

Zygmunt POPIOŁEK, Krystyn IZDEBSKI,
Bogdan LORENS

**Dynamika zawartości składników mineralnych w glebie
i w wybranych gatunkach zespołu *Tilio-Carpinetum* w Konopnicy
koło Lublina**

The Dynamics of Mineral Components Content in the Soil and Selected Species
of Herb Layer of the *Tilio-Carpinetum* Association at Konopnica near Lublin

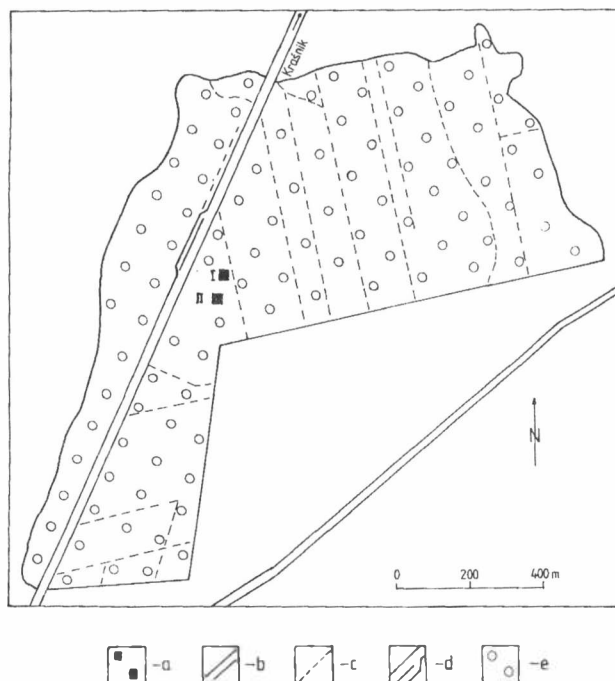
Wzrost roślin uzależniony jest głównie od odpowiedniej zawartości składników pokarmowych w glebie. Ich ilość, bardzo różna, zmienia się podczas okresu wegetacyjnego. Pobieranie z gleby i przemieszczanie się pierwiastków u poszczególnych gatunków roślin wykazuje korelacje z ich fazami fenologicznymi. Zagadnienia te są stale aktualne i były przedmiotem zainteresowania wielu badaczy (4–8, 14–19).

Celem pracy jest przedstawienie dynamiki zawartości azotu, magnezu, potasu, fosforu, wapnia, żelaza i sodu w glebie oraz w wybranych gatunkach runa 2 wariantów zespołu *Tilio-Carpinetum* w różnych fazach fenologicznych.

Wykorzystano materiały z prac magisterskich wykonanych w Zakładzie Ekologii UMCS w latach 1984 i 1985 oraz wyniki jednorocznych badań przeprowadzonych w r. 1986.

TEREN I METODY BADAŃ

Badania terenowe przeprowadzane były w ciągu 3 sezonów wegetacyjnych w latach 1984–1986 na obszarze niewielkiego kompleksu leśnego w Konopnicy koło Lublina (ryc. 1). W obrębie zespołu *Tilio-Carpinetum* wyznaczono kwadratowe 2 powierzchnie badawcze,



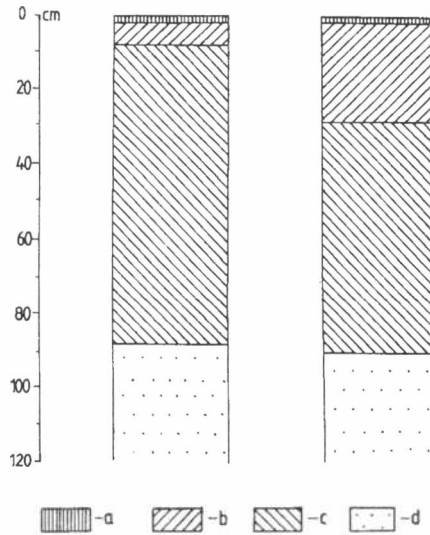
Ryc. 1. Szkic sytuacyjny terenu badań; a — powierzchnia badawcza, b — drogi główne, c — drogi leśne, d — parking samochodowy, e — las
 Situation sketch of the area of investigations; a — research area, b — main roads, c — forest roads, d — car parking space, e — forest

każda o boku 25 m, reprezentujące 2 warianty: powierzchnia I — wariant borowiejący, powierzchnia II — wariant typowy.

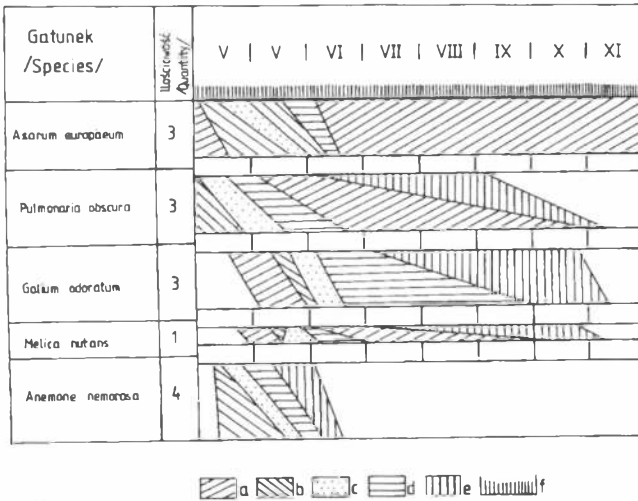
Na każdej powierzchni przeprowadzono badania geobotaniczne. W miejscu pobierania prób roślinnych wykonano zdjęcie fitosocjologiczne (tab. 1) według metody Braun-Blanqueta (1). Nazewnictwo roślin naczyniowych podano według Jasiewicza (9), a mchów za Ochyra i Szmajdą (12). Jednocześnie w obrębie powierzchni badawczych wykopano odkrywki glebowe (ryc. 2), opisano ich morfologię oraz jednorazowo pobrano próbki z poszczególnych poziomów genetycznych gleb do badań laboratoryjnych. W próbkach tych oznaczono według ogólnie przyjętych metod (2): skład granulometryczny gleby metodą Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, zawartość próchnicy metodą Tiurina, CaCO_3 — aparatem Scheiblera, odczyn gleby w wodzie i KCl — metodą elektrometryczną oraz zawartość przyswajalnego potasu i fosforu — metodą Egnera w modyfikacji Riehma (tab. 2).

Jednocześnie w r. 1985 przeprowadzono na wyznaczonych powierzchniach obserwacje fenologiczne wybranych gatunków runa leśnego, zestawiając je w formie spektrum (ryc. 3) przy pomocy nieco zmodyfikowanej metody Szennikowa (10).

Materiał roślinny pobierano 1 raz w miesiącu od kwietnia do października. Obejmował on 5 gatunków runa leśnego: *Asarum europaeum*, *Galium odoratum*, *Anemone nemorosa*, *Melica nutans* i *Pulmonaria obscura*. W materiale roślinnym, wysuszonym do stałej



Ryc. 2. Odkrywki glebowe w zespole *Tilio-Carpinetum*; a — ściółka, b — poziom próchniczno-akumulacyjny, c — poziom brunatnienia, d — skała macierzysta
Soil outcrops in the *Tilio-Carpinetum* association; a — litter, b — humus-accumulation horizon, c — brownd horizon, d — matrix rock



Ryc. 3. Spektrum fenologiczne z r. 1985 dla wybranych gatunków runa zespołu *Tilio-Carpinetum*; a — faza wegetatywna, b — faza pączków kwiatowych, c — faza kwitnienia, d — faza owocowania, e — faza obumierania, f — dni miesiąca
Phenological spectrum of 1985 for selected herb-layer species of the *Tilio-Carpinetum* association; a — vegetative stage, b — bud stage, c — flowering stage, d — fructification stage, e — stage of plants' dying, f — days of the month

wagi i spalonym w H_2SO_4 , oznaczono według ogólnie przyjętych metod (11) zawartość 7 pierwiastków: azotu — metodą Kiejdahl'a, sodu, potasu i wapnia — płomieniowo, fosforu, żelaza i magnezu — kolorymetrycznie (Fe z a-dwupirydylem, Mg z żółcieniem tytanową). Uzyskane wyniki przedstawiono na wykresach (ryc. 4-10).

Jednocześnie, uwzględniając zróżnicowanie gleb na poziomy genetyczne (ryc. 2), pobrano przy pomocy laski glebowej materiał do badań laboratoryjnych. Obejmował on tzw. próbki mieszane (1 próbka glebowa składała się z 5 próbek pobranych ze stałych punktów badawczych). W próbkach tych oznaczono według przyjętych metod (4, 14): P_2O_5 i K_2O — metodami podanymi wyżej, Fe_2SO_3 z o-fenantroliną, MgO z żółcieniem tytanową, NO_3^- z brucyną, NH_4^+ — metodą Kiejdahl'a oraz CaO i Na_2O w wyciągu glebowym na fotometrze płomieniowym, czynnik gleby w H_2O i KCl — metodą elektrometryczną. Wyniki analiz przedstawiono na wykresach (ryc. 4-10).

