

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. XXIX, 23

SECTIO C

1974

Instytut Biologii UMCS
Zakład Ekologii
Zakład Fizjologii Roślin
Ogród Botaniczny
Zakład Systematyki i Geografii Roślin
Instytut Nauk o Ziemi UMCS
Zakład Gleboznawstwa

Krystyn IZDEBSKI, Tadeusz BASZYŃSKI,
Kazimierz KOZAK, Jacek MALICKI,
Stanisław UZIAK

**Badania produktywności buczyny karpackiej
w rezerwacie leśnym Obroc na Roztoczu Środkowym**

Изучение продуктивности *Dentario glandulosae-Fagetum collinum* в лесном
заповеднике Оброч на Центральном Розточе

Investigations on the Beech Wood Production in the Obroc Forest Reservation
in the Central Roztocze

Badania prowadzone w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego (MPB) dotyczą przede wszystkim produktywności podstawowych ekosystemów lądowych (9, 32, 39). Sprowadzają się one nie tylko do określenia ilości materii organicznej wytworzonej przez rośliny i zwierzęta w ciągu pewnego odcinka czasu, ale także do zbadania warunków ekologicznych, w jakich ta produkcja zachodzi. Nie bez znaczenia jest również uchwycenie wzajemnych związków przyczynowych pomiędzy poszczególnymi komponentami ekosystemów oraz ustalenie ich ogólnego bilansu energetycznego. Podjęte badania umożliwią ocenę i podniesienie zasobów przyrody.

Wśród ekosystemów lądowych ostatnio wiele miejsca poświęcono lasom (5, 23, 44, 51, 52, 57). Zwiększenie masy i poprawa asortymentu drewna stały się jednym z naczelných zadań leśników i ekologów. W związku z tym w r. 1967 pracownicy Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS w Lublinie podjęli wieloletnie badania zespołowe nad produk-

cyjnością ekosystemu podgórskiej buczyny karpackiej w rezerwacie leśnym Obroc na Roztoczu Środkowym. Prace dotyczyły: 1) warunków topograficznych, wodnych i glebowych (Stanisław Uziak z Zakładu Gleboznawstwa), 2) mikroflory bakteryjnej w górnej warstwie gleby (Jacek Malicki z Zakładu Systematyki i Geografii Roślin), 3) produktywności pierwotnej drzew i krzewów oraz opadu (Kazimierz Kozak z Ogrodu Botanicznego), 4) fitosocjologicznego zróżnicowania i produktywności pierwotnej runa leśnego (Krystyn Izdebski z Zakładu Ekologii i Ochrony Przyrody), 5) składników mineralnych runa leśnego i opadu (Tadeusz Baszyński z Zakładu Fizjologii Roślin).

Badania finansowane były przez Komitet MPB za pośrednictwem II Wydziału Biologicznego PAN. Za włączenie do planów badawczych i przyznane fundusze na wykonanie niniejszej pracy serdecznie dziękujemy. Wyrazy podziękowania kierujemy również do prof. dr A. Medweckiej-Kornaś za udzielanie pomocy oraz sprawną koordynację badań.

TEREN BADAŃ I JEGO CHARAKTERYSTYKA FITOSOCJOLOGICZNA

Badania przeprowadzono w okolicy Zwierzyńca na Roztoczu Środkowym. Jest to teren w znacznym stopniu zalesiony, o zróżnicowanej rzeźbie. Deniwelacje dochodzą do 120 m, a wysokości bezwzględne — do ok. 350 m n.p.m., nadając mu półgórski charakter (40).

Urozmaicona rzeźba wiąże się ze znacznym zróżnicowaniem utworów skalnych omawianego obszaru. Dominującym materiałem jest opoka i gezy mastrychtu (kreda), często odwapnione w partiach stropowych (20, 42). Są one spękane, czego konsekwencją jest niski poziom wód gruntowych.

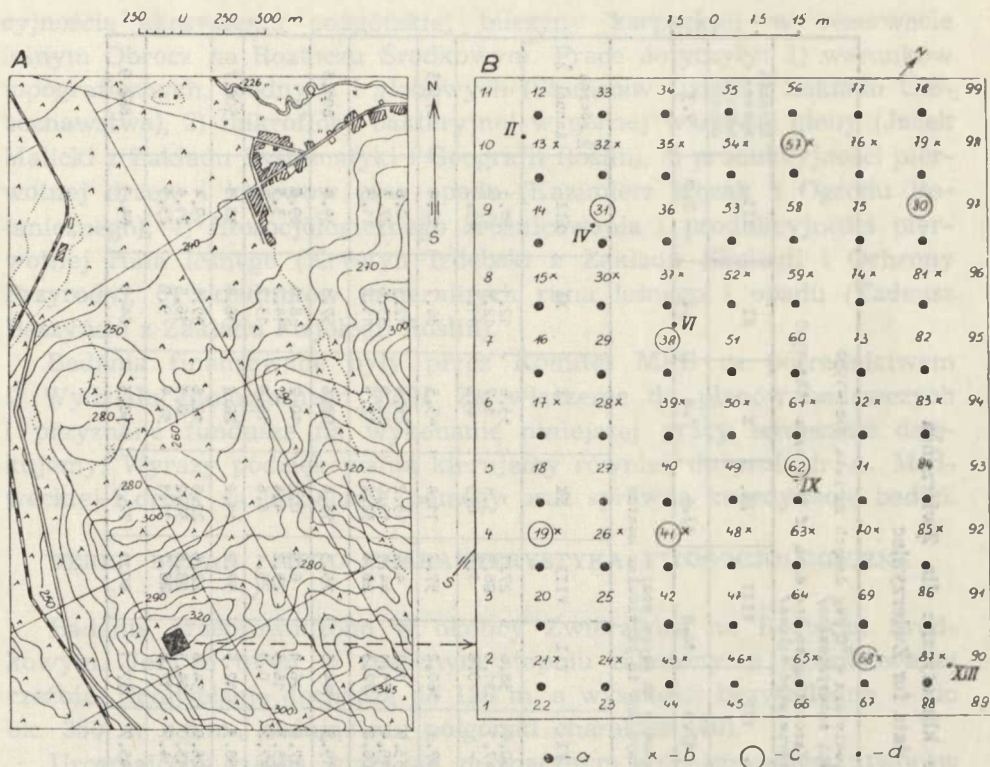
Omawiany obszar leży w zlewni rzeki Wieprz i należy do terenów o słabej sieci rzecznej. Brak jest jednakże dokładnych danych co do głębokości zalegania wód gruntowych, a istniejące (rękopiśmienne) materiały dotyczą w zasadzie doliny rzeki Wieprz i jej dopływów (34).

Dane dotyczące niektórych czynników klimatycznych zestawiono w tab. 1. Ponieważ brak dla Zwierzyńca pomiarów temperatury, przytoczone w tabeli liczby (dotyczące temperatury) są wartościami średnimi, interpolowanymi na podstawie danych z innych stacji z lat ubiegłych (35). Dekadowe i miesięczne sumy opadów pochodzą ze stacji opadowej PIHM w Zwierzyńcu.

Z przytoczonego zestawienia wynika, że badany obszar charakteryzuje znaczna ilość opadów w ciągu roku (ponad 800 mm), przy czym największe notowane są w czerwcu i lipcu. Rok 1969 (zaledwie ok. 500 mm) należy do lat suchych, zwłaszcza w lipcu, a także w okresie zimy (styczeń i luty).

Tab. 1. Niektóre dane klimatyczne dla Zwierzynca
Some climatic data for Zwierzyniec

I. Średnie miesięczne temperatury powietrza w °C /wg danych za lata 1881-1930 i 1951-1960 - wartości interpolowane/ Mean monthly temperatures in °C /according to the data of the years 1881-1930 and 1951-1960 - interpolated values/														
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Srednia roczna Annual mean		
- 3,9	- 2,7	1,4	7,2	13,5	16,3	17,8	16,8	13,6	7,8	2,2	- 2,0	7,3		
II. Dekadowe i miesięczne sumy opadów w mm szlupa wody Total rainfalls in mm in ten days and in particular months														
Rok Year	Dekada, Σ mies. 10-days- period, monthly Σ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ roczna Annual Σ
1967	1	4,7	19,2	22,4	6,3	9,3	60,0	38,6	27,1	-	33,9	12,1	28,3	873,3
	2	20,2	2,6	19,3	3,2	10,0	47,1	121,0	28,5	5,1	1,7	12,8	24,2	
	3	34,2	31,1	25,6	74,3	56,2	-	0,6	1,6	6,3	6,2	11,8	49,9	
	Σ	59,1	52,9	67,3	84,4	76,1	107,1	160,2	57,2	11,4	43,5	36,7	117,4	
1968	1	18,4	12,9	15,5	35,8	9,3	33,9	1,1	4,4	13,2	23,1	12,3	0,8	
	2	21,9	11,2	9,9	1,1	6,1	19,4	71,1	44,1	10,0	22,0	33,6	27,3	
	3	28,5	29,1	9,0	19,5	24,3	66,2	72,3	26,8	32,2	12,5	11,2	11,3	
	Σ	68,8	53,2	34,4	56,4	39,7	119,5	144,5	75,3	55,4	57,6	57,1	39,4	801,3
1969	1	0,3	10,3	1,4	12,1	17,6	17,8	26,1	6,9	0,2	10,2	8,9	19,8	
	2	8,7	3,8	34,2	33,1	32,6	23,3	16,3	25,2	4,4	10,2	14,2	3,5	
	3	28,7	5,4	10,7	4,0	19,5	47,2	0,1	2,1	6,6	16,0	13,7	6,8	
	Σ	29,7	19,5	46,3	49,2	69,7	88,3	42,5	57,2	11,2	26,2	36,8	30,1	506,7
1970	1	22,0	35,0	20,8	22,2	33,3	26,0	54,8	22,6	22,8	12,6	37,8	19,4	
	2	21,2	8,1	3,1	11,8	23,9	15,0	61,2	38,2	36,2	10,5	16,5	21,4	
	3	15,6	17,0	28,6	25,5	43,0	4,7	47,8	28,7	11,1	37,4	9,7	23,5	
	Σ	58,8	60,1	52,5	59,5	104,2	45,7	157,1	80,1	72,1	50,5	64,0	64,3	866,9

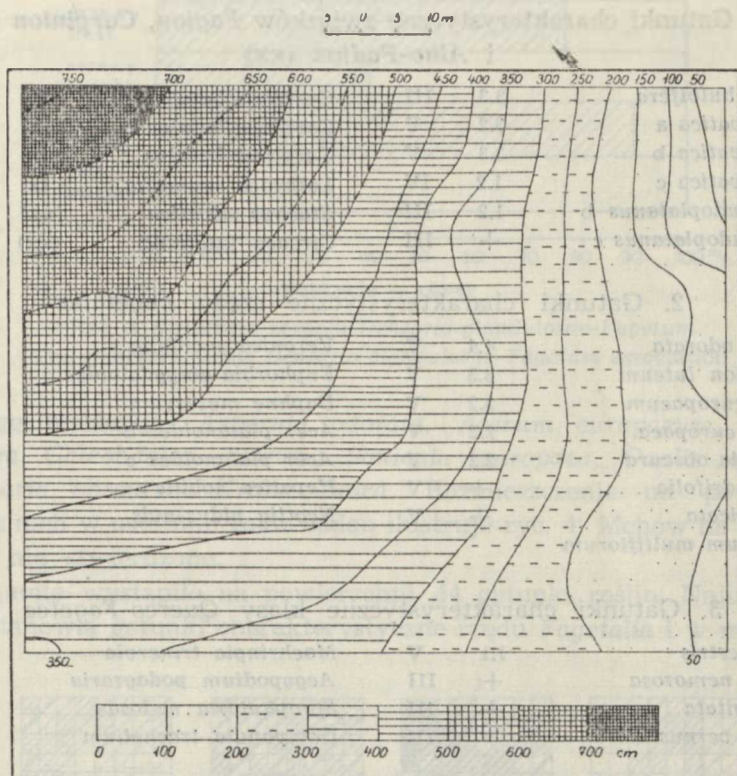


Ryc. 1 Położenie obiektu badań; A — otoczenie, B — powierzchnia badawcza; a — powierzchnie koliste do badania stopnia zagęszczenia warstwy runa, b — stanowiska chwytników do badania opadu roślinnego, c — numery miejsc, z których pobierano próbki gleb do badania dynamiki, d — położenie profili glebowych i ich numery, 1—99 — numery poletek

The sites investigated; A — environment, B — the area studied; a — circular areas for studies of the density rate of the herb-layer, b — collectors to examine the rate of plant fall, c — numbers of sites where soil samples were collected to examine the dynamics of soil properties, d — location of soil profiles and their numbers, 1—99 — numbers of the plots

Wybrany do badań fragment leśny rezerwatu Obroc o powierzchni 0,80 ha położony jest ok. 5 km na SE od Zwierzyńca, w pobliżu szosy do Krasnobrodu. Leży on na pozornie płaskim wyniesieniu na wysokości ok. 320 m n.p.m. Położenie obiektu oraz jego plan ilustruje ryc. 1, a rzeźbę — załączony szkic hipsometryczny (ryc 2), z którego wynika, że różnice wysokości względnych przekraczają 750 cm, są więc znaczne.

Badany fragment leśny należy do podzespołu podgórskiej buczyny karpackiej *Dentario glandulosae-Fagetum collinum* (= *Fagetum carpaticum collinum*) w odmianie ekologicznej z *Asperula odorata* i *Dentaria*



Ryc. 2. Szkic hipsometryczny
A hypsometric scheme

bulbifera (31, 45), związku *Fagion*, rzędu *Fagetalia* i klasy *Querc-Fage-tea*. Pod względem fizjonomii, składu florystycznego i siedliska jest on reprezentatywny nie tylko dla tego typu lasu z rezerwatu leśnego Obroc (14), ale również dla większości fragmentów leśnych Roztocza Środkowego (15) oraz w mniejszym stopniu — Południowego i Zachodniego (17, 18), opisanych jako *Fagetum carpaticum*. Znaczny udział graba w drzewostanie wskazuje na nawiązanie florystyczne do zespołu *Fagetum zamosciense* z Pańskiej Doliny koło Tomaszowa Lubelskiego, opisanego przez Sławińskiego (46).

Skład florystyczny buczyny karpackiej ilustruje poniżej zamieszczone zdjęcie fitosocjologiczne, wykonane na powierzchni 9 VI 1967 r. według metody Braun-Blanqueta (7) i uzupełnione stopniami stałości gatunków pierwszych 7 zdjęć fitosocjologicznych tab. 1, zamieszczonej w pracy Izdebskiej i Szynala (14) z rezerwatu leśnego Obroc.

1. Gatunki charakterystyczne związków *Fagion*, *Carpinion* (x)
i *Alno-Padion* (xx)

<i>Dentaria bulbifera</i>	3.3	III	<i>Carpinus betulus a</i>	(x)	3.2	V
<i>Fagus silvatica a</i>	3.2	V	<i>Carpinus betulus b</i>	(x)	+	I
<i>Fagus silvatica b</i>	3.3	V	<i>Carpinus betulus c</i>	(x)	1.1	II
<i>Fagus silvatica c</i>	1.2	IV	<i>Lathraea squamaria</i>	(x)	+	III
<i>Acer pseudoplatanus b</i>	1.2	III	<i>Stachys silvatica</i>	(xx)	1.2	II
<i>Acer pseudoplatanus c</i>	+	III	<i>Circaea lutetiana</i>	(xx)	1.2	IV

2. Gatunki charakterystyczne rzędu *Fagetalia*

<i>Asperula odorata</i>	4.4	V	<i>Veronica montana</i>	+	III
<i>Galeobdolon luteum</i>	3.3	V	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	+	III
<i>Asarum europaeum</i>	3.2	V	<i>Daphne mezereum</i>	+	III
<i>Sanicula europaea</i>	2.2	V	<i>Acer platanoides b</i>	+	III
<i>Pulmonaria obscura</i>	2.2	V	<i>Acer platanoides c</i>	+	III
<i>Paris quadrifolia</i>	+	V	<i>Hepatica nobilis</i>	+	III
<i>Actaea spicata</i>	+	V	<i>Neottia nidus-avis</i>	+	II
<i>Polygonatum multiflorum</i>					

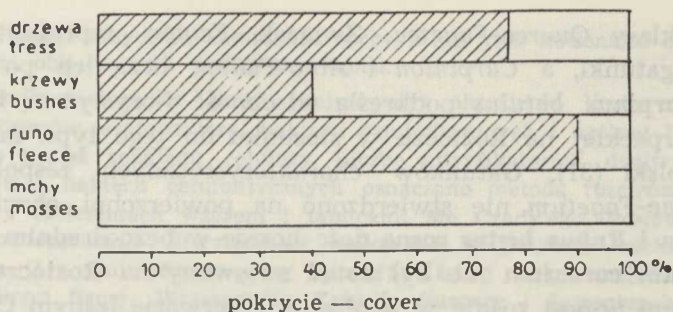
3. Gatunki charakterystyczne klasy *Quercu-Fagetea*

<i>Viola silvestris</i>	1.1	V	<i>Moehringia trinervia</i>	+	II
<i>Anemone nemorosa</i>	+	III	<i>Aegopodium podagraria</i>	+	I
<i>Carex digitata</i>	+	III	<i>Scrophularia nodosa</i>	+	I
<i>Lathyrus vernus</i>	+	III	<i>Campanula trachelium</i>	+	I

4. Gatunki towarzyszące

<i>Urtica dioica</i>	2.3	V	<i>Picea excelsa b</i>		
<i>Oxalis acetosella</i>	2.2	V	<i>Athyrium filix-femina</i>	+	V
<i>Abies alba a</i>	2.1	V	<i>Mycelis muralis</i>	+	IV
<i>Abies alba b</i>	+	I	<i>Dryopteris spinulosa</i>	+	III
<i>Abies alba c</i>	+	IV	<i>Ajuga reptans</i>	+	III
<i>Dryopteris filix-mas</i>	1.1	V	<i>Sambucus nigra b</i>	+	III
<i>Majanthemum bifolium</i>			<i>Sambucus nigra c</i>	+	III
<i>Geranium robertianum</i>	1.1	III	<i>Galeopsis pubescens</i>	+	II
<i>Populus tremula a</i>	1.1	III	<i>Torrilis japonica</i>	+	II
<i>Populus tremula c</i>	+	III			

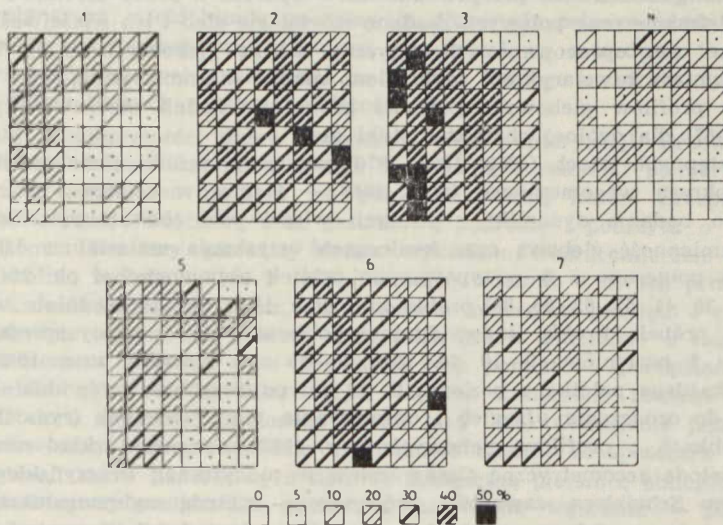
Badany fragment leśny wykazuje strukturę 3-warstwową. Przeciętny stopień pokrycia poszczególnych warstw roślinnych ilustruje ryc. 3. Drzewostan różnicuje się na 2 podwarstwy: górną, złożoną z buka i jodły, oraz dolną — z graba i osiki. Podrost, przeważnie buka, tworzy mniejsze lub większe skupienia, głównie w południowej części powierzchni, gdzie drzewostan jest starszy i nieco rozluźniony. W tych miejscach stwarza on silną konkurencję dla runa, które rozwija się o wiele słabiej, tak pod względem frekwencji, jak i dorodności. Na ogół jednak jest ono bardzo bujne, dorodne i bogate w gatunki. W warstwie tej wyraźną



Ryc. 3. Struktura zespołu *Dentario glandulosae-Fagetum*
The structure of the *Dentario glandulosae-Fagetum* association

przewagę wykazują: *Asperula odorata*, *Asarum europaeum*, *Dentaria bulbifera*, *Galeobdolon luteum*, *Sanicula europaea*, *Oxalis acetosella*, *Pulmonaria obscura* i *Urtica dioica*. Rozmieszczenie na powierzchni pięciu z nich w ostatnim roku badań ilustruje ryc. 4. Mchów na badanym terenie nie stwierdzono.

