicznych w kierunku korzystnym dla rozwoju produkcji roślinnej.

Przeprowadzono szereg badań nad warunkami ekologicznymi roślin motylkowych, występujących w zbiorowiskach naturalnych i półnaturalnych. Wyniki tych badań zostały częściowo ogłoszone drukiem (Zimny 1961, 1962, 1964b, 1965b). Badania te dalekie są od wyczerpania całokształtu zagadnień, jednak uzyskane rezultaty pozwalają na podsumowanie pewnego etapu studiów i dają teoretyczne podstawy do wykorzystania dziko rosnących gatunków roślin motylkowych w fitomelioracji leśnych gleb lekkich.

Dotychczasowe osiągnięcia w fitomelioracji

W literaturze można znaleźć stosunkowo dużo publikacji dotyczących fitomelioracji siedlisk leśnych. Prace te jednak odnoszą się najczęściej do zaleceń stosowania łubinu trwałego (*Lupinus polyphyllus* Ldl.) lub jednorocznego, żarnowca miotlastego (*Sarothamnus scoparius* (L.) Wimm.) oraz robinii (*Robinia pseudacacia* L.) (Němec 1950, Joro i Horváth 1959, Jonas 1959, Gemeinhardt 1959, 1960, 1961, Pechmann i Wutz 1960, Löffler 1961, Hoffmann 1961, 1964b, Melzer 1962, Bredow-Stechow 1961, 1962, Gončar 1963, Dinkela-ker 1963, Richter 1964 i Žilkin 1959, 1964).

W fitomelioracji nie ograniczano się wyłącznie do stosowania roślin motylkowych, ale używano w tym celu i innych gatunków roślin naczyniowych. Dość dużo uwagi poświęcono olszy (*Alnus incana* (L.) Much, *A. glutinosa* (L.) Gaertn., *A. tenuifolia* Nutt.) jako gatunkom użyźniającym siedliska (Virtanen 1957, Joro i Horváth 1959, Holms-

gaard 1960, Goldman 1961, Wittich 1961, Lowry, Brokowi i Breeding 1962, i in.). W celach specjalnych stosowano również niektóre gatunki sosny np. *Pinus Miottii* Engelm. i *P. teda* L., zwłaszcza gdy chodziło o przygotowanie siedlisk dla upraw *Arcaucaria cunninghamii* Ail. na glebach laterytowych (Richards 1962).

Wartość nawozowa łąbinu oraz robinii jest bardzo wysoka podobnie jak olszy. Jednak olszę nie wszędzie można uprawiać. Łubin mimo swych walorów nawozowych w fitomelioracji gleb leśnych posiada ograniczone możliwości. Uprawa łąbinu w kulturach jest zjawiskiem bardziej szkodliwym niż korzystnym. Powoduje on ocienienie sadzonek i wpływa ujemnie na ich wzrost zwłaszcza w siedliskach średniożywnych. Na glebach ubogich łąbin trwały udaje się stosunkowo słabo i daje małe efekty nawozowe. Podsiew łąbinu pod okapem drzewostanu jest również zabiegiem trudnym, gdyż gatunek ten jako światłolubny nie znosi ocienienia. Udają się uprawy łąbinu pod okapem drzewostanu tylko w przypadku gleb żyznych lub w częściowo prześwietlonych drzewostanach (Němec 1950, Žilkin 1959, 1964). Dodatkową ujemną cechą łąbinu trwałego jest to, że gatunek ten nie jest rośliną leśną i europejską, zmienia więc biocenozę lasu.

Robinia propagowana przez Niemców, jako cenny gatunek użyźniający gleby leśne (Gemeinhardt 1959, 1960, 1961), jest również gatunkiem światłolubnym, jednak dodatkowo utrudnia ponowne zalesienie z powodu intensywnego rozmnażania wegetatywnego. Mimo, że znaleziono sposób usuwania robinii po spełnieniu jej zadania za pomocą środków chemicznych (Hoffmann 1964a), gatunek ten zwłaszcza w naszych warunkach nie ma większego znaczenia.

Praktycznie biologiczne nawożenie siedlisk leśnych nie posiada dotychczas większego znaczenia z braku odpowiednich gatunków roślin, właściwych biocenozom leśnym. Prawdopodobnie rozwiązaniem tego tak ważnego problemu będzie stosowanie gatunków autochtonicznych zbiorowiskom leśnym. Tylko rośliny motylkowe występujące jako naturalne komponenty zbiorowisk leśnych, przystosowane do specyfiki warunków panujących pod okapem drzewostanu, mogą być pomocne w użyźnianiu gleby.

Fitomelioracja a nawożenie mineralne

Nawożenia mineralnego w obecnym okresie nie będziemy mogli stosować w leśnictwie z uwagi na brak nawozów dla celów rolniczych. Nie jest jeszcze ono powszechnie stosowane w leśnictwie innych krajów. Nawożenie mineralne daje dobre rezultaty w przyroście drewna (Pechman i Wutz 1960, Melzer 1962, Brüning 1963), jednak musi być stosowane rokrocznie (Brüning 1963). Ujemną stroną tego nawożenia jest to, że nie zwiększa ono aktywności biologicznej gleby (Balicka, Kosinkiewicz i Krężel 1963). Nawet na glebach organicznych wpływa dodatnio w znikomym stopniu na mikroflorę (Zimny 1964a, 1965a). Nawożenie organiczne powoduje nie tylko wzrost plonów, ale również uaktywnia mikroflorę i poprawia strukturę gleby (Królikowski i Strzelecki 1961, Kobus i Pacewiczowa 1963). Podobne zalety posiada nawożenie biologiczne. Wyniki badań nad fitomelioracją wskazują, że rośliny motylkowe wpływają dodatnio na zmianę warunków siedliskowych i poprawę wartości potencjalnych gleby (Gemeinhardt 1961).

Zastosowanie fitomelioracji na glebach oligotroficznych borów, pozwala na wprowadzenie gatunków liściastych do monokultur sosnowych. Gleby nawożone biologicznie wykazują 2—3 razy większą aktywność enzymatyczną (sacharazy i proteiny) w porównaniu z czystymi kulturami sosnowymi. Zabieg ten wzmacnia również wydatnie proces nityfikacji (Gemeinhart 1959, 1960). W typowych glebach borów grzyby są dominantami nad pozostałymi grupami mikroorganizmów (Zimny 1960a, 1960c). Pod wpływem roślin motylkowych zmienia się układ mikroflory — głównymi mikroorganizmami czynnymi w procesach glebowych stają się bakterie i promieniowce. Zmiany nie dotyczą wyłącznie mikroflory glebowej ale również makroflory i próchnicy glebowej. Pod wpływem nawożenia biologicznego surowa próchnica ulega przemianie na próchnicę słodką typu „mull”. Wśród komponentów ruina leśnego pojawiają się gatunki grądowe (Gemeinhart 1960), które świadczą dodatnio o zmianach siedliska.

Rozmieszczenie asymilatorów wolnego azotu w glebach leśnych

Z dotychczasowych badań wynika, że azotobakter jest mikroorganizmem stosunkowo rzadkim w glebach leśnych (Chodzicki 1933, Maliszewska¹, Michniewicz 1952, Warteresiewicz 1954, Zimny 1961). W niewielkiej ilości można go znaleźć w glebach grądów wysokich, rzadziej niskich i łęgach. Mikroorganizm ten ma raczej marginesowe znaczenie w glebach leśnych. Natomiast beztlenowe asymilatory wolnego azotu występują w znacznie większych ilościach (Zimny 1960b). *Clostridium* występuje najliczniej w glebach próchnicznych i wilgotnych, głównie w łęgach i olszach (fig. 1). W miarę przechodzenia z siedlisk żyznych i wilgotnych do siedlisk świeżych i mezotroficznych ilość tych mikroorganizmów gwałtownie spada, a w glebach bielcowych borów osiąga swe minimum. Gleby ubogie są więc pozbawione zarówno azotobaktera jak i *Clostridium*. Siedliska te zasiedlają rośliny motylkowe, które dzięki symbiozie z *Rhizobium* wiążą azot atmosferyczny (Zimny 1961, 1962, 1964b). Rośliny motylkowe w warunkach naturalnych bez ingerencji człowieka wzbogacają gleby ubogie w azot. Proces ten odbywa się samorzutnie i nic nie stoi na przeszkodzie by wykorzystać go racjonalnie i zgodnie z potrzebami produkcji leśnej.

Rozmieszczenie roślin motylkowych w zbiorowiskach leśnych

Rozmieszczenie roślin motylkowych opracowano na podstawie literatury fitosocjologicznej: Medwecka-Kornaś (1952), Matuszkiewicz W. (1952), Matuszkiewicz A. (1953, 1955), Celiński (1953, 1962), Krotowska (1953, 1961), Celiński i Filipek (1955, 1957, 1958), Piotrowska (1955), Fijałkowski (1958, 1961, Izdebska (1959), Wolak (1959), Wojterski (1960, 1964), Zimny (1960d), Polakowski (1961), Izdebski (1962a, 1962b), Krotowska i Piotrowska (1962), Mowszowicz i in. (1963), Sokołowski (1963a, 1963b). Ogółem rośliny motylkowe znaleziono w 61 tabelach za-

¹ Maliszewska, W. 1950 — Charakterystyka mikrobiologiczna gleb lasu „Ruda” — PINGW w Puławach — Wyd. powielone.