CHARAKTERYSTYKA PRZYRODNICZA POWIERZCHNI BADAWCZYCH

Analiza składu florystycznego wykonanych na obu powierzchniach zdjęć fitosocjologicznych (tab. 1) pozwala zaliczyć badane fitocenozy do zespołu *Tilio-Carpinetum*. Jego przynależność fitosocjologiczna jest następująca:

Klasa: *Querc-Fagetea* Br.-B. et Vlieg. 1937

Rząd: *Fagetalia sylvaticae* Paw. 1928

Związek: *Carpinion betuli* Oberd. 1953

Zespół: *Tilio-Carpinetum* Tracz. 1962

Wariant: borowiejący (powierzchnia I)

Wariant: typowy (powierzchnia II)

Zespół *Tilio-Carpinetum*, wariant borowiejący

Fizjonomia i struktura zespołu. Fragment zespołu w wariantcie borowiejącym wykazuje strukturę 4-warstwową. W dobrze rozwiniętej warstwie drzew (zwarcie 80%) dominuje dąb szypułkowy i grab. Dąb jest średnio dorodny; w wieku ok. 32 lat osiąga 25 m wysokości i 25-30 cm w pierśnicy. Grab w tym samym wieku, przy zbliżonej wysokości do dębu, ma pierśnicę do 20 cm. Domieszkę w drzewostanie stanowią lipy i osika. W bogatej florystycznie warstwie podszytu (zwarcie 20%) dominuje *Corylus avellana*. Runo o zwarcie 70% jest bujne i bogate w gatunki. Tworzą go głównie rośliny grądowe, wśród których dominują: *Asarum europaeum*, *Pulmonaria obscura* i *Galium odoratum*. W miernie wykształconej warstwie mszystej (zwarcie 10%) przeważa *Atrichum undulatum* (tab. 1).

Charakterystyka fitosocjologiczna. W płacie tym występują 54 gatunki roślin. Wśród nich najliczniej reprezentowany jest rząd *Fagetalia sylvaticae* (12 gatunków), którego przedstawicielami o najwyższej liczebności w runie są: *Asarum europaeum*, *Pulmonaria obscura* i *Galium odoratum*. Drugą grupę, mniej liczną, tworzą gatunki związku *Alno-Padion* i *Carpinion*

Tab. 1. Skład florystyczny zespołu *Tilio-Carpinetum* na 2 powierzchniach badawczych
 Floristic composition of the *Tilio-Carpinetum* association in two research areas

Powierzchnia /Sample plot/			I	II
Pokrycie w % /Cover in %/	Drzewa /Trees/	A	60	90
	Krzewy /Shrubs/	B	20	30
	Runo /Field layer/	C	70	90
	Mchy /Bryophytes/	D	10	10
Liczba gatunków w zdjęciu /Number of species in record/			54	42
1. <i>Tilio-Carpinetum</i> :				
	<i>Galium schultesii</i>		1	.
2. <i>Carpinion betuli</i> :				
	<i>Melampyrum nemorosum</i>		+	.
	<i>Carpinus betulus</i> a		3	4
	" " b		+	2
	" " c		.	+
3. <i>Alno-Padion</i> :				
	<i>Stachys sylvatica</i>		+	+
	<i>Prunus padus</i> b		+	+
	<i>Festuca gigantea</i>		+	+
4. <i>Fagetalia sylvaticae</i> :				
	<i>Paris quadrifolia</i>		+	.
	<i>Lilium effusum</i>		+	+
	<i>Eurhynchium angustirete</i>		+	+
	<i>Carex sylvatica</i>		1	+
	<i>Atrichum undulatum</i>		1	+
	<i>Sanicula europaea</i>		1	1
	<i>Viola reichenbachiana</i>		2	1
	" <i>sylvestris</i>		2	1
	<i>Fulmonaria obscura</i>		3	3
	<i>Asarum europaeum</i>		3	3
	<i>Galium odoratum</i>		3	+
	<i>Daphne mezereum</i>		+	1
	<i>Dryopteris filix-mas</i>		.	+
	<i>Lathyrus vernus</i>		.	+
5. <i>Quercus-Fagetea</i> :				
	<i>Poa nemoralis</i>		+	+
	<i>Melittis melissophyllum</i>		+	+
	<i>Carex digitata</i>		1	+
	<i>Melica nutans</i>		1	+
	<i>Corylus avellana</i> b		2	1
	<i>Tilia cordata</i> x <i>T. platyphyllos</i> a		3	2
	" " x " b		1	.
	<i>Anemone nemorosa</i>		.	4
	<i>Lonicera xylosteum</i>		.	1
	<i>Evonymus verrucosa</i> b		.	+
6. <i>Vaccinio-Piceetea</i> :				
	<i>Trientalis europaea</i>		+	.
	<i>Vaccinium myrtillus</i>		1	.
7. Towarzyszące /Accompanying/:				
	<i>Angelica sylvestris</i>		+	.
	<i>Cornus sanguinea</i> b		+	.
	<i>Crataegus monogyna</i> b		+	.
	<i>Fragaria vesca</i>		+	.
	<i>Luzula pilosa</i>		+	.
	<i>Galium vernum</i>		+	.
	<i>Geum urbanum</i>		+	.
	<i>Veronica officinalis</i>		+	.
	<i>Hieracium vulgatum</i>		+	.
	<i>Plagiomnium elatum</i>		+	.
	<i>Ribes uva-crispa</i> b		+	.
	<i>Lysimachia nummularia</i>		1	.
	<i>Rubus saxatilis</i>		1	.
	<i>Populus tremula</i> a		2	.
	" " b		+	.
	" " c		+	.
	<i>Athyrium filix-femina</i>		2	1
	<i>Quercus robur</i> a		3	2
	" " c		.	+
	<i>Majanthemum bifolium</i>		1	+
	<i>Hieracium murorum</i>		1	+
	<i>Ajuga reptans</i>		1	+
	<i>Quercus petraea</i> c		+	+
	<i>Sorbus aucuparia</i> b		+	+
	<i>Veronica chamaedrys</i>		+	+
	<i>Viburnum opulus</i> b		+	+
	<i>Viola riviniana</i>		+	+
	<i>Plagiomnium affine</i>		+	+
	<i>Hypnum cupressiforme</i>		+	+
	<i>Dryopteris carthusiana</i>		+	+
	<i>Convallaria maialis</i>		+	+

betuli. Pierwszy z nich reprezentują 3 gatunki (*Stachys sylvatica*, *Prunus padus*, *Festuca gigantea*). Drugi związek tworzy *Carpinus betulus* (30% pokrycia) oraz *Melampyrum nemorosum*. W skład klasy *Quercu-Fagetea* wchodzi 6 gatunków, wśród których przeważa *Corylus avellana*. Z 28 gatunków roślin towarzyszących w największej ilości występują: *Quercus robur*, *Populus tremula* i *Athyrium filix-femina*. Obecność gatunków z klasy *Vaccinio-Piceetea* (*Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*) wskazuje na postępującą degradację siedliska.

Charakterystyka ekologiczna. Roślinność tej fitocenozy porasta teren równinny o różnicach wysokości względnej do 1 m, ekspozycji zachodniej i nachyleniu 3–4°. Wykształca się tu gleba brunatna wylugowana, wytworzona z utworu pyłowego ilastego (ryc. 2). W całym profilu wykazuje ona odczyn kwaśny. Zasobność gleby w P₂O₅ i K₂O jest tu bardzo dobra, szczególnie w poziomie próchniczo-akumulacyjnym. W tym poziomie zawartość humusu wynosi 3,30% (tab. 2).

Tab. 2. Skład granulometryczny i niektóre właściwości chemiczne gleb z 2 powierzchni badawczych zespołu *Tilio-Carpinetum*
Granulometric composition and some chemical properties of the soil from two research areas of the *Tilio-Carpinetum* association

Powierzchnia /Sample plot/ Głębokość poziomu w cm /Depth of horizon in cm/ Części szkieletowe w % /Skeleton parts in %/	Części ziemiaste w % /Earth parts in %/						pH w H ₂ O /pH in H ₂ O/ pH w 1 n KCl /pH in 1 n KCl/		Zawartość /Content of/			
	1-0,1 mm	0,1-0,05 mm	0,05-0,02 mm	0,02-0,005 mm	0,005-0,002 mm	< 0,002 mm			P ₂ O ₅ w mg/100 g gleby /P ₂ O ₅ in mg/100 g of soil/	K ₂ O w mg/100 g gleby /K ₂ O in mg/100 g of soil/	humusu v % /humus in %/	CaCO ₃ w % /CaCO ₃ in %/
I	10-20	0,0	4 12 43	2 8 7	5,1	4,4	40,0	36,9	3,30	0,0		
	50-60	0,0	0 11 43	25 9 12	5,0	4,0	40,1	16,0	.	0,0		
	90-100	0,0	2 12 45	29 4 8	5,3	4,2	56,8	17,2	.	0,0		
II	10-20	0,0	1 15 47	21 7 9	5,2	4,4	51,7	36,4	3,60	0,0		
	50-60	0,0	5 11 41	23 10 10	5,0	4,0	46,1	14,3	.	0,0		
	90-100	0,0	3 12 47	27 6 5	5,2	4,2	53,9	12,8	.	0,0		

Zespół *Tilio-Carpinetum*, wariant typowy

Wariant typowy zespołu *Tilio-Carpinetum* wykazuje znaczne podobieństwo pod względem fizjonomii, struktury, składu florystycznego i ekologii

do poprzednio omówionej fitocenozy. Jednak w warstwie drzew większy jest tu udział graba, mniejszy — dębu szypułkowego. W runie nie występują gatunki charakterystyczne zespołu oraz klasy *Vaccinio-Piceetea*. Natomiast dodatkowo pojawia się *Anemone nemorosa* (tab. 1). Wykształca się tu gleba brunatna właściwa wytworzona z utworu pyłowego ilastego (ryc. 2). Pod względem właściwości fizykochemicznych jest ona zbliżona do gleby brunatnej wylugowanej z powierzchni I (tab. 2).

Fitocenozy występujące na obu powierzchniach reprezentują zespół *Tilio-Carpinetum* w odmianie mazowieckiej (13). Przemawia za tym brak w ich składzie florystycznym *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Euphorbia amygdaloides* i innych gatunków górskich.