W sumie wystąpiło na powierzchni 44 gatunki roślin. Najliczniejszą grupę stanowią gatunki charakterystyczne rzędu *Fagetalia* i w mniejszym



Ryc. 4 Mapki rozmieszczenia 7 gatunków dominujących warstwy runa *Dentario glandulosae-Fagetum* na terenie powierzchni badawczej; 1 — *Asperula odorata*, 2 — *Galeobdolon luteum*, 3 — *Oxalis acetosella*, 4 — *Dentaria bulbifera*, 5 — *Sanicula europaea*, 6 — *Asarum europaeum*, 7 — *Pulmonaria obscura*

Maps of the distribution of 7 predominant species of the herb-layer of *Dentario glandulosae-Fagetum* layer in the area studied; 1 — *Asperula odorata*, 2 — *Galeobdolon luteum*, 3 — *Oxalis acetosella*, 4 — *Dentaria bulbifera*, 5 — *Sanicula europaea*, 6 — *Asarum europaeum*, 7 — *Pulmonaria obscura*

stopniu klasy *Quercus-Fagetum*. Związek *Fagion* reprezentowany jest przez 3 gatunki, a *Carpinion* i *Alno-Padion* liczą ich po 2. Znaczny udział *Carpinus betulus* podkreśla odrębność florystyczną badanej buczyny karpackiej na Roztoczu w stosunku do tego typu lasu z innych okolic Polski (31). Gatunków charakterystycznych zespołu *Dentario glandulosae-Fagetum* nie stwierdzono na powierzchni, chociaż *Dentaria glandulosa* i *Rubus hirtus* rosną dość licznie w bezpośrednim sąsiedztwie. *Symphytum cordatum* nie był dotąd notowany na Roztoczu, natomiast *Polygostichum brauni* rośnie w pobliskim rezerwacie leśnym Czerkies (16). Dość znaczne ocienienie dna lasu przez korony drzew i krzewy uniemożliwia rozwój światłolubnych gatunków z rzędu *Quercetalia pubescentis-sessiliflorae*. Tak samo zbyt płytkie zakwaszenie gleby nie sprzyja roślinności borowej z klasy *Vaccinio-Piceetea* (występuje tylko *Picea excelsa* b i *Populus tremula* a, c).

MATERIAŁ I METODY

Powierzchnię badawczą założono w kwietniu 1967 r. wg ogólnie przyjętych metod geodezyjnych (12). Posiadała ona kształt prostokąta o wymiarach 80×100 m. Badania prowadzono na niej w ciągu 4 lat.

Badania gleboznawcze przeprowadzono w oparciu o prace terenowe i laboratoryjne. W trakcie prac polowych zbadano morfologię gleb i ich właściwości wodno-powietrzne oraz opracowano schematyczną mapkę glebową (ryc. 5). Wykonano również pomiary niwelacyjne i wykreślono mapkę hipsometryczną (ryc. 2). Z wybranych 5 profilów glebowych pobrano próbki do badań laboratoryjnych (czerwiec r. 1967) dla ogólnej charakterystyki gleb.

W następnych latach (1968, 1969, 1970) pobierano próbki glebowe kilkakrotnie w ciągu okresu wegetacyjnego (w r. 1968 — 4 razy, w r. 1969 i w r. 1970 — 5 razy) do badania dynamiki niektórych właściwości chemicznych. Ze względu na dużą zmienność glebową oraz konieczność uzyskania materiału możliwie wyrównanego pobierano z 8 wytypowanych poletek o powierzchni ok. 25 m² każda (nr 19, 31, 38, 41, 57, 62, 68, 80) próbki mieszane, tj. 1 próbka średnia z wymieszania ok. 10 próbek. Próbki (indywidualne) pobierano przy pomocy specjalnej laski glebowej z 3 poziomów: 0—10, 10—20 i 30—40 cm. Ponadto w r. 1968 pobrano wiosną z każdego poletka z poziomu 0—10 cm po 1 próbce indywidualnej (razem 99 sztuk) do oznaczenia pH gleb i opracowania mapki odczynu (ryc. 6).

W próbkach z profilów glebowych (z r. 1967) oznaczono: skład mechaniczny gleb — metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, CaCO₃ — aparatem Scheiblera, zawartość próchnicy — metodą nadmanganianową (tzw. dublańską), odczyn gleb w wodzie i w 1n KCl — metodą elektrometryczną (przy użyciu elektrody szklanej i kalomelowej).

We wszystkich próbkach mieszanych (z 3 lat) oznaczono odczyn w wodzie i w 1n KCl, zasobność w łatwo przyswajalny dla roślin fosfor i potas — metodą Egnera w modyfikacji Riehma (49) oraz zawartość próchnicy — raz w roku, wiosną. Ponadto we wszystkich próbkach z r. 1969 oznaczono właściwości sorpcyjne metodą opisaną przez Mehlich'a (33), używając do wypierania zaadsorbowanych kationów trójetanolaminę i BaCl₂. Poszczególne kationy oznaczono następująco: wapń i magnez — przy użyciu kompleksonu III, potas i sód — fotometrem pło-

mieniowym. Stopień nasycenia kompleksu sorpcyjnego gleb kationami o charakterze zasadowym obliczono na podstawie wzoru.

Badania mikrobiologiczne gleby obejmowały: określenie liczby nityfikatorów, amonifikatorów, azotobaktera, bakterii celulolitycznych i ogólnej liczby bakterii, a także tempa rozkładu celulozy. Liczbę nityfikatorów, denityfikatorów, amonifikatorów i bakterii celulolitycznych oznaczano metodą rozcieńczeń, posługując się przy obliczeniach wzorem i tablicami Mc Crady'ego. Posiewy robiono w trzech powtórzeniach. Nityfikatory hodowano w pożywce selektywnej wg Fiodorowa (11), denityfikatory wg Ziemięckiej (58), amonifikatory w 3% roztworze bulionu firmy „Warszawskie Zakłady Surowic i Szczipioneł”, bakterie celulolityczne w pożywce wg Winogradskiego (56). Jako kryterium obecności nityfikatorów przyjęto dodatni odczyn z indykatozem Griessa-Ilosvaya (6), denityfikatorów — dodatni odczyn z odczynnikami Griessa i zmętnienie, amonifikatorów — dodatni odczyn z odczynnikami Nesslera i zmętnienie, bakterii celulolitycznych — ubytki i zabarwienie celulozy. Użyte metody, jako mało specyficzne, pozwalają traktować badane grupy bardzo szeroko, na przykład nityfikatory fazy I i II razem, denityfikatory od redukcji azotanów w azotyny, gdyż właściwość tę posiadają liczne bakterie itd. Liczebność azotobaktera określano metodą opisaną przez F engler ow ą (10), a ogólną liczbę bakterii — metodą bezpośrednią wg wzoru podanego przez Needhama (37). Uzyskane wyniki odnoszą się do objętości gleby w jej naturalnym stanie, w myśl zaleceń Kuźniara (28). Tempo rozkładu celulozy badano metodą wagową, zakopując na okres 1 miesiąca zważone i wyjałowione paski bibuły chromatograficznej Whatman 1, zaszyte w nylonową gazę młynarską; część bibuły pozostawała dłużej (do pełnego rozkładu). Próbkę gleby pobierano cienkościenną jałowioną rurą metalową, o średnicy 1 cm, z dwu środkowych pasów badanej powierzchni, po jednej z każdego kwadratu (ryc. 1). Jednorazowo brano 10 prób o łącznej objętości 100 cm³.

Badania produktywności drzew rozpoczęto od inwentaryzacji. Drzewa o grubości powyżej 6,6 cm oznaczono trwale numeracją i znakami pomiarowymi na pierśnicy oraz naniesiono na plan ich położenie i rzuty koron. Przeprowadzono także inwentaryzację ilościową oraz gatunkową podrostu i podszytu o wysokości powyżej 0,5 m. Pomiary pierśnicy drzew wykonano średnicomierzem precyzyjnym dwukrotnie w latach 1967 i 1970. Pierśnice ustalono z dwóch prostopadłych pomiarów z dokładnością do 1 mm. Do obliczenia miąższości przyjęto 1 cm stopnie grubości pierśnicy (ryc. 11). Wysokość wszystkich drzew zmierzono w maju r. 1967 wysokościomierzem Matusza i na podstawie tych pomiarów sporządzono krzywe wysokości dla głównych gatunków (ryc. 15, 16). Zmierzono również podstawy koron i ustalono wysokość „zielonego dachu lasu” (36). Określenie jakości technicznej drzewostanu przeprowadzono szacunkowo zgodnie ze sposobem przyjętym w administracji lasów państwowych (tab. 7). Przekiętną pierśnicę obliczono z przekiętnej pierśnicowej powierzchni przekroju, przekiętną wysokość — przy pomocy wzoru Loreya (4). Miąższość tzw. grubizny poszczęólnych gatunków drzew — na początku i na końcu badanego okresu — obliczono na podstawie „Tablic miąższości drzew stojących” (8), a przyrosty miąższości dla poszczęólnych gatunków obliczono z różnicy na początku i na końcu 4-letniego okresu badawczego (43). W obliczeniach tych uwzględniono drzewa, które ubyły w okresie badawczym (tab. 7). Skład gatunkowy drzewostanu przedstawiono w skali 10-stopniowej (53). Przekiętny wiek dla poszczęólnych gatunków drzew ustalono szacunkowo ze względu na niemożliwość zastosowania w rezerwacie ogólnie przyjętych metod określenia.

Produkcyjność pierwotną nadziemnych części runa leśnego określono wg metody opisanej przez Traczyka (50). Ocena stopnia zagęszczenia poszczególnych gatunków przeprowadzono na 70 stałych powierzchniach (kołach o pow. 0,1 m²), wyznaczonych w regularnej siatce co 10 m (ryc. 1). Dla 18 gatunków sporadycznych (ostatnia grupa gatunków w tab. 8), które nie wystąpiły w kołach, ustalono dodatkowo stopień zagęszczenia na terenie 20 wybranych losowo 1-arowych poletek. Za jednostkę przyjęto pęd nadziemny lub nawet liść; rzadziej kępę (patrz „Kępa” w tab. 8). Analizę przyrostów przeprowadzono grupami, 3-krotnie w ciągu roku, dobierając gatunki znajdujące się w maksymalnym stanie rozwoju i przyrostu. Losowo pobrane wg gatunków próby runa leśnego zostały wysuszone do stałej masy w temp. 80°C, a następnie zważone z dokładnością do 0,001 g.

Po ustaleniu stopnia zagęszczenia i szczytowego przyrostu biomasy w danym roku obliczono, zgodnie z założeniami metody, współczynniki przeciętnego przyrostu osobniczego w okresie maksymalnego rozwoju (przyrostu) danego gatunku. Zsumowanie produktywności poszczególnych gatunków pozwoliło na ustalenie produktywności runa leśnego w skali netto (tab. 8). Podobną metodę stosowali Kubicek i Brechtl (26).

W latach 1968 i 1969 przeprowadzono dodatkowo 3 razy w ciągu roku analizę zagęszczenia (na tych samych kołach) i przyrostu biomasy 8 gatunków dominujących runa leśnego (tab. 9). Ponadto biorąc pod uwagę 7 przeważających gatunków wykonano w czerwcu 1970 r. mapki rozmieszczenia, uwzględniając stopnie pokrycia (ryc. 4).

Badania opadu organicznego, szczególnie produktywności liści buka i grabu, prowadzono w zespole *Dentario glandulosae-Fagetum* w latach 1967—1970. Zadaniem czteroletnich obserwacji było uchwycenie zmian zachodzących w kolejnych sezonach wegetacyjnych.

Celem przeprowadzenia szczegółowej analizy opadu na terenie badań założono w kwietniu 1967 r. 30 szt. chwytników, w następnym roku zwiększając ich liczbę do 35. Rozmieszczono je w równomiernych odstępach na całej powierzchni (ryc. 1). Z uzasadnionych obaw przed zniszczeniem nie zastosowano żadnego z opisanych wcześniej wzorów (4, 25, 26). Sedymentatory ustawiono bezpośrednio na ziemi. Miały one kształt walca wykonanego z opaski płóciennej o wysokości 25 cm. Wlot stanowiło koło o średnicy 36,7 cm (powierzchnia 0,1 m²). Dno wykonano z cienkiej, perforowanej folii plastikowej. Całość przytwierdzono do trzech palików wystających 25 cm ponad powierzchnię. Opad pobierano w odstępach jednomiesięcznych od I V do I XII, jedynie w pierwszym roku rozpoczęto go nieco później, od I VI. Otrzymane próby dzielono pod względem gatunkowym (poza drobnymi gałązkami), suszono do masy stałej w temp. 80°C, następnie ważono z dokładnością do 1 mg (tab. 10). Ponadto liście buka i grabu pochodzące z miesięcy największych opadów (X, XI) dzielono wg 10-stopniowej skali wielkości powierzchni liścia i 3-stopniowej grubości mięksiszu oraz nerwów głównego i bocznych (tab. 11 i 12).

Zawartość składników mineralnych w runie oznaczano trzykrotnie w czasie wegetacji. Do analiz zebrano w pierwszym roku 7, a w latach następnych 15 dominujących gatunków runa.

Badano także roczny opad organiczny obejmujący liście podstawowych dla badanego ekosystemu drzew (buk, grab, jodła) oraz organy reproduktywne, gałązki, korę i inne części organiczne roślin zebrane w chwytnikach, według metody opisanej wyżej.

W wysuszonym do stałej masy materiale roślinnym oznaczano azot ogólny wg metody Kjeldahla, magnez — kolorymetrycznie wg Schachtschabela, fosfor — metodą Lorentza oraz wapń i potas — przy pomocy fotometru płomieniowego.

Wyniki analiz przedstawiono w procentach suchej masy, a ponadto, opierając się na optymalnym przyroście biomasy runa oraz rocznym ciężarze opadu organicznego, w kg/ha badanego ekosystemu. W ten sposób oszacowano ilość składników mineralnych zwracanych corocznie do podłoża.

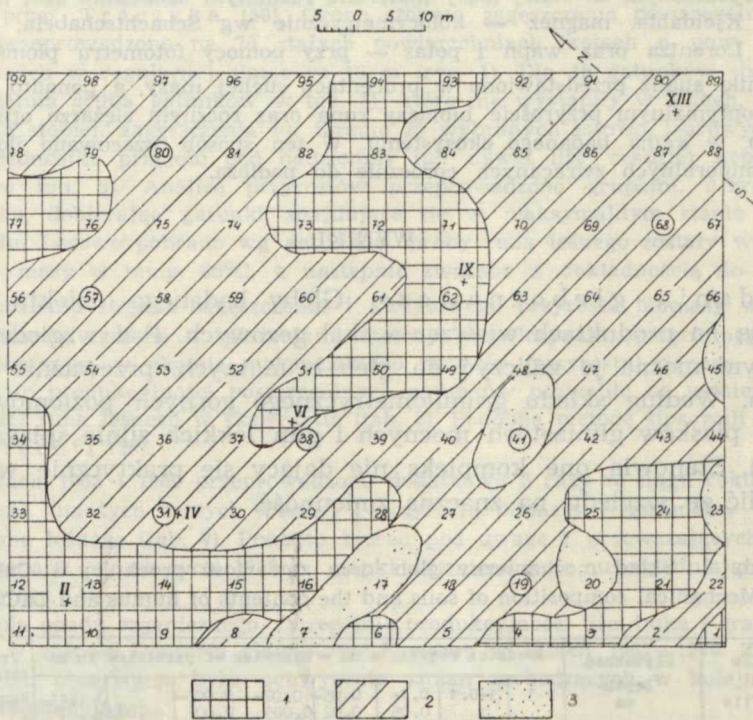
WYNIKI

Badania gleboznawcze. Gleby badanego obiektu wytworzone są na produktach wietrzenia skał gezwych. Pod względem typologicznym można je zaliczyć do gleb brunatnych, przeważnie wylugowanych. Według składu granulometrycznego górnych poziomów należą one do piasków gliniastych mocnych i glin lekkich silnie spiaszczonych (tab. 2). Stanowią one kompleks nie dający się praktycznie w terenie rozdzielić ze względu na znaczną zmienność.

Tab. 2. Skład mechaniczny gleb oraz zawartość próchnicy i CaCO_3
Mechanical composition of soils and the contents of humus and CaCO_3

Nr profilu No. of profile	Głębokość Depth cm	Średnica cząstek w mm - Diameter of particles in mm								Próchnica Humus %	CaCO_3 %
		> 1	1-0.1	0.1-0.05	0.05-0.02	0.02-0.005	0.005-0.002	< 0.002	cząst. z 0.02 % of partic- les 0.02		
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
II	0-10	-15	53	21	8	7	3	8	18	4.92	0
	10-20	-20	46	10	7	7	7	23	37	1.07	0
	30-40	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	27.5
IV	0-10	4	46	20	10	7	3	14	24	4.08	0
	10-15	5	56	17	9	9	4	5	18	1.86	0
	20-30	-20	70	12	5	5	3	5	13	-	0
	50-60	> 50	69	8	5	5	4	9	18	-	0
VI	0-10	6	45	24	11	8	5	7	20	6.23	0
	10-20	-10	43	17	11	9	5	10	24	1.15	0
	40-50	> 20	-	-	-	-	-	-	-	-	0
IX	0-10	8	49	15	14	6	5	11	22	8.20	0
	10-20	> 10	48	12	8	11	7	14	32	4.47	0
	30-40	> 30	-	-	-	-	-	-	-	-	20.7
XIII	0-10	1	47	11	11	10	5	4	19	6.74	0
	15-25	5	57	14	12	9	5	4	13	0.91	0
	30-40	-	57	13	11	9	6	5	20	-	0
	50-60	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	10.1

Mięszszość omawianych gleb jest bardzo zróżnicowana, od płytkich do bardzo głębokich (ryc. 5), dominują dość głębokie, tj. 50—100 cm miąższości (biorąc za podstawę podział gleb wytworzonych ze skał masywnych). Nie daje się przy tym zauważyć prawidłowości między ich miąższością a hipsometrią badanego obiektu. Należy również podkreślić, że budowa glebowa została w wielu miejscach zniekształcona przez liczne wykroty (dawne).