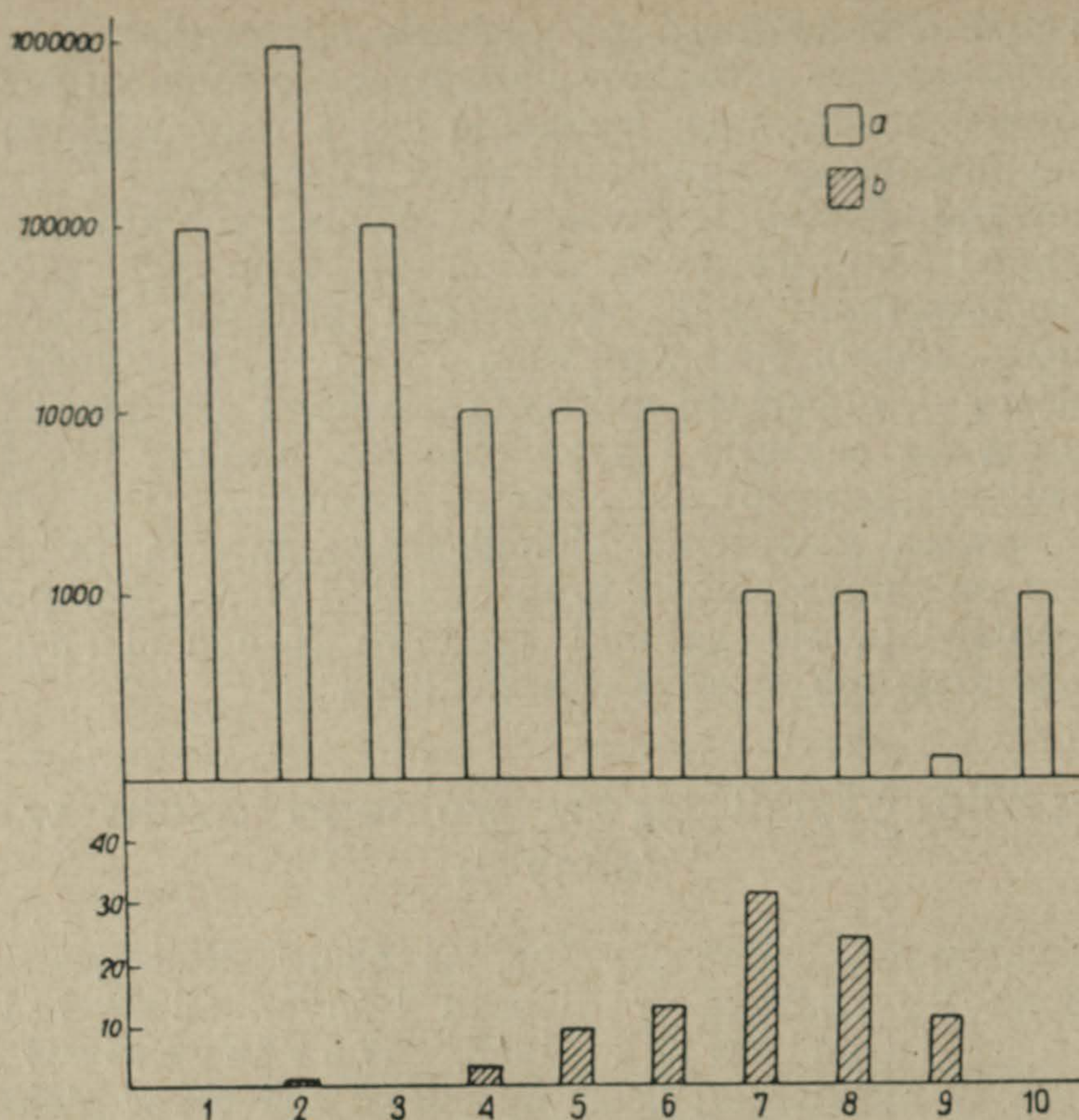


Fig. 1. Liczba *Clostridium* w glebie a ilość gatunków roślin motylkowych
 a — liczebność *Clostridium*, b — ilość gatunków roślin motylkowych, 1—10 — zespoły roślinne, 1 — *Carici elongatae-Alnetum*, 2 — *Circaeo-Alnetum*, 3 — *Alnetum incanae*, 4 — *Dentario glandulosae-Fagetum*, 5 — *Melico-Fagetum*, 6 — *Querco-Carpinetum medioeuropaeum*, 7 — *Potentillo albae-Quercetum*, 8 — *Pino-Quercetum*, 9 — *Dicrano-Pinion*, 10 — *Vaccinio uliginosi-Pinetum*

Amount of *Clostridium* in the soil and number of species of papilionaceous plants
 a — abundance of *Clostridium*, b — number of species of papilionaceous plants, 1—10 plant associations, 1 — *Carici elongatae-Alnetum*, 2 — *Circaeo-Alnetum*, 3 — *Alnetum incanae*, 4 — *Dentario glandulosae-Fagetum*, 5 — *Melico-Fagetum*, 6 — *Querco-Carpinetum medioeuropaeum*, 7 — *Potentillo albae-Quercetum*, 8 — *Pino-Quercetum*, 9 — *Dicrano-Pinion*, 10 — *Vaccinio uliginosi-Pinetum*

wierających 1451 zdjęć. Systematykę zespołów i ich nomenklaturę ustalono na podstawie opracowania Matuszkiewicza (1964). Na ogólną ilość 45 zespołów leśnych i zaroślowych znanych z terenu Polski, rośliny motylkowe występują w 15 zespołach (tab. I).

Rozmieszczenie roślin motylkowych jest bardzo zróżnicowane w zespołach leśnych. Najbogatszym zespołem okazał się *Potentillo albae-Quercetum* (31 gatunków), nieco mniej gatunków występuje w *Pino-Quercetum*, średnie ilości roślin motylkowych spotykamy w *Querco-Carpinetum medioeuropaeum*, *Lithospermo-Quercetum (subboreale)*, *Dicrano-Pinion* i *Melico-Fagetum*. Zupełnie ubogimi zespołami są: *Fago-Quercetum petraeae*, *Dentario glandulosae-Fagetum*, *Fraxino-Ulmetum* i *Empetro nigri-Pinetum*. W pozostałych zespołach rośliny motylkowe pojawiają się wyłącznie sporadycznie.

Ogółem w 15 zespołach występuje 41 gatunków roślin motylkowych. Wśród nich 10 gatunków występuje tylko w jednym z zespołów, 8 w dwu

Tabela I

Amplituda ekologiczna roślin motylkowych w zbiorowiskach leśnych (na podstawie 1451 zdjęć fitosocjologicznych)
 Ecological amplitude of papilionaceous plants in forest associations (on basis of 1451 phytosociological descriptions)

| Gatunki — Species | Zespoły — Associations | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|--|---|--|--|---|--|---|---|----------------------------------|------------------------------------|---|--|
| | <i>Stellario-Alnetum</i> (Kästn.) Lohm. 1953 | <i>Circaeo-Alnetum</i> Oberd. 1953 | <i>Mercuriali-Fagetum</i> Celiński 1962 | <i>Carici remotae-Fraxinetum</i> W. Koch 1926 | <i>Fraxino-Ulmetum</i> (Tx. ap.) Lohm. 1952) Oberd. 1953 | <i>Dentario glandulosae-Fagetum</i> (Klika 1927) Mat. 1964 | <i>Fago-Quercetum petraeae</i> Tx. 1937 | <i>Melico-Fagetum</i> Lohm. ap. Seibert 1954 | <i>Lithospermo-Quercetum</i> (subboreale) Mat. 1955 | <i>Quercu-Carpinetum medio-europaeum</i> Tx. 1936 | <i>Potentillo albae-Quercetum</i> Libb. 1933 | <i>Pino-Quercetum</i> Kozł. 1925 | <i>Dicrano-Pinion</i> Libbert 1933 | <i>Empetro nigri-Pinetum</i> (Libb. et Siss. 1939) Wojt. 1964 | <i>Abietetum polonicum</i> (Dziub. 1928) Br.— Bl. et Vlieg. 1939 |
| <i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh. | | | | | | — | — | | ==== | ==== | — | — | | | |
| <i>Vicia sepium</i> L. | | | | | | | ==== | | ==== | ==== | — | — | | | |
| <i>Astragalus glycyphyllos</i> L. | | | | | | | — | — | — | ==== | | | | | |
| <i>Vicia cassubica</i> L. | | | | | | | | | — | — | | | | | |
| <i>Vicia silvatica</i> L. | | | | | | | — | | | — | | | | | |
| <i>Vicia dumetorum</i> L. | | | | | | | | | — | — | | | | | |
| <i>Lathyrus montanus</i> Bernh. | | | | | | | ==== | — | | | | | | | |
| <i>Lotus corniculatus</i> L. | | | | | | | | | — | — | | | | | |
| <i>Lathyrus niger</i> (L.) Bernh. | | | | | | | | | | ==== | | | | | |
| <i>Trifolium alpestre</i> L. | | | | | | | | | | ==== | | | | | |
| <i>Trifolium pratense</i> L. | | | | | | | | | | — | | | | | |
| <i>Coronilla varia</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia tenuifolia</i> Roth. | | | | | | | | | — | | | | | | |
| <i>Medicago falcata</i> L. | | | | | | | | | ==== | | | | | | |
| <i>Trifolium montanum</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lathyrus laevigatus</i> (W.K.) Fritsch. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trifolium medium</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia cracca</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trifolium repens</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Genista tinctoria</i> L. | | | | | | | | | | ==== | | | | | |
| <i>Genista germanica</i> L. | | | | | | | | | | ==== | | | | | |
| <i>Cytisus nigricans</i> L. | | | | | | | | | | — | | | | | |
| <i>Cytisus ruthenicus</i> Fisch. | | | | | | | | | | — | | | | | |
| <i>Cytisus ratisbonensis</i> Schaeff. | | | | | | | | | | — | | | | | |
| <i>Sarothamnus scoparius</i> (L.) Wimm. | | | | | | | | | | — | | | | | |
| <i>Lathyrus pratensis</i> L. | | | | | | | | | | — | | | | | |
| <i>Lathyrus silvester</i> L. | | | | | | | | | | — | | | | | |
| <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray | | | | | | | | | | — | | | | | |
| <i>Trifolium lupinaster</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Astragalus arenarius</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lathyrus maritimus</i> (L.) Big. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anthyllis vulneraria</i> v. <i>maritima</i> (Schweigg.) Koch. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cytisus capitatus</i> Scop. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trifolium campestre</i> Schreb. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia angustifolia</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trifolium strepens</i> Cr. | | | | | | | | | | — | | | | | |
| <i>Trifolium rubens</i> L. | | | | | | | | | | — | | | | | |
| <i>Ononis arvensis</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Medicago lupulina</i> L. | | | | | | | | | | — | | | | | |
| <i>Vicia pisiformis</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | |

klasa stałości — constancy

..... I
 ——— II
 ——— III
 ——— IV
 ——— V

Tabela II

Stopień pokrywania dna lasu przez rośliny motylkowe (średnie pokrycie na podstawie 1451 zdjęć fitosocjologicznych)