WARUNKI KLIMATYCZNE

W Konopnicy dotychczas nie były przeprowadzane badania mikroklimatyczne. Z konieczności więc charakterystykę makroklimatu oparto na pracy Zinkiewicza i Warakomskiego (20) oraz danych uzyskanych z Obserwatorium Meteorologicznego UMCS dla Lublina (tab. 3).

Tab. 3. Średnie miesięczne temperatury powietrza oraz miesięczne sumy opadów atmosferycznych dla Lublina w latach 1984–1986
Mean monthly air temperatures and monthly sums of precipitations for Lublin in 1984–1986

Miesiąc /Month/	Średnia miesięczna temperatura w °C /Monthly mean of temperature in °C/			Miesięczna suma opadów w mm /Monthly sum of precipitations in mm/		
	1984	1985	1986	1984	1985	1986
I	-0,4	-8,4	-1,2	31,2	25,8	42,9
II	-2,0	-9,5	-8,9	9,6	29,5	14,7
III	1,0	1,7	2,1	13,3	14,6	10,6
IV	9,1	8,9	10,2	33,1	27,5	15,4
V	14,0	15,6	15,0	87,3	25,0	70,6
VI	14,6	14,9	17,3	51,1	95,9	34,7
VII	16,2	17,5	18,3	69,4	67,9	77,7
VIII	18,6	18,5	18,0	6,1	60,2	63,8
IX	13,8	12,2	11,3	106,3	48,9	26,6
X	10,4	8,1	8,3	20,6	30,7	16,2
XI	2,6	0,2	5,1	32,3	29,8	8,6
XII	-1,4	2,3	-1,0	14,9	55,6	21,6

Badany teren położony jest na pograniczu 2 krain klimatycznych: Wyżyn Środkowych i Krainy Wielkich Dolin. Klimat kształtuje się tu pod dominującym wpływem mas powietrza polarno-morskiego, co jest przyczyną stosunkowo znacznej wartości dodatniej anomalii temperatury powietrza, jego

dużej wilgotności względnej, znacznego stopnia zachmurzenia nieba i zwiększonych rocznych sum opadów atmosferycznych. Znacznie słabiej zaznaczają się tu wpływy mas powietrza kontynentalnego, które napływa w terminie nadejścia i w czasie trwania pór roku. Główne pory roku — lato i zima — zaznaczają się wcześniej i trwają długo, natomiast wiosna i jesień są znacznie krótsze niż na innych terenach.

Temperatura powietrza w przebiegu rocznym kształtuje się podobnie jak na obszarach o dominacji klimatu oceanicznego. Jedną z cech oceanicznego przebiegu temperatury w ciągu roku jest wyższa średnia temperatura okresu jesieni w porównaniu ze średnią temperaturą wiosny. Średnie miesięczne temperatury powietrza atmosferycznego za lata 1984–1986 zestawiono w tab. 3. Liczba dni zimowych w roku wynosi przeciętnie 49,4, a średnia liczba dni letnich — 33,4. Okres wegetacyjny trwa 211 dni.

Przeciętna roczna suma opadów atmosferycznych wynosi 551 mm. Ilość ich zmniejsza się latem, a wzrasta zimą, co jest wielce niekorzystne dla szaty roślinnej. Średnia liczba dni z opadami wynosi 151 w ciągu roku. Miesięczne sumy opadów atmosferycznych za lata 1984–1986 zestawiono w tab. 3. Częstotliwość stopnia zachmurzenia nieba wskazuje na 3-krotną przewagę sumy dni pochmurnych nad sumą dni pogodnych.

Wyraźną przewagę mają wiatry z kierunku SW. Porównanie częstości występowania wiatrów z częstością ciszy atmosferycznej wskazuje na zależność klimatu okolic Lublina od allochtonicznych mas powietrza. Dlatego na tym terenie nie ma warunków do powstania lokalnego kontynentalizmu.

WYNIKI

Zawartość badanych pierwiastków w glebie płatów zespołu *Tilio-Carpinetum*

(ryc. 4–10)

W badanej glebie stwierdzono największe ilości wapnia i żelaza, najmniejsze natomiast — magnezu i azotu amonowego, inne pierwiastki (N-NO₃, Na, K, P) występowały w ilościach średnich. Zawartość analizowanych składników ulegała znacznym wahaniom w kolejnych latach badań oraz miesiącach, a także w poszczególnych poziomach genetycznych gleb. Pewne różnice występowały także pomiędzy glebami porównywanych powierzchni badawczych.

Dynamika zawartości azotu amonowego (ryc. 4) miała na ogół podobny przebieg na obu powierzchniach. W większości przypadków w początkowych

miesiącach wegetacji obserwowano zwiększenie ilości tego składnika. Natomiast w okresie od lipca do września następował powolny spadek jego zawartości, a w październiku — mały wzrost. W poziomie skały macierzystej powierzchni I stwierdzono zmniejszenie się ilości azotu amonowego w okresie wiosennym, po czym następował stopniowy jego wzrost, aż do września, i niewielki spadek w październiku. W obrębie powierzchni II wahania ilości tego składnika były nieregularne. Najwięcej przyswajalnego azotu amonowego zawierał poziom próchniczno-akumulacyjny, a najmniej — poziom brunatnienia.

Zawartość wapnia i sodu (ryc. 5 i 6) w poziomie próchniczno-akumulacyjnym wyraźnie wzrastała w okresie wiosennym i osiągała swoje maksimum w maju. W następnych miesiącach obserwowano wyraźny spadek zasobności w te pierwiastki, tak że minimum przypadało na lipiec, a niekiedy sierpień. Pod koniec okresu wegetacyjnego ilość ich w glebie wzrastała. Nieco odmiennie przedstawiała się dynamika zawartości potasu (ryc. 7) w omawianym poziomie próchniczno-akumulacyjnym. Począwszy od kwietnia, a w przypadku powierzchni II — od maja, ilość tego pierwiastka malała, a w końcu okresu wegetacyjnego ponownie wzrastała. Natomiast wyraźnie uboższe w wymienione składniki mineralne były poziomy brunatnienia i skały macierzystej, a ich ilości wykazywały w ciągu okresu wegetacyjnego roślin dużo mniejsze wahania z tendencją do niewielkiego spadku zasobności w miesiącach letnich i nieznacznego wzrostu jesienią.

Wyraźne podobieństwa występowały w przypadku zmian zawartości azotu azotanowego, żelaza i magnezu (ryc. 4, 8 i 9). Ilość wymienionych pierwiastków we wszystkich poziomach genetycznych gleb wzrastała od kwietnia do lipca, a w przypadku azotu azotanowego na powierzchni I — od sierpnia, wykazując jednocześnie niewielkie odchylenie od tej tendencji w czerwcu. W dalszym okresie sezonu wegetacyjnego obserwowano stopniowe zmniejszanie się zawartości badanych pierwiastków oraz ich niewielki wzrost w październiku. Pewne odchylenia od tych tendencji miały miejsce w przypadku powierzchni II. Poziomy: próchniczno-akumulacyjny i skały macierzystej zawierały największą ilość magnezu w maju, natomiast poziom brunatnienia — w lipcu. W przypadku Fe, Mg, N-NO₃ zasobność poszczególnych poziomów genetycznych gleb ulegała dużym zmianom podczas okresu wegetacyjnego roślin.

Dynamika zmian zasobności fosforu (ryc. 10) w poziomach: próchniczno-akumulacyjnym i brunatnienia obu powierzchni badawczych była zbliżona. Po okresie spadku jego ilości do lipca w przypadku płatu grądu typowego oraz do maja lub czerwca na powierzchni I, obserwowano wyraźny wzrost w dalszych miesiącach letnich, a następnie wyraźny spadek w październiku.

W przypadku poziomu skały macierzystej minimum zasobności przypadło na czerwiec, a maksimum — na lipiec. Jednocześnie poziom ten zawierał najwięcej fosforu w ciągu prawie całego okresu wegetacyjnego, podczas gdy najmniej zasobny pod tym względem był poziom brunatnienia.

Różnice w wartościach pH w ciągu okresu wegetacyjnego były zbyt małe, aby można im przypisywać wpływ na vegetację roślin.

Porównując zasobność gleb obu powierzchni badawczych nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości poszczególnych składników między nimi. Jednak nieco zasobniejsza w wapń, sód i magnez okazała się gleba w odmianie borowiejącej zespołu *Tilio-Carpinetum*. Natomiast gleba odmiany typowej była zasobniejsza w potas, fosfor i żelazo. Jednocześnie dynamika zawartości badanych pierwiastków w glebie obu powierzchni badawczych miała mniej więcej podobny przebieg podczas sezonu wegetacyjnego. Wyjątek stanowił azot amonowy, fosfor, magnez i żelazo. Na ogół najbogatszy w badane składniki okazał się poziom próchniczno-akumulacyjny, a najuboższy — poziom brunatnienia. W poziomie próchniczno-akumulacyjnym najwięcej było przyswajalnych form wapnia, sodu, potasu i azotu amonowego, a w skale macierzystej — fosforu. Natomiast nie stwierdzono wyraźnych różnic co do zasobności w żelazo, magnez i azot azotanowy poszczególnych poziomów genetycznych gleb, gdzie ich zawartość zmienia się dość nieregularnie w ciągu całego okresu wegetacyjnego roślin.

Przedstawione tendencje w dynamice zawartości składników pokarmowych badanych gleb są zbliżone w ogólnych zarysach do opisanych przez Izdebskiego i innych (4, 6), Izdebskiego i Popiołka (5), Izdebskiego (7), Uziaka i innych (14), Wachowską-Serwatkę (15, 16), Wachowską-Serwatkę i Majewską (17), Wachowską-Serwatkę i Marczonek (18).