Iluc. 5. Schematyczna mapa gleb; gleby brunatne przeważnie wylugowane wytworzone z geł kredowych: a — płytkie i średnio głębokie (do 50 cm miąższości), b — głębokie (50—100 cm miąższości), c — bardzo głębokie (powyżej 100 cm miąższości)

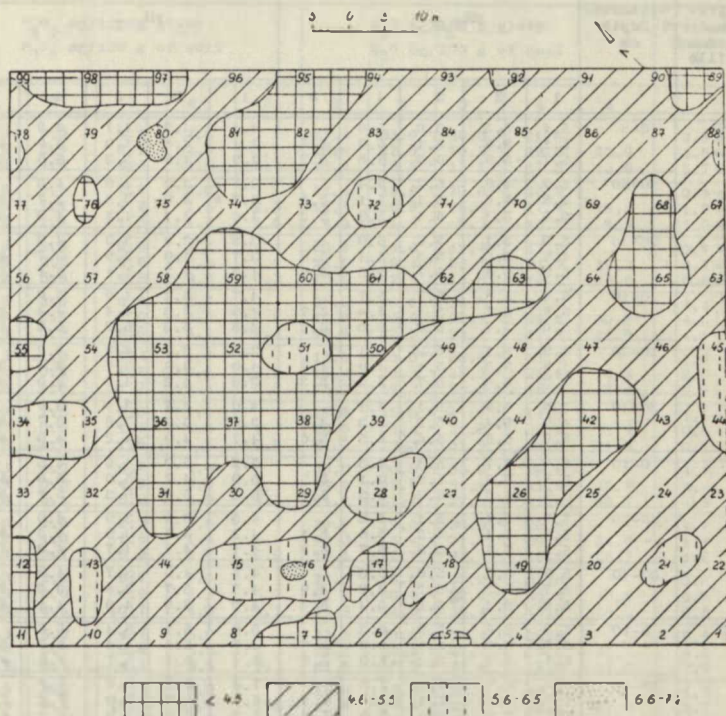
A schematic soil map; brown soils mostly leached, formed of crataceous gaizes: a — shallow and medium deep (up to 50 cm thick), b — deep (50—100 cm thick), c — very deep (above 100 cm thick)

Odczyn omawianych gleb jest bardzo zróżnicowany, od silnie kwaśnego do obojętnego, przy czym kwaśny i silnie kwaśny zdecydowanie przeważa (ryc. 6). Sporadycznie występujący odczyn obojętny jest zapewne związany z wykrotami i wymieszaniem wskutek tego warstw glebowych. CaCO_3 pojawia się na głębokości ok. 30—60 cm, tj. w mniej zwietrzałych skałach gełowych.

Zawartość próchnicy, łatwo przyswajalnego fosforu i potasu oraz odczyn gleb, a także ich dynamikę w trzech kolejnych sezonach wegetacyjnych (1968—1970) zestawiono w tab. 3 (z uwagi na wielkość tabeli nie zamieszczono wszystkich wyników).

Poszczególne poletka zawierają różne ilości próchnicy (od ok. 4 do 7%), a jej zawartość zmienia się w badanych okresach. Warto zaznaczyć, że w glebach mało zakwaszonych ilość próchnicy jest wyższa

niż w kwaśnych. W glebie niektórych poletek jej ilości wyraźnie się zmniejszają w drugim i trzecim roku. Zawartość próchnicy również znacznie maleje wraz z głębokością.



Ryc. 6. Mapka odczynu gleb (pH w 1n KCl) — wiosna r. 1968
A map of soil reaction (pH in 1 N KCl) — spring 1968

Zasobność w łatwo przyswajalny dla roślin fosfor jest na ogół zła i zazwyczaj wraz z głębokością maleje. Inaczej układa się zasobność gleb w łatwo przyswajalny potas. W większości poletek następował w kolejnych latach spadek zasobności w potas (tab. 3). Niewątpliwie wiąże się to ze zmniejszającą się ilością ściółki w miarę trwania badań. Zawartość potasu wraz z głębokością profili maleje, ale ta ogólna prawidłowość w odniesieniu do poszczególnych poletek kształtuje się odmiennie.

Odczyn gleb (pH w 1n KCl) wykazuje w trzech kolejnych latach prawidłowość następującą: poziom 10—20 cm jest bardziej kwaśny niż A_1 , zbliżone wartości do poziomu środkowego ma również poziom 30—40 cm. Rozmieszczenie pH_c jest bardziej złożone.

Zawartość fosforu zmienia się sezonowo dość znacznie, podobnie jak potasu. Wahania w wartościach pH_w są również duże, a oscylacje pH_c jeszcze większe. Nie zauważa się jednak prawidłowości w rytmie zmian

Tab. 3. Dynamika odczynu oraz zasobności w
The dynamics of the reaction and of the content of

Nr profilu No. of profile	Głębokość Depth cm	pH _{H₂O}					pH _{KCl}				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
19	0-8	5.1	5.5	5.0	5.6		4.1	4.5	4.7	4.9	
		5.1	5.9	5.1	5.0	5.9	4.1	4.8	4.0	3.9	4.9
		5.7	5.9	6.2	6.5	5.7	4.2	4.8	5.2	5.6	4.5
	10-20	4.9	4.9	5.2	5.1		3.7	3.9	4.0	4.3	
		4.9	5.6	5.1	5.1	5.6	3.7	4.0	3.8	3.7	4.2
		5.3	5.4	5.1	5.9	5.2	4.0	4.1	4.1	4.3	3.9
30-40	5.0	5.1	5.2	6.0		3.9	3.9	3.9	4.8		
	4.8	5.6	5.1	5.1	5.6	3.7	4.0	3.9	3.7	4.0	
	5.5	5.9	5.7	5.5	5.6	4.0	4.2	4.1	4.1	4.3	
41	0-10	5.4	5.8	5.7	5.7		4.7	5.2	4.9	5.0	
		5.8	5.7	5.1	5.1	5.7	4.9	5.3	4.4	4.1	4.7
		5.6	5.7	6.2	6.0	6.0	4.8	5.3	5.2	5.0	4.9
	10-20	4.9	5.1	5.2	5.1		3.8	3.9	4.0	4.0	
		4.9	5.3	5.1	4.9	4.7	4.0	3.9	3.7	3.5	3.5
		5.3	5.5	5.7	5.2	5.3	3.9	4.2	4.5	4.0	4.0
30-40	5.0	4.9	5.1	5.1		4.0	3.7	3.8	3.9		
	4.9	5.4	5.2	5.3	4.8	3.7	3.7	3.6	3.7	3.4	
	5.6	5.6	5.6	5.5	5.6	4.1	4.0	4.2	4.0	4.0	
57	0-10	6.0	5.7	5.1	5.5		5.2	5.0	4.6	4.8	
		5.9	5.6	5.9	6.1	5.9	5.0	4.7	5.0	5.0	5.0
		6.5	6.3	6.2	6.3	8.6	6.2	5.1	5.3	5.2	5.7
	10-20	5.7	5.1	5.1	5.2		4.5	3.9	3.9	4.0	
		5.8	5.1	5.2	5.9	5.1	4.2	3.7	3.9	4.3	3.5
		5.5	5.6	5.8	5.7	6.2	4.1	4.3	4.7	4.3	4.8
30-40	5.8	5.2	5.0	5.3		4.5	4.0	3.7	4.0		
	5.7	5.2	5.2	4.8	4.9	4.3	3.7	3.8	3.5	3.5	
	5.2	5.4	5.5	5.4	5.4	4.0	3.9	4.0	4.1	4.0	
62	0-10	6.3	5.8	5.9	6.3		5.6	5.1	5.1	5.5	
		5.5	5.8	5.1	6.2	5.9	4.7	5.0	4.4	5.7	5.1
		6.4	5.9	6.4	5.2	5.9	5.4	5.0	5.7	4.6	4.9
	10-20	7.5	6.8	7.1	7.5		7.0	6.9	6.7	6.7	
		7.1	7.2	7.1	7.1	7.1	6.9	6.9	7.0	7.2	7.0
		7.7	7.9	6.9	7.9	7.9	7.3	7.3	4.9	7.1	6.7
68	0-10	5.7	5.5	5.5	5.1		4.8	4.6	4.5	4.1	
		5.6	5.6	5.9	5.8	5.6	4.4	4.5	4.7	4.6	4.2
		5.7	5.5	5.7	5.6	5.8	4.7	4.7	4.5	4.8	4.6
	10-20	5.2	4.9	4.9	4.8		4.2	4.0	3.9	3.7	
		5.3	5.1	5.0	5.1	4.9	3.7	3.8	3.7	3.7	3.5
		6.0	5.6	5.5	5.6	5.5	4.3	4.1	4.2	4.3	4.3
30-40	5.3	5.0	4.9	4.7		4.1	4.0	3.7	3.7		
	5.3	5.1	5.1	5.0	5.0	3.6	3.5	3.6	3.5	3.7	
	5.9	5.6	5.5	5.5	5.5	4.1	4.1	4.1	4.0	4.0	
80	0-10	6.9	7.0	6.9	6.9	6.9	6.8	6.9	6.5	6.8	6.8
		7.1	7.2	7.4	7.5	6.9	7.0	7.0	7.1	7.1	6.5
	12-20	7.5	7.2	7.5	7.3	7.5	7.2	7.0	7.3	7.1	7.2
		7.7	7.5	7.5	7.6	7.0	7.2	7.0	7.1	7.1	6.9
	30-40	7.7	7.4	7.8	7.7	7.6	7.2	7.2	7.6	7.4	7.5
		8.0	8.1	8.2	8.3	8.2	7.5	7.7	7.8	7.7	7.7

Terminy pobrania próbek glebowych - time of collecting the soil samples:

1968: 1 - 25 V, 2 - 3 VII, 3 - 28 VIII, 4 - 3 X

1969: 1 - 5 V, 2 - 19 VI, 3 - 30 VII, 4 - 25 IX, 5 - 11 XI

1970: 1 - 6 V, 2 - 20 VI, 3 - 5 VIII, 4 - 26 IX, 5 - 11 XI

w odniesieniu do poszczególnych poletek. Brak jest ponadto korelacji między zmianami w poziomie A_1 a poziomami dolnymi. Jeżeli chodzi o wartości pH_w , to są one w dolnych poziomach na ogół mniejsze niż w A_1 .

Ryc. 7 ilustruje przykładowo dynamikę odczynu oraz zawartość fosforu i potasu w poletku 31.

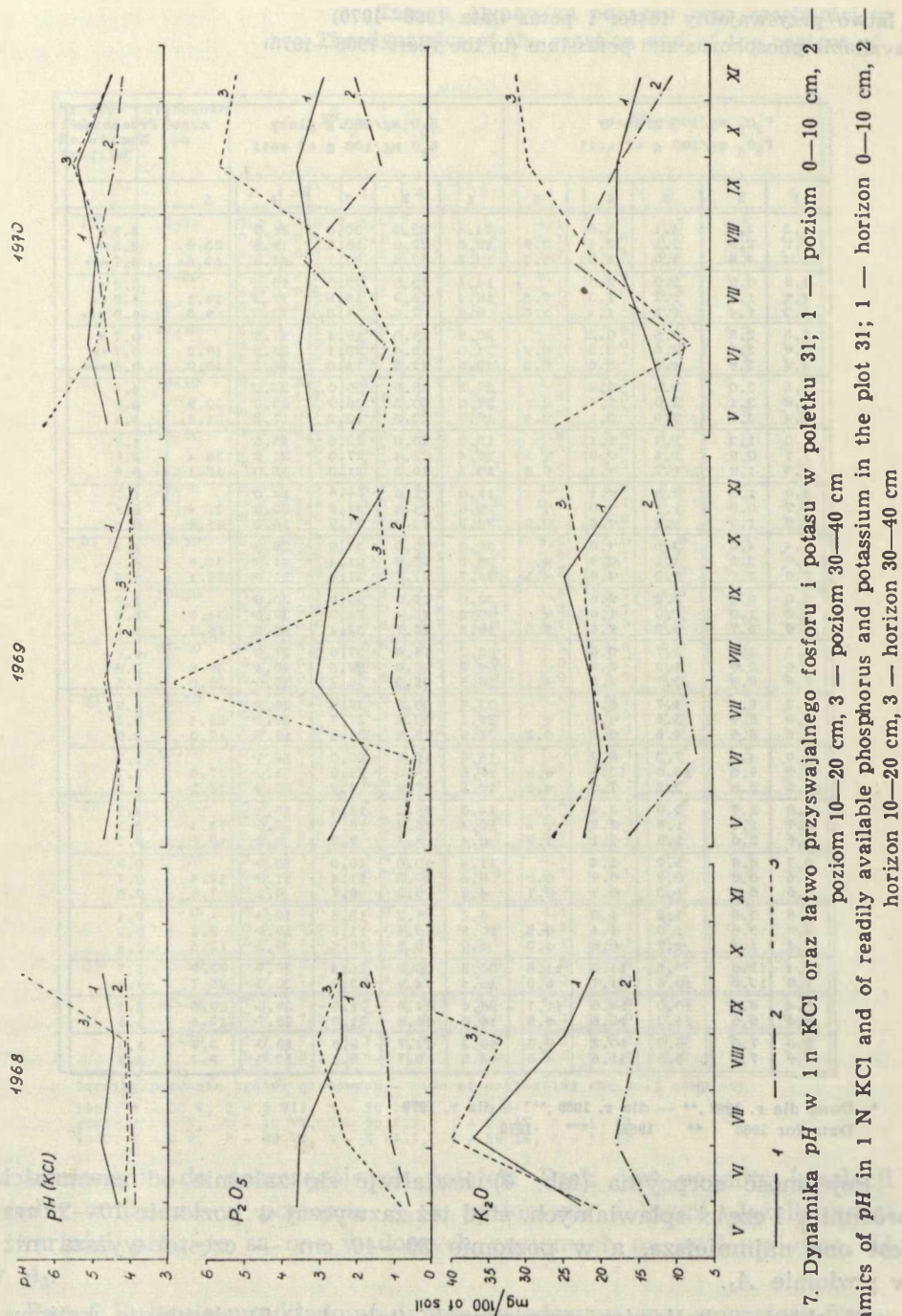
łatwo przyswajalny fosfor i potas (lata 1968—1970)
available phosphorus and potassium (in the years 1968—1970)

P ₂ O ₅ mg/100 g gleby P ₂ O ₅ mg/100 g of soil					K ₂ O mg/100 g gleby K ₂ O mg/100 g of soil					Próchnica Humus %
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
4.3	3.0	4.1	4.6		24.1	22.0	30.0	21.8		3.8*
3.5	2.9	3.1	2.4	3.9	19.8	22.0	19.5	19.6	23.9	3.5**
4.1	4.8	4.0	4.0	3.3	13.2	12.8	13.7	17.8	13.6	3.7***
1.8	0.8	2.9	2.0		14.1	13.0	20.0	16.2		0.9*
1.1	1.1	1.2	1.3	2.5	19.1	16.9	16.5	17.4	19.1	1.0**
1.2	1.4	1.5	1.1	1.5	9.9	7.6	8.3	13.3	9.5	1.2***
3.5	2.8	2.6	3.2		20.8	11.0	19.1	17.0		0.7*
2.6	3.2	2.6	3.3	4.9	21.0	16.4	23.1	21.0	19.2	0.7**
4.2	5.8	1.8	3.6	6.2	13.6	12.5	14.0	15.2	16.0	0.6***
3.5	3.0	2.8	2.8		27.2	28.0	30.0	23.0		4.1
2.8	3.1	2.0	2.5	2.1	28.0	30.5	26.9	26.0	30.8	4.1
3.4	3.9	3.6	3.4	2.4	16.9	22.5	23.2	17.2	21.9	4.1
1.3	1.3	1.4	1.1		15.0	20.0	23.6	15.5		1.6
1.1	0.9	1.5	0.9	1.2	16.1	22.4	27.3	21.9	26.4	2.0
1.5	1.8	1.7	1.1	0.8	15.3	19.2	21.3	15.0	17.1	0.5
2.0	1.5	0.8	1.1		19.0	15.0	24.4	14.0		1.0
0.7	0.5	1.1	1.0		25.6	24.4	31.8	22.6	31.4	0.8
3.5	1.9	1.8	1.6	0.9	21.2	23.3	21.9	16.5	21.9	0.6
3.4	4.0	3.6	4.0		30.0	30.0	35.0	26.8		4.1
3.9	3.5	4.2	3.9	4.1	39.5	27.8	31.4	41.9	32.6	4.1
7.0	5.1	5.2	4.9	4.3	31.7	21.7	27.1	21.0	28.1	4.6
3.0	2.0	2.2	2.6		30.0	19.0	30.0	20.6		1.2
2.2	1.0	1.6	1.6	2.1	43.3	15.4	21.9	39.6	31.0	1.1
3.9	3.7	5.2	2.6	2.8	18.1	22.7	32.4	16.5	26.7	1.0
4.3	2.0	3.7	5.6		33.0	16.6	37.0	27.3		0.6
3.0	2.0	1.9	2.2		61.8	20.0	22.6	40.4	40.6	0.8
6.6	8.6	10.7	4.0	4.1	16.9	32.3	36.4	16.0	25.0	0.5
7.3	5.3	4.7	5.0		33.5	30.0	37.4	29.8		6.9
8.0	9.9	5.6	4.8	7.1	29.1	33.2	27.7	29.2	29.4	5.5
4.6	8.5	4.5	3.6	3.2	21.9	18.9	24.8	19.7	17.0	3.9
5.0	4.1	7.3	8.9		15.0	16.8	20.0	18.1		1.3
8.3	9.5	12.0	13.8	8.5	17.8	16.0	23.0	32.0	27.6	1.7
10.5	6.8	3.2	7.5	4.0	13.2	17.0	9.9	20.1	12.2	1.5
2.8	2.7	2.0	2.4		14.0	18.2	18.4	15.1		4.7
2.7	1.2	1.8	2.2	1.4	15.4	16.1	16.0	19.0	13.1	3.3
1.6	2.6	1.8	2.1	1.9	8.4	8.7	9.9	9.2	10.7	2.2
0.7	0.8	1.2	1.4		11.4	10.0	10.0	10.0		0.8
0.6	0.8	0.9	0.9	0.6	8.5	10.2	11.4	11.3	12.4	0.7
0.6	0.9	1.3	0.7	0.7	4.9	6.2	6.7	6.2	7.8	0.5
0.8	0.9	1.2	1.0		8.2	8.2	15.9	12.1		0.4
0.9	0.8	1.0	1.4	0.5	10.9	13.8	11.5	13.9	8.3	0.3
1.1	1.1	1.7	0.8	1.0	6.0	8.8	10.6	9.2	12.5	0.4
10.4	12.8	7.5	11.0	11.8	35.0	30.6	26.1	36.7	30.0	5.7
7.8	13.6	10.6	11.7	6.9	15.4	24.9	23.0	30.2	25.7	4.9
8.4	6.9	10.0	14.0	11.7	28.6	24.6	26.0	39.0	20.8	2.1
9.6	9.9	11.2	12.6	6.9	16.0	15.8	21.0	28.7	12.4	1.8
8.0	7.0	6.2	10.2	9.6	19.2	11.7	9.8	19.0	3.9	1.3
6.9	7.1	5.8	11.6	4.0	4.5	6.7	5.1	13.0	9.3	1.4

* Dane dla r. 1968, ** — dla r. 1969, *** -- dla r. 1970
Data for 1968 ** 1969 *** 1970

Pojemność sorpcyjna (tab. 4) kształtuje się zależnie od zawartości próchnicy i części spalwalnych, stąd też zazwyczaj w poziomie 10—20 cm jest ona najmniejsza, a w poziomie 30—40 cm — często wyższa niż w poziomie A₁.

W składzie kationów wymiennych (tab. 4 i 5) dominują kationy wodoru i wapnia, udział pozostałych (Mg, K i Na) jest w zasadzie



Ryc. 7. Dynamika pH w 1 n KCl oraz łatwo przyswajalnego fosforu i potasu w poletku 31; 1 — poziom 0—10 cm, 2 — poziom 10—20 cm, 3 — poziom 30—40 cm
 Dynamics of pH in 1 N KCl and of readily available phosphorus and potassium in the plot 31; 1 — horizon 0—10 cm, 2 — horizon 10—20 cm, 3 — horizon 30—40 cm

Tab. 4. Dynamika pojemności sorpcyjnej, kationów wodoru oraz stopnia nasycenia gleb kationami zasadowymi (r. 1969).
The dynamics of cation exchange capacity, hydrogen cations and the saturation degree of soils with basic cations (1969).