Degree to which floor of forest is covered by papilionaceous plants (average cover on basis of 1451 phytosociological descriptions)

| Gatunki — Species | Zespoły — Association | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|--|---|---|--|---|--|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| | <i>Stellario-Alnetum</i> (Kastn.) Lohm. 1953 | <i>Circaeo-Alnetum</i> Oberd. 1953 | <i>Mercuriali-Fagetum</i> Celiński 1962 | <i>Carici remotae-Fraxinetum</i> W. Koch 1926 | <i>Fraxino-Ulmetum</i> (Tx. ap.) Lohm. 1952) Oberd. 1953 | <i>Dentario glandulosae-Fagetum</i> (Klika 1927) Mat. 1964 | <i>Fago-Quercetum petraeae</i> Tx. 1937 | <i>Melico-Fagetum</i> Lohm. ap. Seibert 1954 | <i>Lithospermo-Quercetum</i> (subboreale) Mat. 1955 | <i>Quercu-Carpinetum</i> <i>medioeuropaeum</i> Tx. 1936 | <i>Potentillo albae-Quercetum</i> Libb. 1933 | <i>Pino-Quercetum</i> Kozł. 1925 | <i>Dicrano-Pinion</i> Libb. 1933 | <i>Empetro nigri-Pinetum</i> (Libb et Siss. 1939) Wojt. 1964 |
| <i>Lathyrus vernus</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia sepium</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Astragalus glycyphyllos</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia cassubica</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia silvatica</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia dumetorum</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lathyrus montanus</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lotus corniculatus</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lathyrus niger</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trifolium alpestre</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trifolium pratense</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coronilla varia</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia tenuifolia</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Medicago falcata</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trifolium montanum</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia tetrasperma</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lathyrus laevigatus</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trifolium medium</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia cracca</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trifolium repens</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Genista tinctoria</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Genista germanica</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cytisus nigricans</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cytisus ruthenicus</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cytisus ratisbonensis</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sarothamnus scoparius</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lathyrus pratensis</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lathyrus silvester</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia hirsuta</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trifolium lupinaster</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Astragalus arenarius</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lathyrus maritimus</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anthyllis vulneraria</i> v. <i>maritima</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cytisus capitatus</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trifolium campestre</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia angustifolia</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trifolium strepens</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trifolium rubens</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ononis arvensis</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Medicago lupulina</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vicia pisiformis</i> | | | | | | | | | | | | | | |

Stopień pokrycia-Degree of cover

— +
 || 1
 ||| 2
 |||| 3
 ||||| 4

zespołach, 13 gatunków w trzech zespołach, a 10 gatunków w więcej niż 4 zespołach. Gatunkami o dużej tolerancji wobec warunków ekologicznych są: *Lathyrus vernus*, *Vicia sepium* i *Astragalus glycyphyllos*. Gatunki te występują aż w 8 zespołach leśnych, jednak maksymalną stałość i zagęszczenie osiągają tylko w jednym lub dwu zespołach (tab. I, II). Ta sama prawidłowość zaznacza się u innych gatunków występujących w większej liczbie zespołów.

Tabela III

Zestawienie zespołów roślinnych, w których rośliny motylkowe pokrywają dno lasu w ilości powyżej 5%

Comparison of plant associations in which papilionaceous plants cover more than 5% of forest floor

| Gatunki Species | Zespoły — Associations | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------------|--|---|--|-----------------------|-----------------------|
| | <i>Fago-Quercetum petraeae</i> | <i>Quercus-Carpinetum medioeuropaeum</i> | <i>Lithospermo-Quercetum (subboreale)</i> | <i>Potentillo albae- Quercetum</i> | <i>Pino-Quercetum</i> | <i>Dicrano-Pinion</i> |
| <i>Lathyrus montanus</i> | 5 | | | | | |
| <i>Ononis arvensis</i> | | | 5 | | | |
| <i>Coronilla varia</i> | | | 5 | | | |
| <i>Medicago falcata</i> | | | 17,5 | | | |
| <i>Vicia tenuifolia</i> | | | 62,5 | | | |
| <i>Trifolium campestre</i> | | | | 5 | | |
| <i>Vicia tetrasperma</i> | | | | 5 | | |
| <i>Lathyrus silvester</i> | | | | 5 | | |
| <i>Trifolium lupinaster</i> | | | | | | 5 |
| <i>Vicia cassubica</i> | | | 37,5 | 17,5 | | |
| <i>Astragalus glycyphyllos</i> | | | 5 | 17,5 | 5 | |
| <i>Trifolium alpestre</i> | | | 5 | 17,5 | 5 | |
| <i>Lathyrus niger</i> | | | 5 | 17,5 | 5 | |
| <i>Vicia silvatica</i> | | 5 | | 5 | | |
| <i>Lathyrus vernus</i> | | 17,5 | | 17,5 | 5 | |
| <i>Vicia sepium</i> | | 5 | | | 5 | |
| <i>Trifolium medium</i> | | | | 37,5 | 17,5 | |
| <i>Lathyrus laevigatus</i> | | | | 5 | 5 | |
| <i>Vicia cracca</i> | | | | 5 | 5 | |
| <i>Cytisus ruthenicus</i> | | | | 37,5 | 5 | |
| <i>Lathyrus pratensis</i> | | | | 17,5 | 5 | |
| <i>Genista tinctoria</i> | | | | 5 | 5 | 5 |
| <i>Genista germanica</i> | | | | 5 | 5 | 5 |
| <i>Cytisus nigricans</i> | | | | 5 | 5 | 17,5 |
| <i>Cytisus ratisbonensis</i> | | | | | 5 | 17,5 |

Rośliny motylkowe występujące w zbiorowiskach leśnych można podzielić na gatunki stałe i sporadyczne. Duży stopień stałości wykazuje 18 gatunków, a pozostałe 23 gatunki są sporadyczne (tab. I). Biorąc pod uwagę zagęszczenie roślin motylkowych w runie leśnym, musimy stwierdzić, że tylko w 6 zespołach pokrywają one dno lasu w ilości powyżej 5% (tab. III). Największe zagęszczenie pod okapem drzewostanu osiąga rośliny motylkowe w zespole *Potentillo albae-Quercetum*, nieco mniejsze w *Lithospermo-Quercetum (subboreale)* i *Pino-Quercetum*, słabe w *Querco-Carpinetum* i *Dicrano-Pinion* oraz najslabsze w *Fago-Quercetum petraeae*. W pozostałych 9 zespołach rośliny motylkowe nie mają większego znaczenia, gdyż ich udział w runie jest minimalny.

Warunki ekologiczne

Badania nasze, przeprowadzone na terenie Puszczy Białowieskiej i Kampinoskiej w latach 1959—1965, miały na celu ustalenie wpływu czynników ograniczających na występowanie roślin motylkowych oraz wpływu roślin na środowisko. Najważniejszymi czynnikami ekologicznymi są: światło, aeracja gleby i wartość potencjalna siedlisk.

Światło. Rośliny motylkowe są bardzo czułe na dopływ światła i energii promienistej do dna lasu. Najliczniej można je spotkać na pobrażach lasu, drogach leśnych, przecinkach, polankach itd. (Polakowski 1961, Faliński 1961).

Znikome pokrycie dna lasu w zespołach buczyn karpackich, borach jodłowych i świerkowych jest wywołane nadmiernym ocienieniem. W miarę przechodzenia do zbiorowisk o mniejszym zwarcu koron zwiększa się nie tylko ilość gatunków roślin motylkowych, ale również ich stopień pokrywania w runie leśnym. Stosunkami świetlnymi można wyjaśnić największe zagęszczenie roślin motylkowych w zespołach *Potentillo albae-Quercetum* i *Pino-Quercetum*. Badania nasze, przeprowadzone metodą szeregów ekologicznych, wykazują, że rośliny motylkowe największe pokrycie osiągają na powierzchniach otwartych, kulturach, polankach i drogach leśnych, a w miarę zagęszczenia koron w drzewostanach zmniejsza się ich udział ilościowy (fig. 2). Występuje również różnicowanie w obrębie gatunków. Niektóre z nich wymagają znacznie większej ilości światła i nie wchodzą pod okap drzewostanu. Są to: *Astragalus onobrychis*, *Coronilla varia*, *Trifolium pratense*, *Lathyrus pratensis*, *Trifolium repens* (tab. IV). W tabelach fitosocjologicznych można znaleźć te gatunki w zespołach leśnych. Wynika to prawdopodobnie z faktu, że zdjęcia wykonywano na pobrażach lasu, gdzie działa intensywne oświetlenie boczne. Inne gatunki natomiast występują tylko pod okapem drzewostanu w miejscach o mniejszym zwarcu. Do nich należą *Cytisus ratisbonensis*, *Vicia cassubica*, *Lathyrus laevigatus*, *L. silvester*, *Vicia tenuifolia*, *Sarothamnus scoparius*. Gatunki takie jak: *Cytisus ruthenicus*, *Lotus corniculatus*, *Genista tinctoria*, *Vicia sepium*, *V. silvatica* maksymalne pokrycie osiągają na terenach otwartych, mimo że występują również pod okapem drzewostanu. Natomiast *Lathyrus vernus* i *L. niger* unikają miejsc odsłoniętych i dają większe pokrycie pod okapem drzewostanu (tab. IV). Brak optymalnych warunków świetlnych może tu być kompensowany żyznością siedliska, gdyż w środowisku bardziej żyznym rośliny motylkowe mogą znosić większe ocienienie.

