ANNALES UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA · LUBLIN
POLSKA · ПОЛЬША · POLAND
VOL. XXX, 15 SECTIO C 1975

Instytut Biologii UMCS
Zakład Ekologii

Krystyn IZDEBSKI, Zygmunt POPIOŁEK

Dynamika zawartości przyswajalnego fosforu i potasu w roślinach i glebie zespołów borowych na Roztoczu Środkowym

Изменение содержания усваиваемого фосфора и калия в растениях и в почве лесных ассоциаций на Среднем Розточе

The Dynamics of the Content of Assimilated Phosphorus and Potassium in Plants and Soil of Bilberry Associations in the Central Roztocze

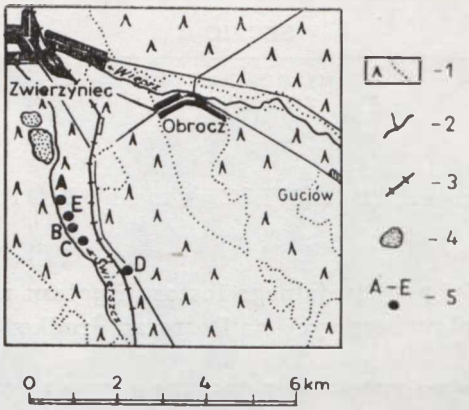
WSTĘP

Za dobre wskaźniki żyzności gleby uchodzą między innymi przyswajalny fosfor i potas. Niestety, ocena oparta na jednorazowych w roku badaniach — jak to się często czyni — może prowadzić do błędnych wniosków, ponieważ zawartość tych składników w glebie jest zmienna w czasie. Lepiej wygląda zagadnienie żyzności na tle dynamiki P_2O_5 i K_2O w glebie. Jak dotąd, prac tego typu jest na ogół mało z uwagi na pracochłonność i szereg trudności technicznych przy ich wykonywaniu (3, 4, 9, 10). Szczególny brak takich prac zaznaczył się w przypadku gleb leśnych.

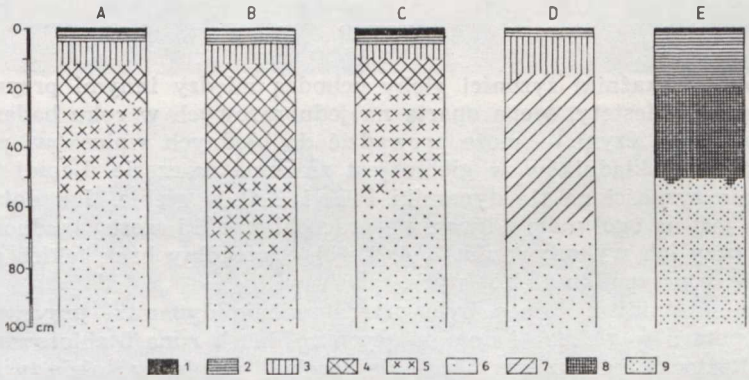
Zadaniem niniejszej pracy było przedstawienie dynamiki przyswajalnego fosforu i potasu w glebach i dominujących roślinach runa 5 zbiorowisk borowych na Roztoczu Środkowym. Ustalenie korelacji pomiędzy ilością tych składników pokarmowych w glebie i roślinach stanowi dalszy cel pracy.

METODA BADAŃ

Badania przeprowadzono w r. 1973 na terenie rezerwatu leśnego Zwierzyniec i w oddz. 146, nadl. Zwierzyniec na Roztoczu Środkowym (ryc. 1). W tym celu wyznaczono pięć 6,25-arowych (25×25 m) powierzchni w następujących zbiorowiskach leśnych: *Vaccinio myrtilli-Pinetum*, odmiana z *Vaccinium vitis-idaea* — bór suchy (pow. A), *Vaccinio myrtilli-Pinetum* — bór świeży (pow. B), *Abietetum polonicum* — bór jodłowy (pow. C), *Pino-Quercetum* — bór mieszany (pow. D), *Querco-Piceetum* — wilgotny bór mieszany (pow. E). W odstępach miesięcznych (13 każdego miesiąca), poczynając od kwietnia, a kończąc w listopadzie pobierano laską glebową z pięciu stałych punktów na każdej powierzchni próbki glebowe. Następnie łączono je w jedną próbkę zbiorczą (średnią) i badano na zawartość P_2O_5 i K_2O, uwzględniając genetyczne zróżnicowanie gleby. W obu przypadkach zastosowano metodę Egnera (2). W zespole *Querco-Piceetum*, gdzie wystąpiła duża ilość substancji organicznej, zastosowano metodę opracowaną przez IMUZ (8).



Ryc. 1. Szkic sytuacyjny terenu badań; 1 — las, 2 — drogi, 3 — linia kolejowa, 4 — stawy „Echo", 5 — powierzchnie badawcze
A situational scheme of the researched area: 1 — forest, 2 — roads, 3 — railway lines, 4 — ponds "Echo", 5 — research area



Ryc. 2. Odkrywki glebowe w zbiorowiskach leśnych; A — *Vaccinio myrtilli-Pinetum*, odmiana z *Vaccinium vitis-idaea*, B — *Vaccinio myrtilli-Pinetum*, C — *Abietetum polonicum*, D — *Pino-Quercetum*, E — *Querco-Piceetum*, 1 — ściółka A_0, 2 — butwina A_{01}, 3 — poziom próchniczno-akumulacyjny A_1, 4 — poziom wymycia A_2, 5 — poziom wmycia *B*, 6 — skała macierzysta *C*, 7 — poziom brunatnienia (*B*), 8 — poziom murszowy *M*, 9 — podłoże mineralne *D*
Soil exposures in the forest communities: A — *Vaccinio myrtilli-Pinetum*, variety from *Vaccinium vitis-idaea*, B — *Vaccinio myrtilli-Pinetum*, C — *Abietetum polonicum*, D — *Pino-Quercetum*, E — *Querco-Piceetum*, 1 — litter A_0, 2 — rot A_{01}, 3 — humus and accumulation horizon A_1, 4 — eluvial horizon A_2, 5 — illuvial horizon *B*, 6 — parent rock *C*, 7 — turning brown horizon (*B*), 8 — boggy soil horizon *M*, 9 — mineral bed *D*.

Następnie gromadzono materiał roślinny; z całej powierzchni zbierano gatunki dominujące, suszono je i określano w nich zawartość przyswajalnego fosforu i potasu metodą Schillaka (8). Uzyskane wyniki ilustrują ryc. 3—7.