Nr pró- stek No. of plots	Głęb- okość Depth cm	m.e./100 g of soil										V = Σ. 100 %									
		T										S = Σ - H									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
19	0-9	14.5	14.2	14.2	15.9	16.2	8.1	5.5	7.0	7.5	4.4	5.4	7.7	7.2	8.4	11.8	44.1	51.2	50.7	52.8	72.8
	10-20	10.2	9.1	10.6	12.2	13.0	7.2	3.4	3.2	6.8	3.2	5.4	5.7	5.4	6.2	11.8	52.9	62.6	50.6	59.8	78.7
31	0-9	20.7	15.9	18.1	23.1	23.2	7.2	4.4	5.2	6.8	4.5	13.5	11.5	12.9	16.3	18.7	62.2	72.3	71.3	70.6	80.6
	10-20	8.1	12.3	19.7	20.8	10.2	5.2	5.6	8.4	9.1	5.2	9.0	6.7	11.3	11.7	5.0	62.4	54.5	57.4	56.2	49.0
38	0-9	14.2	12.3	16.9	6.4	6.5	4.0	4.8	9.4	3.6	2.4	4.1	3.1	7.5	2.8	4.1	50.6	39.2	44.4	43.7	61.1
	10-20	14.2	14.0	25.0	12.2	18.2	2.2	3.2	2.7	3.2	3.2	12.0	10.8	22.3	9.0	15.0	84.5	77.1	89.2	73.8	92.4
41	0-9	18.7	12.6	17.5	19.3	17.7	5.8	6.3	6.8	8.2	12.0	8.9	6.3	10.7	10.1	5.7	60.5	50.0	61.1	55.2	32.2
	10-20	9.1	24.8	10.7	21.1	11.1	2.8	5.6	5.6	4.6	6.8	3.1	3.4	5.1	4.3	4.3	38.1	34.7	47.7	47.2	38.7
57	0-9	14.6	24.8	20.0	21.2	11.0	9.1	9.6	11.0	11.5	5.5	5.5	15.2	5.0	9.7	5.5	37.7	61.3	45.0	45.7	50.0
	10-20	19.6	22.2	25.0	23.2	22.0	5.8	7.6	8.4	9.0	5.9	13.8	14.6	16.6	14.2	16.1	70.4	65.7	66.4	61.2	73.2
62	0-9	14.2	18.5	17.5	18.9	15.0	6.0	7.0	6.7	8.4	6.0	8.2	11.5	9.8	20.5	9.0	57.7	62.2	76.0	52.5	60.0
	10-20	20.0	24.5	20.7	26.5	23.2	6.8	6.2	6.0	5.8	7.3	13.2	18.3	13.7	20.7	15.9	66.0	74.7	71.0	78.1	68.5
6R	0-10	30.0	18.2	17.7	20.0	19.1	5.4	5.5	4.6	2.8	5.6	15.6	12.7	13.1	17.2	13.5	73.0	69.8	74.0	86.9	70.7
	10-20	15.0	13.1	13.1	13.0	13.7	3.6	5.6	4.6	3.2	5.8	11.4	7.0	8.5	9.8	6.2	76.0	55.6	64.9	75.4	63.5
80	0-10	18.5	15.2	15.2	13.4	13.4	2.8	5.6	4.3	5.8	5.0	15.7	9.9	10.9	13.4	7.6	84.0	63.9	71.7	69.7	56.7
	10-20	11.9	12.0	12.6	12.1	11.0	4.4	3.8	4.4	4.0	4.6	7.5	8.2	8.2	8.1	6.4	63.0	68.3	65.1	66.9	58.2
80	0-10	5.8	6.8	9.2	6.5	12.7	2.8	3.0	3.8	3.4	3.4	3.0	3.8	2.7	7.3	7.3	51.7	35.6	50.0	41.5	37.5
	10-20	12.1	11.9	11.7	14.0	6.1	5.0	4.6	4.3	5.4	2.8	7.1	7.3	6.9	8.6	3.3	58.7	61.3	58.9	61.4	57.5
80	0-10	21.2	24.0	23.0	23.9	23.6	5.6	4.8	5.1	2.4	5.4	15.6	19.2	16.9	21.5	17.8	73.5	80.0	76.8	89.9	76.7
	10-20	18.5	20.3	21.5	21.7	22.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	25.6	26.4	22.8	26.4	26.4	97.7	97.7	96.6	96.0	96.0
80	0-10	26.2	27.0	23.6	27.0	27.5	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	25.6	26.4	22.8	26.4	26.4	97.7	97.7	96.6	96.0	96.0
	10-20	19.4	18.8	21.5	21.5	21.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	25.6	26.4	22.8	26.4	26.4	97.7	97.7	96.6	96.0	96.0
80	0-10	21.7	20.3	20.0	18.5	18.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	25.6	26.4	22.8	26.4	26.4	97.7	97.7	96.6	96.0	96.0
	10-20	21.7	20.3	20.0	18.5	18.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	25.6	26.4	22.8	26.4	26.4	97.7	97.7	96.6	96.0	96.0

Terminy pobrania próbek glebowych - Time of collecting the soil samples: 1 - 5 V, 2 - 19 VI, 3 - 30 VII, 4 - 25 VIII, 5 - 14 XI

Tab. 5. Dynamika kationów o charakterze zasadowym (r. 1969).
The dynamics of cations of basic character (1969)

Nr pró- bi No. of soil profile	Głęb- okość Depth cm	m.e./100 g gliny m.e./100 g of soil/																			
		Ca					Mg					K									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
19	0-8	3.4	4.7	3.0	3.0	6.7	0.65	0.57	0.65	0.80	1.3	0.30	0.37	0.34	0.32	0.32	0.16	0.17	0.13	0.13	0.13
	10-20	2.2	2.7	1.8	6.1	2.5	0.50	0.77	0.70	0.96	1.1	0.24	0.23	0.21	0.22	0.28	0.13	0.13	0.13	0.13	0.19
	30-40	5.9	6.4	6.7	10.1	12.6	0.51	0.42	0.99	0.45	1.5	0.27	0.23	0.33	0.31	0.32	0.21	0.23	0.20	0.26	0.36
31	0-10	4.2	2.6	5.4	7.3	1.8	0.42	0.38	0.74	0.85	0.74	0.29	0.27	0.31	0.44	0.24	0.19	0.18	0.14	0.21	0.15
	12-20	7.5	0.9	2.7	1.1	1.8	0.42	0.28	0.38	0.39	0.55	0.15	0.07	0.11	0.10	0.15	0.11	0.08	0.16	0.11	0.15
	25-40	5.1	5.1	15.0	5.4	9.8	0.68	0.68	1.10	0.53	0.73	0.18	0.29	0.86	0.26	0.34	0.14	0.17	0.30	0.20	0.27
38	0-10	5.1	3.6	5.0	5.5	2.8	0.68	0.46	0.54	0.50	0.80	0.22	0.06	0.30	0.31	0.13	0.15	0.15	0.13	0.17	0.18
	10-20	1.2	1.2	3.4	1.9	2.2	0.32	0.34	1.54	0.60	0.34	0.08	0.09	0.17	0.13	0.12	0.11	0.09	0.13	0.10	0.16
	30-40	3.5	11.7	5.9	5.8	2.6	1.03	0.44	0.46	-	0.52	0.08	0.06	0.09	0.07	0.25	0.13	0.23	0.20	0.17	0.17
41	0-10	8.3	10.6	8.5	9.1	10.7	1.14	0.38	0.94	1.02	1.20	0.35	0.54	0.48	0.49	0.50	0.19	0.22	0.20	0.22	0.26
	10-20	8.4	6.2	5.2	5.8	5.8	1.57	0.86	0.74	0.94	0.94	0.34	0.36	0.44	0.28	0.59	0.13	0.20	0.18	0.19	0.21
	30-40	5.1	11.3	5.1	14.3	10.8	1.17	1.08	1.02	1.32	1.18	0.34	0.40	0.50	0.34	0.29	0.22	0.26	0.21	0.33	0.28
57	0-10	9.0	7.4	8.6	10.0	7.8	0.85	1.09	1.12	1.13	0.97	0.71	0.60	0.62	0.81	0.46	0.25	0.24	0.26	0.27	0.20
	10-20	6.0	3.9	4.4	5.0	4.6	0.94	0.49	0.56	0.77	1.05	0.79	0.32	0.35	0.72	0.43	0.21	0.20	0.19	0.20	0.19
	30-40	10.0	8.5	6.4	7.8	4.0	1.22	1.22	0.79	0.78	1.16	1.11	0.25	0.32	0.56	0.23	0.29	0.24	0.25	0.26	0.20
68	0-10	3.4	3.5	4.2	4.0	2.7	0.76	0.62	0.80	0.98	0.90	0.29	0.30	0.33	0.33	0.28	0.17	0.19	0.22	0.20	0.17
	10-20	6.9	1.6	2.0	1.6	3.6	0.43	0.10	0.52	1.62	1.08	0.14	0.15	0.17	0.11	0.15	0.14	0.17	0.19	0.15	0.18
	30-40	3.5	4.3	3.2	6.1	1.1	0.37	0.56	0.62	0.73	0.36	0.15	0.23	0.14	0.30	0.10	0.17	0.21	0.19	0.27	0.14
62	0-10	10.4	12.2	11.3	14.7	12.0	0.54	0.40	1.13	0.36	0.84	0.56	0.69	0.38	0.65	0.55	0.30	0.32	0.33	0.33	0.31
	10-20	13.7	16.7	17.0	16.4	16.5	0.34	0.70	0.76	0.26	0.86	0.40	0.32	0.42	0.47	0.46	0.21	0.21	0.25	0.22	0.40
	30-40	13.9	21.1	15.6	20.7	22.6	0.21	0.36	0.20	0.74	0.80	0.68	0.59	0.63	0.70	0.46	0.42	0.40	0.35	0.44	0.35
80	0-10	18.7	13.6	18.2	16.7	17.9	0.23	0.27	0.51	0.20	0.59	0.55	0.50	0.40	0.67	0.35	0.37	0.36	0.38	0.40	0.37
	10-20	18.0	16.5	19.0	16.4	16.9	0.40	0.42	0.42	0.20	0.74	0.41	0.20	0.15	0.33	0.10	0.40	0.39	0.40	0.34	0.35

Terminy pobrania próbek glebowych Time of collecting the soil samples 5 19 VI 30 VII 14 XI

niewielki. Magnez występuje w ilościach 2—20 razy mniejszych niż wapń, potas zaś wykazuje przewagę nad sodem, a w kilku poletkach ten ostatni dorównuje magnezowi.

Rozmieszczenie kationów wymiennych w poszczególnych profilach jest różne. Na ogół kompleks sorpcyjny poziomu 10—20 cm zawiera najmniej kationów Ca i Na. H, Mg i K wykazują tę prawidłowość tylko w części poletek. Podobnie kształtuje się stopień nasycenia gleb kationami o charakterze zasadowym.

Obserwuje się w poziomie akumulacyjnym zmiany okresowe, choć o różnym natężeniu, w pojemności sorpcyjnej, zawartości kationów wymiennych, a także stopniu nasycenia. Przeważnie mają one charakter

Tab. 6. Liczebność bakterii w glebie badanej powierzchni
The number of bacteria in the soil of the area examined

Data Date	Nitryfikujące kom./cm ³ gleby Nitri-fying cells/cm ³ of soil	Denitryfikujące kom./cm ³ gleby x 10 ³ Denitri-fying cells/cm ³ of soil x 10 ³	Amenifikujące kom./cm ³ gleby Ameni-fying cells/cm ³ of soil x 10 ³	Azotobakter Azoto-bacter	Celulolityczne kom./cm ³ gleby Cellulo-lytic cells/cm ³ of soil	Ogólnie kom./cm ³ gleby Total cells/cm ³ of soil x 10 ⁶	Rozkład celulozy Decompo-sition of cellulose %	Rozkład celulozy średnio Average decomposi-tion of cellulose %
27 V 1967	15	115	200	0	12	1950	—	—
27 VI	15	950	650	0	15	1320	10-37	28
10 VII	3	2500	950	0	6	655	—	—
10 VIII	12	2000	2500	0	5	335	12-32	15
2 IX	5	1500	2000	0	5	455	—	—
26 IX	35	650	1150	0	115	2070	6-48	18
13 X	3	95	150	0	3	2120	—	—
28 X	0	65	1150	0	5	1745	12-28	16
24 XI	3	1	65	0	5	245	11-44	17
11 IV 1968	0	750	450	0	0	235	—	—
26 IV	45	250	950	0	450	2145	—	—
11 V	0	400	750	0	250	1960	11-52	20
28 V	0	750	750	0	115	515	—	—
20 VI	0	950	250	0	95	445	15-41	25
6 VII	0	1150	750	0	75	460	—	—
30 VII	25	950	2000	0	25	550	0-46	11
16 VIII	40	1500	1150	0	115	675	—	—
31 VIII	0	1150	1500	0	95	550	12-34	16
14 IX	45	750	1500	0	250	1980	—	—
28 IX	25	250	950	0	450	1670	10-62	21
14 X	0	115	1500	0	115	455	—	—
27 X	0	1	1150	0	95	480	15-39	19
11 XI	0	1	250	0	0	360	—	—
20 IV 1969	10	250	450	0	95	1740	—	—
5 V	5	450	650	0	115	2015	10-38	21
22 V	12	950	1150	0	25	1695	—	—
10 VI	5	300	750	0	8	505	7-44	12
3 VII	3	450	350	0	0	340	—	—
28 VII	0	750	200	0	0	215	0-12	4
15 VIII	0	1150	950	0	0	190	—	—
2 IX	10	2000	750	0	5	1620	0-23	8
25 IX	25	1500	2500	0	30	1855	—	—
20 X	0	95	1500	0	15	630	6-31	14
1 XI	0	75	1150	0	12	965	—	—
15 V 1970	25	950	950	0	15	1420	—	—
15 VI	10	750	1150	0	25	980	10-37	22
15 VII	0	450	650	0	12	735	11-42	17
15 VIII	3	950	750	0	0	545	6-18	12
20 IX	0	750	950	0	10	1260	9-34	15
15 X	5	115	350	0	10	970	14-49	19
18 XI	0	350	450	0	7	1085	13-27	11

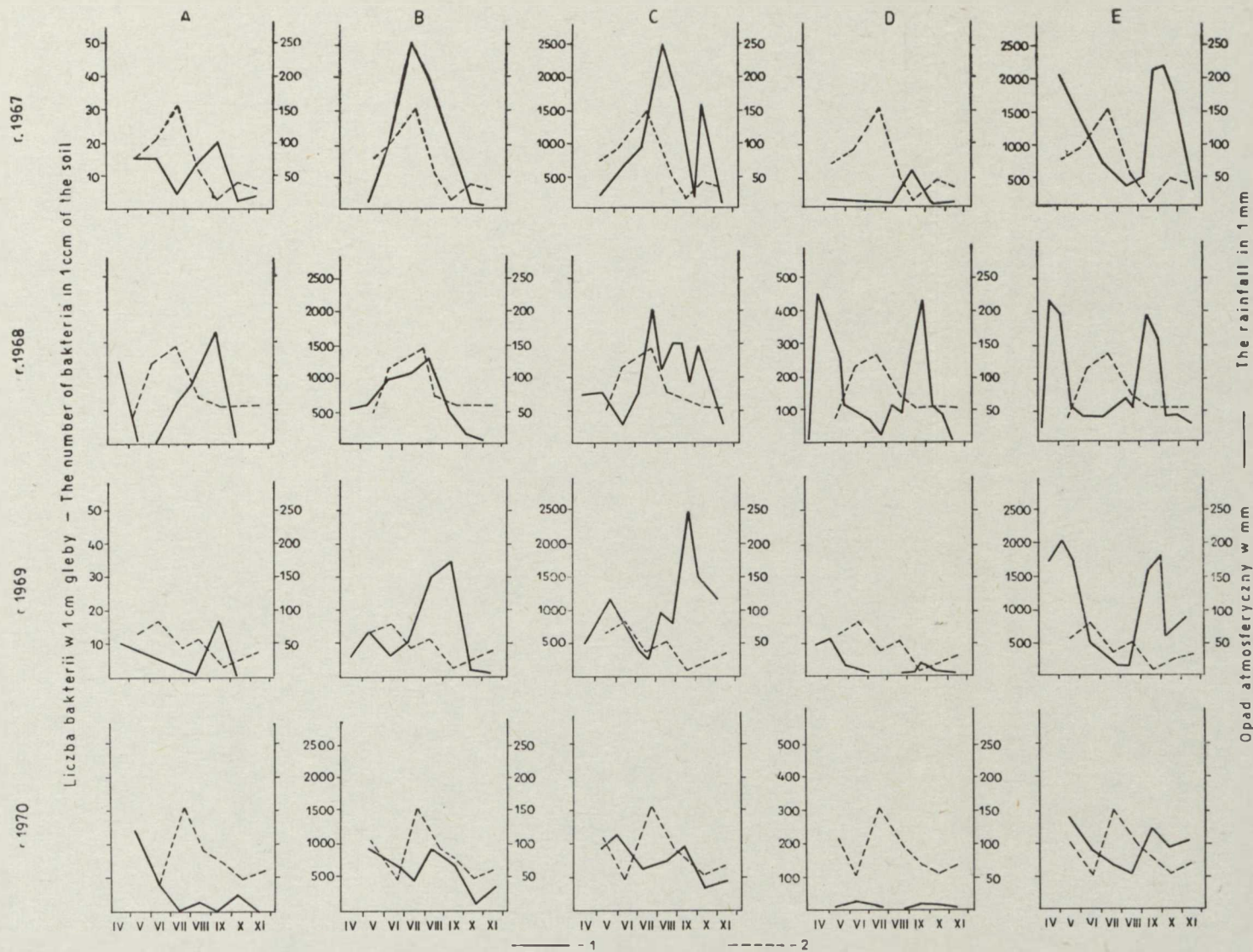
oscylacji odmiennych dla większości poletek, a także poziomów glebowych, przy czym określonym wahaniom w poziomie A_1 na ogół nie towarzyszą analogiczne wahania w poziomach 10—20 cm lub 30—40 cm. Należy dodać, że tylko w niektórych poletkach w poziomie A_1 i w odniesieniu do wybranego elementu można zauważyć pewne tendencje (np. wzrost Mg w lecie i w jesieni lub spadek zawartości H w lecie i jesienią).

Badania mikrobiologiczne. Gleba badanego terenu zawiera dość dużo bakterii (tab. 6). Opierając się na wzorze podanym przez Alexandra (1), obliczono, że komórki bakterii zajmowały 0,02—0,20% objętości gleby w warstwie 0—10 cm głębokości. Dla całego badanego obszaru wynosiło to 180—1800 dcm³ bakterii o masie 280—2800 kg. Na tak wysokie wyniki wpływa bez wątpienia bezpośrednia metoda określania ogólnej liczby bakterii. Najwyższa wartość uzyskana z sumowania wyników doświadczeń hodowlanych (tab. 6) dochodzi do 5×10^6 komórek bakterii w 1 cm³ gleby, zajmując 0,005% jej objętości, co stanowi wynik 500-krotnie niższy od uzyskanego metodą bezpośrednią.