Z uwagi na swą fizjologię rośliny motylkowe są bardziej czułe na warunki świetlne niż inne rośliny runa leśnego. Do wiązania azotu cząsteczkowego potrzebują one dużej ilości węglowodanów jako materiału energetycznego, a związek ten jest uzależniony od fotosyntezy. Liczne doświadczenia wykazały, że w przypadku braku dostatecznej ilości światła, rośliny motylkowe nie tworzą w ogóle brodawek korzeniowych, mimo że szczepione były aktywnymi szczepami *Rhizobium* (Hoffmann 1961, Gołębiowska i Sypniewska 1962).

Badania Hoffmanna (1961) wykazały, że robinia brodawkowała znacznie lepiej na otwartej powierzchni niż pod okapem drzewostanu. W miejscach nieocienionych stwierdził on w 1 cm³ gleby 0,1489 g brodawek korzeniowych, a pod okapem drzewostanu zaledwie 0,0025 g, czyli 59 razy mniej. Również i wzrost sadzonek był znacznie powolniejszy w cieniu niż w pełnym oświetleniu.

Gołębiowska i Sypniewska (1962) stwierdziły zupełny brak brodawek korzeniowych u łubinu wyhodowanego przy sztucznym świetle pozbawionym promieni czerwonych, mimo że rośliny były szczepione aktywnym szczepem *Rhizobium*.

Brak dostatecznego dopływu światła jest jednym z czynników ograniczających rozmieszczenie roślin w zbiorowiskach nie tylko leśnych, ale i łąkowych. Badania Kroehne (1964) wykazały, że czynnik ten eliminuje również *Trifolium repens* ze zbiorowisk łąkowych, gdy zwiększa się udział wysokich traw zacieniających nadmiernie powierzchnię gleby.

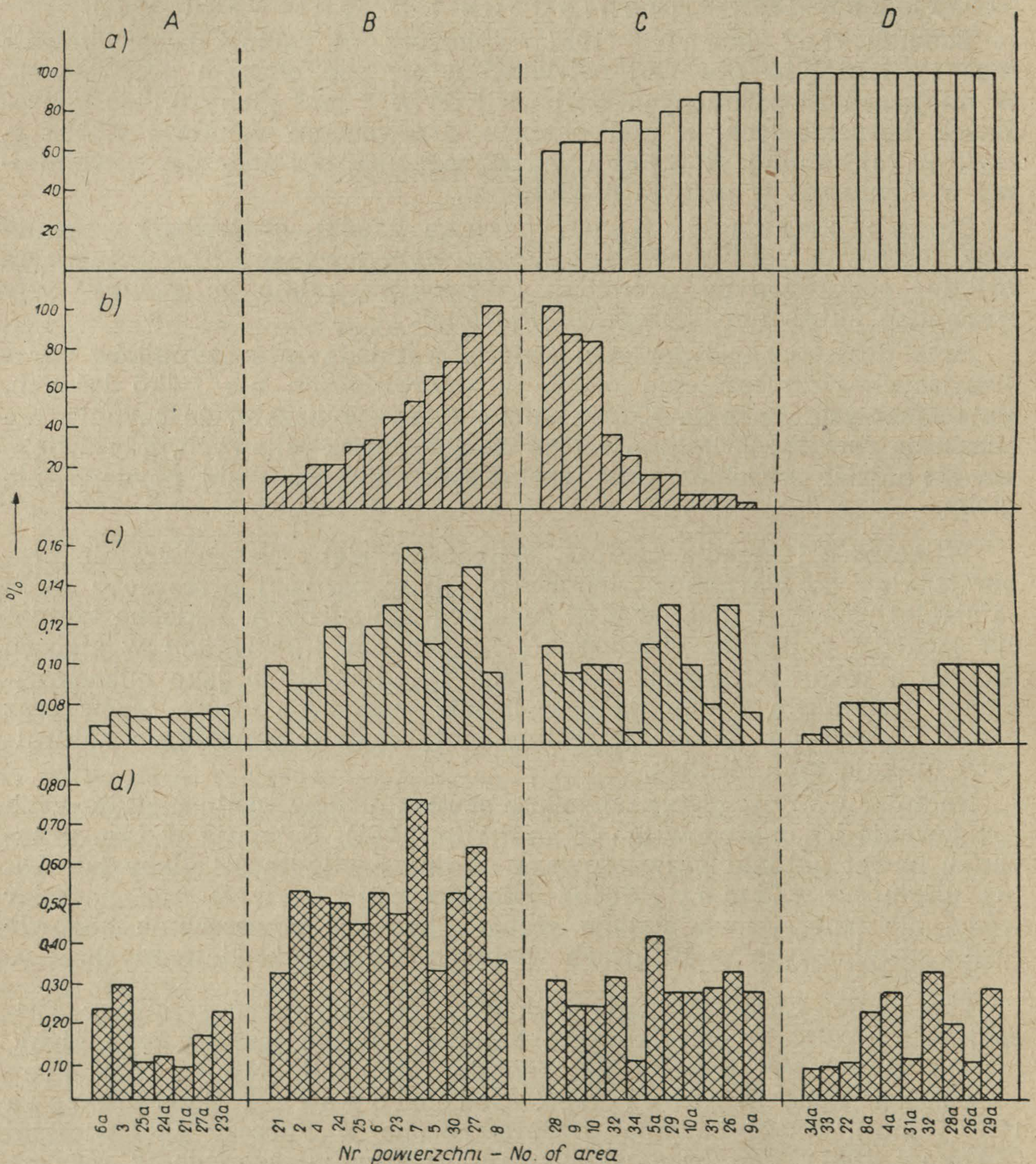
Wilgotność i aeracja podłoża. Wilgotność gleby jest odwrotnie proporcjonalna do warunków tlenowych. Gleby bardziej przesycone wodą są słabiej przewietrzane od gleb świeżych lub suchych. Podobna korelacja zachodzi pomiędzy obecnością i liczebnością *Clostridium* w glebach leśnych a roślinami motylkowymi (fig. 1). *Clostridium* jako mikroorganizmy beztlenowe występują dość licznie w glebach olsów, łęgów oraz borów bagiennych, natomiast rośliny motylkowe w warunkach naturalnych unikają tych siedlisk.

Nadmiar wody w glebie powoduje spadek plonów roślin motylkowych i rugowanie ich z środowiska (Finn i in. 1961). Ustępują w tym przypadku nawet gatunki przystosowane do dużej wilgotności gleby jak *Lotus uliginosus* (Zimny 1965b). Nie decyduje tu wyłącznie nadmiar wody, ale zmniejszona aeracja gleby. Znane są powszechnie hodowle roślin motylkowych w kulturach wodnych dobrze przewietrzanych.

Typ gleby. Liczne badania wykazały, że aktywność symbiozy *Rhizobium* z roślinami motylkowymi bardziej zależna jest od typu gleby, niż od aktywności szczepu użytego do inokulacji (Nowotny-Mieczyska 1950, Wróbel 1956, Gołębiowska i Sypniewska 1962 i inni). Nasze badania przeprowadzone w Puszczy Białowieskiej (Zimny 1961), nad brodawkowaniem groszku wiosennego w różnych warunkach glebowych wykazały, że gatunek ten słabo brodawkuje na glebach organicznych w siedliskach łęgowych, znacznie lepiej na glebie brunatnej w grądzie niskim, a najlepiej w grądzie wysokim na glebie słabopróchniczej (fig. 3).

Odczyn gleby. Stężenie jonów wodorowych jest zmienne nawet w tym samym siedlisku w zależności od okresu wegetacyjnego. Badania Löt-

scher ta i Ullricha (1961) w różnych zespołach leśnych, wykazały cykliczność zmian pH gleby w różnych zbiorowiskach. W okresie zimowym odczyn gleby jest najwyższy, a w miarę rozwoju wegetacji obniża się dość znacznie, osiągając swe minimum w czerwcu i lipcu. Ta cykliczność powodowana jest działaniem żywych organizmów bytujących w środowisku. Rośliny motylkowe działają na siedlisko dodatnio. W ich rizo-



sferze jest zawsze wyższy odczyn niż poza ich zasięgiem. Badania nasze przeprowadzone w Puszczy Białowieskiej wykazały, że w miejscach odsłoniętych, gdzie brak było roślin motylkowych oraz pod okapem drzewostanu, odczyn gleby był znacznie niższy niż w glebie pod roślinami motylkowymi. Badania przeprowadzone przez innych autorów świadczą,

że między brodawkowaniem roślin motylkowych a odczynem gleby zachodzi korelacja dodatnia (Kliwer i Kennedy 1960, Snaydon 1962a). Podobne zależności stwierdzono u *Lotus uliginosus* w Puszczy Kampinoskiej (Zimny 1965b). Wyniki Gołębiowskiej i Sypniewskiej (1962) wskazują, że nadmierny wzrost pH gleby w przypadku łubinu może być czynnikiem ograniczającym brodawkowanie tej rośliny. Kliwer i Kennedy (1960) wyjaśniają dodatnią korelację odczynu gleby z brodawkowaniem roślin motylkowych tym, że do aktywnej symbiozy potrzebny jest molibden, który łatwiej jest pobierany z gleb o wyższym odczynie.