W lipcu, a więc w okresie pełnego rozwoju roślinności, wykonano na terenie każdej powierzchni po jednym zdjęciu fitosocjologicznym według metody Braun-Elanqueta (1), stosując 10-stopniową skalę pokrycia (tab. 2). Ocenę warunków glebowych przeprowadzono na podstawie opisu odkrywki glebowej (ryc. 2). W próbkach pobranych z poszczególnych poziomów genetycz-

nych gleb oznaczono (2) : a) skład mechaniczny gleby — metodą Casagrande'a w modyfikacji M. Prószyńskiego, b) zawartość próchnicy — metodą Tiurina, c) zawartość substancji organicznej — metodą żarzenia, d) odczyn gleby — metodą elektrometryczną. Uzyskane wyniki ilustruje tab. 1.

Tab. 1 Właściwości fizyczne i chemiczne gleb zbiorowisk borowych; A—E — zespoły leśne (objaśnienia jak na ryc. 2)
The physical and chemical properties of the soil in bilberry communities; A—E — forest associations (denotations as in Fig. 2)

Zbiorowisko Community	Głębokość poziomu w cm Depth of horizon in cm	Części szkieletowe w % Skeleton parts in %	Części ziemiste w % Earth parts in %						pH w pH in		Zawartość Content of	
			1 - 0,1	0,1 - 0,05	0,05 - 0,02	0,02 - 0,005	0,005 - 0,002	< 0,002	H_2O	KCL	humusu w % humus in %	substancji organicznej w % organic matter in %
A	5-10	0,0	88	2	5	2	2	1	3,6	3,1	4,28	.
	15-20	0,0	88	3	6	1	1	1	4,0	3,5	.	.
	30-40	0,0	90	2	3	1	2	2	5,0	4,5	.	.
	65-75	0,0	94	1	2	0	2	1	5,3	4,8	.	.
B	5-10	0,0	83	3	7	2	4	1	3,6	3,1	9,50	.
	20-30	0,0	94	1	2	1	1	1	4,3	3,9	.	.
	55-65	0,0	92	1	2	1	3	1	4,5	4,0	.	.
	75-85	0,0	94	1	2	1	1	1	4,7	4,1	.	.
C	5-10	0,0	87	3	5	2	2	1	3,7	3,2	4,56	.
	10-20	0,0	91	3	4	0	1	1	4,0	3,5	.	.
	25-35	0,0	88	4	4	1	2	1	4,9	4,3	.	.
	65-75	0,0	95	2	1	0	1	1	5,4	4,8	.	.
D	5-10	0,0	84	7	1	2	3	3	3,8	3,3	3,82	.
	25-35	0,0	86	6	1	4	2	1	4,5	4,0	.	.
	65-75	0,0	87	8	2	0	2	1	5,0	4,4	.	.
E	5-15	0,0	.	.	.	.	.	.	3,8	3,4	.	57,5
	25-35	0,0	.	.	.	.	.	.	5,2	4,6	.	6,1
	75-80	0,0	94	2	1	1	1	1	5,6	4,8	.	.

TEREN BADAŃ

P o w i e r z c h n i a A. Oddz. 109, pomiędzy linią oddziałową 108/109 a potokiem Świnka, rezerwat leśny Zwierzyniec. *Vaccinio myrtilli-Pinetum,* odmiana z *Vaccinium vitis-idaea* — sucha odmiana boru świeżego z borówką brusznicą. Dość słabo zwarty drzewostan sosnowy z domieszką świerka i brzozy; *Pinus silvestris* do 20 m wysokości i 25 cm średnicy, okazy średnio dorodne, pnie słabo oczyszczone z gałęzi bocznych; *Picea excelsa* do 12 m wysokości i 15 cm średnicy, korona od samej ziemi, stożkowata; *Betula pubescens* do 18 m wysokości i 25 cm średnicy. Warstwa krzewów słabo rozwinięta. W runie przewagę uzyskują borówki brusznica i czernica, a wśród mchów — *Entodon schreberi* i *Dicranum undulatum.* Teren równinny, od strony SW lekko zwydmiony. Gleba bielicowa wytworzona z piasku luźnego.

P o w i e r z c h n i a B. Oddz. 120, przy linii oddziałowej 119/120, rezerwat leśny Zwierzyniec. *Vaccinio myrtilli-Pinetum* — bór świeży. Średnio zwarty drzewostan sosnowy z domieszką świerka i brzozy; *Pinus silvestris* do 25 m wy-

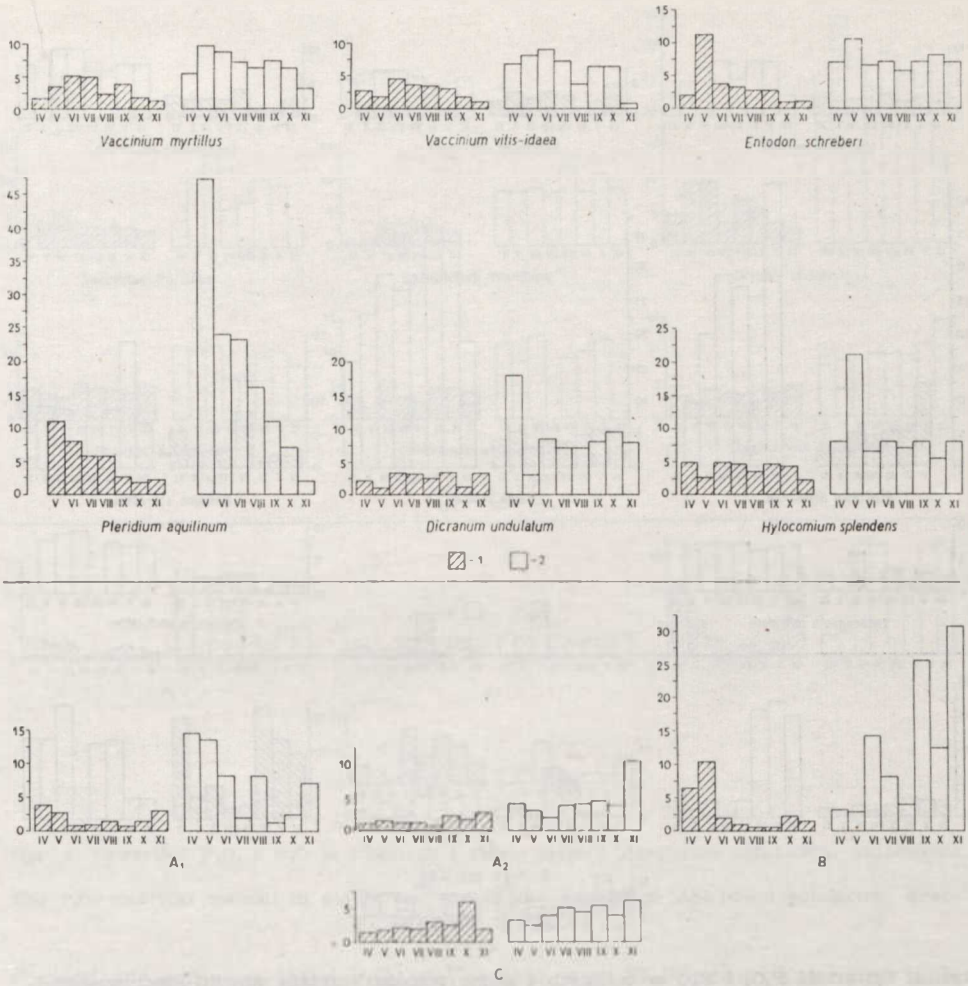
sokości i 35 cm średnicy, okazy średnio dorodne, strzały proste, pnie dość słabo oczyszczone z gałęzi bocznych; *Picea excelsa* do 15 m wysokości i 10 cm średnicy; *Betula pubescens* do 25 m wysokości i 20 cm średnicy. Dość słabo wykształconą warstwę krzewów budują gatunki liściasto-iglaste, wśród których przeważa zdecydowanie podrost świerkowy. W runie dominują borówki czernica i brusznica oraz orlica, a w warstwie mchów — *Entodon schreberi* i *Hylocomium splendens*. Na terenie lekko falistym, zwydmionym, upad 2°, ekspozycja SSW. Gleba silnie zbielicowana wytworzona z piasku luźnego z orsztynem w poziomie wmycia.