W porównaniu z wynikami uzyskanymi przez Zimnego (61) w odniesieniu do gleb zespołów leśnych Środkowego Rostocza, gleba badanej powierzchni wykazuje duże podobieństwo, zwłaszcza w liczebności grup denitryfikatorów i nitryfikatorów. W porównaniu z glebami innych zespołów leśnych było w badanej glebie mniej bakterii (z wszystkich badanych grup fizjologicznych) niż w glebie zespołu *Carici elongatae-Alnetum* i *Tilio-Carpinetum*, natomiast więcej niż w glebie *Pino-Quercetum*, *Abietetum polonicum* i *Peucedano-Pinetum cladonietosum* (30). Badania innych autorów (2, 3, 54, 55, 59, 60) o zbliżonej problematyce, ze względu na stosowane metody nie pozwalają przeprowadzić porównań bez podania własności fizycznych gleby, takich jak ciężar właściwy czy wilgotność.

Wyniki kolejnych lat badań (tab. 6, ryc. 8) wykazują, że w miarę upływu czasu liczebność poszczególnych grup fizjologicznych bakterii jest coraz niższa. Jednocześnie dość wyraźnie widać pewną prawidłowość w rytmie zmian liczebności bakterii. Denitryfikatory osiągnęły wysoką liczebność w r. 1967 w lipcu i sierpniu oraz w r. 1969 we wrześniu. W tych latach najwyższe wartości odnosiły się także do ogólnej liczby bakterii (tab. 6), nie licząc kwietniowego wyniku z r. 1968. Były to także lata, kiedy liczba bakterii amonifikujących dochodziła do 2500×10^6 w cm³ gleby (10 VIII 1967 i 25 IX 1969). W r. 1968, poprzedzonym wysokimi opadami śniegu, bakterie nitryfikujące i celulolityczne były najliczniejsze. W ciągu sezonu wegetacyjnego roślin wyższych zauważyć można dość znaczne różnice w liczebności bakterii, najwięcej jest ich wiosną i wczesną jesienią, najmniej — w lecie i pod koniec jesieni (tab. 6, ryc. 8).

Porównując liczebność bakterii w poszczególnych miesiącach z sumami opadów przypadających na te okresy (tab. 6, ryc. 8), zauważa się



Ryc. 8. Miesięczne zmiany liczebności poszczególnych grup fizjologicznych bakterii na tle opadów deszczu; 1 — liczba bakterii, 2 — mm opadu deszczu; A — liczba bakterii nityfikujących w kom./cm³ gleby, B — liczba bakterii denitryfikujących w kom./cm³ gleby × 10³, C — liczba bakterii amonifikujących w kom./cm³ gleby × 10³, D — liczba bakterii celulo-litycznych w kom./cm³ gleby, E — ogólnaliczba bakterii w kom./cm³ gleby × 10⁶

Monthly variations of the number of the particular physiological groups of bacteria compared with rainfalls; 1 — number of bacteria, 2 — mm of rainfall; A — number of nitrifying bacteria — cells/cm³ of soil, B — number of denitrifying bacteria — cells/cm³ of soil × 10³, C — number of ammonifying bacteria — cells/cm³ of soil × 10³, D — number of cellulolytic bacteria — cells/cm³ of soil, E — total number of bacteria cells/cm³ of soil × 10⁶

pewne zależności, najwyraźniej widoczne w przypadku bakterii nitryfikujących (im wyższe opady, tym mniej bakterii i odwrotnie). Bardzo podobna jest liczebność grupy bakterii celololitycznych, zwłaszcza w latach 1967, 1968 i 1970 (r. 1969 charakteryzujący się najniższymi opadami w ciągu okresu badań nie wykazuje wyżej wspomnianej zależności). Przebieg krzywych obrazujących liczebność denitryfikatorów (ryc. 8) kształtuje się odmiennie (liczba bakterii wzrastała wraz ze wzrostem opadów).

Na ogół bakterie najbardziej liczne bywały we wrześniu, najmniej — w lipcu. Być może, wiąże się to z opadami atmosferycznymi (wrzesień był najsuchszym miesiącem, lipiec charakteryzował się najwyższymi opadami — tab. 1), które stwarzały w glebie warunki ograniczonego dostępu tlenu. To mogłoby ewentualnie tłumaczyć prostą zależność pomiędzy wielkością opadów a liczbą bakterii denitryfikujących i spadek liczebności pozostałych grup, zwłaszcza nitryfikatorów i bakterii celololitycznych.

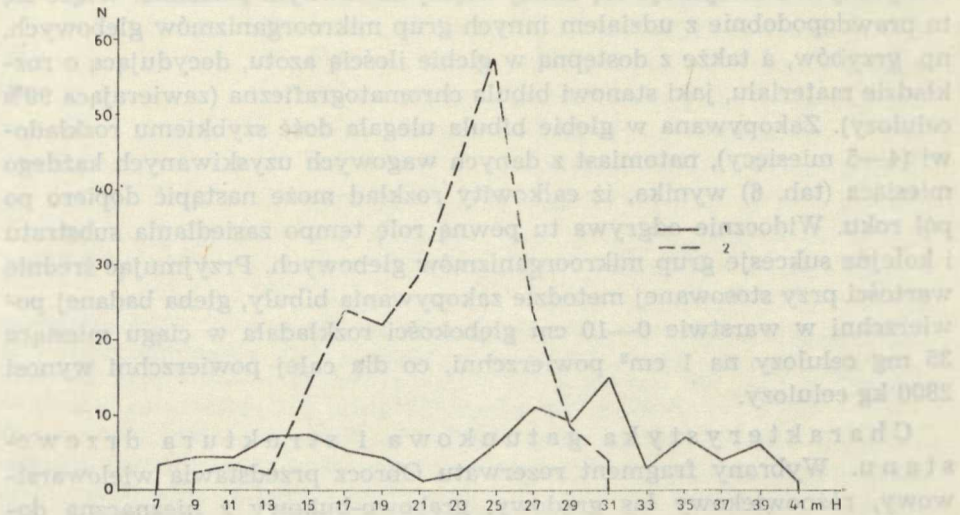
Uderzające było nieznaalezienie azotobaktera w ponad 360 próbach czteroletniego okresu badań. Jednakże w najbliższej okolicy w glebie zespołu *Abietetum polonicum* w rezerwacie Bukowa Góra znaleziono azotobaktera metodą opisaną przez F engler ową (30).

Tempo rozkładu celulozy (tab. 6), wyrażone w procentach w stosunku do masy celulozy zakopywanej w glebie (paski ważyły przeciętnie 180—210 mg), nie wykazuje korelacji ze znajduwanymi liczbami bakterii celololitycznych i utrzymuje się mniej więcej na równym poziomie. Wiąże się to prawdopodobnie z udziałem innych grup mikroorganizmów glebowych, np. grzybów, a także z dostępną w glebie ilością azotu, decydującą o rozkładzie materiału, jaki stanowi bibuła chromatograficzna (zawierająca 99% celulozy). Zakopywana w glebie bibuła ulegała dość szybkiemu rozkładowi (4—5 miesięcy), natomiast z danych wagowych uzyskiwanych każdego miesiąca (tab. 6) wynika, iż całkowity rozkład może nastąpić dopiero po pół roku. Widocznie odgrywa tu pewną rolę tempo zasiedlania substratu i kolejne sukcesje grup mikroorganizmów glebowych. Przyjmując średnie wartości przy stosowanej metodzie zakopywania bibuły, gleba badanej powierzchni w warstwie 0—10 cm głębokości rozkładała w ciągu miesiąca 35 mg celulozy na 1 cm² powierzchni, co dla całej powierzchni wynosi 2800 kg celulozy.

Charakterystyka gatunkowa i struktura drzewostanu. Wybrany fragment rezerwatu Obroc przedstawia wielowarstwowy, różnowiekowy las grądowy, grabowo-bukowy z nieznaczną domieszką jodły i osiki (ryc. 9, 10, 11). Na powierzchni rośło 331 drzew, w tym: buka 91 szt., grabu 227 szt. oraz 9 jodeł i 4 osiki. W okresie prowadzonych obserwacji 10 drzew obumarło (tab. 7). W warstwie podrostu i podszytu naliczono wiosną 1967 r. 3928 drzew i krzewów, z czego: buka



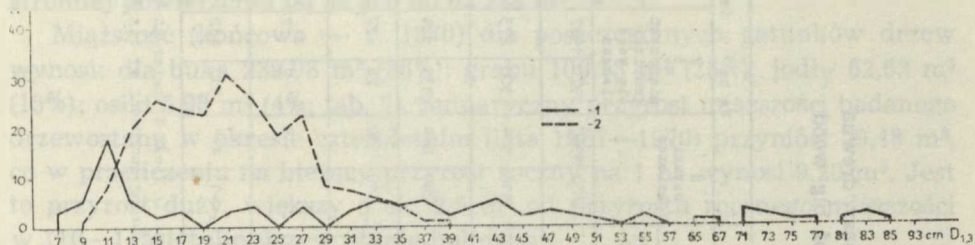
Ryc. 9. Drzewostan powierzchni badawczej
The tree cover of the area investigated



Ryc. 10. Struktura wysokości drzew; N — liczba drzew, H — wysokość drzew w m,
1 — buk, 2 — grab

The structure of the height of trees, N — number of trees, H — height of trees
in m, 1 — beech, 2 — hornbeam

3740 szt., jaworu 134 szt. (ryc. 12). Pozostałych gatunków, jak: klon, osika i bez czarny, naliczono po kilkanaście drzew, innych: świerka, jodły, wiązu górskiego, grabu i jesionu — zaledwie po kilka. Nalot składał się głównie z buka.

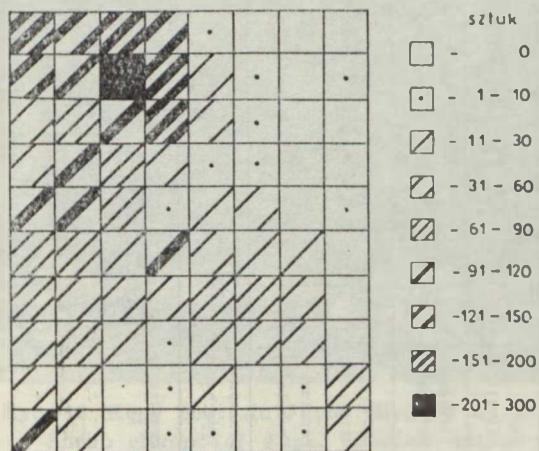


Ryc. 11. Struktura grubości drzew; N — liczba drzew, $D_{1,3}$ — pierśnica drzew w cm; 1 — buk, 2 — grab

The structure of the thickness of trees, N — number of trees, $D_{1,3}$ — mean diameter at breast height in cm; 1 — beech, 2 — hornbeam

Stopień zadrzewienia drzewostanu w r. 1967 wyniósł 0,83, a w r. 1970 — 0,88. Skład gatunkowy drzewostanu w pierwszym roku badań przedstawiał się dla poszczególnych gatunków drzew (wg ich miąższości) następująco: buk — 5,7; grab — 2,5; jodła — 1,6; osika — 0,2. W ostatnim roku badań różnił się on nieznacznie, wynosząc dla buka — 5,8; grabu — 2,6; jodły — 1,5; osiki — 0,1.

Objętość przestrzenna całego drzewostanu wynosiła 157 376 m³ przy średniej arytmetycznej wysokości drzew 25,0 m (dla wszystkich gatunków). Podkapowa przestrzenna objętość drzewostanu miała 112 674 m³ przy średniej arytmetycznej wysokości podstawy koron dachu lasu 18,4 m. Rzut koron drzew na dno lasu zajmował 6 123 m² (77% powierzchni). Objętość



Ryc. 12. Rozmieszczenie podrostu buka (liczba osobników w kwadracie 10×10 m)

Distribution of the beech shrub (number of specimens in a square 10×10 m)

Tab. 7. Miąższość drewna wszystkich drzew i 4-letni przyrost biomasy drewna
Standing crop of wood of all trees and a 4-year volume increment of big wood
biomass

Działek Species	D, m.ś. /DBH/ cm		H Height		Jakosc techn. /szac./ quality technic. /estim./	Na powierzchni badawczej In the study area						Na ha - On ha										
	N liczba drzew number of trees		V miąższość grubizny big wood biomass			Zb m ³ Annual 1967- 1970	N sztuki specimen	V m ³ miąższość grubizny biomass	Zb m ³ Annual 1967- 1970	N sztuki specimen	V m ³ miąższość grubizny biomass	Zb m ³ Annual 1967- 1970										
	1970	1967	1970	1967									1970	1967	1970	1967						
	szc. spec.	szc. spec.	szc. spec.	szc. spec.		szc. spec.	szc. spec.	szc. spec.	szc. spec.	szc. spec.	szc. spec.	szc. spec.	szc. spec.	szc. spec.								
Fagus silvatica	44.1	42.3	33.4	33.1	2	91	27	27	41 +1	27	239.98	53	220.08	57	4.98	19.92	114	114	300	275	6.22	24.8
Carpinus betulus	33.0	22.5	23.9	22.8	2	227	69	227	9	69	106.73	26	98.97	25	1.94	7.76	284	284	133	124	2.42	9.68
Abies alba	75.7	74.7	35.4	35.3	1	8	3	9	1	3	62.63	15	61.31	16	0.33	1.32	10	10	78	77	0.41	1.64
Populus tremula	40.3	39.0	26.2	26.0	1	5	1	4	2	1	5.98	1	5.49	2	0.12	0.48	5	5	7	7	0.15	0.60
Drzewostan Tree cover						331	100	331	48	100	415.32	100	395.85	100	7.37	29.48	413	413	517	482	9.20	36.7

Oznaczenia
Explanation: D, m.ś. - średnica drzew /number of trees dead/ D, m.ś. - średnica drzew /mean diameter at breast height /DBH/ H - wysokość drzew /mean height/ Zb - przyrost miąższości grubizny /volume increment of big wood biomass/

przestrzenna koron „zielonego dachu lasu” wynosiła 44 702 m³. W tej przestrzeni asymilowało w poszczególnych latach badań od 23 652 217 do 34 102 346 szt. liści buka, tworzących obustronną powierzchnię od 83 680 do 110 684 m² oraz 11 979 249 do 18 733 434 szt. liści grabu o łącznej dwustronnej powierzchni od 36 200 do 62 248 m².

Miąszość (końcowa — r. 1970) dla poszczególnych gatunków drzew wynosi: dla buka 239,98 m² (58%); grabu 106,73 m³ (26%); jodły 62,63 m³ (15%); osiki 5,98 m³ (4%; tab. 7). Sumaryczny przyrost miąższości badanego drzewostanu w okresie czteroletnim (lata 1967—1970) przyniósł 29,48 m³, co w przeliczeniu na bieżący przyrost roczny na 1 ha wynosi 9,20 m³. Jest to przyrost duży, większy o ok. 2,5 m³ od przyrostu rocznego miąższości w 110—115-letnim drzewostanie bukowym.

Podstawowym gatunkiem badanego fragmentu lasu jest buk, który tworzy 67% przyrostu całego drzewostanu (tab. 7). *Fagus sylvatica* wykazuje największą dynamikę rozwojową i nie zagrożony jest konkurencją żadnego z pozostałych gatunków drzew (ryc. 13). Reprezentuje go dość licznie nalot i podrost. Najbardziej okazałe drzewo posiada 40 m wysokości i 92,8 cm pierśnicy (ryc. 14). Przeszło 30% drzew tego gatunku osiąga wysokość 30 m (ryc. 10, 15). Większość koron ma kształt podłużny, cylindryczny, jedynie u drzew starszych i rosnących w mniejszym zwarceniu są one bardziej gałęziste i kopulaste. Podstawy koron zaczynają się



Ryc. 13. Kępy podrostu *Fagus sylvatica* w obrębie starego drzewostanu bukowego
Shrub clumps of *Fagus sylvatica* within the area of the old tree cover

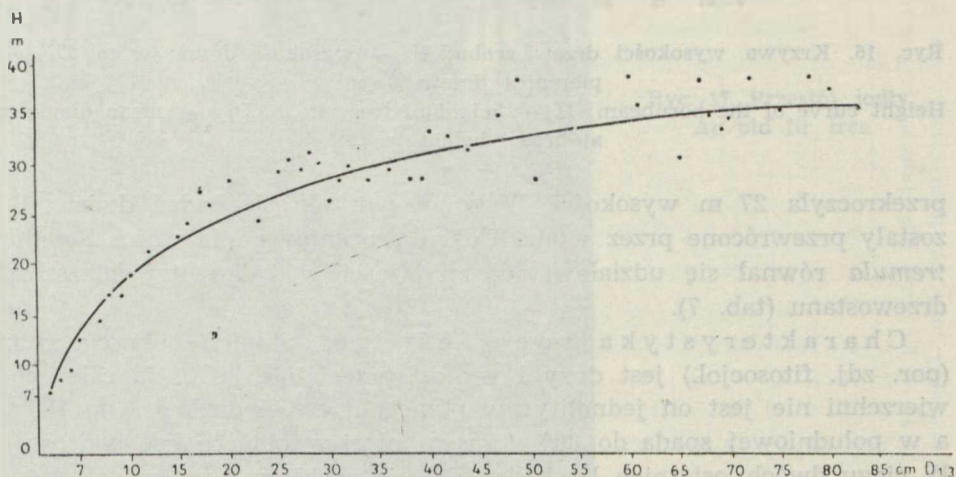
przeważnie na wysokości 15 m od ziemi. W grupie drzew przygłuszonych 16 egzemplarzy posiada nadmiernie wygięte pnie w kierunku światła.



Ryc. 14. Przestój buka
An old beech tree

Grab jest drugim z głównych gatunków tworzących badany fragment lasu. Pod względem liczebności przewyższa dwukrotnie udział buka i stanowi 26% przyrostu całego drzewostanu (tab. 7). Charakterystyczna dla buczyn Roztocza domieszka grabu (19) jest tu stosunkowo duża i wynosi ok. 70% wszystkich drzew. Spowodowana została ona prawdopodobnie opanowaniem przez *Carpinus betulus* nie zagospodarowanej na tym miejscu powierzchni zrębu częściowego ok. 70 lat temu. Podobne zjawiska zachodzą i obecnie w wylesionych partiach w pobliżu rezerwatu. W miarę rozwoju drzewostanu podstawowego dynamika tego gatunku słabnie; świadczy o tym brak grabów w warstwie podrostu i nieliczne okazy nalotu. Największa liczba okazów *Carpinus betulus*

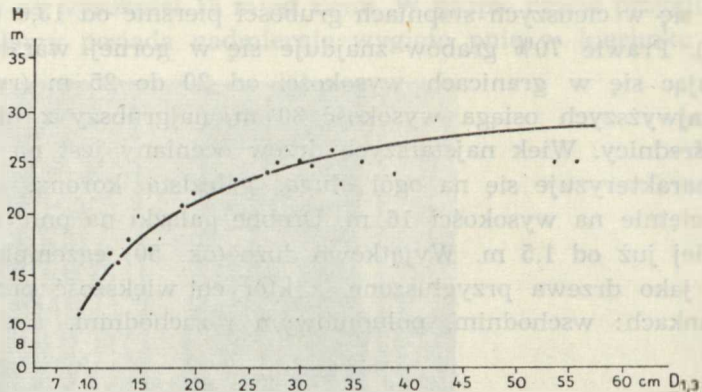
grupuje się w cieńszych stopniach grubości pierśnic od 13,0 do 29,0 cm (ryc. 11). Prawie 70% grabów znajduje się w górnej warstwie drzew, utrzymując się w granicach wysokości od 20 do 25 m (ryc. 10, 16). Kilka najwyższych osiąga wysokość 30 m, najgrubszy z nich posiada 55 cm średnicy. Wiek najstarszych drzew oceniany jest na ok. 80 lat. Grab charakteryzuje się na ogół długą, gałęziastą koroną, zaczynającą się przeciętnie na wysokości 16 m. Drobne gałązki na pniu ukazują się najczęściej już od 1,5 m. Wyjątkowo dużo (ok. 50) egzemplarzy można określić jako drzewa przygłuszone, z których większość przegięta jest w kierunkach: wschodnim, południowym i zachodnim.