Zawartość badanych pierwiastków w wybranych
gatunkach runa zespołu *Tilio-Carpinetum*
(ryc. 4–10)

Dynamika azotu u wszystkich badanych gatunków runa była zbliżona. Najwięcej stwierdzono go na początku okresu wegetacyjnego w *Anemone nemorosa* i *Galium odoratum*, z pewnym odchyleniem u *Asarum europaeum* na powierzchni II. Następnie obserwowano stopniowy spadek jego zawartości, szczególnie w czerwcu lub lipcu. W kolejnych miesiącach ilość jego rosła, a następnie nieznacznie zmalała pod koniec okresu wegetacyjnego. Szczególnie wyraźnie uwidoczniło się to w przypadku *Asarum europaeum* i *Melica nutans*. Najniższa zawartość tego składnika występowała u *Melica nutans*

i *Pulmonaria obscura* w lipcu, a najwyższa u *Galium odoratum* i *Anemone nemorosa* w kwietniu. W większości przypadków u gatunków występujących jednocześnie na obu powierzchniach stwierdzono wyższą jego zawartość w roślinach pochodzących z odmiany typowej zespołu *Tilio-Carpinetum*.

Przedstawione tendencje w dynamice zawartości tego składnika potwierdzają badania Izdebskiego (7), Izdebskiego i innych (6), Wachowskiej-Serwatki (15, 16), Wachowskiej-Serwatki, Marczonek (18, 19). Uzyskane dane oraz wyniki badań wyżej wymienionych autorów świadczą, że rośliny zielne najintensywniej pobierają azot w początkowej fazie rozwoju liści.

Zmiany zawartości fosforu przebiegają nieco odmiennie niż azotu. W okresie wiosennym zaobserwować można u większości badanych gatunków wzrost poziomu fosforu trwający do lipca, w przypadku *Galium odoratum* — do maja, a *Melica nutans* — do czerwca. Zwykle w miesiącach letnich rośliny zawierały największe ilości tego składnika, natomiast pod koniec okresu wegetacyjnego następował stopniowy spadek jego zawartości. Podobne wyniki uzyskały Wachowska-Serwatka i Marczonek (18, 19). Według nich młode rośliny w okresie wzrostu są bogatsze w ten pierwiastek, a jego ilość w roślinach maleje w miarę starzenia się liści. Ponadto Izdebski i inni (4, 6, 8), Izdebski, Popiołek (5), Uziak i inni (14) wskazują także na wzrost zawartości fosforu w miesiącach letnich i jego spadek w jesieni. Odchylenia od stwierdzonych tendencji wykazywał tylko *Asarum europaeum* na powierzchni I; zawierał on względnie stałą ilość fosforu w ciągu całego okresu badań. Ponadto badania wykazały, że zasobność w badany składnik u roślin z obu powierzchni badawczych była zbliżona. Jedynie *Pulmonaria obscura* i *Galium odoratum* z typowej odmiany *Tilio-Carpinetum* zawierały większe jego ilości. Z badanych gatunków roślin największe ilości fosforu stwierdzono u *Galium odoratum*, a najmniejsze — u *Melica nutans*.

Trzy spośród badanych gatunków — *Pulmonaria obscura*, *Galium odoratum*, *Melica nutans* charakteryzowała podobna dynamika zawartości potasu. Jego ilość utrzymywała się w ciągu całego sezonu wegetacyjnego na względnie stałym poziomie, wykazując jedynie niewielki wzrost w maju oraz nieznaczny spadek jesienią. Natomiast w przypadku *Asarum europaeum* na obu powierzchniach badawczych nastąpił wzrost zawartości potasu w okresie od kwietnia do sierpnia, a potem spadek jego ilości w dalszych miesiącach. Z badanych gatunków jedynie *Anemone nemorosa* wykazywał niezmienną zawartość tego składnika w ciągu całego okresu wegetacyjnego. Natomiast porównując zawartość potasu u gatunków występujących na obu powierzchniach istotne różnice wystąpiły jedynie w przypadku *Asarum europaeum*.

Nieco więcej tego pierwiastka zawierały osobniki pochodzące z borowiejącej odmiany zespołu *Tilio-Carpinetum*.

Ogólnie można stwierdzić, że największa koncentracja potasu występowała u roślin młodych i obniżała się pod koniec sezonu wegetacyjnego. Podobne tendencje opisuje Izdebski (7), Izdebski, Popiołek (5), Uziak i inni (14) oraz Izdebski i inni (4, 6, 8). Również Wachowska-Serwatka i Marczonek (18, 19) oraz Wachowska-Serwatka i Majewska (18) stwierdzają największe ilości tego pierwiastka w początkowym okresie rozwoju liści.

Dynamika zawartości wapnia w ciągu sezonu wegetacyjnego odznaczała się dużą nieregularnością i w przypadku niektórych gatunków trudno było doszukać się ogólnych tendencji. Prawidłowości te najwyraźniej uwidoczniły się u *Anemone nemorosa* i *Melica nutans*, u których ilość omawianego pierwiastka wzrastała wraz z ich rozwojem. U pozostałych gatunków zawartość wapnia wzrastała w okresie wiosennym, a następnie malała, by ponownie wzrosnąć w lipcu. W przypadku *Asarum europaeum* tendencja spadkowa utrzymywała się od lipca do jesieni, natomiast u *Pulmonaria obscura* i *Galium odoratum* maksimum zawartości przypadło na wrzesień. Przeprowadzone badania wykazały, że z trzech gatunków roślin występujących na obu powierzchniach większą zasobnością w wapń odznaczały się rośliny pochodzące z borowiejącej odmiany *Tilio-Carpinetum*.

Ogólnie można stwierdzić tendencję do wzrostu ilości wapnia wraz z rozwojem roślin. Wyniki te potwierdzają rezultaty badań otrzymane przez Wachowską-Serwatkę (15), Wachowską-Serwatkę i Marczonek (18, 19), Uziaka i innych (14), Izdebskiego i innych (4, 6, 8).

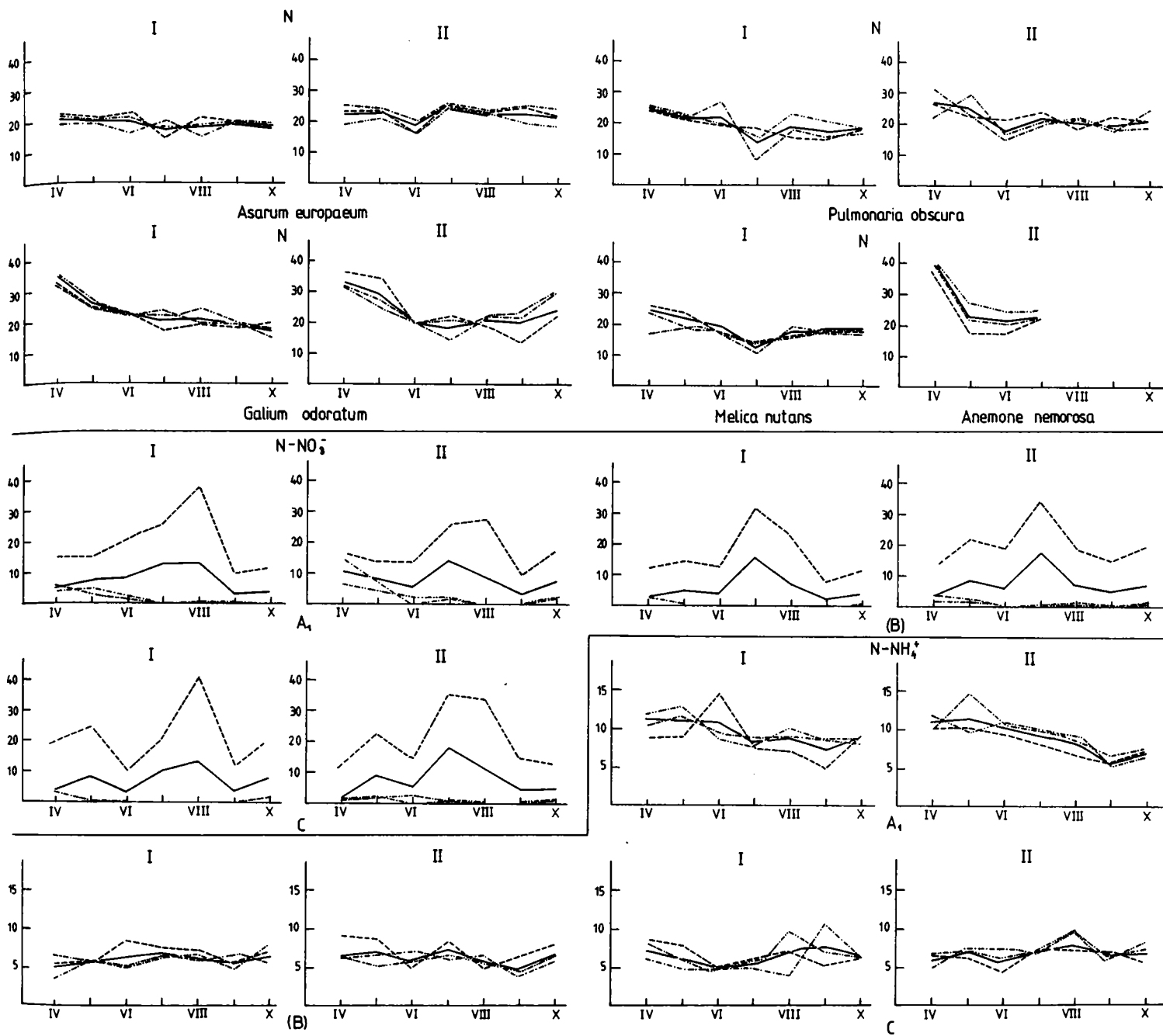
Zmiany zawartości magnezu u trzech badanych gatunków (*Asarum europaeum*, *Galium odoratum* i *Pulmonaria obscura*) były podobne. Najwięcej magnezu (z wyjątkiem *Galium odoratum* z powierzchni II) stwierdzono u nich na początku sezonu wegetacyjnego. W dalszych miesiącach zaznaczył się stopniowy spadek ilości tego pierwiastka z minimum w lipcu. Następnie jego ilość wzrastała do sierpnia lub września, by ponownie zmaleć u schyłku sezonu wegetacyjnego. Natomiast u *Melica nutans* dynamika zmian zawartości tego składnika kształtowała się podobnie jak u poprzednio omawianych gatunków, z tym że zaobserwowano gwałtowny spadek jego ilości w maju. U *Anemone nemorosa* zaznaczył się również spadek zawartości tego składnika w okresie od kwietnia do maja, a następnie wzrost przy końcu wegetacji. Ponadto badania wykazały, że z gatunków występujących na obu powierzchniach badawczych więcej magnezu zawierały rośliny z borowiejącej odmiany zespołu *Tilio-Carpinetum*.