Wapń. Zawartość wapnia w glebie siedlisk roślin motylkowych może być różna (Olesiński 1962). Zawsze jednak ilość tego pierwiastka jest znacznie większa w strefie korzeniowej roślin motylkowych, niż poza jej zasięgiem. Snaydon (1962a) uzależnia mikrorozprzestrzenienie roślin motylkowych od zawartości wapnia w glebie. Jest on konieczny do aktywnej symbiozy roślin motylkowych z *Rhizobium* (Mulder, van Vee

Wyniki obliczeń statystycznych
Results of statistical calculations

| P_2O_5 | | | CaO | | | | |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | B | C | D | B | C | D | |
| A | $\frac{0,0420 +}{0,0204}$ | $\frac{0,0230 +}{0,0208}$ | $\frac{0,0050}{0,0212}$ | A | $\frac{0,360 +}{0,090}$ | $\frac{0,130 +}{0,092}$ | $\frac{0,020}{0,043}$ |
| B | — | $\frac{0,0090}{0,0170}$ | $\frac{0,0270 +}{0,0180}$ | B | — | $\frac{0,230 +}{0,079}$ | $\frac{0,340 +}{0,081}$ |
| C | — | — | $\frac{0,0180}{0,0190}$ | C | — | — | $\frac{0,110 +}{0,082}$ |

A — D = kombinacje — combinations,

różnice między średnimi —

$\frac{0,76}{0,55}$ difference of averages,

0,55 najniższa istotna różnica
least real difference.

Fig. 2. Zagęszczenie roślin motylkowych, zwarcie koron oraz zawartość wapnia i fosforu w glebie (Białowieża 1964)

A — powierzchnie nieocienione bez roślin motylkowych, B — powierzchnie nieocienione z roślinami motylkowymi, C — powierzchnie ocienione z roślinami motylkowymi, D — powierzchnie ocienione bez roślin motylkowych; a — zwarcie koron, b — zagęszczenie roślin motylkowych, c — zawartość fosforu w glebie, d — zawartość wapnia w glebie

Density of papilionaceous plants and crown density, and calcium and phosphorus contents in the soil (Białowieża 1964)

A — unshaded area without papilionaceous plants, B — unshaded area with papilionaceous plants, C — shaded area with papilionaceous plants, D — shaded area with papilionaceous plants; a — crown density, b — density of papilionaceous plants, c — phosphorus contents in soil, d — calcium contents in soil

Tabela IV

Rośliny motylkowe a warunki środowiska
Papilionaceous plants and habitat conditions (Puszcza Białowieska 1964—1965)

| Kombinacje — Combinations | | A | B | C | D |
|---|--|--|-------|-----------------------------------|-------|
| Rodzaj użytkowania — Utilization form | | Uprawy, drogi leśne, polanki Culture, forest road, glade in forest | | drzewostan zwarty forest stand | |
| Ilość pól — Number of areas | | 7 | 12 | 11 | 10 |
| Zwarcie koron (średnie) — Cover of tree layer (average) | | 0,0 | 0,0 | 77 | 100 |
| Wyniki analiz glebowych (średnie z warstwy próchnicznej) Results of analyses of soil (average from the top humus layer) | pH | 5,2 | 6,0 | 5,5 | 4,8 |
| | NH ₃ | 4,29 | 5,39 | 5,17 | 6,08 |
| | NO ₃ w mg/100 g a.s.m. gleby in mg/100 g d.m.of soil | 0,57 | 0,89 | 0,61 | 0,83 |
| | N — ogólny — total | 0,18 | 0,24 | 0,20 | 0,26 |
| | P ₂ O ₅ a.s.m. d.m. | 0,075 | 0,117 | 0,098 | 0,080 |
| | CaO | 0,15 | 0,51 | 0,28 | 0,17 |
| | K ₂ O w % in % | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,13 |
| Gatunki — Species | | P | S | P | S |
| <i>Astragalus onobrychis</i> | | 42 | I | | |
| <i>Trifolium pratense</i> | | 83 | I | | |
| <i>Coronilla varia</i> | | 312 | I | | |
| <i>Lathyrus pratensis</i> | | 229 | II | | |
| <i>Trifolium repens</i> | | 812 | II | | |
| <i>Cytisus ruthenicus</i> | | 188 | I | 45 | I |
| <i>Lotus corniculatus</i> | | 188 | I | 0,9 | I |
| <i>Genista tinctoria</i> | | 312 | II | 1,8 | I |
| <i>Vicia cracca</i> | | 1021 | III | 47 | I |
| <i>Vicia sepium</i> | | 604 | II | 4,5 | III |
| <i>Lathyrus vernus</i> | | 83 | I | 705 | V |
| <i>Lathyrus niger</i> | | 42 | I | 48 | II |
| <i>Vicia silvatica</i> | | 729 | I | 681 | I |
| <i>Trifolium medium</i> | | 41 | I | 45 | I |
| <i>Trifolium alpestre</i> | | 0,8 | I | 45 | I |
| <i>Cytisus ratisbonensis</i> | | | | 204 | I |
| <i>Vicia cassubica</i> | | | | 569 | I |
| <i>Lathyrus laevigatus</i> | | | | 795 | I |
| <i>Vicia tenuifolia</i> | | | | 45 | I |
| <i>Sarothamnus scoparius</i> | | | | 45 | I |
| <i>Lathyrus silvester</i> | | | | 0,9 | I |

P — współczynnik pokrycia, *S* — stałość, *A*, *B*, *C*, *D* jak w fig. 2.

P — coefficient of cover, *S* — constancy, *A*, *B*, *C*, *D* see Fig. 2.

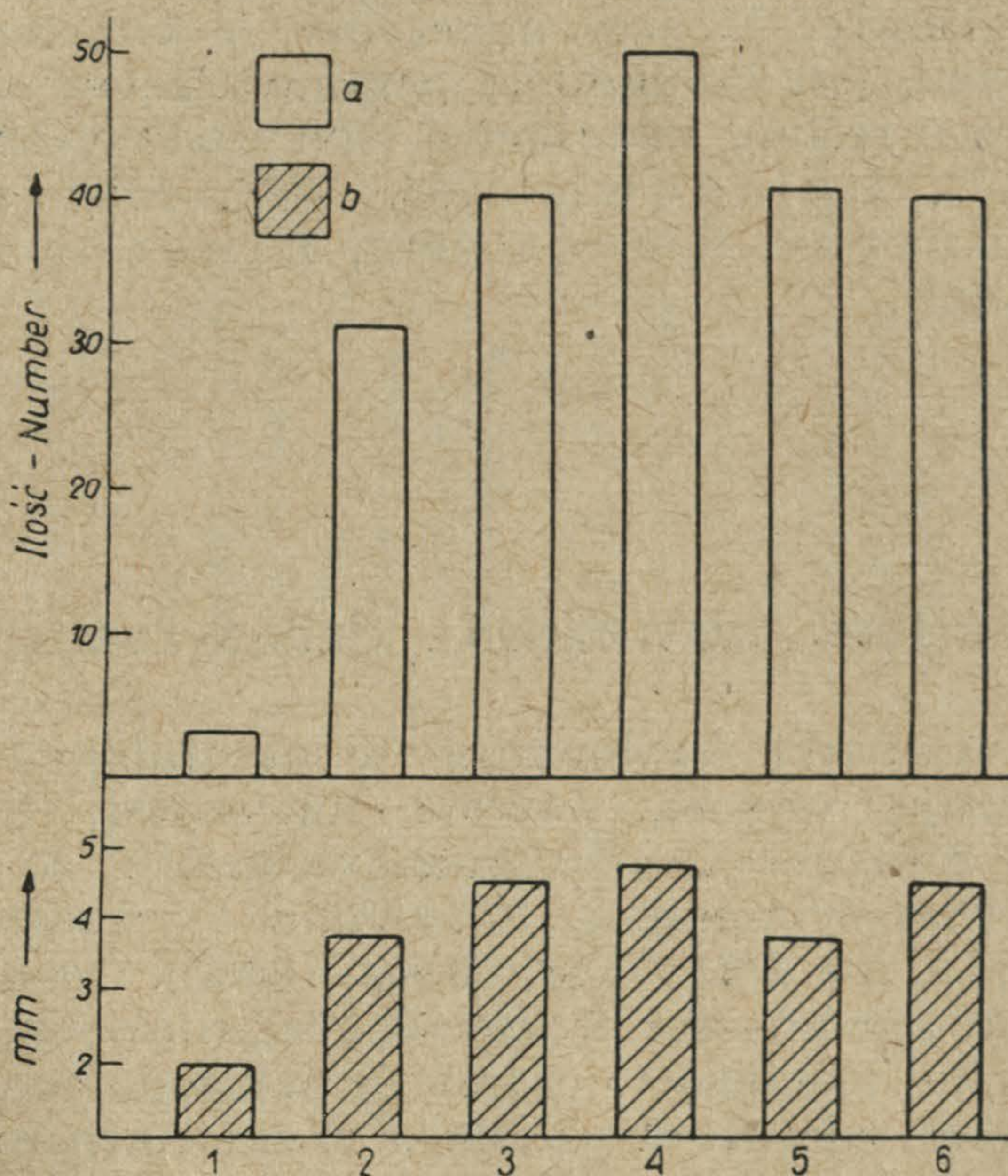
1960, Snaydon 1962b). Wielkość brodawek korzeniowych wykazuje dodatnią korelację z zawartością wapnia w roślinie (Zimny 1965b). Brak jest jeszcze danych co do zapotrzebowania na ten pierwiastek przez poszczególne rośliny motylkowe, ponieważ nawet ten sam gatunek na różnych siedliskach zawiera niejednakową ilość wapnia w suchej masie (Mikłosz i Olesiński 1963, Zimny 1965b). Badania nasze, prze-

prorowadzone w Puszczy Białowieskiej w latach 1964—1965, wykazały, że w glebie pod roślinami motylkowymi zawartość wapnia była znacznie większa niż w glebie bez roślin motylkowych. Stwierdzono również, że zawartość wapnia w glebie była większa pod roślinami motylkowymi na terenach o pełnej insolacji niż pod okapem drzewostanu (fig. 2). Możemy w tym przypadku twierdzenie S n a y d o n a (1962a) odwrócić: dzięki występowaniu na tych siedliskach roślin motylkowych zwiększa się zawartość wapnia w warstwie powierzchniowej gleby. Na glebach bielcowych wapń występuje w większej ilości w głębszych warstwach