Ryc. 15. Krzywa wysokości drzew buka; H — wysokość drzew w m, $D_{1,3}$ — pierśnica drzew w cm
Height curve of the beech; H — height of trees in m, $D_{1,3}$ — mean diameter at breast height in cm

Oprócz dwóch głównych gatunków na powierzchni występowało jeszcze 9 jodeł, z których jedna uschła w okresie prowadzonych obserwacji, pozostałe stanowią stare przestoje w wieku ok. 170 lat (ryc. 17). Najwyższe z tych drzew osiągnęło 30 m wysokości, najgrubsze 98,2 cm średnicy. Mała liczebność *Abies alba* na dogodnym dla niej siedlisku spowodowana jest prawdopodobnie przecinką, dokonaną jeszcze przed objęciem tego terenu prawami rezerwatu (24). Jodła wniosła zaledwie 5% do ogólnego przyrostu drzewostanu, przy 15% udziale w jego miąższości (tab. 7).

Na badanej powierzchni znajdowały się również 4 szt. *Populus tremula* (wiek ok. 90 lat) o średnicy od 28 do 48 cm, najwyższa z nich nie



Ryc. 16. Krzywa wysokości drzew grabu; H — wysokość drzew w m, $D_{1,3}$ — pierśnica drzew w cm
 Height curve of the hornbeam; H — height of trees in m, $D_{1,3}$ — mean diameter at breast height in cm

przekroczyła 27 m wysokości. W końcowym okresie badań dwie osiki zostały przewrócone przez wiatr. Udział procentowy mięszkości *Populus tremula* równał się udziałowi jej mięszkości w całkowitej mięszkości drzewostanu (tab. 7).

Charakterystyka runa leśnego. Stopień pokrycia runa (por. zdj. fitosocjol.) jest duży i wynosi przeciętnie 90%. Na całej powierzchni nie jest on jednolity; w północnej części dochodzi do 100%, a w południowej spada do 80% (czasem niżej w obrębie kęp podrostu). W ciągu dwóch ostatnich lat badań dał się zaobserwować spadek stopnia pokrycia z 90 do 80%. Bezpośrednią przyczyną tego było obniżenie stopnia zwarcia niektórych gatunków dominujących, a przede wszystkim *Asperula odorata* z 70 do ok. 13% (por. stopień pokrycia w zdjęciu fitosocjologicznym i na ryc. 4) oraz w mniejszym stopniu — *Sanicula europaea* i *Pulmonaria obscura*. Równolegle wzrósł stopień pokrycia *Oxalis acetosella* z 25 do 50% oraz w mniejszym stopniu *Galeobdolon luteum* i *Asarum europaeum*; był on jednak za mały, by wyrównać spadek pokrycia pierwszej grupy gatunków runa.

Runo leśne razem z siewkami drzew i krzewów jest bogate w gatunki, przy czym liczba ich nie zmieniała się prawie w ciągu całego okresu obserwacji. W latach 1969 i 1970 wystąpiło na powierzchni po 41 gatunków roślin, a w latach 1968 i 1967 — odpowiednio 42 i 43.

Wśród roślin runa leśnego największą frekwencję (powyżej 50%) wykazywały: *Asperula odorata*, *Galeobdolon luteum*, *Oxalis acetosella* i *Asarum europaeum* (tab. 8). U 8 następnych gatunków stwierdzono frekwencję powyżej 10%, a u 13 — poniżej tej wartości. Na 70 bada-



Ryc. 17. Przeszój jodły
An old fir tree

nych powierzchniach kolistych nie wystąpiło aż 18 gatunków sporadycznych. Przeciętna globalna frekwencja runa utrzymywała się w ciągu trzech pierwszych lat obserwacji mniej więcej na tym samym poziomie i spadła niewiele w ostatnim roku badań. W obrębie badanych gatunków wyraźny stopniowy spadek frekwencji zaznaczył się u *Asperula odorata* oraz w mniejszym stopniu u *Sanicula europaea* i *Urtica dioica*. U siewek drzew wzrost frekwencji następował zwykle zaraz po roku nasiennym.

Zaskakująca okazała się liczba osobników runa leśnego w przeliczeniu na powierzchnię 1 ha w poszczególnych latach obserwacji. W r. 1968 zagęszczenie runa było największe i liczyło 2 066 732 okazów/ha (tab. 8). W pozostałych latach było mniejsze, a w r. 1970 spadło o 28%, tj. do

Tab. 8. Frekwencja, zagęszczenie i produktywność warstwy runa *Dentaria glandulosae-Fagetum* w latach 1967—1970
 Frequency, density and biomass of the herb-layer of *Dentaria glandulosae-Fagetum* in the years 1967—1970

Ciężki reszka Plant species	Frekwencja Frequency		Frekwencja zagęszczenie Average density		Procent osobnika Individual increase				Produkcja netto Net production				kg/ha
	1967	1968	1967	1968	1967	1968	1969	1970	1967	1968	1969	1970	
<i>Galeobolus luteus</i>	80	82	344286	541423	0.135	0.160	0.224	0.170	47.511	74.542	144.320	92.043	kg/ha
<i>Aperula odorata</i>	87	84	716286	72857	0.115	0.104	0.074	0.068	86.529	74.722	9.257	2.954	
<i>Urtica dioica</i>	11	10	32857	25714	0.252	2.256	1.215	1.156	30.400	35.761	45.326	23.731	kg/ha
<i>Asarum europaeum</i>	52	48	180000	151428	0.280	0.256	0.270	0.261	26.040	24.960	3.928	40.431	
<i>Sanicula europaea</i>	30	25	44286	30000	0.388	0.346	0.300	0.281	24.240	24.960	15.428	10.830	kg/ha
<i>Fulcmaria obscura</i>	18	20	37143	22857	0.652	0.586	0.274	0.268	24.240	24.960	15.428	10.830	
<i>Callis acetosella</i>	74	70	400000	405714	0.074	0.062	0.019	0.019	24.240	24.960	15.428	10.830	kg/ha
<i>Circaea lutetiana</i>	11	11	25714	22857	0.694	0.400	0.029	0.022	17.948	17.948	9.257	11.289	
<i>Dentaria bulbifera</i>	40	34	400000	84286	0.458	0.302	0.219	0.216	12.101	12.101	4.857	2.393	a tall
<i>Carpinus betulus</i>	36	41	78571	198571	0.154	0.100	0.021	0.025	6.954	6.954	3.000	1.750	
<i>Viola silvestris</i>	1	1	5714	8571	0.164	1.102	1.196	1.136	2.151	2.151	6.242	4.477	kg/ha
<i>Seranium roborianum</i>	8	2	40000	34286	0.486	0.470	0.328	0.353	6.560	2.492	6.242	3.143	
<i>Fagus sylvatica</i>	3	7	5714	40000	0.153	0.220	0.278	0.233	2.994	2.771	15.105	5.500	kg/ha
<i>Aegopodium podagraria</i>	1	2	5714	714	0.252	0.200	0.144	0.124	1.424	1.424	1.644	0.579	
<i>Abies alba</i>	8	20	5714	4286	0.150	0.150	0.197	0.177	1.266	1.071	0.644	0.366	kg/ha
<i>Loer pseudoplatanus</i>	4	2	8571	2571	0.390	0.300	0.325	0.342	1.930	1.930	0.657	1.807	
<i>Lathyrus vernus</i>	1	2	4286	1428	0.612	0.535	0.457	0.472	1.930	2.721	0.710	0.488	kg/ha
<i>Veronica montana</i>	4	10	17136	1428	0.153	0.140	0.082	0.047	0.957	1.219	1.640	0.057	
<i>Acaena nemorosa</i>	8	10	20000	1428	0.072	0.077	0.082	0.047	0.723	1.219	1.640	0.057	kg/ha
<i>Macranthemum bifolium</i>	7	3	5714	10363	0.093	0.081	0.045	0.031	0.524	0.583	0.460	0.363	
<i>Galopha pubescens</i>	1428	1	1428	1428	0.367	0.240	0.105	0.048	0.240	0.286	0.139	0.708	kg/ha
<i>Fagulus tremula</i>	1	1	4286	1428	0.252	0.242	0.251	0.246	1.524	1.524	2.222	0.377	
<i>Paris quadrifolia</i>	1428	1	1428	1428	0.461	0.432	0.288	0.274	0.274	0.274	0.274	0.274	kg/ha
<i>Hepatica nobilis</i>	135	173	174	287	0.352	0.380	0.289	0.282	3.842	3.842	3.218	4.494	
<i>Dryopteris filix-mas</i>	190	203	174	27	0.374	0.350	0.065	0.065	2.450	2.450	2.218	2.218	kg/ha
<i>Athyrium filix-femina</i>	145	135	145	15	0.374	0.374	1.022	1.022	0.374	0.374	0.374	0.374	
<i>Atacta spicata</i>	70	105	110	12	0.940	0.824	1.022	1.022	0.400	0.400	0.400	0.400	kg/ha
<i>Sopharia mygdaloides</i>	30	20	110	12	0.940	1.050	1.022	0.845	0.845	0.845	0.845	0.845	
<i>Cerillia japonica</i>	30	42	11	11	0.318	0.400	1.005	1.005	0.021	0.021	0.021	0.021	kg/ha
<i>Synophyllaria sedosa</i>	20	20	22	22	0.505	0.472	0.482	0.454	0.021	0.021	0.021	0.021	
<i>Dryopteris spinulosa</i>	23	23	25	25	0.372	0.352	0.325	0.350	0.021	0.021	0.021	0.021	kg/ha
<i>Alcea reptans</i>	15	15	15	15	0.831	0.850	0.720	0.720	0.021	0.021	0.021	0.021	
<i>Lactuca squarrosa</i>	10	75	80	100	0.600	0.923	1.054	1.131	0.021	0.021	0.021	0.021	kg/ha
<i>Sambucus nigra</i>	10	10	10	10	0.580	0.650	0.528	0.528	0.021	0.021	0.021	0.021	
<i>Scotia nidus-wis</i>	10	10	10	10	0.507	0.520	0.465	0.465	0.021	0.021	0.021	0.021	kg/ha
<i>Polypogon multiflorus</i>	10	10	10	10	0.507	0.520	0.465	0.465	0.021	0.021	0.021	0.021	
<i>Acer platanoides</i>	5	5	195	220	0.352	0.392	0.340	0.365	0.021	0.021	0.021	0.021	kg/ha
<i>Daphne mezereum</i>	5	5	15	30	0.340	0.196	0.236	0.236	0.021	0.021	0.021	0.021	
<i>Scrophularia tridervis</i>	5	5	15	15	0.240	0.260	0.310	0.310	0.021	0.021	0.021	0.021	kg/ha
Summa - Total	1955027	2006732	1094026	1498367	0.240	0.208	0.280	0.141	802.694	17.112	373.354	868.065	

1 498 387 okazów/ha. Bezpośrednio przyczynił się do tego spadek zagęszczenia niektórych gatunków panujących, np. u *Asperula odorata* z 718 585 do 72 857 okazów/ha.

O stopniu zagęszczenia runa decydują jego gatunki panujące (tab. 8 i 9). W obu latach obserwacji liczba osobników 8 gatunków dominujących na powierzchni 1 ha stanowi nieco więcej niż 90% ogólnego zagęszczenia runa. Ogólne zagęszczenie gatunków panujących runa było większe w r. 1968 niż w r. 1969 i obniżało się stopniowo w trzech kolejnych terminach obserwacji obu lat (tab. 9). Przyczyną tego było prawdopodobnie dość gwałtowne zamieranie w lipcu i sierpniu wczesnowiosennych gatunków, a przede wszystkim *Dentaria bulbifera*. Jednocześnie inne rośliny, np. *Galeobdolon luteum*, w trzech badanych miesiącach wykazywały stopniowy, nieznaczny wzrost liczby osobników. Tylko liczba osobników *Urtica dioica* w obu latach obserwacji nie uległa zmianie.

Masa jednostkowa 33 gatunków roślin nie przekroczyła 1 g, u 10 pozostałych była wyższa, z tym że dotyczyła ona w większości przyrądków całych kęp, a nie pojedynczych pędów nadziemnych roślin (tab. 8). Szczególnie ciężkie okazały się paprocie *Dryopteris filix-mas*, *D. spinulosa* i *Athyrium filix-femina* oraz *Urtica dioica* i *Actaea spicata*. Odbiciem dużej dorodności runa leśnego jest wysoka wartość średniej masy pojedynczych roślin. W ciągu 4 lat obserwacji dało się zauważyć stopniowe jej obniżanie z 0,881 g w r. 1967 do 0,818 g w r. 1970, czyli nastąpił spadek w ciągu 4 lat obserwacji o 0,063 g (ryc. 18). Osiem gatunków dominujących (tab. 9 i ryc. 19) największą średnią biomasa wykazywało w lipcu, natomiast w sierpniu dał się zauważyć w obu latach obserwacji jej spadek.

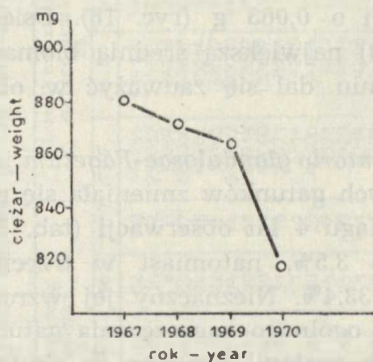
Globalna produktyjność runa leśnego *Dentario glandulosae-Fagetum* jako suma przyrostów rocznych poszczególnych gatunków zmieniała się na badanej powierzchni w każdym roku w ciągu 4 lat obserwacji (tab. 8). W drugim roku badań zwiększyła się o 3,5%, natomiast w trzecim i czwartym malała odpowiednio o 7,4 i 33,4%. Nieznaczny jej wzrost w r. 1968 nastąpił w wyniku zwiększenia ogólnego zagęszczenia gatunków, zaś spadek w ostatnich dwóch latach nastąpił zarówno na skutek zmniejszenia zagęszczenia, jak i obniżenia dorodności (średniej biomasy) poszczególnych roślin.

Uzyskana największa globalna wartość produktyjności runa leśnego buczyny karpackiej w r. 1968 w rezerwacie leśnym Obroc jest ponad 10-krotnie wyższa niż w podobnym zespole Ojcowskiego Parku Narodowego (22). W innym płacie tego zespołu, również na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego (41), oceniono produktyjność runa leśnego na

Tab. 9. Zagęszczenie i biomasa gatunków dominujących
Density and biomass of the predominant species of

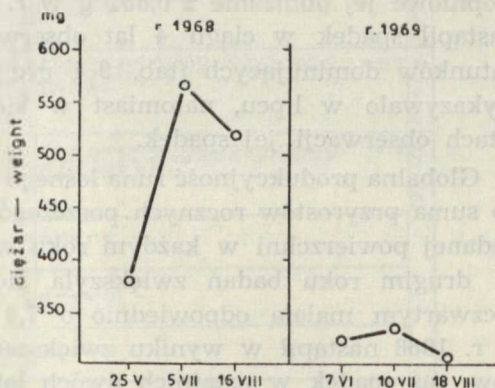
Gatunki roślin Plant species	Przeciętne zagęszczenie Average density ha					
	1968			1969		
	V	VII	VIII	VI	VII	VIII
<i>Dielsodon luteus</i>	411264	412692	414120	625571	644286	644286
<i>Asperula odorata</i>	718585	718585	717157	171428	114286	74286
<i>Anarum europaeum</i>	162857	162857	164285	167143	152857	145714
<i>Linum catharticum</i>	45714	45714	42857	35714	31428	31428
<i>Leonaria obscura</i>	32857	32857	32857	47142	41428	40000
<i>Galium acetosella</i>	402857	400000	392857	441428	450000	451428
<i>Dentaria bulbifera</i>	122857	48571	5714	198571	62857	8571
<i>Tilia dioica</i>	24286	24286	24286	27142	27142	27142
<i>Summa - Total</i>	1,21277	1,24556	1,29413	1,68713	1,52426	1,42714

250 kg/ha, tj. o 7% niżej niż w ostatnim roku badań w Obroczy. Różnice w uzyskanych wynikach są na pewno następstwem nieco odmiennego składu florystycznego badanych płatów oraz stopnia zagęszczenia i dorodności runa, a także nieco odmiennych metod badawczych. Globalna produktywność runa leśnego *Dentario glandulosae-Fagetum* z Obroczy okazała się również wyższa niż w pokrewnym zespole *Tilio-Carpinetum* z Kampinowskiego Parku Narodowego (52) i lasu bukowo-dębowego w Bab koło Nitry (27), o wiele natomiast niższa niż w podzespołach *Potentillo*



Ryc. 18. Przeciętny przyrost pojedynczych osobników runa *Dentario glandulosae-Fagetum* w poszczególnych latach 1967—1970

Average increment of individual plants of the herb-layer of *Dentario glandulosae-Fagetum* in the particular years 1967—1970



Ryc. 19. Przeciętny przyrost pojedynczych dominujących osobników runa *Dentario glandulosae-Fagetum* w trzech terminach badań r. 1968 i r. 1969

Average increment of the single predominant plants of the herb-layer of *Dentario glandulosae-Fagetum* in three periods of studies in 1968 and 1969

runa *Dentario glandulosae-Fagetum* w latach 1968 i 1969*Dentario glandulosae-Fagetum* in the years 1968 and 1969

Przeciętny przyrost osobnika Individual average increase g						Produkcja netto Net production kg/ha					
1968			1969			1968			1969		
V	VII	VIII	VI	VII	VIII	V	VII	VIII	VI	VII	VIII
0.139	0.300	0.202	0.143	0.224	0.174	57.166	123.800	74.542	89.866	144.320	112.851
0.102	0.104	0.100	0.054	0.054	0.050	73.296	74.733	71.716	9.257	6.171	3.714
0.256	0.256	0.276	0.274	0.285	0.232	41.691	41.691	45.343	45.797	43.554	33.806
0.521	0.546	0.535	0.261	0.300	0.265	23.817	24.960	22.928	9.321	9.428	8.773
0.340	0.586	0.564	0.274	0.286	0.268	11.171	19.254	18.531	12.917	11.848	10.720
0.025	0.062	0.042	0.049	0.031	0.033	10.071	24.800	16.500	21.630	13.950	14.000
0.502	0.401	0.174	0.219	0.164	0.115	61.674	19.477	0.994	43.487	10.309	0.966
1.170	2.296	2.270	1.328	1.345	1.334	28.415	55.761	55.129	36.045	36.506	36.307
						307.301	314.464	305.683	268.740	276.097	221.510

albae-Quercetum rosetosum (oba lata obserwacji) i *Tilio-Carpinetum stachyetosum* (r. 1965) dwóch rezerwatów leśnych badanych trzema metodami przez Ka ż m i e r c z a k o w ą (23) na Wyżynie Małopolskiej.

Roczna produktywność poszczególnych gatunków runa jako funkcja przyrostu osobników i zagęszczenia runa nie należy w wielu przypadkach od samego zagęszczenia. Wyraźnym przykładem może być *Oxalis acetosella*, który przy bardzo dużym zagęszczeniu daje ze względu na małą masę pojedynczych osobników mniejszą produktywność niż np. *Pulmonaria obscura* (tab. 8).

O globalnej produktywności runa leśnego decydują przede wszystkim gatunki dominujące (tab. 8 i 9). Produktywność 8 gatunków panujących w lipcu r. 1968 i r. 1969 stanowi odpowiednio 92,18% i 73,95% globalnej rocznej produkcji w tych latach. Z trzech terminów obu lat obserwacji największą produktywność stwierdzono u gatunków panujących w lipcu. W maju (czerwcu) i sierpniu była ona zawsze niższa.