Powierzchnia C. Oddz. 120, w kącie linii oddziałowych 119/120 i 120/131, rezerwat leśny Zwierzyniec. *Abietetum polonicum* — bór jodłowy. Drzewostan sosnowo-jodłowy z domieszką świerka; *Pinus silvestris* do 30 m wysokości i 40 cm średnicy, dorodność średnia, strzały u niektórych egzemplarzy lekko pokrzywione; *Abies alba* do 30 m wysokości i 45 cm średnicy, okazy dorodne; *Picea excelsa* do 30 m wysokości i 35 cm średnicy, okazy dorodne. W dobrze wykształconej warstwie krzewów przeważa podrost świerkowo-jodłowy. Runo borowe prawie wyłącznie w miejscach lepiej naświetlonych. Z roślin grądowych zanotowano tylko *Fagus silvatica* i *Carex digitata*. Warstwa mchów dość dobrze wykształcona, z przewagą *Entodon schreberi* i *Polytrichum attenuatum*. Na terenie zwydmionym; wydmy do 2,5 m wysokości o przebiegu N—S. W lokalnym zagłębieniu terenu, upad 3°. Gleba bielicowa wytworzona z piasku luźnego z zaczątkami orsztynu w poziomie wmycia.

Powierzchnia D. W SE części oddz. 146, poza rezerwatem Zwierzyniec, w pobliżu szosy Zwierzyniec—Józefów. *Pino-Quercetum* — bór mieszany sosnowo-dębowy. Dość zwarty drzewostan dębowo-sosnowy z domieszką buka; *Pinus silvestris* do 30 m wysokości i 35 cm średnicy, okazy dość dorodne; *Quercus sessilis* do 18 m wysokości i 20 cm średnicy, okazy mało dorodne, strzały krótkie, pokrzywione; *Fagus silvatica* do 15 m wysokości i 10 cm średnicy. W dość dobrze wykształconej warstwie krzewów przeważa podrost buka i dębu bezszypułkowego. W runie zaznaczyła się przewaga borówek — czernicy i brusznicy oraz kosmatki gajowej, a wśród mchów — *Entodon schreberi* i *Hylocomium splendens*. Udział roślin grądowych — znikomy. Teren lekko falisty, zwydmiony, z pagórami do 3 m wysokości względnej. Na niskiej wydmie (do 1,5 m wysokości) o przebiegu N—S i zboczach o upadzie 3°, a tak samo w najbliższym jej otoczeniu. Gleba brunatna kwaśna wytworzona z piasku słaboglinistego.

Powierzchnia E. Oddz. 119, w kącie 2 linii oddziałowych 119/120 i 119/108, rezerwat leśny Zwierzyniec. *Querco-Piceetum* — wilgotny bór mieszany. Dość widny las sosnowo-świerkowy z domieszką olchy; *Pinus silvestris* do 23 m wysokości i 30 cm średnicy, okazy mało dorodne, pnie słabo oczyszczone z gałęzi bocznych; *Picea excelsa* do 25 m wysokości i 25 cm średnicy, okazy dorodne, korony stożkowate, biorące początek na wysokości 3 m nad ziemią; *Alnus glutinosa* do 23 m wysokości i 35 cm średnicy, okazy dorodne. Podrost przeważnie świerkowy grupuje się w miejscach lepiej naświetlonych. W bogatym w gatunki runie przeważa zdecydowanie *Lycopodium annotinum*. Przy wyraźnej przewadze roślin borowych pojawiła się domieszka gatunków grądowych i łąk okresowo wilgotnych (*Molinietalia*). Mchy grupują się głównie w miejscach wilgotnych. W lokalnym obniżeniu terenu, pochylonym pod kątem 2° w kierunku E wykształciła się płytka gleba murszasto-mineralna.

Charakterystykę zbiorowisk borowych na Roztoczu Środkowym i w zatwierdzonym obecnie rezerwacie Zwierzyniec przedstawił Izdebski (5, 6, 7).