Fig. 3. Brodawkowanie groszku ^{z zielonego} w różnych warunkach siedliskowych

a — maksymalne ilości brodawek korzeniowych na 1 roślinie, b — średnia wielkość brodawek korzeniowych; 1 — *Circaeo-Alnetum*, 2 — *Querco-Carpinetum stachyetosum silvaticae*, 3 — *Querco-Carpinetum typicum*, 4 — *Querco-Carpinetum caricetosum pilosae*, 5 — *Potentillo albae-Quercetum*, 6 — *Pino-Quercetum*

Nodule formation of the spring pea under different habitat conditions
a — maximum number of root nodules per plant, b — average size of root nodules; 1 — *Circaeo-Alnetum*, 2 — *Querco-Carpinetum stachyetosum silvaticae*, 3 — *Querco-Carpinetum typicum*, 4 — *Querco-Carpinetum caricetosum pilosae*, 5 — *Potentillo albae-Quercetum*, 6 — *Pino-Quercetum*



gleby. Rośliny motylkowe dzięki głęboko rozbudowanemu systemowi korzeniowemu są zdolne do pobierania i akumulowania w znacznie większej ilości tego pierwiastka niż inne rośliny naczyniowe (Mikłosz i Olesiński 1963). W warunkach pełnej insolacji rośliny motylkowe tworzą większą masę organiczną i znacznie szybciej wzbogacają wierzchnią warstwę gleby niż pod okapem drzewostanu. Dużą zawartość wapnia w glebach stepowych można wytłumaczyć nie tylko podciśnieniem, które wynosi wapń w wierzchnie warstwy, ale również akumulacją wapnia w roślinach motylkowych, występujących na tych siedliskach w dużej ilości.

Fosfor. Zawartość fosforu w glebie jest znacznie mniejsza niż wapnia. Również i zapotrzebowanie tego pierwiastka przez rośliny motylkowe jest w porównaniu z zapotrzebowaniem na wapń 4—5 krotnie mniejsze (tab. V). Fosfor podobnie jak wapń wzmacnia aktywność brodawek korzeniowych (Hoffmann 1961, Zimny 1965b). Stwierdzono również, że zawartość fosforu w siedliskach roślin motylkowych była znacznie większa na terenach o pełnym nasłonecznieniu niż pod okapem drzewostanu (fig. 2). Zachodzi tu podobna zależność jak w przypadku wapnia.

Potas. Zawartość potasu w glebach przez nas zbadanych była średnia (0,12% a.s.m.), zarówno w płatach z roślinami motylkowymi jak i bez roślin motylkowych (tab. IV). W glebach leśnych potas nie jest czynnikiem ograniczającym rozprzestrzenianie się roślin motylkowych. Badania innych autorów, oparte na doświadczeniach nawozowych, wykazały dodatnią korelację roślin motylkowych z zawartością potasu w glebie (Nowotny-Mieczysłowska i Zinkiewicz 1959, Hoffmann 1961, Snaydon 1962a).

Azot. Rośliny motylkowe w warunkach naturalnych występują na siedliskach ubogich w związki azotowe (tab. IV). Badania wielu autorów wykazały, że azot mineralny, a zwłaszcza większa koncentracja amoniaku, jest czynnikiem ograniczającym asymilację azotu cząsteczkowego przez rośliny motylkowe (Nowotny-Mieczysłowska i Zinkiewicz 1959, Uziakowa 1959, 1962, Hoffmann 1961, Dorosinskij, Lazarev, Emcev 1962, Linechan, Love 1963, Zimny 1965b i inni).

Wartość nawozowa dziko rosnących roślin motylkowych

Gatunki występujące w naturalnych zbiorowiskach roślinnych wykazują wysoką wartość nawozową. Badania nasze przeprowadzone w różnych zbiorowiskach wykazały, że rośliny motylkowe tworzą aktywną symbiozę z *Rhizobium* i wzbogacają glebę w związki azotowe (Zimny 1961, 1962, 1964b, 1965b). Oceny wartości dokonywano na podstawie wielkości brodawek korzeniowych, ich pigmentacji oraz zawartości azotu ogólnego w częściach nadziemnych i w brodawkach korzeniowych. Zawartość azotu ogólnego w częściach nadziemnych roślin motylkowych wynosi 3—4,2%. W porównaniu z innymi roślinami runa leśnego jest ona 1,5—2 razy większa (tab. V). Azot zawarty w innych roślinach (niemotylkowych) pobierany jest z gleby, podczas gdy azot zawarty w roślinach motylkowych pochodzi głównie z asymilacji azotu cząsteczkowego. Zawartość azotu ogólnego w brodawkach korzeniowych jest znacznie większa niż w częściach nadziemnych roślin i kształtuje się w granicach 4—5% (Zimny 1964b, 1965b).

Zawartość składników mineralnych w roślinach motylkowych jest większa niż w innych roślinach runa leśnego, zwłaszcza fosforu i wapnia (tab. V).

Obliczenia teoretyczne przeprowadzone dla siedlisk leśnych wykazują, że rośliny motylkowe dziko rosnące mogą dostarczyć azotu ogólnego w granicach 30—80 kg/ha w ciągu jednego roku. Ta ilość jest wystarczająca na pokrycie zapotrzebowania drzewostanu, a nawet pozostają pewne rezerwy. Badania przeprowadzone w Niemczech wykazały, że w ciągu 5 lat za pomocą roślin motylkowych zwiększono znacznie wartość potencjalną siedliska. Powierzchnia boru mieszanego uległa przekształceniu w grąd typowy (Geminhardt 1960). W naszych warunkach, gdy mamy 60% powierzchni na siedliskach ubogich i wymagających melioracji, biologiczne nawożenie jest jednym z zagadnień bardzo istotnych w podniesieniu produktywności gleb leśnych.

Tabela V

Wyniki analiz chemicznych niektórych gatunków roślin runa leśnego
Results of chemical analyses of some plant species of the forest herb layer
(Puszcza Białowieska 1964—1965)

| Nr pow. Area No. | Siedlisko Habitat | Rodzaj użytkowania Utilization form | Gatunek Species | W % a.s.m. — In % d.m. | | | |
|---------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------|-------------------------------|------|------------------|
| | | | | N—ogól- ny total | P ₂ O ₅ | CaO | K ₂ O |
| | | | motylkowe — papilionaceous plants | | | | |
| 5 | <i>Quercus-Carpinetum</i> | droga leśna — forest road | <i>Vicia sepium</i> | 3,90 | 0,74 | 1,85 | 4,41 |
| 25 | <i>Pino-Quercetum</i> | kultura — forest culture | <i>Vicia cracca</i> | 3,60 | 0,62 | 1,77 | 1,86 |
| 9 | „ „ | drzewostan — forest stand | <i>Vicia cassubica</i> | 3,35 | 0,54 | 0,98 | 2,16 |
| 32 | <i>Potentillo albae-Quercetum</i> | „ „ | <i>Vicia silvatica</i> | 3,72 | 0,65 | 2,02 | 3,09 |
| 29 | „ „ „ | „ „ | <i>Lathyrus vernus</i> | 3,27 | 0,77 | 2,21 | 3,26 |
| 35 | „ „ „ | „ „ | <i>Lathyrus laevigatus</i> | 2,86 | 0,56 | 1,55 | 2,35 |
| 36 | „ „ „ | kultura — culture | <i>Lathyrus silvester</i> | 3,74 | 0,88 | 1,00 | 3,78 |
| 23 | <i>Pino--Quercetum</i> | „ | <i>Astragalus glycyphyllos</i> | 3,31 | 0,70 | 1,37 | 3,66 |
| 9b | „ „ | drzewostan — forest stand | <i>Trifolium medium</i> | 3,17 | 0,53 | 1,87 | 2,96 |
| 27 | „ „ | kultura — culture | <i>Trifolium repens</i> | 4,24 | 0,71 | 2,52 | 2,22 |
| 24 | „ „ | polanka — glade in forest | <i>Genista tinctoria</i> | 3,12 | 0,57 | 0,84 | 1,95 |
| 30 | „ „ | kultura — culture | <i>Coronilla varia</i> | 2,89 | 0,51 | 1,06 | 2,40 |
| 34 | <i>Dicrano-Pinion</i> | drzewostan — forest stand | <i>Cytisus ruthenicus</i> | 2,91 | 0,50 | 0,69 | 1,02 |
| | | | inne — others | | | | |
| 22 | <i>Quercus-Carpinetum</i> | drzewostan — forest stand | <i>Asperulla odorata</i> L. | 2,30 | 1,06 | 2,62 | 4,50 |
| 22a | „ „ | „ „ | <i>Carex pilosa</i> Scop. | 1,80 | 0,57 | 0,73 | 2,95 |
| 29a | <i>Potentillo albae-Quercetum</i> | „ „ | <i>Carex digitata</i> L. | 1,96 | 0,58 | 0,79 | 3,03 |
| 32a | „ „ „ | „ „ | <i>Convallaria maialis</i> L. | 2,02 | 1,08 | 1,48 | 5,41 |
| 34a | <i>Dicrano-Pinion</i> | „ „ | <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Salisb. | 1,26 | 0,28 | 0,61 | 0,65 |
| 25a | <i>Pino-Quercetum</i> | kultura — culture | <i>Vaccinium myrtillus</i> L. | 1,32 | 0,34 | 1,04 | 0,61 |
| 27a | „ „ | „ | <i>Festuca pratensis</i> Huds. | 1,24 | 0,52 | 0,80 | 2,24 |

Proponowane metody biologicznego nawożenia

Omówione w poprzednich rozdziałach warunki ekologiczne, w których występują rośliny motylkowe, pozwalają wyodrębnić czynniki ograniczające ich rozprzestrzenianie się. Do najważniejszych należy: brak światła, aeracja gleby i nitrofilność siedliska. Czynniki te możemy modyfikować w takim stopniu, aby stworzyć odpowiednie warunki dla rozwoju roślin motylkowych. Ponieważ podwyższenia potencjalnej wartości gleby wymagają siedliska ubogie, głównie gleby bielcowe, a te są dobrze przewietrzane i ubogie w związki azotowe, na pierwszy plan z czynników ograniczających wysuwa się brak światła.