Dynamika opadu. Ilość opadu od maja do sierpnia wykazuje bardzo dużą zmienność. Przeciętnie opad miesięczny pochodzący z tego okresu mieści się w granicach 100—200 kg/ha. Zwiększenie ilości opadu powodowane było najczęściej przez gwałtowne deszcze, grad i burze (tab. 10). Na początku sezonu w chwytниках przeważają łuski pączków liści buka, w środku następuje wzrost liczby szpilek jodły. Od września zwiększa się ilość opadających liści; szczyt opadu w każdym roku obserwacji przypadał na październik. W listopadzie następuje spadek, zróżnicowany wielkością w poszczególnych latach badań. Większość liści buka z dwóch ostatnich miesięcy pobierania opadu w latach 1968—1970 znalazła się w przedziale o największej miąższości (tab. 11). Są to liście z nieocienionych partii koron. Pod względem wielkości powierzchni liści najliczniejsze są klasy 4 i 5 (tab. 11).

Tab. 10. Skład opadu organicznego w latach 1967—1970 w kg/ha
Composition of the organic matter fall in 1967—1970 years in kg/ha

Okres zbioru The harvest time Miesiące Months	Rek Year	Liście buka Leaves of the beech	Liście grabu Leaves of the hornbeam	Szpilki jedli Leaves of the fir	Łuski liści buka Bud scales of the beech	Nasiona grabu Fruits of the hornbeam	Drobne gałązki i kora Bark and twigs	Inne Others	Razem Total
IV	1967	-	-	-	-	-	-	-	-
	1968	-	-	11	171	-	-	9	191
	1969	-	-	27	72	-	188	10	297
	1970	0,1	-	5	4	-	3	4	16,1
V	1967	15	11	8	-	-	6	100	140
	1968	3	14	5	52	-	66	7	147
	1969	26	24	12	120	0,4	118	24	324,4
	1970	3	1	4	104	-	16	6	124
VI	1967	58	12	3	18	-	7	14	112
	1968	34	15	8	30	0,2	86	8	181,2
	1969	14	4	7	2	-	58	2	87
	1970	17	14	3	5	-	45	5	89
VII	1967	139	51	12	8	-	229	60	499
	1968	54	41	16	2	1	6	32	154
	1969	42	47	27	1	0,1	157	2	276,1
	1970	16	17	7	2	2	36	1	81
VIII	1967	79	26	22	1	-	20	35	183
	1968	69	59	19	2	2	34	74	256
	1969	59	51	30	1	1	36	6	183
	1970	33	13	23	1	8	25	4	107
IX	1967	219	141	25	1	-	106	164	656
	1968	64	32	5	1	3	18	59	182
	1969	205	65	12	1	-	46	5	324
	1970	171	38	4	1	9	86	6	315
X	1967	1978	754	20	0,4	-	207	545	3504,4
	1968	1860	896	2	0,2	10	22	99	2889,2
	1969	2757	956	11	2	17	312	73	4128
	1970	1937	635	11	2	246	128	9	2968
XI	1967	959	466	5	-	-	36	196	1572
	1968	142	25	3	1	4	43	8	226
	1969	189	39	12	7	4	47	10	307
	1970	43	11	3	1	32	8	45	134
V-XI IV-XI IV-XI IV-XI	1967	3447	1461	95	28,4	-	611	1024	6666,4
	1968	2226	1082	71	259,2	20,2	272	296	4226,4
	1969	3290	1186	138	206	22,5	962	132	5936,5
	1970	2220,1	729	60	120	297	347	80	3853,1

Również w odniesieniu do grabu największa liczba liści grupuje się w tych samych przedziałach wielkości. Natomiast przy podziale na grubość nastąpiło przesunięcie w kierunku średniej i najcieńszej miąższości; wpływa to z faktu, iż większość drzew grabu znajduje się w niższej, ocienionej warstwie. Jedynie w ostatnim roku badań — obfitującym w urodzaj nasion — przeważająca część liści tego drzewa skupiała się w przedziale największej miąższości (tab. 12).

Wartość suchej masy opadu w poszczególnych latach badań różni się znacznie (tab. 10). W pierwszym roku jest największa i wynosi 6666,4 kg/ha, w drugim zmniejsza się o przeszło 30% do 4226,4 kg/ha. W trzecim podnosi się znowu do 5936,5 kg/ha, nie dorównując poziomowi sprzed 2 lat. Ostatni rok przynosi najniższą wartość opadu: 3853,1 kg/ha. Przy wyraźnie postępującym zmniejszaniu się ilości opadu zachodzi jed-

nocześnie zjawisko cykliczności, polegające na uzyskiwaniu co drugi rok wyników o zaniżonych wartościach. Przyczyną występowania tej rytmiczności jest opad liści buka charakteryzujący się bardzo podobnymi wartościami w latach naprzemianległych, tj. latach 1967—1969 i 1968—1970.

W odniesieniu do grabu proces ten przebiega mniej wyraźnie z powodu niewielkich różnic w wadze suchej masy. Przyczyną zmniejszania się opadu liści *Carpinus betulus* jest wypadanie drzew tego gatunku na powierzchnię. Wyjątkowo niski opad liści grabu w ostatnim roku badań spowodowany został przez urodzaj nasion (tab. 11). Podobne roczne zmiany ilościowe w wartościach opadu obserwowano w lasach dębowo-świerkowych okolic Moskwy (21).

Średnia (arytmetyczna) roczna wartość opadu organicznego z czteroletniego okresu badań wynosi 5170,6 kg/ha. Zbliżona jest ona najbardziej do wyników uzyskanych w lesie grądowym grabowo-dębowym (*Carpinus betulus*, *Quercus cerris*) w Bab k. Nitry w Słowacji w latach 1969, 1970 — 4899 i 5469 kg/ha (25). Dane z podobnych badań przeprowadzonych w kraju (4, 23, 26, 52, 57) dorównują jedynie niższym wartościom opadu otrzymanym w latach 1968 i 1970. Również średnia roczna produktywność samych liści (3910 kg/ha) przewyższa na ogół wartości uzyskane w różnych typach lasu (25).

Badania nad opadem organicznym prowadzone w kraju i za granicą obejmują przeważnie jeden sezon wegetacyjny, z tego powodu przeprowadzenie ściślejszych porównań jest utrudnione. Dodatkową przeszkodą jest również różnica wieku i skład gatunkowy drzewostanu.

Skład mineralny runa i opadu. Z wielu danych liczbowych uzyskanych w czasie czteroletnich analiz przedstawiono jedynie te, które charakteryzują dynamikę składników pokarmowych w warstwie runa i opadzie organicznym oraz określają ich ilość zwracaną corocznie do podłoża.

W r. 1967 objęto badaniami, jak zaznaczono wyżej, 7 dominujących gatunków runa, a w latach następnych powiększono ich listę do 15. Składniki mineralne zawarte w tych dodatkowych gatunkach roślin zielnych stanowią w poszczególnych latach jedynie ok. 5—10% ogólnej sumy składników mineralnych runa, nie mają zatem istotniejszego wpływu na ilość zwracanych do podłoża pierwiastków.

Spśród gatunków roślin zielnych najwięcej składników mineralnych w okresie maksymalnego wzrostu zawierały:

azotu — *Galeobdolon luteum*, *Athyrium filix-femina*, *Dentaria bulbifera*, *Stachys silvatica*, *Asarum europaeum*, *Asperula odorata*;

magnezu — *Viola silvestris*, *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium*, *Asarum europaeum*, *Athyrium filix-femina*;

Tab. 11. Opad liści buka z października
Leaf fall of the beech of October and

Klasa wielkości liści Class of greatness	Powierzchnia 1 liścia w cm ² Area of 1 leaf in cm ²	1965						1969	
		Warstwa I Layer I		Warstwa II Layer II		Warstwa III Layer III		Warstwa I Layer I	
		Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia ohnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia ohnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia ohnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia ohnia w m ² Leaf area index in m ²
1	45,0	88 570	398	48 571	219	42 856	193	85 712	386
2	35,4	385 709	1 365	337 137	1 193	91 427	324	402 852	1 426
3	28,3	1 899 972	5 377	851 416	2 410	308 567	873	1 131 411	3 202
4	22,4	3 328 521	7 456	1 982 827	4 442	497 135	1 114	3 971 369	8 896
5	15,7	3 959 941	6 217	1 731 403	2 718	734 275	1 153	4 968 497	7 801
6	12,3	2 651 399	3 261	1 251 410	1 539	528 561	650	2 319 985	2 851
7	9,8	1 345 691	1 319	797 131	781	331 421	325	1 412 835	1 413
8	7,7	557 134	429	402 851	310	212 851	187	974 271	750
9	6,0	719 999	475	537 135	355	22 857	15	751 418	496
10	5,5	1 468 550	808	762 816	420	59 999	33	957 128	526
Razem Total		16 405 469	27 105	3 702 727	14 387	2 859 958	4 867	17 005 458	27 750

Objaśnienia - Explanation: Warstwa I /Layer I/: grubość mięszysu /thickness of mesophyll/ 112-221 μ, grubość nerwu głównego /thickness of nerve principal/ 352-800 μ, grubość nerwu bocznego /thickness of nerve side/ 224-400 μ;
Warstwa II /Layer II/: grubość mięszysu /thickness of mesophyll/ 80-104 μ, grubość nerwu głównego /thickness of nerve principal/ 304-328 μ, grubość nerwu bocznego /thickness of nerve side/ 200-232 μ;

Tab. 12. Opad liści grabu z października
Leaf fall of hornbeam of October and

Klasa wielkości liści Class of greatness	Powierzchnia 1 liścia w cm ² Area of 1 leaf in cm ²	1965						1969	
		Warstwa I Layer I		Warstwa II Layer II		Warstwa III Layer III		Warstwa I Layer I	
		Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia ohnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia ohnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia ohnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia ohnia w m ² Leaf area index in m ²
1	42,4	108 570	460	354 280	1 502	359 995	1 526	65 713	279
2	33,5	177 140	593	1 417 122	4 747			148 569	498
3	26,4	202 854	536	11 428	30	2 059 969	5 438	168 569	445
4	21,1	502 849	1 061	2 219 967	4 634	657 133	1 387	314 281	663
5	17,2	357 137	614	2 499 963	4 300	1 037 128	1 784	1 519 977	2 614
6	12,2	154 283	188	917 129	1 119	885 701	1 081	322 852	394
7	10,0	60 000	60	431 422	431	554 277	554	385 709	386
8	8,1	22 857	19	448 565	363	339 995	275	357 137	289
9	6,5			228 568	149	219 996	143	254 282	166
10	4,0	57 142	23	931 415	373	505 707	202	259 996	104
Razem Total		1 642 832	3 554	9 459 859	17 698	6 619 901	12 390	3 797 085	5 833

Objaśnienia - Explanation: Warstwa I /Layer I/: grubość mięszysu /thickness of mesophyll/ 96-160 μ, grubość nerwu głównego /thickness of nerve principal/ 400-896 μ, grubość nerwu bocznego /thickness of nerve side/ 176-360 μ;

i listopada w latach 1968—1970
November in the years 1968—1970

1969				1970					
Warstwa II Layer II		Warstwa III Layer III		Warstwa I Layer I		Warstwa II Layer II		Warstwa III Layer III	
Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia w m ² Leaf area index in m ²
91 427	411	91 427	411	368 566	1 658	255 710	1 286	254 282	1 144
337 138	1 193	382 852	1 355	497 135	1 780	628 562	2 225	445 708	1 578
931 414	2 636	751 417	2 120	1 282 838	3 630	491 421	1 391	762 846	2 159
1 899 972	4 256	2 622 818	5 875	2 951 384	6 611	1 922 828	4 307	1 611 401	3 610
1 537 120	2 413	2 334 251	3 665	3 162 810	4 966	2 932 811	4 537	2 215 681	3 526
839 987	1 033	812 845	1 037	1 237 124	1 522	899 986	1 107	897 130	1 103
1 171 411	1 146	1 625 690	1 593	1 028 556	1 008	417 136	428	177 136	463
725 703	559	1 218 553	961	657 131	506	328 567	253	394 289	304
662 819	137	759 959	502	2 399 994	261	185 712	123	162 851	107
1 010 984	561	1 199 982	660	511 421	281	222 854	123	205 711	113
9 217 004	14 617	11 859 824	18 185	12 096 962	22 206	8 305 590	15 800	7 457 032	14 112

Warstwa III /Layer III/: grubość mięszku /thickness of mesophyll/ 40-72 μ, grubość nerwu głównego /thickness of nerve principal/ 304-328 μ, grubość nerwu bocznego /thickness of nerve side/ 128-160 μ.

i listopada w latach 1968—1970
November in the years 1968—1970

1969				1970					
Warstwa II Layer II		Warstwa III Layer III		Warstwa I Layer I		Warstwa II Layer II		Warstwa III Layer III	
Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia w m ² Leaf area index in m ²	Liczba liści na ha Number leaves in ha	Łączna powierzchnia w m ² Leaf area index in m ²
68 570	291	82 856	351	34 285	145	37 142	157	39 999	170
225 711	756	168 569	565	157 140	526	165 712	555	171 426	574
459 993	1 214	202 854	536	208 568	551	222 854	588	574 277	1 516
057 127	2 231	519 992	1 097	431 422	910	445 708	940	1 525 691	3 219
2 214 252	3 809	1 299 931	2 236	651 419	1 120	591 420	017	2 148 539	3 695
1 588 548	1 938	1 122 840	1 370	245 710	300	188 569	230	719 989	878
219 982	1 220	865 701	866	294 282	294	288 568	289	771 417	771
957 129	775	825 702	669	217 140	176	268 568	218	614 277	498
957 129	622	505 707	329	214 283	139	174 283	113	588 563	383
808 559	323	742 846	297	325 710	130	299 996	120	977 128	391
9 557 000	13 179	6 337 048	8 316	2 779 959	4 291	2 682 820	4 227	8 131 306	12 095

Warstwa III /Layer III/: grubość mięszku /thickness of mesophyll/ - 40-80 μ, grubość nerwu głównego /thickness of nerve principal/ - 192-280 μ, grubość nerwu bocznego /thickness of nerve side/ 112-168 μ.

fosforu — *Dentaria bulbifera*, *Stachys silvatica*, *Pulmonaria obscura*, *Athyrium filix-femina*;

wapnia — *Asarum europaeum*, *Geranium robertianum*, *Asperula odorata*, *Sanicula europaea*, *Pulmonaria obscura*;

potasu — *Stachys silvatica*, *Sanicula europaea*, *Asarum europaeum*, *Galeobdolon luteum*, *Pulmonaria obscura*.

Tab. 13. Skład mineralny (% s. m.) dominujących gatunków zebranych w latach 1968 i 1969

Mineral composition (% of dry matter) of the predominant species collected in the years 1968 and 1969

Gatunek Species	Collection Zbiór	1968					1969				
		N	MgO	P ₂ O ₅	CaO	K ₂ O	N	MgO	P ₂ O ₅	CaO	K ₂ O
<i>Galeobdolon luteum</i>	I	2.12	0.25	0.36	0.74	6.37	4.69	0.42	1.09	0.93	6.50
	II	3.78	0.33	0.68	0.52	5.57	2.31	0.38	0.80	0.92	5.00
	III	4.15	0.29	0.70	0.31	3.22	2.66	0.22	0.77	0.38	3.60
<i>Asperula odorata</i>	I	3.64	0.25	0.74	0.66	4.25	3.81	0.35	1.10	0.66	5.10
	II	3.94	0.27	0.82	0.68	4.25	2.77	0.30	0.65	0.94	3.50
	III	3.36	0.18	0.62	0.74	2.27	2.59	0.26	0.55	1.09	3.40
<i>Asarum europaeum</i>	I	3.36	0.35	1.09	0.79	5.76	3.43	0.49	0.99	1.21	5.50
	II	3.55	0.35	0.61	0.73	5.40	2.73	0.45	0.74	1.36	5.20
	III	3.69	0.35	0.78	0.65	2.88	3.69	0.22	0.68	1.03	5.60
<i>Sanicula europaea</i>	I	2.12	0.25	0.36	0.74	6.37	2.78	0.42	1.13	1.16	6.80
	II	2.24	0.27	0.70	0.58	6.00	1.96	0.34	0.79	0.88	5.80
	III	2.66	0.20	0.67	0.67	3.10	5.00	0.24	0.65	1.00	6.10
<i>Pulmonaria obscura</i>	I	2.08	0.24	0.93	0.42	5.70	3.15	0.42	0.95	0.96	7.40
	II	2.85	0.25	0.86	0.51	3.31	2.66	0.33	0.87	1.02	5.20
	III	2.52	0.15	0.75	0.62	3.03	2.73	0.23	0.55	0.92	5.20
<i>Cxalis acetosella</i>	I	3.04	0.39	0.98	0.31	3.80	3.19	0.46	0.78	0.64	3.30
	II	2.56	0.39	0.72	0.53	1.60	2.73	0.42	0.82	0.80	3.00
	III	3.36	0.39	0.71	0.53	1.98	2.10	0.28	0.31	1.57	1.80
<i>Dentaria bulbifera</i>	I	3.82	0.20	1.03	0.60	5.00	3.92	0.51	1.09	1.01	5.00
	II	2.85	0.24	1.02	0.30	5.17	3.36	0.44	0.88	1.25	4.90
	III	2.08	0.39	0.50	1.09	3.08	2.03	0.24	0.79	1.26	5.10

Różnice w zawartości składników mineralnych pomiędzy gatunkami w poszczególnych latach były niejednokrotnie znaczne. Szczególnie niską zawartość MgO, P₂O₅ i K₂O posiadał *Fagus silvatica*. Na przykładzie lat 1968 i 1969 obserwowano zmienność składu mineralnego niektórych gatunków w ciągu okresu wegetacji (tab. 13). W r. 1968 materiał zbierano: I — 25 V, II — 5 VII, III — 16 VIII, zaś w r. 1969 I — 7 VI, II — 10 VII, III — 18 VIII. Trudno na podstawie uzyskanych wyników ustalić jakieś ogólniejsze prawidłowości, jednak można zaobserwować pewne ogólne tendencje, np. zmniejszanie się zawartości K₂O w okresie

wegetacji, małe wahania poziomu MgO, malejący poziom P₂O₅ u większości badanych gatunków roślin. Zawartość azotu u niektórych gatunków, np. *Asperula odorata* wykazuje niższą wartość w lipcu w porównaniu z majem i sierpniem; u większości gatunków obserwuje się tendencję malejącą.