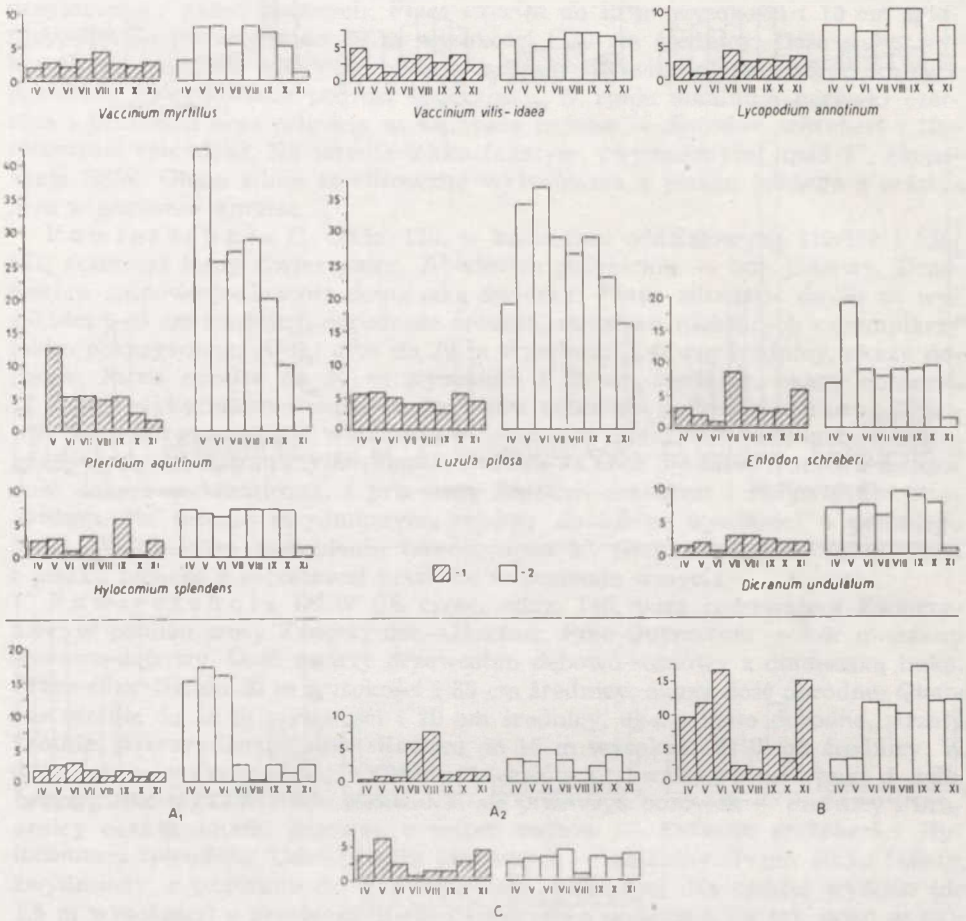
Ryc. 3. Zawartość P_2O_5 i K_2O w roślinach i glebie zespołu *Vaccinio myrtilli-Pinetum*, odmiana z *Vaccinium vitis-idaea*; 1 — P_2O_5 w mg/1 g suchej masy roślinnej i w mg/100 g gleby, 2 — K_2O w mg/1 g suchej masy roślinnej i w mg/100 g gleby

The P_2O_5 and K_2O content in plants and soil of the association *Vaccinio myrtilli-Pinetum*, variety from *Vaccinium vitis-idaea*; 1 — P_2O_5 in mg/1 g of dry plant mass and in mg/100 g of soil, 2 — K_2O in mg/1 g of dry plant mass and in mg/100 g of soil

WYNIKI BADAŃ

ZAWARTOŚĆ I DYNAMIKA P_2O_5 I K_2O W ROŚLINACH

W każdym przypadku zawartość K_2O w roślinach była większa niż P_2O_5 (ryc. 3—7). U poszczególnych dominujących gatunków w zespołach borowych ilości tych składników były różne i wahały się w przypadku przyswajalnego fosforu od 0,2 do 12,6 mg/g suchej masy, a potasu od 1,0 do 47,0 mg/g suchej masy. Najwięcej P_2O_5 i K_2O stwierdzono u paproci *Pteridium aquilinum* i *Dryopteris spinulosa* oraz *Luzula pilosa*. U pozostałych gatunków wartości te są o wiele mniejsze (ryc. 3—7).

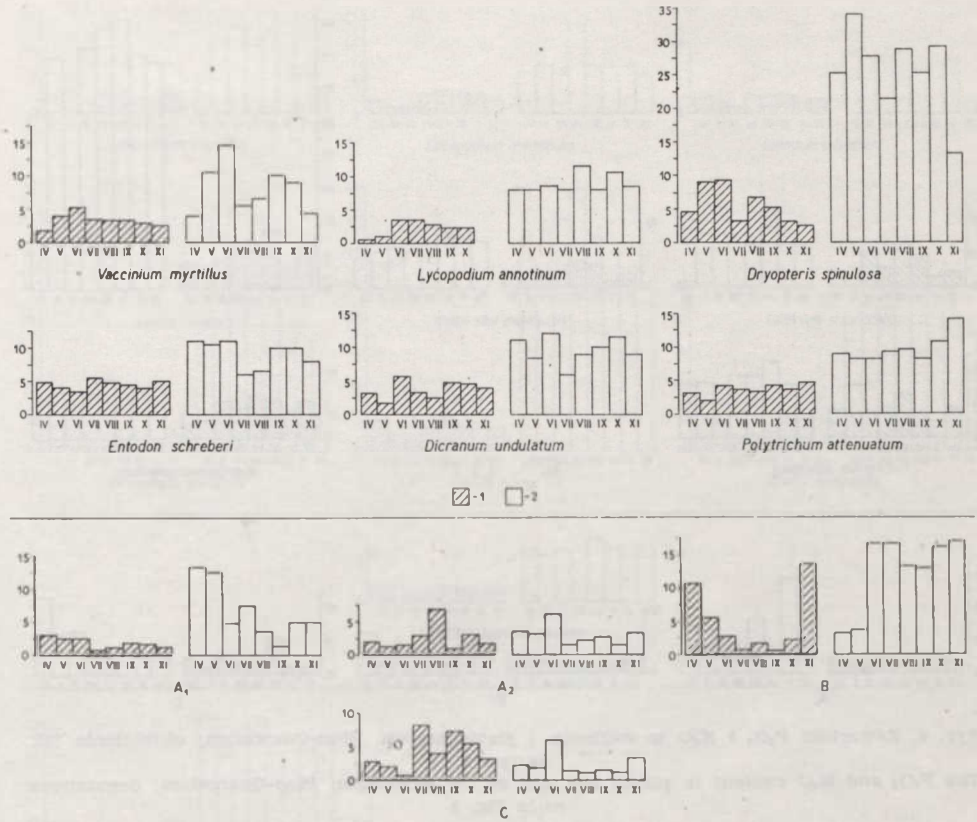


Ryc. 4. Zawartość P_2O_5 i K_2O w roślinach i glebie zespołu *Vaccinio myrtilli-Pinetum*; objaśnienia jak na ryc. 3

The P_2O_5 and K_2O content in plants and soil of the association *Vaccinio myrtilli-Pinetum*; denotations as in Fig. 3

W dynamice P_2O_5 i K_2O zaznaczyły się pewne ogólne prawidłowości. W większości przypadków stwierdziliśmy wzrost tych składników w miesiącach letnich oraz ich spadek na wiosnę i w jesieni, szczególnie w listopadzie. Od tych tendencji zauważono też odchylenia w postaci: bądź stopniowego zmniejszania się ilości P_2O_5 i K_2O w ciągu okresu wegetacyjnego (np. u *Pteridium aquilinum*), bądź też nieregularnych, trudnych do wyjaśnienia zmian, np. u *Vaccinium vitis-idaea* w zespole *Vaccinio myrtilli-Pinetum*.