Ogólnie można stwierdzić, że większe nagromadzenie tego pierwiastka w roślinach występowało wiosną oraz późnym latem lub wczesną jesienią. Podobne dane uzyskał Izdebski (7), Izdebski i inni (6), Wachowska-Serwatka (16) oraz Wachowska-Serwatka i Marczonek (18, 19), podając, że rytmika pobierania magnezu przez drzewa i rośliny zielne nie wykazywała jednoznacznie określonego kierunku zmian. Potwierdziły to nasze badania oraz wyniki uzyskane przez Uziaka i innych (35).

Podczas okresu wegetacyjnego zawartość żelaza zmieniała się u poszczególnych gatunków runa nieregularnie. W tkankach *Asarum europaeum*, *Pulmonaria obscura* i *Galium odoratum* stwierdzono od kwietnia do maja spadek jego ilości. W następnych miesiącach w zależności od gatunku rośliny i powierzchni badawczej dynamika zawartości tego składnika przedstawiała się różnie. Na przykład u *Asarum europaeum* z powierzchni I minimum jego zawartości przypadało na lipiec, podczas gdy u tego gatunku z powierzchni II w tym miesiącu występowało maksimum jego zawartości. Jednak można zauważyć ogólną tendencję do wzrostu ilości żelaza pod koniec lata, a u wszystkich gatunków — jesienią. Uwidacznia się to szczególnie wyraźnie w przypadku *Anemone nemorosa*. U *Melica nutans* stwierdzono tendencję odwrotną. Ponadto badania wykazały, że rośliny pochodzące z obu powierzchni zawierały w większości przypadków zbliżone ilości tego pierwiastka. Największą jego koncentrację stwierdzono u *Asarum europaeum* na powierzchni II w lipcu, a najmniejszą — u *Galium odoratum* na powierzchni I w analogicznym terminie.

Podsumowując, należy stwierdzić, że zmiany zawartości żelaza w ciągu okresu wegetacyjnego miały charakter nieregularny. Jednak u większości roślin można stwierdzić wzrost zawartości tego pierwiastka pod koniec lata i jesienią. Podobne wyniki wskazujące na wzrost zawartości w fazie owocowania uzyskał Izdebski (7), Wachowska-Serwatka i Marczonek (18, 19). Nieregularność zmian ilościowych żelaza podczas wegetacyjnego okresu roślin potwierdza także Uziak i inni (14). Ponadto Wachowska-Serwatka i Majewska (17) podają, że rośliny zielne, których kwitnienie przypada wiosną, wykazują wyraźny wzrost zawartości omawianego składnika w kwietniu i w maju, a spadek w czerwcu. Takiej tendencji nie potwierdziły nasze badania w przypadku zawartości żelaza u *Anemone nemorosa*.

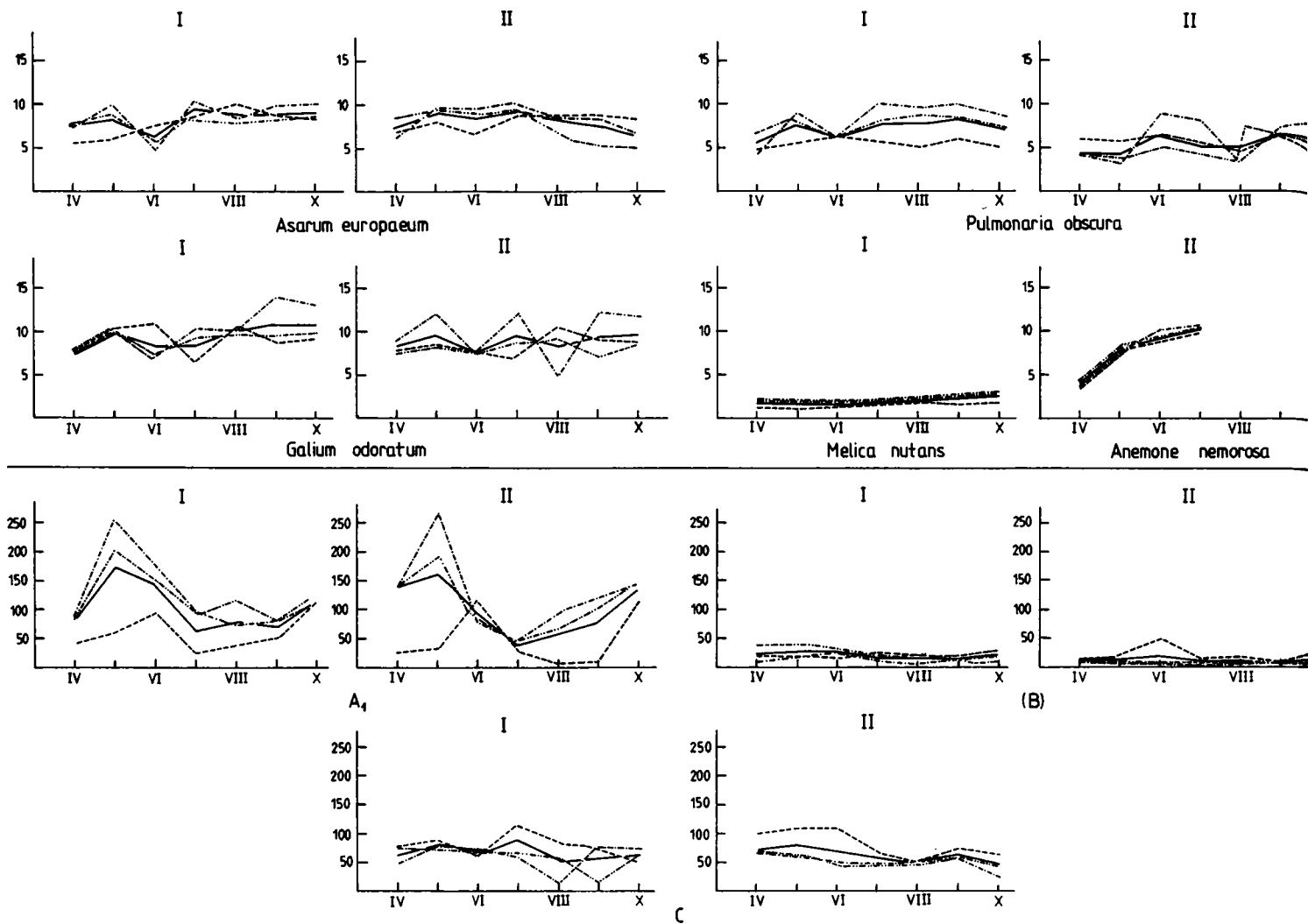
Zmiany zawartości sodu podczas okresu wegetacyjnego u wszystkich badanych gatunków, z wyjątkiem *Anemone nemorosa*, były nieznaczne i przebiegały dość nieregularnie. U *Asarum europaeum*, *Pulmonaria obscura* i *Melica nutans* ilość sodu utrzymywała się na względnie stałym poziomie. Na-