Optymalne warunki świetlne dla roślin motylkowych można uzyskać głównie w kulturach leśnych.

Metodyczne rozwiązanie nawożenia biologicznego może pójść w trzech kierunkach:

1. Przedplon — w przypadku zalesienia nieużytków i ubogich gleb porolnych. Gatunkami najbardziej odpowiednimi są tu łubin trwały i jednoroczny. Dodatkowo na terenach ubogich: *Astragalus arenarius* i *Trifolium arvense* L.

2. Wysiew roślin motylkowych wraz z zakładaniem kultur leśnych na zrębach zupełnych. Dobór gatunków według siedlisk (tab. I—V).

3. Podsiew pod okapem drzewostanu gatunkami autochtonicznymi, znoszącymi większe ocienienie (tab. II i IV).

Sposoby te nie są nowe, lecz nowością jest zalecenie do korzystania z naturalnych zasobów naszej flory przystosowanej do warunków środowiska. Wydaje się, że gatunki autochtoniczne powinny same rozprzestrzeniać się i bez naszej pomocy opanowywać dogodne siedliska. Tak jest istotnie, lecz naszym zadaniem jest proces ten znacznie przyspieszyć i właściwie nim pokierować.

Wnioski

Na podstawie uzyskanych wyników można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Ubogie gleby leśne wymagają do podwyższenia wartości potencjalnej siedlisk, zwiększenia zawartości związków azotowych. Można to uzyskać drogą biologicznego nawożenia.

2. Dotychczasowe metody nawożenia biologicznego nie dawały odpowiednich rezultatów w leśnictwie z uwagi na brak gatunków roślin motylkowych, przystosowanych do siedlisk leśnych.

3. Ogółem w zbiorowiskach leśnych występuje 41 gatunków roślin motylkowych, a ich wartość nawozowa jest nie mniejsza niż gatunków dotychczas stosowanych.

4. Najliczniej rośliny motylkowe występują w siedliskach: *Potentillo albae-Quercetum*, *Pino-Quercetum* i *Dicrano-Pinion*.

5. Najbardziej dogodne warunki rośliny motylkowe uzyskują w kulturach leśnych na glebach lekkich, gdzie pełna insolacja pozwala osiągnąć największe zagęszczenie, duży przyrost masy organicznej oraz akumulację związków azotowych i mineralnych.

6. Wysiew odpowiednich gatunków roślin motylkowych w kultury odnowieniowe, uważać należy za jeden z zasadniczych sposobów zwiększenia potencjalnej wartości siedlisk leśnych.

7. Praktyczne wykorzystanie gatunków autochtonicznych wymaga jeszcze dodatkowych badań nad możliwością ich uprawy i hodowli, a zwłaszcza pozyskiwania materiału nasiennego.

Piśmiennictwo

- Balicka, N., Kosinkiewicz, B., Krężel, Z. 1963 — Mikroflora w płodowym doświadczeniu na glebie lekkiej — Zesz. probl. Post. Nauk roln. 40a: 243—254.
- Bredow-Stechow, W. 1961 — Lupinen-Unterbau in älteren Beständen — Allg. Forstz. 16: 669—671.
- Bredow-Stechow, W. 1962 — Unterbau von Lupinen als Grundungung in Forstbestand — Mitt. Dtsch. Landw. Ges. 77: 899—912.
- Brüning, D. 1963 — Einfluss einer mineralischen Dünung auf Jugendwachstum von Kiefern und Roteichen — Forstarchiv, 34: 25—30.
- Celiński, F. 1953 — Czynniki glebowe a roślinność kserotermiczna Wielkopolskiego Parku Narodowego pod Poznaniem — Pr. Kom. mat. przyr. Pozn. TPN. 2: 1—60.
- Celiński, F. 1962 — Zespoły leśne Puszczy Bukowej pod Szczecinem Monographiae Botanicae, 13: 1—207.
- Celiński, F. i Filipek, M. 1955 — Rezerwat „Dębina” pod Wągrowcem — Ochr. Przyr. 23: 255—282.
- Celiński, F. i Filipek, M. 1957 — Rezerwat leśno-stepowy w Bielinku nad Odrą — Ochr. Przyr. 24: 221—271.
- Celiński, F. Filipek, M. 1958 — Flora i zespoły roślinne leśno-stepowego rezerwatu w Bielinku nad Odrą — Bad. fizjogr. Pol. zach. 4: 1—198.
- Chodzicki, E. 1933 — Badania mikrobiologiczne nad wpływem zmian składu gatunkowego drzewostanów na stan gleby — Warszawa, 298 pp.
- Dinkelaker, H. 1963 — Lupinenanbauversuch zu Fichte — All. Forstz. 18: 505—507.
- Dorosinskij, M. L., Lazarev, M. N., Emcev, T. 1962 — Rol' klubenkowych bakterii v azotnom pitanii bobovych rastenii — Mikrobiologija 31: 1061—1066.
- Faliński, J. B. 1961 — Roślinność dróg leśnych w Białowieskim Parku Narodowym — Acta Soc. Bot. Pol. 30: 164—185.
- Fijałkowski, D. 1958 — Roślinność leśno-stepowa w Łabuniach k. Zamościa — Ann. UMCS. s. B, 13: 147—186.
- Fijałkowski, D. 1959 — Rezerwat leśny „Bachus” koło Chełma — Ann. UMCS. s. C., 14: 297—342.
- Finn, B. J., Bourget, S. J., Nielsen, K. F., Dow, B. K. 1961 — Effects of different soil moisture tensions on grass and legume species — Canad. J. Soil Sci. 41: 16—23.
- Gemeinhardt, H. 1959 — Bodenmikrobiologische Beiträge zum Robinienproblem. 1 Mitt. — Arch. Forstwesen, 8: 1078—1116.
- Gemeinhardt, H. 1960 — Bodenmikrobiologische Beiträge zum Robinienproblem. 2 Mitt. — Arch. Forstwesen, 9: 1082—1104.
- Gemeinhardt, H. 1961 — Über die günstige Wirkung von Robinien auf Boden-decastierter Kiefernstandorte — Forst. u. Jagd., 1: 14—16.
- Goldman, C. R. 1961 — The contribution of alder trees (*Alnus tenuifolia*) to the primary productivity of Castle Lake, California — Ecology 42: 282—288.
- Gołębiowska, J., and Sypniewska, U. 1962 — The effect of the plant of ecology conditions on development of symbiosis between lupine and *Rhizobium lupini* — Acta Microbiol. Pol. 11: 319—328.

- Gončar, A. I. 1963 — Lupin v zaščitnych lesonasajdenijach na erodirovanih zemlachs — Lesn. Choz. 16: 33—34.
- Hoffmann, G. 1961 — Die Stickstoffbindung der Robinie (*Robinia pseudacacia* L.) — Arch. Forstwesen, 10: 627—632.
- Hoffman, G. 1964a — Wirkung des Herbicides "Selest 40" bei der Bekämpfung von Robinien (*Robinia pseudacacia* L.) und unerwünschten Weichlaubholzern in Mischbeständen — Arch. Forstwesen, 1: 33—45.
- Hoffman, G. 1964b — Effektivität und Wirtsspezifität der Knöllchenbakterien von *Robinia pseudacacia* L. — Arch. Forstwesen 13: 563—576.
- Holmsgaard, E. 1960 — Amount of nitrogen fixation by alder. Review of literature and an investigation of a planting-experiment — Det Fortlige Forsogsvaesen i Danmark 26: 253—270.
- Izdębska, M. 1959 — Badania fotosocjologiczne w lasach leśnictwa Zemborzyce — Ann. UMCS. s. C, 13: 143—163.
- Izdębski, K. 1962a — Grądy na Roztoczu Środkowym — Ekol. Pol. A, 18: 524—584.
- Izdębski, K. 1962b — Bory na Roztoczu Środkowym — Ann. UMCS. s. C, 17: 313—362.
- Jonáš, F. 1959 — Vliv lupiny na dusik a dusičnany v pudě ve vetrolamu v Obřistvi u Melnika v letech 1954—1956 — Lesnictvi 32: 409—426.
- Jorő, Z., Horváth, E. 1959 — Tapanyagkörforgalom a magyar erdők egyes típusaiban (Első Közlemény) — Erdész. Kutatások 1—2: 231—246.
- Kliwer, W. M. Kennedy, W. K. 1960 — Studies on response of legumes to molybdenum and lime fertilization on Mordin silt loam soil — Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24: 377—380.
- Kobus, J., Pacewiczowa, T. 1963 — Wpływ różnego rodzaju nawożenia na czynność biologiczną gleby — Zesz. probl. Post. Nauk. roln. 40a: 255—294.
- Kroehnke, R. 1964 — Natężenie światła w runi pastwiska w warunkach stosowania różnych dawek nawozów azotowych — Post. Nauk. roln. 2: 123—127.
- Królikowski, L. Strzelecki, W. 1961 — Wyniki nawożenia organicznego upraw sosnowych na piaskach wydomych — Rocz. glebozn. 10: 740—743.
- Krotowska, T. 1953 — Zespoły leśne Parku Natury w Promnie pod Poznaniem — Pr. Kom. mat. przyr. Pozn. TPN, 14: 1—51.
- Krotowska, T. 1961 — Obserwacje fenologiczne w *Querceto-Potentilletum albae* Libbert 1933 w Wielkopolskim Parku Narodowym — Pr. Kom. mat. przyr. Pozn. TPN, 3: 1—157.
- Krotowska, T. i Piotrowska, H. 1962 — Dąbrowy na glebach „typu krotoszyńskiego” — Bad. fizjogr. Pol. zach. 10: 133—185.
- Linehan, P. A., Love, J. 1963 — Vlikane sistemy udobrenii na produktivnost i sootnošene zlakov i klevěra v travostojach (Novyje vyljučenii i ispolzovanii senokosov i pastbišč) — Moskva, 50—57.
- Lowry, G. L. Brokaw, F. C., Breeding, C. H. J. 1962 — Alder for reforestation of coal spoils in Ohio — J. Forestry 60: 196—199.
- Löffler, A. 1961 — Zelene hnojenje v lesnom škólkárstve — Lestnictvi 17: 164—167.
- Lötschert, W. und Ullrich, G. 1961 — Zur Frage jahreszeitlicher pH-Schwankungen an natürlichen Standorten — Flora, 150: 657—674.
- Matuszkiewicz, A. 1953 — Obserwacje fitosocjologiczne nad lasoborami (*Quercion roboris*) w okolicach Lublina — Ekol. Pol. 1: 5—25.
- Matuszkiewicz, A. 1955 — Stanowisko systematyczne i tendencje rozwojowe dąbrów białowieskich — Acta Soc. Bot. Pol. 24: 459—494.
- Matuszkiewicz, W. 1952 — Zespoły leśne Białowieskiego Parku Narodowego — Ann. UMCS, s. C, Suppl. 6: 1—218.