Z badanych 11 gatunków dominujących runa tylko dwa, tj. *Vaccinium myrtillus* i *Entodon schreberi*, wystąpiły we wszystkich typach boru. Różnice w ilości P_2O_5 i K_2O u tych roślin okazały się wszędzie niewielkie. Podobną sytuację stwierdziliśmy w przypadku *Vaccinium vitis-idaea*, *Dicranum undulatum*, *Hylocomium splendens*, *Lycopodium annotinum* i *Luzula pilosa*, które wystąpiły w trzech z pięciu badanych zbiorowisk. Jedynie u *Holocomium splendens*



Ryc. 5. Zawartość P_2O_5 i K_2O w roślinach i glebie zespołu *Abietetum polonicum*; objaśnienia jak na ryc. 3

The P_2O_5 and K_2O content in plants and soil of the association *Abietetum polonicum*; denotations as in Fig. 3

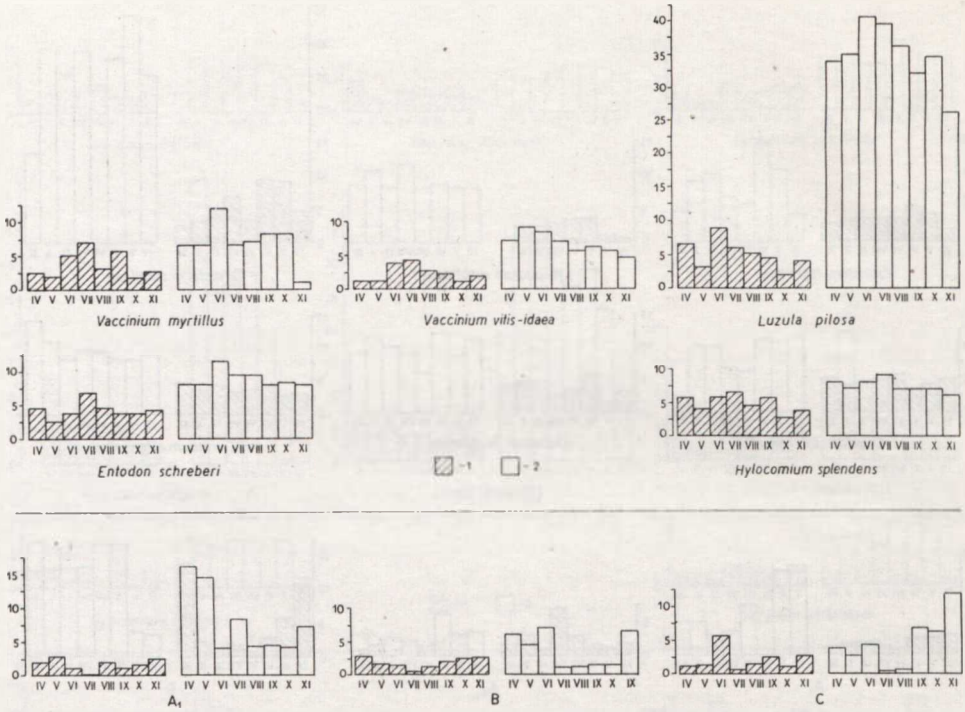
stwierdzono mniejsze ilości P_2O_5 w *Vaccinio myrtilli-Pinetum*. Tak samo małe zmiany w zawartości tych składników wystąpiły u pozostałych roślin, badanych w dwóch zespołach.

ZAWARTOŚĆ I DYNAMIKA P_2O_5 I K_2O W GLEBIE

Podobnie jak u roślin runa, stwierdzono w glebie większą zawartość K_2O niż P_2O_5 (ryc. 3—7).

Zawartość obu przyswajalnych dla roślin związków różnicuje się w poszczególnych poziomach genetycznych gleb.

W glebach bielicowych trzech pierwszych zespołów borowych największą ilość P_2O_5 stwierdziliśmy prawie zawsze w poziomie wmycia, mniejszą natomiast kolejno: w skale macierzystej oraz poziomach: wymycia i próchniczno-akumulacyjnym. W przypadku K_2O największa ilość wystąpiła w poziomach: wmycia i próchniczno-akumulacyjnym, mniejsza natomiast w poziomach: wymycia i skale macierzystej. Od tych ogólnych tendencji wystąpiły w poszczególnych miesiącach odchylenia.



Ryc. 6. Zawartość P_2O_5 i K_2O w roślinach i glebie zespołu *Pino-Quercetum*; objaśnienia jak na ryc. 3

The P_2O_5 and K_2O content in plants and soil of the association *Pino-Quercetum*; denotations as in Fig. 3

W kwaśnej glebie brunatnej zespołu *Pino-Quercetum* nie dało się zaobserwować jakiejś prawidłowości; w pewnych miesiącach wystąpiły większe ilości P_2O_5 i K_2O w poziomie próchniczno-akumulacyjnym, w innych natomiast — w poziomach brunatnienia i skale macierzystej.