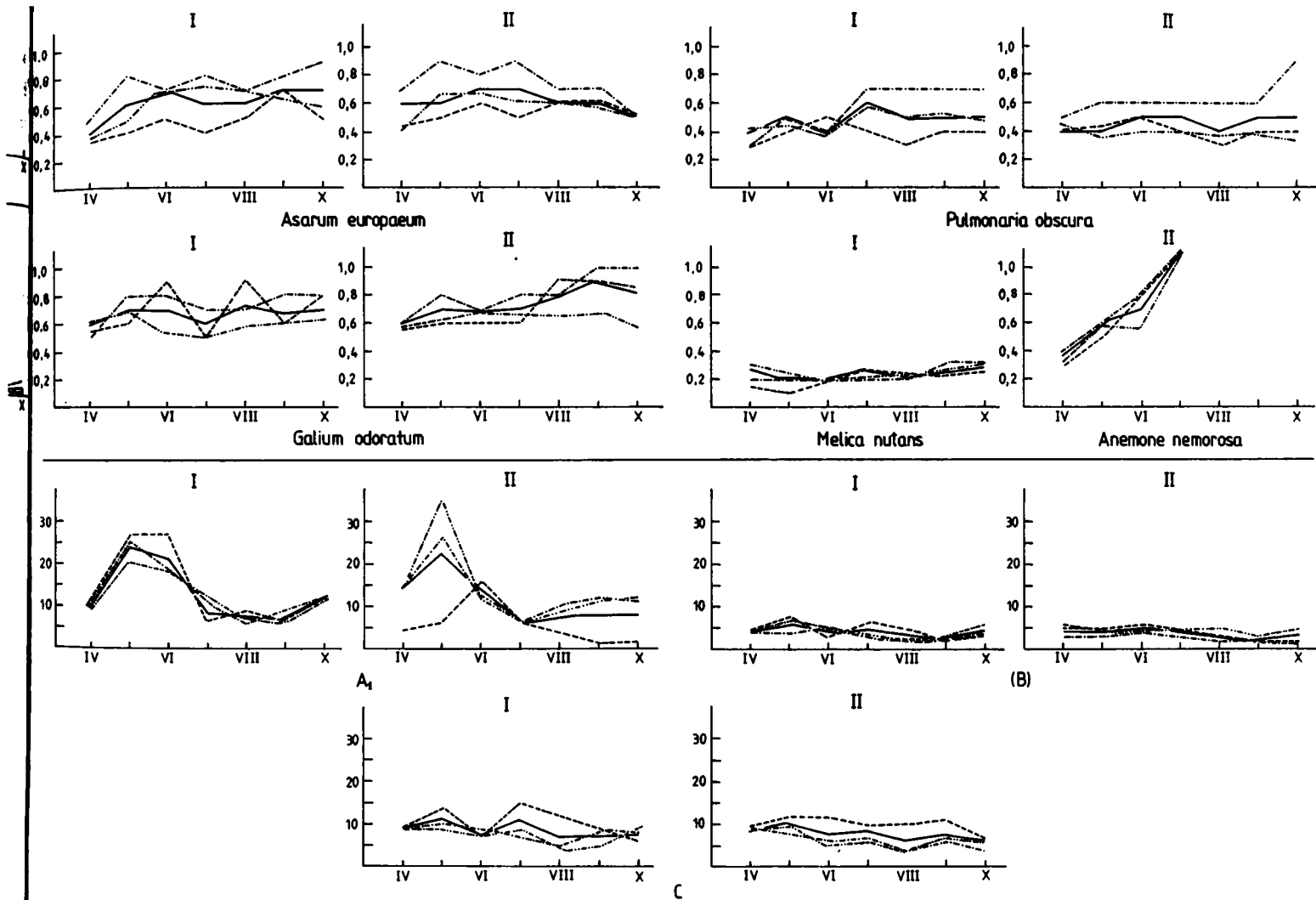
----- a ----- b ----- c ----- d IV-X -e I-f II-g A₁-h (B)-i C-j

Ryc. 4. Dynamika zawartości azotu w mg/1 g suchej masy roślinnej oraz $N-NO_3^-$ i $N-NH_4^+$ w mg/100 g gleby; a — r. 1984, b — r. 1985, c — r. 1986, d — średnia z 3 lat badań, e — miesiące, f — powierzchnia badawcza I, g — powierzchnia badawcza II, h — poziom próchniczo-akumulacyjny, i — poziom brunatnienia, j — skała macierzysta

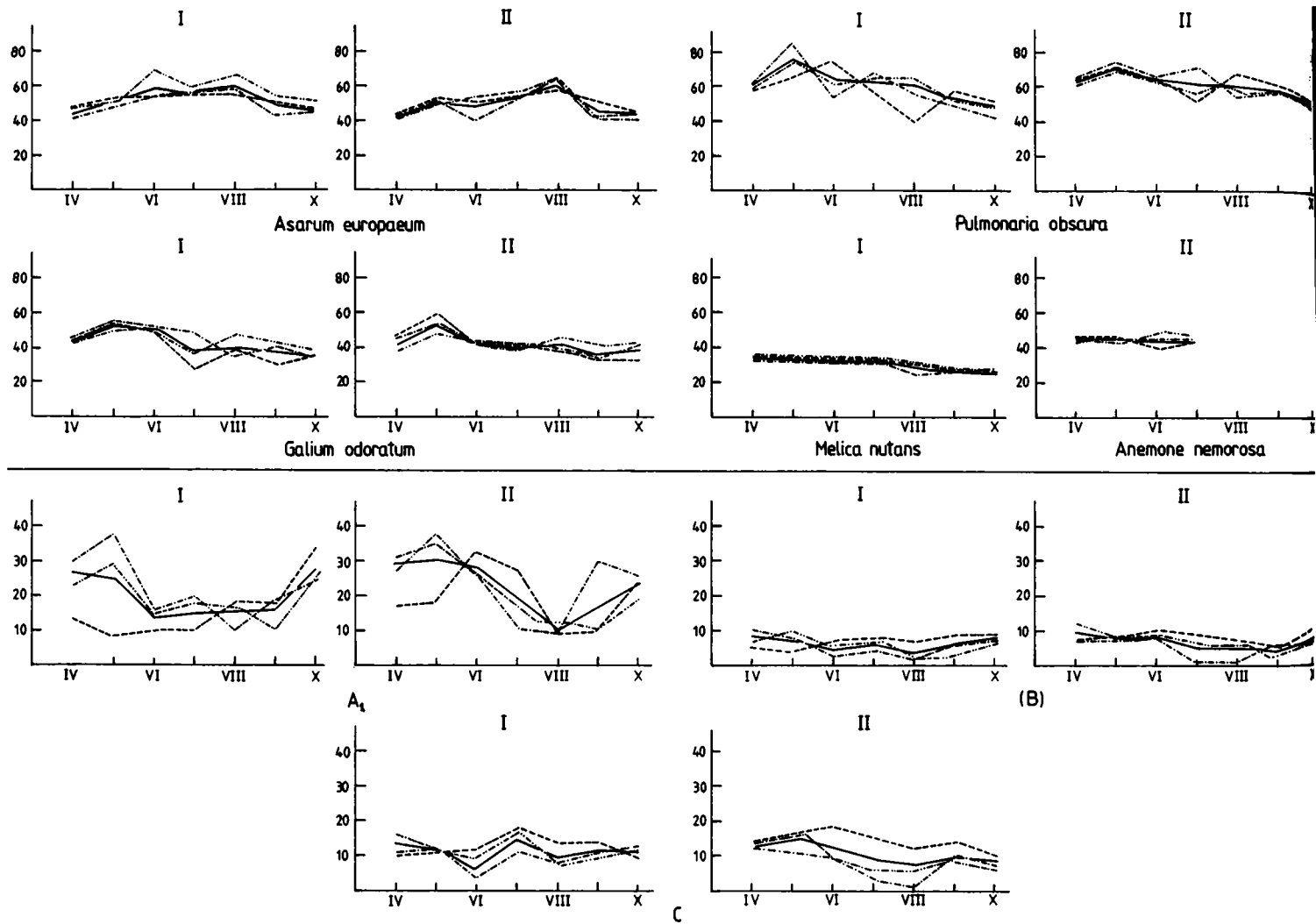
Dynamics of nitrogen content in mg/1 g dry vegetation mass and $N-NO_3^-$ and $N-NH_4^+$ in mg/100 g dry soil; a — 1984, b — 1985, c — 1986, d — mean of 3 years of investigations, e — months, f — research area I, g — research area II, h — humus-accumulation horizon, i — browned horizon, j — matrix rock



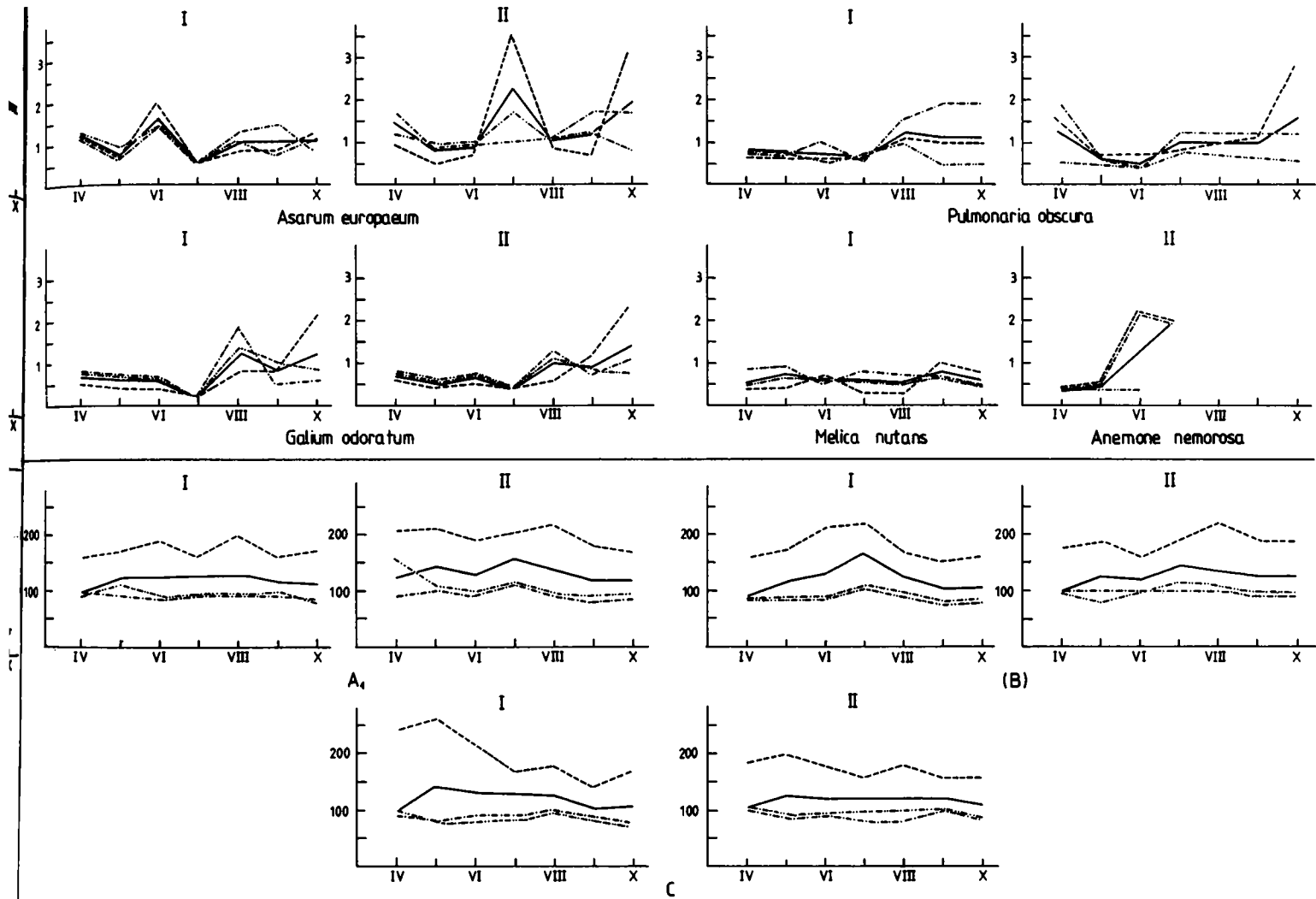
Ryc. 5. Dynamika zawartości CaO w mg/1 g suchej masy roślinnej oraz w mg/100 g gleby; objaśnienia jak na ryc. 4
 Dynamics of CaO content in mg/1 g dry vegetation mass and in mg/100 g soil; explanations as in Fig. 4