- Matuszkiewicz, W. 1964 — Tymczasowa klasyfikacja zespołów leśnych Polski — Mater. Zakł. Fitos. U. W. Warszawa—Białowieża 4: 1—5.
- Medwecka-Kornaś, A. 1952 — Zespoły leśne Jury Krakowskiej — Ochr. Przyr. 20: 113—236.
- Melzer, E. 1962 — Melioration im Mittelgebirge dargestellt als Beispiel des Adorfer Verfahres — Arch. Forstwesen, 11: 670—691.
- Michniewicz, M. 1952 — Badania nad nitryfikacją i denitryfikacją w glebach Puszczy Białowieskiej — Ann. UMCS, s. C, 6: 19—75.
- Mikłosz, S., Olesiński, L. 1963 — Próba określenia przydatności paszowej niektórych dziko rosnących gatunków roślin motylkowych na podstawie ich składu chemicznego — Zesz. nauk. WSR, Olsztyn, 16: 163—188.
- Mowszowicz, J., Hereźniak, J., Olaczek, R., Urbanek, H. 1963 — Rezerwat modrzewia polskiego, Trębaczew — Pr. Wydz. mat.-przyr. TN, Łódź, 94: 1—103.
- Mulder, E. G., van Vee, W. L. 1960 — Effect of pH and organic compounds on nitrogen fixation by red clover — Plant and Soil, 13: 91—113.
- Němec, A. 1950 — Hnojeni lešních kultur — Praha, 125 pp.
- Nowotny-Mieczysłowska, A. 1950 — Studia nad brodawkowaniem roślin motylkowych, cz. I. — Pr. roln. leś. PAN, 50: 1—35.
- Nowotny-Mieczysłowska, A., i Zinkiewicz, J. 1959 — Wpływ żywienia roślin na aktywność *Rhizobium trifolii* w symbiozie z koniczyną — Acta Microbiol. Pol. 8: 309—313.
- Olesiński, L. 1962 — Wstępne badania nad siedliskiem komonicy błotnej (*Lotus uliginosus* Schk.) — Zesz. nauk. WSR, Olsztyn, 12: 233—240.
- Pechmann, H., Wutz, A. 1960 — Haben Mineraldüngung und Lupinenbau einen Einfluss auf die Eigenschaften von Fichten und Kiefernholz — Forstwiss. Zentralbl. 79: 91—104.
- Piotrowska, H. 1955 — Zespoły leśne wyspy Wolin — Pr. Kom. mat. przyr. Pozn. TPN, 16: 1—168.
- Polakowski, B. 1961 — Stosunki florystyczno-fitosocjologiczne Puszczy Boreckiej — Stud. Soc. Sci. Toruń, s. D, 5: 1—146.
- Richards, B. N. 1962 — Increased supply of soil nitrogen brought about by *Pinus* — Ecology 43: 538—541.
- Richter, E. J. 1964 — Vlijanje mnogoletnego ljupina (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) na fotosintez sosny obyknovennoj (*Pinus silvestris* L.) — Lesn. Ž. 1: 17—23.
- Snaydon, R. W. 1962a — Micro-distribution of *Trifolium repens* L. and its relation to soil factors — J. Ecology, 50: 133—143.
- Snaydon, R. W. 1962b — The response of certain *Trifolium* ssp. to calcium in sand culture — Plant and Soil, 16: 381—388.
- Sokołowski, A. W. 1963a — Zespoły leśne południowo-wschodniej części niziny Mazowiecko-Podlaskiej — Monographiae Botanicae, 16: 1—176.
- Sokołowski, A. W. 1963b — Zespoły leśne Nadleśnictwa Resko-Wschód, Resko-Zachód i Łobez w województwie szczecińskim — Pr. Inst. bad. Leśn. 263: 197—252.
- Uziak, Z. 1959 — Wpływ różnych form azotu na rozwój i symbiozę soi — Acta Microbiol. Pol. 8: 315—318.
- Uziak, Z. 1962 — Badania nad azotowym żywieniem soi (*Glycyne hispida*) i pomidorów (*Solanum lycopersicum* L.) — Ann. UMCS, s. E. 15: 145—172.
- Virtanen, A. I. 1957 — Investigations on nitrogen fixation by the alder. II. Associated culture of spruce and inoculated alder without combined nitrogen — Plant Physiol. 10, 1, B5: 164—169.
- Warteresiewicz, M. 1954 — Charakterystyka mikrobiologiczna niektórych gleb leśnych województwa krakowskiego — Ekol. Pol. 2: 23—32.

- Wittich, W. 1961 — Der Einfluss der Baumart auf den Bodenzustand — Allg. Forstz. 16: 41—45.
- Wojterski, T. 1960 — Lasy liściaste Dorzecza Mogilnicy w zachodniej Wielkopolsce — Pr. Kom. mat. przyr. Pozn. TPN, 23: 1—230.
- Wojterski, T. 1964 — Bory sosnowe na wydmach nadmorskich na polskim wybrzeżu — Pr. Kom. mat. przyr. Pozn. TPN, 28: 1—215.
- Wolak, J. 1959 — Fitosocjologiczne zróżnicowanie borów sosnowych na obszarze krainy Wyżów Środkowo-Polskich — Pr. Inst. bad. Leśn. 191: 1—51.
- Wróbel, T. 1956 — Search of a rapid method for determining the activity of strains of the root nodule bacteria — Acta Microbiol. Pol. 5: 122—127.
- Zimny, H. 1960a — Charakterystyka mikrobiologiczna niektórych gleb zespołów leśnych — Ekol. Pol. B, 6: 247—256.
- Zimny, H. 1960b — Badania nad występowaniem *Clostridium* w glebach leśnych — Ekol. Pol. B, 6: 311—321.
- Zimny, H. 1960c — Charakterystyka mikrobiologiczna gleb zespołów leśnych Środkowego Roztocza — Fragm. flor. et geobot. 6: 523—560.
- Zimny, H. 1960d — Charakterystyka mikrobiologiczna gleb trzech zespołów leśnych Podgórze Karpackiego — Fol. forest. Pol. A, 4: 89—116.
- Zimny, H. 1961 — Studia nad brodawkowaniem groszku wiosennego (*Lathyrus vernus* (L.) Bernth.) w różnych siedliskach Puszczy Białowieskiej — Ekol. Pol. B, 7: 233—236.
- Zimny, H. 1962 — Brodawkowanie korzeniowe niektórych gatunków roślin motylkowych w zbiorowiskach leśnych i łąkowych Białowieży — Fragm. flor. et geobot. 8: 157—183.
- Zimny, H. 1964a — The influence of chemical fertilizers and manure upon the presence of *Clostridium* and *Azotobacter* in the peat soil of meadow — Ekol. Pol. A, 12: 1—9.
- Zimny, H. 1964b — The nodulation of papilionaceous plants and habitat conditions — Fragm. flor. et geobot. 10: 199—237.
- Zimny, H. 1965a — The influence of mineral fertilizer and cow manure on the distribution of microflora in peat soil under-meadow — Ekol. Pol. A, 13: 57—72.
- Zimny, H. 1965b — Studies on the ecology of *Lotus uliginosus* Schk. — Fragm. flor. et geobot. 11: 393—408.
- Žilkin, B. D. 1959 — Opyt poseva ljupina w lesach BSSR — Moskva—Leningrad, 21 pp.
- Žilkin, B. D. 1964 — Ljupin w lesovodstve i sadovodstve — Botanika, 6: 1—12.

Phytomelioration of light forest soils as a factor increasing the productivity and improving the potential value of habitats

Summary

The study presents the results of research made over a period of several years on the ecology of papilionaceous plants occurring under natural conditions. Some of these results have already appeared in print (Zimny 1961, 1962, 1964b, 1965b).

The aim of the study was to give the theoretical bases for the practical utilisation of wild papilionaceous plants to increase the productivity of poor forest habitats.

The following conclusions can be drawn on the basis of the results obtained:

1. If the potential value of poor forest soils is to be raised it is essential to increase nitrogen compound contents. This may be effected by means of biological fertilization.

2. The methods of biological fertilization hitherto applied have not produced the required results in forestry practice on account of the lack of species of papilionaceous plants adapted to forest habitats.

3. A total of 41 species of papilionaceous plants occur in forest associations, and their value as fertilizers is not less than that of the species hitherto used.

4. Papilionaceous plants occur most numerously in the following associations: *Potentillo albae-Quercetum*, *Pino-Quercetum* and *Dicrano-Pinion*.

5. The most favourable conditions for papilionaceous plants in forest cultures are those on light soils, where full insolation makes it possible to achieve maximum density, high increase of organic mass and accumulation of nitrogen and mineral compounds.

6. Sowing of suitable species of papilionaceous plants in restorative cultures should be regarded as one of the basic means of increasing the potential value of forest habitats.

7. Practical utilization of autochthonic species requires further studies on the possibility of their culture and breeding, in particular obtaining supplies of seed.