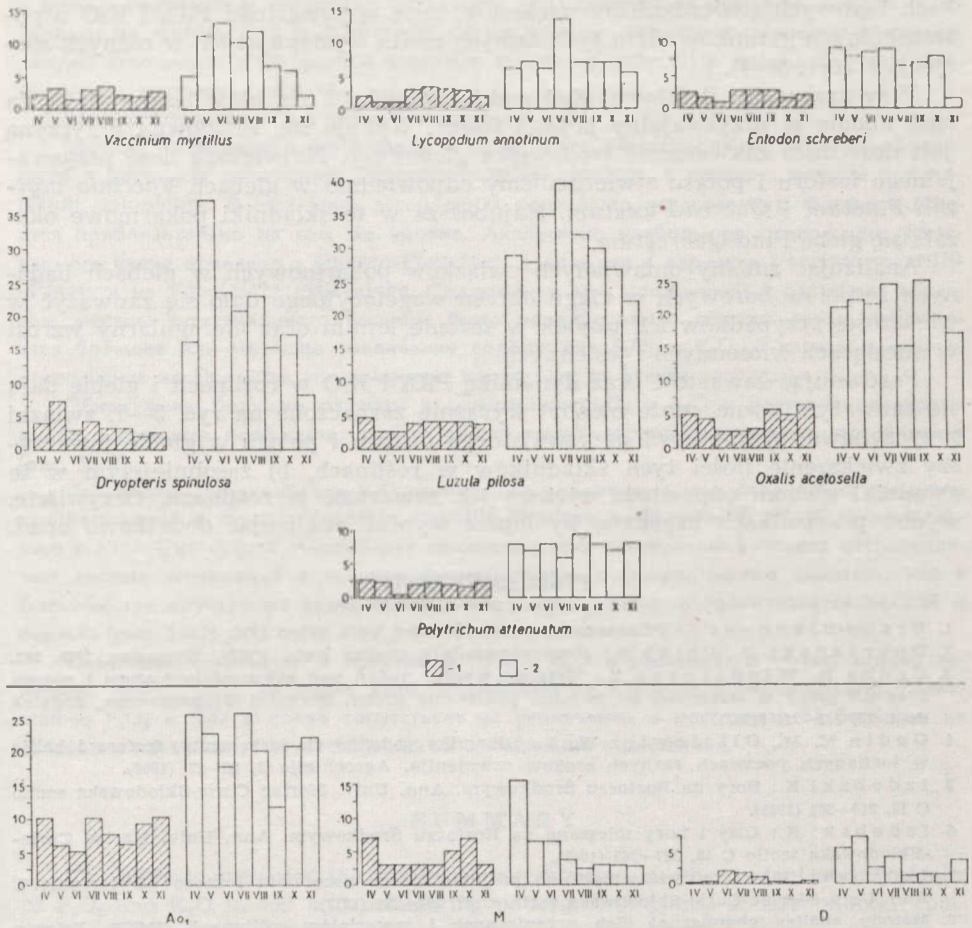
W płytkiej glebie murszasto-mineralnej *Querco-Piceetum* stwierdziliśmy wyraźny spadek ilości P_2O_5 wraz z głębokością odkrywki glebowej i nieistotne odchylenia od tej prawidłowości u K_2O w miesiącach V, VII i XI.

Przeciętna roczna zasobność poszczególnych poziomów genetycznych gleb w przyswajalny fosfor i potas jest w większości przypadków zła. Średnią zasobność w P_2O_5 wykazuje tylko poziom wmycia gleby bielicowej boru świeżego i warstwa butwiny wilgotnego boru mieszanego. Tak samo średnia zasobność w K_2O występuje tylko w poziomach wmycia trzech pierwszych zespołów borowych oraz w warstwie butwiny wilgotnego boru mieszanego.

DYSKUSJA I WNIOSKI

Jak wynika z ryc. 3—7, dominujące rośliny runa akumulują w swych tkankach więcej K_2O niż P_2O_5.

Porównując badane zbiorowiska borowe, największą ilość przyswajalnego fosforu w ciągu okresu wegetacyjnego stwierdziliśmy w roślinach zespołu *Vaccinio myrtilli-Pinetum* i nieco mniejszą w *Abietetum polonicum*. W pozosta-



Ryc. 7. Zawartość P_2O_5 and K_2O w roślinach i glebie zespołu *Querco-Piceetum*; objaśnienia jak na ryc. 3.

The P_2O_5 and K_2O content in plants and soil of the association *Querco-Piceetum*; denotations as in Fig. 3

łych asocjacjach utrzymuje się ona mniej więcej na tym samym poziomie. Analogicznie największą zawartość przyswajalnego potasu zanotowaliśmy w *Querco-Piceetum*, a najmniejszą — w odmianie *Vaccinio myrtilli-Pinetum* z *Vaccinium vitis-idaea*.

Zawartość badanych związków w roślinach nie jest jednakowa w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego; zwykle w ciągu lata obserwuje się mniejszy lub większy wzrost P_2O_5 i K_2O oraz ich spadek na wiosnę i w jesieni. Oczywiście zmiany te są nieregularne, a czasem nawet istnieją wyraźne odstępstwa od tych tendencji; np. w *Querco-Piceetum* ilość P_2O_5 w roślinach utrzymuje się przez cały okres wegetacyjny prawie na tym samym poziomie, z niewielkim spadkiem w czerwcu. Niekiedy największe ilości tych związków, głównie K_2O stwierdziliśmy już w miesiącach wiosennych, przeważnie w maju.

Porównując poszczególne rośliny dominujące runa w badanych zbiorowis-

kach borowych stwierdziliśmy większe różnice w zawartości P_2O_5 i K_2O u poszczególnych gatunków niż u tych samych roślin występujących w różnych asocjacjach (ryc. 3—7).

Przy przewadze ilościowej K_2O nad P_2O_5, gleby 5 zespołów borowych są na ogół ubogie w przyswajalny potas i fosfor. Wydaje się, że główną przyczyną jest dość duże zakwaszenie środowiska glebowego. Największą ilość przyswajalnego fosforu i potasu stwierdziliśmy odpowiednio w glebach *Vaccinio myrtilli-Pinetum* i *Querco-Piceetum*. Najuboższa w te składniki pokarmowe okazała się gleba *Pino-Quercetum*.

Analizując zmiany omawianych związków pokarmowych w glebach badanych zespołów borowych w ciągu okresu wegetacyjnego dało się zauważyć w większości przypadków ich ubytek w sezonie letnim oraz nieregularny wzrost w miesiącach wiosennych i jesiennych.

Porównując zawartość oraz dynamikę P_2O_5 i K_2O w roślinach i glebie dają się zauważyć pewne, może niezbyt wyraźnie zaznaczone na ryc. 3—7, związki przyczynowe: a) ubytkowi przyswajalnego fosforu i potasu w glebie towarzyszy zwiększenie ilości tych składników w roślinach, b) zasobniejszym w te składniki glebom odpowiada większa ich zawartość w roślinach. Oczywiście, w obu przypadkach uzyskano by lepsze wyniki, analizując dodatkowo opad.