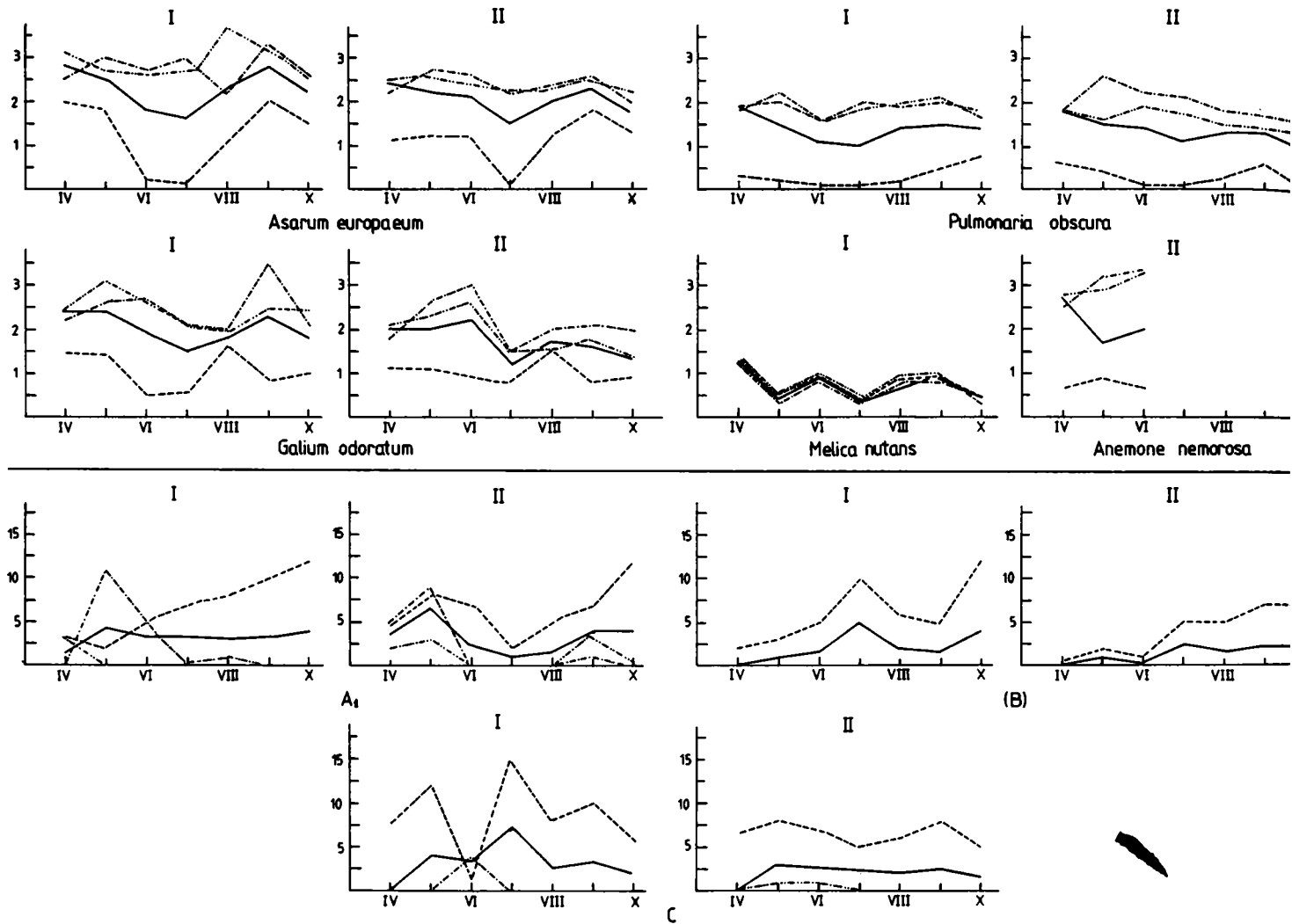
Ryc. 6. Dynamika zawartości Na_2O w mg/1 g suchej masy roślinnej oraz w mg/100 g gleby; objaśnienia jak na ryc. 4
 Dynamics of Na_2O content in mg/1 g dry vegetation mass and in mg/100 g soil; explanations as in Fig. 4



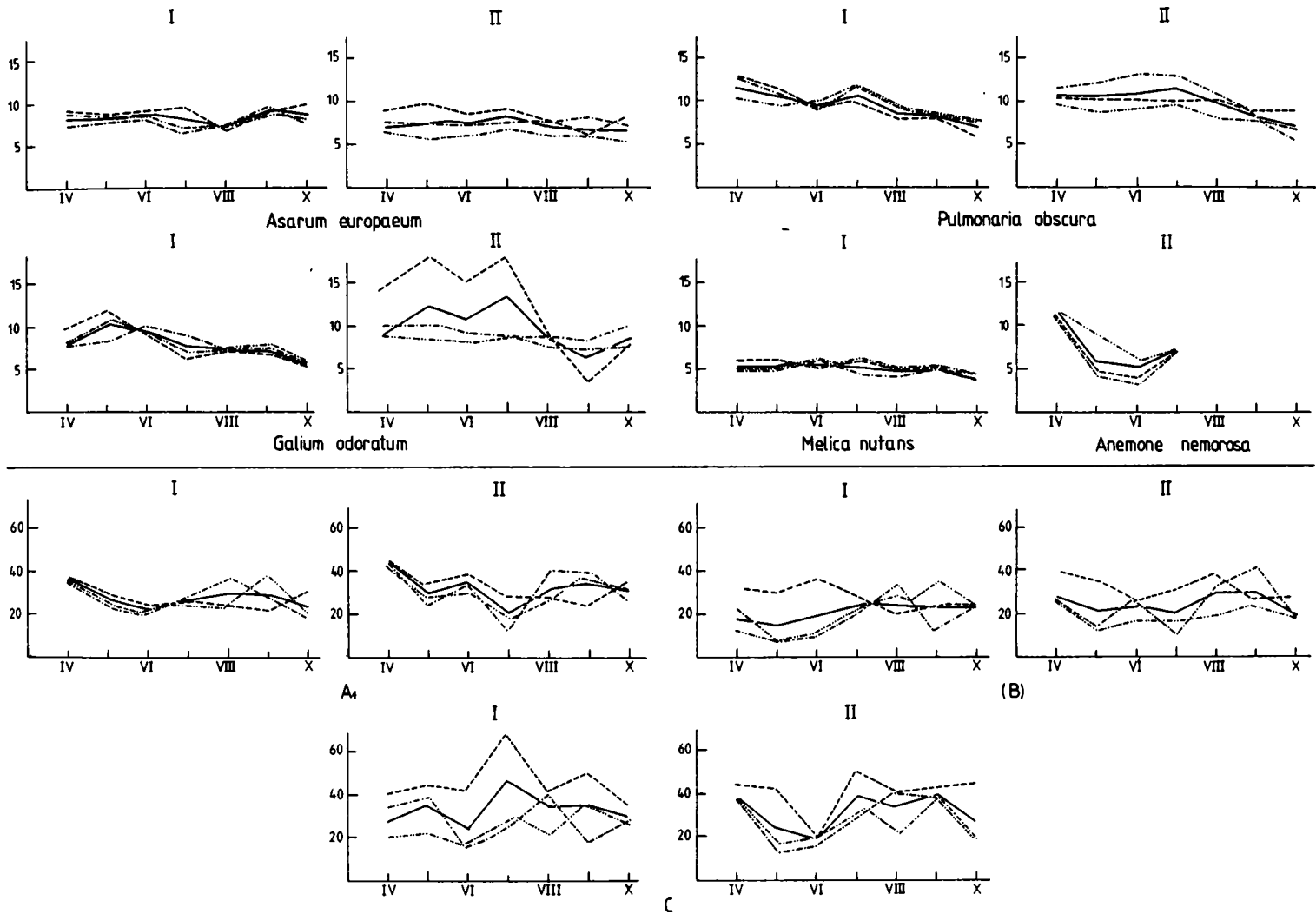
Ryc. 7. Dynamika zawartości K₂O w mg/1 g suchej masy roślinnej oraz w mg/100 g gleby; objaśnienia jak na ryc. 4
 Dynamics of K₂O content in mg/1 g dry vegetation mass and in mg/100 g soil; explanations as in Fig. 4



Ryc. 8. Dynamika zawartości Fe_2O_3 w mg/1 g suchej masy roślinnej oraz w mg/100 g gleby; objaśnienia jak na ryc. 4
 Dynamics of Fe_2O_3 content in mg/1 g dry vegetation mass and in mg/100 g soil; explanations as in Fig. 4



Ryc. 9. Dynamika zawartości MgO w mg/1 g suchej masy roślinnej oraz w mg/100 g gleby; objaśnienia jak na ryc. 4
 Dynamics of MgO content in mg/1 g dry vegetation mass and in mg/100 g soil; explanations as in Fig. 4



Ryc. 10. Dynamika zawartości P₂O₅ w mg/1 g suchej masy roślinnej oraz w mg/100 g gleby; objaśnienia jak na ryc. 4
 Dynamics of P₂O₅ content in mg/1 g dry vegetation mass and in mg/100 g soil; explanations as in Fig. 4

tomiast u *Galium odoratum*, zwłaszcza u osobników pochodzących z powierzchni II, stwierdzono niewielki stopniowy wzrost zawartości tego pierwiastka wraz z przebiegiem wegetacji. Tendencja ta bardziej wyraźnie uwidoczniła się w przypadku *Anemone nemorosa*. Badania wykazały również, że rośliny z obu powierzchni nie różniły się pod względem zawartości sodu. Największą jego zawartość stwierdzono u *Galium odoratum* we wrześniu, a najmniejszą — u *Melica nutans* w maju i czerwcu.