PIŚMIENNICTWO

1. Braun-Blanquet J.: Pflanzensoziologie. Springer Verl. Wien 1951.
2. Dobrzański B., Uziak S.: Rozpoznawanie i analiza gleb. PWN, Warszawa 1970, 262.
3. Czuba R., Włodarczyk Z.: Wstępne wyniki badań nad zawartością fosforu i potasu oraz p*H* gleby w zależności od terminu pobierania próby. Roczniki Gleboznawcze, dodatek do t. 13, 223—228 (1963).
4. Gadin M. M., Oliniewicz W. A.: Dinamika podwiżnych form azota, fosfora i kalija w torfianych poczwach raznych srokow oswojenija. Agrochimja 2, 23—27 (1966).
5. Izdebski K.: Bory na Roztoczu Środkowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sectio C 17, 313—362 (1962).
6. Izdebski K.: Olsy i bory mieszane na Roztoczu Środkowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sectio C 18, 327—365 (1963).
7. Izdebski K.: Zbiorowiska roślinne projektowanego rezerwatu leśnego „Zwierzyniec". Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sectio C 27, 207—231 (1972).
8. Metody analizy chemicznej gleb organicznych i materiałów roślinnych. IMUZ. Falenty 1967, 91.
9. Packham J. R., Willis A. J., Poel L. W.: Seasonal Variation of some Soil Features and the Ecology of Kennel Field, Warwickshire. The Journal of Ecology 2, 383—401 (1966).
10. Uziak S., Melke J.: Dynamika niektórych właściwości chemicznych gleby lessowej i piaszczystej. Folia Soc. Scient. Lubliniensis sectio D 9, 37—41 (1969).

РЕЗЮМЕ

В работе даны результаты исследования содержания и изменения P_2O_5 и K_2O в почвах и главных растениях 5 лесных сообществ из Среднего Розточа, описанных Издебским (6, 7, 8).

Исследования проводились в 1973 г. в основном в заповеднике Звежинец (рис. 1) в 5 местах (на площади 6,25 ар) в ассоциациях: *Vaccinio myrtilli-Pinetum*, вариант из *Vaccinium vitis-idaea* (пов. A), *Vaccinio myrtilli-Pinetum*, (пов. B), *Abietetum polonicum* (пов. C), *Pino-Quercetum* (пов. D) и *Querco-Piceetum* (пов. E). В ежемесячных пробах почвы, начиная с мая до ноября, определялось содержание P_2O_5 и K_2O с учетом генетических неоднородностей почвы (рис. 2) по методу Эгнера (2, 5). Кроме того, содержание этих соединений определялось по методу Шилляка (5) в доминирующих

в данных сообществах растениях. Результаты представлены на рис. 3—7. В июле было сделано по методу Braun-Blanqueta (1) по одному фитосоциологическому снимку каждой ассоциации с 10-кратной степенью покрытия(табл. 2) и проведены почвоведческие исследования (табл. 1).

Как в растениях, так и в почве больше было K_2O.

Больше усваиваемого фосфора в течение всего вегетационного периода обнаружено в растениях ассоциации *Vaccinio myrtilli-Pinetum*, а немного меньше в *Abietetum polonicum*. В остальных ассоциациях количество усваиваемого фосфора остается приблизительно на том же уровне. Аналогично наибольшее содержание усваиваемого калия отмечено в *Querco-Piceetum*, а меньшее в варианте *Vaccinio myrtilli-Pinetum* из *Vaccinium vitis-idaea*. Содержание этих соединений в растениях в разные месяцы вегетационного периода было неодинаковым: обычно летом наблюдается большее или меньшее увеличение содержания P_2O_5 и K_2O, а весной и осенью уменьшение их. При этом эти изменения происходят не всегда регулярно.

Обнаружены большие разницы в содержании P_2O_5 и K_2O у растений некоторых видов в границах сообществ, чем у тех же видов растений в разных ассоциациях (рис. 3—7).

При плохом запасе P_2O_5 и K_2O наибольшее содержание этих соединений отмечено соответственно в почвах *Vaccinio myrtilli-Pinetum* и *Querco-Piceetum*, а наименьшее в *Pino-Quercetum*. Анализируя изменения этих соединений в почвах исследованных лесных ассоциаций в течение вегетационного периода, можно заметить, что в большинстве случаев их содержание уменьшается летом, а увеличивается весной и осенью (рис. 3—7).

Сравнивая количество и изменение P_2O_5 и K_2O в растениях и почве, можно заметить: может быть, не очень ясно отмеченную на рисунках зависимость: а) уменьшению P_2O_5 и K_2O в почве сопутствует их увеличение в растениях; б) большим их запасом в почве сопутствует большее их содержание в растениях.

SUMMARY

The authors presented the results of investigations of the content and dynamics of P_2O_5 and K_2O in soil and dominating undergrowth plants of five bilberry communities in the central Roztocze, described by Izdebski (6, 7, 8).

The investigations were carried out in 1973, mainly in the area of the Zwierzyniec forest reservation (Fig. 1) in five 6.25 ares areas of the associations: *Vaccinio myrtilli-Pinetum*, variety from *Vaccinium vitis-idaea* (area A), *Vaccinio myrtilli-Pinetum* (area B), *Abietetum polonicum* (area C), *Pino-Quercetum* (area D), *and Querco-Picaetum* (area E). Soil samples were collected in monthly intervals from April to November and their P_2O_5 and K_2O content was examined and consideration was given to the genetic soil differentiation (Fig. 2).

In both cases Egner's method was applied (2, 5). At the same time the undergrowth dominating species were collected, dried and the above compounds were determined in them by Schilak's method (5). The obtained results are illustrated in Figs. 3—7. In the area of each surface 1 phytosociological record was taken in July according to Braun-Blanquet's method (1) with the use of a 10-degree cover scale (Table 2). Pedological investigations were carried out simultaneously (Table 1).

A larger K_2O content was found in the plants as well as in the soil of the investigated forest communities.

When the investigated communities were compared, the largest amount of assimilated phosphorus during the vegetation period was found in plants of the

association *Vaccinio myrtilli-Pinetum* and a somewhat smaller amount in *Abietetum polonicum*. In the remaining associations it was more or less on the same level. Analogically, the largest content of assimilated potassium was observed in *Querco-Piceetum*, the smallest in the variety *Vaccinio myrtilli-Pinetum* from *Vaccinium vitis-idaea*. The content of the investigated compounds in plants in individual months of the vegetation period was not the same; usually during the summer an increase of P_2O_5 and K_2O was observed and their decrease was noticed during spring and autumn. These changes are not always regular.

When the individual plants which dominate the undergrowth in the investigated bilberry communities were compared, larger differences were found in the P_2O_5 and K_2O content in individual species than in the species occurring in various associations (Fig. 3—7).