Podobne wyniki, wskazujące na niewielkie zmiany ilości sodu w roślinach podczas okresu wegetacyjnego i niewielki wzrost jego zawartości przy końcu rozwoju, podaje Izdebski i inni (6), Uziak i inni (14).

PODSUMOWANIE

Badania przeprowadzono na 2 powierzchniach w zespole *Tilio-Carpinetum*, z tym że pierwsza powierzchnia reprezentuje odmianę borowiejącą, a druga — odmianę typową. Zawartość badanych składników w glebach obu fitocenoz jest mniej więcej zbliżona. Zawierają one najwięcej żelaza i wapnia, mniej — azotu azotanowego, sodu, potasu i fosforu, najmniej — magnezu i azotu amonowego. Jednak gleba odmiany borowiejącej jest nieco zasobniejsza w wapń, sód i magnez, natomiast odmiany typowej — w potas, fosfor i żelazo. Najzasobniejszy w badane składniki okazał się poziom próchniczno-akumulacyjny. Tu też zachodzą największe ich zmiany podczas okresu wegetacyjnego roślin (ryc. 4–10).

Badane rośliny, pomimo zasiedlenia względnie jednorodnego siedliska, gromadziły w swych tkankach różne ilości składników pokarmowych. Właściwość ta jest cechą fizjologiczną poszczególnych gatunków. Z reguły największą koncentrację substancji mineralnych stwierdzono u *Galium odoratum*, *Asarum europaeum* i *Pulmonaria obscura*, najmniejszą — u *Melica nutans* i *Anemone nemorosa*. U wszystkich badanych gatunków w największych ilościach występuje potas, w mniejszych — azot, wapń i fosfor i najmniejszych — magnez, żelazo i sód. Ilość gromadzonych składników wykazuje korelację z wiekiem roślin oraz z fazą fenologiczną, w jakiej się znajduje dany gatunek. I tak w większości przypadków młode rośliny zawierają większe ilości azotu, fosforu i potasu, a w starszych zaznacza się wzrost zawartości wapnia, żelaza i sodu (ryc. 4–10).

Badania wykazały, że zawartość badanych składników w roślinach i glebach zmieniała się dość znacznie tak w poszczególnych latach, jak i w okresach sezonu wegetacyjnego. Zjawisko to potwierdzają dotychczas przeprowadzone badania (4–8, 14–19). Pomimo tych wahań w przebiegu dynamiki

badanych pierwiastków w roślinach i glebach daje się zauważyć pewne zależności i prawidłowości. Z reguły ubytkowi zawartości niektórych składników w glebie towarzyszy ich wzrost w roślinach (ryc. 4–10).

PIŚMIENNICTWO

1. Braun-Blanquet J.: Pflanzensoziologie. Wien-New York 1964.
2. Dobrzański B., Uziak S.: Rozpoznawanie i analiza gleb. Warszawa 1970.
3. Dzienniki do zapisywania obserwacji meteorologicznych za rok 1984, 1985, 1986. Zakład Meteorologii i Obserwatorium Meteorologiczne UMCS w Lublinie.
4. Izdebski K., Baszyński T., Kozak K., Malicki J., Uziak S.: Badania produktywności buczyny karpackiej w rezerwacie leśnym Obroc na Roztoczu Środkowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C **29**, 281–332 (1974).
5. Izdebski K., Popiołek Z.: Dynamika zawartości przyswajalnego fosforu i potasu w roślinach i glebie zespołów borowych na Roztoczu Środkowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C **30**, 101–112 (1975).
6. Izdebski K., Kimsa T., Stączek A.: Dynamika zawartości niektórych składników mineralnych w runie i glebie wybranych zbiorowisk borowych Roztocza Środkowego. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C **31**, 69–78 (1976).
7. Izdebski K.: Materiały do badań nad zawartością substancji mineralnych i azotu u wybranych gatunków runa leśnego. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C **33**, 203–216 (1978).
8. Izdebski K., Kozak K., Baszyński T., Uziak S.: Dalsze badania produktywności buczyny karpackiej w rezerwacie Obroc na Roztoczu Środkowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C **33**, 217–236 (1978).
9. Jasiewicz A.: Nazwy gatunkowe roślin naczyniowych flory polskiej. Fragm. Flor. et Geobot., Ann. XXX, Pars 3 (1984).
10. Krotoska J.: Pory roku w życiu roślin. PWN, Poznań 1958.
11. Metody analizy chemicznej gleb organicznych i materiałów roślinnych. IMUZ, Falenty 1967.
12. Ochyra R., Szmajda P.: An Annotated List of Polish Mosses. Fragm. Flor. et Geobot. **24**, 93–145 (1978).
13. Traczyk T.: Materiały do geograficznego zróżnicowania grądów w Polsce. Acta Soc. Bot. Pol. **31**, 275–304 (1962).
14. Uziak S., Izdebski K., Melke J.: Badania zawartości pierwiastków w glebach i niektórych gatunkach runa wybranych zbiorowisk leśnych na terenie Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C **38**, 68–91 (1983).
15. Wachowska-Serwatka K.: Dynamika składników pokarmowych w glebie i roślinach rezerwatu „Łęczak”. Acta Univ. Wratisl. **24**, Prace Bot. IV, 89–113 (1964).
16. Wachowska-Serwatka K.: Zmiany azotu i składników mineralnych w ściółce, glebie i w roślinach lasu mieszanego rezerwatu Lubsza. Acta Univ. Wratisl. **48**, Prace Bot. VII, 71–130 (1966).
17. Wachowska-Serwatka K., Majewska A.: Mangan, żelazo i miedź w glebie i roślinach rezerwatu Lubsza. Acta Univ. Wratisl. **48**, Prace Bot. VII, 131–160 (1966).
18. Wachowska-Serwatka K., Marczonek A.: Azot i składniki mineralne w liściach drzew i roślin zielnych w rezerwacie Leśna Woda. Acta Univ. Wratisl. **64**, Prace Bot. IX, 109–128 (1968).

19. Wachowska-Serwatka K., Marczonek A.: Sezonowe zmiany składników mineralnych w liściach drzew i roślin zielnych w rezerwacie Kamień Śląski. Acta Univ. Wratisl. 6, Prace Bot. II (1970).
20. Zinkiewicz W., Warakowski W.: Zarys klimatu Lublina. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B 14, 47-124 (1959).

SUMMARY

On the basis of 3 years' investigations the authors analysed the dynamics of the content of nitrogen, magnesium, potassium, phosphorus, calcium, iron and sodium in the soil and selected herb layer species of two variants of the *Tilio-Carpinetum* association (Table 1) in the area of the forest complex at Konopnica near Lublin (Fig. 1).

The content of the examined components in the soil of both phytocoenoses appeared to be approximate. The content of iron and calcium was the biggest, the amount of nitrate nitrogen, sodium, potassium and phosphorus — smaller, while that of magnesium and ammonium nitrogen — the smallest. However, the *Pinus sylvestris* variant soil (area I) was more abundant in calcium, sodium and magnesium, whereas the soil of a typical variant (area II) — in potassium, phosphorus and iron. The humus-accumulation horizon appeared to be the most abundant in the examined components and that is where the greatest changes in the content of the examined elements took place during the vegetative period of the plants (Figs. 4-10).

The examined plants, despite inhabiting relatively homogeneous habitat (Fig. 2, Table 2), accumulated different quantities of nutritive compounds in their tissues. As a rule, their greatest concentration was found in *Galium odoratum*, *Asarum europaeum* and *Pulmonaria obscura*, the smallest one — in *Melica nutans* and *Anemone nemorosa*. In all the examined species the quantity of potassium was the biggest, the quantity of nitrogen, calcium and phosphorus — smaller and the amount of magnesium, iron and sodium — the smallest. There was a correlation between the amount of the accumulated compounds, age of the plant and phenological stage of a given species. And so, in most cases, young plants contained bigger amounts of nitrogen, phosphorus and potassium, while older ones — bigger amounts of calcium, iron and sodium (Figs. 4-10).

The investigations have proved that the content of the examined components in the soil changed considerably, both in the particular years of the studies and in the periods of vegetative season. Despite these fluctuations certain interdependences and regularities can be observed in the course of dynamics of the examined compounds in plants and in soil. As a rule, a decrease in the content of some components in the soil was accompanied by their increase in plants (Figs. 4-10).