At a low content of P_2O_5 and K_2O the largest amounts of these compounds were found in the soil of *Vaccinio myrtilli-Pinetum* and *Querco-Pinetum* and the smallest, in *Pino-Quercetum*. When the changes in the described compounds were analysed, in most cases a decrease in the summer season and an increase during the spring and autumn months were observed (Figs. 3—7).

When comparing the amount and the P_2O_5 and K_2O dynamics in plants and soil, one notices a relationship which is not very clearly reflected in the figures: a) a decrease of available phosphorus and potassium in the soil is related to an increase in the amount of these compounds in plants, b) the richer the soils are in these compounds, the higher is the total content of these compounds in plants.

Tab. 2. Skład florystyczny 6 zdjęć fitosocjologicznych badanych zbiorowisk leśnych
Floristic composition of 6 phytosociological records in the investigated forest communities

Zbiorowisko /Community/	A	B	C	D	E
Pokrycie warstwy a w % /Cover of layer a in %/	50	70	80	80	60
Pokrycie warstwy b w % /Cover of layer b in %/	20	30	50	40	30
Pokrycie warstwy c w % /Cover of layer c in %/	70	70	40	80	80
Pokrycie warstwy d w % /Cover of layer d in %/	90	90	60	60	50
Liczba gatunków /No. of species/	24	22	24	34	47
1. Pino-Quercion, Dicrano-Pinion +, Vaccinio-Piceion++:					
Cladonia sylvatica +	+	.	.	.	.
Veronica officinalis	.	.	.	+	.
Picea excelsa a ++	1	2	1	.	4
Picea excelsa b ++	1	3	2	+	2
Picea excelsa c ++	.	+	+	.	1
Polytrichum attenuatum	.	+	2	+	2
2. Vaccinio-Piceetalia:					
Ptilium crista castrensis	.	+	+	.	.
Dicranum undulatum	2	+	+	.	.
Melampyrum pratense	2	+	.	2	.
Vaccinium myrtillus	3	5	2	6	2
Vaccinium vitis-idaea	4	2	+	2	+
Trientalis europaea	.	1	1	.	1
Lycopodium annotinum	.	+	1	.	b
Dryopteris austriaca	.	.	.	.	2
3. Vaccinio-Piceetea:					
Leucobrium glaucum	+	.	.	.	.
Dicranum scoparium	1	.	.	.	.
Solidago virga-aurea	.	.	.	+	.
Scorzonera humilis	.	.	.	+	.
Polytrichum juniperinum	.	+	.	.	+
Sorbus aucuparia b	.	.	.	+	.
Sorbus aucuparia c	+	.	+	+	+
Calamagrostis arundinacea	+	.	+	+	.
Hylocomium splendens	1	3	+	3	+
Entodon schreberi	4	5	2	3	2
Pteridium aquilinum	2	3	+	.	3
4. Querco-Fagetea:					
Fagus silvatica a	.	.	.	+	.
Fagus silvatica b	+	1	+	.	+
Polygonatum odoratum	.	.	.	+	.
Carex digitata	.	.	+	.	+
Moehringia trinervia	.	.	.	.	+
Milium effusum	.	.	.	.	+
Eurhynchium zetterstedtii	.	.	.	.	1
5. Towarzyszące/Accompanying/:					
Polytrichum piliferum	+	.	.	.	.
Cladonia sp.	+	.	.	.	.
Luzula multiflora	+	.	.	.	.
Quercus robur c	.	+	.	.	.
Betula pubescens a	1	1	.	.	.
Betula pubescens c	+	+	.	.	.
Molinia coerulea	.	+	.	.	+
Festuca ovina	+	.	.	1	.
Agrostis vulgaris	+	.	.	+	.
Plagiochila asplenioides	.	.	+	.	.
Thuidium tamariscifolium	.	.	+	.	.
Juniperus communis b	+	.	.	+	.
Pinus silvestris a	4	6	4	6	2
Pinus silvestris b	+	.	.	.	.
Pinus silvestris c	+	+	.	.	+
Frangula alnus b	+	+	.	+	1
Frangula alnus c	.	+	.	.	+
Abies alba a	.	.	5	.	.
Abies alba b	+	+	3	+	+
Abies alba c	.	+	1	+	+
Dryopteris spinulosa	.	+	1	+	2
Luzula pilosa	+	+	+	3	1
Majanthemum bifolium	.	.	1	+	1
Oxalis acetosella	.	.	+	+	3
Mnium affine	.	.	1	+	1
Quercus sessilis a	.	.	.	4	.
Quercus sessilis b	.	.	.	2	.
Quercus sessilis c	.	.	.	1	.
Cytisus nigricans	.	.	.	+	.
Convallaria maialis	.	.	.	1	.
Hieracium murorum	.	.	.	+	.
Peucedanum oreoselinum	.	.	.	+	.
Viola riviniana	.	.	.	+	.
Rubus saxatilis	.	.	.	+	.
Veronica chamaedrys	.	.	.	+	.
Fragaria vesca	.	.	.	+	+
Alnus glutinosa a	.	.	.	.	+
Alnus glutinosa b	.	.	.	.	+
Alnus glutinosa c	.	.	.	.	+
Betula verrucosa a	.	.	.	.	+
Betula verrucosa b	.	.	.	.	+
Rubus idaeus	.	.	.	.	+
Rubus sp.	.	.	.	.	+
Deschampsia caespitosa	.	.	.	.	+
Carex stellulata	.	.	.	.	1
Stellaria uliginosa	.	.	.	.	+
Juncus effusus	.	.	.	.	+
Mycelis muralis	.	.	.	.	+
Circaea alpina	.	.	.	.	+
Stellaria media	.	.	.	.	+
Lysimachia vulgaris	.	.	.	.	+
Agrostis alba	.	.	.	.	+
Potentilla erecta	.	.	.	.	+
Phegopteris dryopteris	.	.	.	.	+
Calamagrostis canescens	.	.	.	.	+
Calamagrostis epigeios	.	.	.	.	+
Sphagnum squarrosum	.	.	.	.	+
Sphagnum palustre	.	.	.	.	+
Mnium cuspidatum	.	.	.	.	+

A - Vaccinio myrtilli-Pinetum, odmiana z /variant with/ Vaccinium vitis-idaea, B - Vaccinio myrtilli-Pinetum, C - Abietetum polonicum, D - Pino-Quercetum, E - Querco-Piceetum.

association *Vaccinio myrtilli-Pinetum* and a somewhat smaller amount in *Abietetum polonicum*. In the remaining associations it was more or less on the same lovel. Analogically, the largest content of assimilated potassium was observed in *Querco-*