Opierając się na procentowej zawartości mineralnych składników w roślinach runa oraz na ich maksymalnym przyroście w roku, obli-

Tab. 14. Składniki mineralne części nadziemnych dominujących gatunków roślin runa w kg/ha

Mineral components of the overground parts of the predominant plants of the herb-layer in kg/ha

Gatunek Species	Rok Year	N	MgO	P ₂ O ₅	CaO	K ₂ O
<i>Galcebolon luteum</i>	1967	1.387	0.219	0.299	0.356	5.511
	1968	5.140	0.359	0.966	0.384	3.877
	1969	3.839	0.318	1.111	0.548	5.196
	1970	3.479	0.396	0.764	0.665	5.523
<i>Asperula odorata</i>	1967	1.827	0.234	0.719	0.692	8.312
	1968	2.272	0.202	0.612	0.306	3.176
	1969	0.256	0.028	0.060	0.087	0.333
	1970	0.114	0.149	0.337	0.320	0.223
<i>Amarum europaeum</i>	1967	0.958	0.237	0.202	0.504	4.198
	1968	1.610	0.159	0.277	0.331	2.449
	1969	1.250	0.211	0.333	0.623	2.381
	1970	1.075	0.137	0.356	0.443	2.062
<i>Sanicula europaea</i>	1967	0.508	0.399	0.169	0.260	3.229
	1968	0.339	0.067	0.173	0.145	1.458
	1969	0.185	0.032	0.074	0.300	0.547
	1970	0.243	0.051	0.069	0.130	0.617
<i>Pulmonaria ovata</i>	1967	0.436	0.205	0.232	0.143	3.076
	1968	0.340	0.241	0.136	0.395	0.637
	1969	0.344	0.043	0.112	0.132	0.672
	1970	0.129	0.115	0.030	0.175	0.331
<i>Oxalis acetosella</i>	1967	0.449	0.085	0.204	0.135	2.306
	1968	0.635	0.097	0.179	0.131	0.397
	1969	0.591	0.031	0.177	0.131	0.649
	1970	0.345	0.030	0.115	0.176	0.497
<i>Dentaria bulbifera</i>	1967	0.370	0.050	0.190	0.096	1.264
	1968	2.396	0.123	0.635	0.370	2.084
	1969	1.703	0.222	0.474	0.439	2.174
	1970	0.647	0.055	0.151	0.214	1.068
<i>Stachys silvatica</i>	1968	0.192	0.014	0.054	0.013	0.287
	1969	0.264	0.038	0.065	0.070	0.538
	1970	0.063	0.006	0.020	0.021	0.117
<i>Viola silvestris</i>	1968	0.092	0.018	0.031	0.017	0.101
	1969	0.103	0.020	0.026	0.027	0.161
	1970	0.108	0.031	0.032	0.052	0.273
<i>Geranium robertianum</i>	1968	0.073	0.007	0.022	0.020	0.120
	1969	0.030	0.006	0.017	0.030	0.078
	1970	0.072	0.005	0.027	0.031	0.109
<i>Fagus silvatica</i>	1968	0.058	0.008	0.015	0.020	0.018
	1969	0.254	0.021	0.036	0.057	0.133
	1970	0.157	0.019	0.032	0.059	0.085
<i>Lajanthemum bifolium</i>	1968	0.010	0.002	0.004	0.002	0.022
	1969	0.009	0.003	0.004	0.004	0.022
	1970	0.011	0.001	0.005	0.006	0.021
<i>Faris quadrifolis</i>	1968	0.014	0.001	0.005	0.003	0.026
	1969	0.008	0.001	0.003	0.004	0.013
	1970	0.009	0.001	0.002	0.005	0.016
<i>Dryopteris filix-mas</i>	1968	0.045	0.006	0.011	0.007	0.042
	1969	0.060	0.005	0.010	0.012	0.078
	1970	0.044	0.007	0.015	0.017	0.097
<i>Athyrium filix-femina</i>	1968	0.016	0.002	0.004	0.001	0.022
	1969	0.010	0.001	0.001	0.001	0.008
	1970	0.009	0.001	0.003	0.001	0.009

czono ilość składników zwracanych do podłoża (tab. 14). Jest ona zmienna i w większym stopniu uzależniona od przyrostu biomasy w poszczególnych latach niż od zawartości składników mineralnych w roślinach.

Części nadziemne runa oddawały średnio rocznie w kg/ha odpowiednio: azotu — 8,8; magnezu — 1,0; fosforu — 2,4; wapnia — 2,3; potasu — 16,9. Ilości te są znacznie niższe od stwierdzonych przez Kaźmierczakową (23) w częściach nadziemnych runa grądów i dąbrowy. Różnice wynikają z mniejszego przyrostu biomasy w badanym ekosystemie, bowiem procentowa zawartość składników mineralnych w badanych roślinach zielnych jest wyższa aniżeli w analogicznym materiale badanym przez wspomnianą autorkę w obu ekosystemach. Znaczne różnice w przyroście biomasy wynikają, jak się wydaje, z zastosowania innej metody pomiaru przyrostu biomasy. Wiadomo bowiem, że stosowana przez nas metoda Traczyka (50) daje wartości niższe.

Tab. 15. Zawartość składników mineralnych (% s.m.) w opadłych liściach buka i grabu w latach 1967 i 1969
Content of mineral components (% of dry matter) in the leaf fall of the beech and hornbeam trees in the years 1967 and 1969

	Miesiąc zbioru Months of collection	N		MgO		F ₂ O ₅		CaO		K ₂ O	
		1967	1969	1967	1969	1967	1969	1967	1969	1967	1969
Buk Beech	V		2.21		0.38		0.37		0.38		2.20
	VI	1.47	2.38	0.27	0.38	0.36	0.32	0.48	0.39	1.80	1.00
	VII	2.33	2.24	0.10	0.35	0.31	0.22	0.57	0.69	2.00	1.70
	VIII	2.35	2.07	0.20	0.35	0.28	0.20	0.66	0.96	1.26	2.00
	IX	1.63	1.54	0.21	0.28	0.28	0.12	0.77	0.91	1.77	1.80
	X	1.48	0.91	0.21	0.21	0.34	0.09	0.86	1.00	1.67	1.30
	XI	1.31	0.70	0.30	0.28	0.27	0.11	1.74	0.70	0.93	0.25
Grab Hornbeam	VI	2.60	2.56	0.29	0.44	0.48	0.41	0.71	0.37	1.23	1.80
	VII	2.40	2.24	0.19	0.40	0.39	0.27	0.52	0.35	1.80	1.55
	VIII	1.90	1.96	0.30	0.35	0.37	0.29	1.16	1.12	1.80	2.20
	IX	1.68	1.47	0.32	0.42	0.73	0.27	1.11	1.09	1.67	1.70
	X	1.61	1.05	0.41	0.30	0.45	0.22	0.95	0.88	2.53	1.00
	XI	1.91	2.05	0.30	0.38	0.35	0.25	2.10	1.55	1.27	0.35

W latach zbioru 1967—1969 nie obserwowano wyraźnych różnic w zawartości składników mineralnych pomiędzy liśćmi buka i grabu (tab. 15). Zbierane w poszczególnych miesiącach liście charakteryzowała malejąca ilość azotu, co dotyczyło obu gatunków we wszystkich latach badań. Również wzrost zawartości wapnia postępował wraz ze starzeniem się liści. Zawartość pozostałych składników mineralnych w badanym materiale nie wykazywała wyraźnej prawidłowości.

Główna część składników mineralnych w opadzie organicznym pochodziła z liści. Wiązało się to nie tylko ze składem chemicznym liści, ale przede wszystkim z ich udziałem w ogólnej masie opadu. Liście zwracały ok. 80—90% ogólnej sumy składników mineralnych (tab. 16). Udział pozostałych części opadu był zatem znikomy.

Tab. 16. Składniki mineralne w opadzie organicznym w kg/ha
Mineral components in the organic fall in kg/ha

Rok Year		N		MgO		P ₂ O ₅		CaO		K ₂ O	
		kg/liść	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/liść	%	kg/ha	%
1967	Liście Leaves	77.611	82.1	14.179	81.6	18.105	82.5	58.035	84.4	80.721	80.7
	Organy reprodu. gałązki i kora Reproductive organs, twigs and bark	16.955	17.9	3.194	18.4	3.828	17.5	10.733	15.6	19.253	19.3
	Ogółem - Total	94.566		17.373		21.933		68.768		99.974	
1968	Liście Leaves	55.879	85.8	10.226	84.9	11.396	87.7	39.109	89.7	23.854	86.0
	Organy reprodu. gałązki i kora Reproductive organs, twigs and bark	9.260	14.2	1.822	15.1	1.505	12.3	4.487	10.3	3.666	13.4
	Ogółem - Total	65.139		12.048		12.981		43.676		27.550	
1969	Liście Leaves	52.697	78.1	13.341	77.7	7.119	53.8	44.834	82.2	56.240	84.5
	Organy reprodu. gałązki i kora Reproductive organs, twigs and bark	14.789	21.9	4.006	22.3	6.114	46.2	9.706	17.8	10.441	15.7
	Ogółem - Total	67.486		17.947		13.233		54.540		66.681	
1970	Liście Leaves	37.611	77.8	8.168	78.4	8.597	79.5	29.038	79.8	33.182	79.8
	Organy reprodu. gałązki i kora Reproductive organs, twigs and bark	10.762	22.2	2.249	21.6	2.160	20.5	7.356	20.2	8.409	20.2
	Ogółem - Total	48.373		10.413		10.557		36.374		41.591	

Średnie ilości roczne dostarczane przez opad wynosiły w kg/ha: azotu — 68,9; magnezu — 14,4; fosforu — 14,7; wapnia — 50,8; potasu — 58,9. W poszczególnych latach obserwowano jednakże bardzo duże odchylenia od średnich, nie dotyczą one jednak procentowego udziału poszczególnych organów w ogólnej ilości składników (tab. 17). Opad badanego ekosystemu dostarczył znacznie więcej składników mineralnych niż na przykład drzewostan jesionowy badany przez Madgwicka (29).

Zestawienie ogólnej ilości składników mineralnych zwracanych do podłoża przez badany ekosystem (tab. 18) wskazuje na dużą rozpiętość wyników w poszczególnych latach. A zatem obiektywne oszacowanie

ilości tych składników jest możliwe tylko na podstawie wieloletnich badań. Przedstawiane niejednokrotnie w publikacjach dane jednoroczne, a nawet kilkuletnie nie ilustrują istotnej dynamiki składników mineralnych w ekosystemie.

Tab. 17. Składniki mineralne liści oraz organów reprodukcyjnych, gałązek i kory w opadzie organicznym w poszczególnych latach badań w kg/ha
Mineral components of leaves, reproductive organs, twigs and bark in the organic fall in the separate years of studies in kg/ha

	Rok Year	N	MgO	P ₂ O ₅	CaO	K ₂ O
Liście buka Leaves of the beech	1967	50.747	8.821	11.454	37.916	51.348
	1968	36.529	6.333	6.291	24.338	13.718
	1969	32.946	8.611	3.221	30.330	38.229
	1970	23.193	5.971	5.308	19.959	24.050
Liście graba Leaves of the hornbeam	1967	25.707	5.180	6.455	19.232	28.411
	1968	18.496	3.724	4.913	14.456	9.973
	1969	17.860	1.939	3.301	12.905	16.423
	1970	13.664	2.104	2.966	8.410	8.642
Szpilki jodły Needles of the fir	1967	1.157	0.178	0.196	0.887	0.962
	1968	0.854	0.169	0.192	0.395	0.193
	1969	1.891	0.391	0.597	1.599	1.588
	1970	0.754	0.093	0.123	0.669	0.490
Łuski liści buka Bud scales of the beech	1967	0.365	0.086	0.158	0.057	0.230
	1968	2.647	0.602	0.306	0.745	0.749
	1969	2.583	0.648	0.545	0.663	1.658
	1970	1.606	1.126	0.281	0.592	1.147
Owoce i łuski graba Fruit and scales of the hornbeam	1967	6.573	1.406	1.391	1.489	9.165
	1968	0.353	0.052	0.050	0.100	0.084
	1969	0.180	0.073	0.097	0.275	0.106
	1970	4.107	1.174	0.888	2.001	3.214
Drobne gałązki i kora Twigs and bark	1967	6.230	0.825	1.222	5.850	4.018
	1968	3.748	0.501	0.485	1.819	0.899
	1969	10.374	3.034	5.233	8.441	7.303
	1970	3.812	0.690	0.707	4.015	3.124
Różne Others	1967	3.787	0.877	1.057	3.337	5.840
	1968	2.532	0.667	0.744	1.823	1.944
	1969	1.652	0.251	0.239	0.327	1.374
	1970	1.237	0.255	0.284	0.728	0.924

Stosunek składników mineralnych zawartych w runie do ogółu składników zwracanych corocznie do podłoża jest uzależniony od wielu czynników. Z badań Reinersa i Reinersa (43) wynika, że kształtuje się on odmiennie w różnych ekosystemach. W badanych przez nich trzech ekosystemach: dąbrowie, łągu i bagnie składniki mineralne roślin runa stanowiły średnio 9% w przedziale 3—16%, przy czym ilość zawarta w roślinach zielnych łągu była trzykrotnie wyższa aniżeli w dąbrowie i w bagnie.

W naszych badaniach udział roślin zielnych w ogólnej ilości zwracanego do podłoża magnezu i wapnia nie przekraczał kilku procent. Natomiast ogólna ilość azotu, potasu i fosforu, pochodząca z roślin runa, stanowiła 10—35%. Szczególnie wysoki udział runa obserwuje się w dostarczaniu do podłoża potasu. Wysoką zawartość azotu, magnezu, fosforu, wapnia i potasu w runie, sięgającą 37—44% ogólnej zawartości tych składników w ekosystemie, obserwował Madgwick (29). Na rolę roślin runa w obiegu potasu i fosforu zwracali już wcześniej uwagę Lutz i Chandler (cyt. wg 43) oraz Scott (cyt. wg 29). A zatem opad organiczny jest głównym szlakiem cyrkulacji składników mineralnych, jednak w ekosystemie leśnym należy (w przypadku niektórych pierwiastków, np. potasu) wziąć również pod uwagę udział roślin runa w ich obiegu.

Tab. 18. Udział składników mineralnych roślin runa i opadu organicznego w ogólnej ilości składników zwracanych do podłoża w kg/ha
The participation of mineral components of the herb-layer and of the organic fall in the amount of the components restored to the soil in kg/ha

Rok Year		N		P		K ₂ O		Ca		Mg	
		kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
1967	Opad organiczny Organic fall	94.566	94.5	17.273	94.5	21.933	91.3	68.768	96.8	99.574	77.1
	Runo Herb-layer	5.995	5.5	1.001	5.5	2.103	8.7	2.388	3.2	27.918	22.9
	Ogółem - Total	100.561		18.274		24.036		71.156		127.892	
1968	Opad organiczny Organic fall	65.159	92.7	12.048	92.7	12.981	81.4	43.676	95.5	27.550	64.1
	Runo Herb-layer	13.621	17.3	1.106	7.3	3.153	18.6	2.050	4.4	15.756	35.9
	Ogółem - Total	78.780		13.154		16.134		45.726		43.306	
1969	Opad organiczny Organic fall	67.436	83.3	17.047	94.5	13.233	84.1	54.540	96.0	66.681	82.4
	Runo Herb-layer	8.928	11.7	1.040	5.5	2.509	15.9	2.290	4.0	13.003	17.6
	Ogółem - Total	76.414		16.987		15.740		56.830		79.684	
1970	Opad organiczny Organic fall	48.373	88.1	10.413	91.8	10.557	84.1	36.374	93.3	41.591	79.0
	Runo Herb-layer	6.505	11.9	0.934	8.2	1.989	15.9	2.019	6.7	11.054	21.0
	Ogółem - Total	54.878		11.374		12.546		38.393		52.645	

Ogólna ilość składników mineralnych zwracanych do podłoża w badanym przez nas ekosystemie przewyższała (z wyjątkiem wapnia) wartości podawane dla dąbrowy, łągu i bagna przez Reinersów (43) oraz przez Madgwicka (29) dla drzewostanu jesionowego. Uzyskane wartości są również wyższe od stwierdzonych przez Ovingtona (38) dla dobrze rosnących plantacji leśnych strefy umiarkowanej.

PODSUMOWANIE

Badany fragment leśny należący do podzespołu podgórskiej buczyny karpackiej (*Dentario glandulosae-Fagetum collinum*) w odmianie ekolo-

gicznej z *Asperula odorata* i *Dentaria bulbifera* posiada różnowiekowy drzewostan grabowo-bukowy z domieszką jodły i osiki. Znaczny udział graba w drzewostanie wskazuje na nawiązania florystyczne tego podzespołu do asocjacji *Fagetum zamosciense*, opisanej przez Sławińskiego (46). Pod względem fizjonomii, składu florystycznego i ekologii, buczyna karpacka z Obroczy jest reprezentatywna dla większości fragmentów leśnych tego typu na Roztoczu.

Buczyna karpacka z Obroczy występuje na glebie brunatnej wylugowanej, wytworzonej z gezy kredowej, na ogół płytko zakwaszonej i o małej zasobności w fosfor oraz dobrej w potas. Znaczna zawartość potasu i spora próchnicy znalazła swój wyraz w składzie chemicznym roślin (wysoka zawartość potasu i azotu). Pokrywa glebowa jest stosunkowo zróżnicowana (co przejawia się w różnej miąższości gleb, zawartości próchnicy i odczynie); w wielu miejscach zniekształcona przez dawne wykroty. Odczyn, zawartość łatwo dostępnych form fosforu i potasu oraz skład kationów wymiennych w kompleksie sorpcyjnym ulegały w badanych glebach w poszczególnych sezonach wegetacyjnych znacznym wahaniom, na ogół bez wyraźnych prawidłowości. W części badanych gleb stwierdzono zmniejszanie się zawartości próchnicy i fosforu, a w szczególności potasu.

Liczebność bakterii w glebie badanej powierzchni nie odbiega od notowanej w tego typu zespołach. Jest ona niższa od wartości występujących w olsach i grądach grabowych, a wyższa aniżeli w borze jodłowym. W poszczególnych latach badań obserwuje się jej spadek we wszystkich grupach fizjologicznych. Wzrostowi liczby nityfikatorów towarzyszył spadek bakterii denityfikujących. Na ogół bakterie nityfikujące i celulolityczne wykazywały wyższą liczebność wiosną i jesienią. Rozkład celulozy nie był zależny od liczby bakterii celulolitycznych.

Sumaryczny przyrost miąższości badanego drzewostanu w okresie czteroletnim wynosił 29,5 m³, co w przeliczeniu na bieżący przyrost roczny stanowi 9,2 m³/ha. Taka produktywność drewna jest wyższa o 2,3 m³/ha od produktywności 120-letniej litej buczyny. Do porównania takiego upoważnia fakt, że przy 30% zaledwie udziale buka w drzewostanie miał on największy udział w wytworzeniu przyrostu drewna (67%, przy jego udziale w miąższości drzewostanu wynoszącej 57%). W rozważaniach nie można pominąć graba, którego liczebność wynosi prawie 70%, a produkcja — 26%.

Runo leśne na badanej powierzchni jest bogate w gatunki i dorodne, o czym świadczy wysoka wartość średniej poszczególnych roślin. Najwyższy stopień zagęszczenia i wartość produktywności wykazywało ono w r. 1968. W ostatnich dwóch latach obserwacji dał się zauważyć spadek stopnia pokrycia, ogólnego zagęszczenia, średniej masy pojedynczych ro-

ślin i globalnej jego produktywności. Przyczyną tego, poza wpływem siedliska, było deptanie, zrywanie roślin, kopanie. Warto podkreślić, że o stopniu pokrycia, zagęszczeniu, a także globalnej produktywności runa leśnego decydowało przede wszystkim 8 gatunków dominujących.

Opad w poszczególnych latach obserwacji był stosunkowo duży, przy czym liście buka stanowiły 50—60% jego ilości. W dynamice opadu obserwowano dwuletnią cykliczność, polegającą na zwiększonej produktywności opadu co drugi rok, przy ogólnej tendencji do jego zmniejszania się w kolejnych latach. O wspomnianej dwuletniej rytmiczności decydował opad liści buka. Należy podkreślić, że zmniejszeniu ilości opadu towarzyszył wzrost produktywności runa, np. w r. 1968, co prawdopodobnie było związane z wpływem światła (przy mniej zwartych koronach).

Ogólna ilość składników mineralnych zwracanych do podłoża w badanym ekosystemie jest znaczna (w porównaniu z innymi zbiorowiskami leśnymi). Wobec małych wahań zawartości składników mineralnych u roślin runa i podstawowych elementów opadu (liście buka i graba), zmienność ilości pierwiastków zwracanych glebie w poszczególnych latach zależy przede wszystkim od produktywności runa i opadu. Udział roślin runa w obiegu pierwiastków, z wyjątkiem potasu, jest stosunkowo mały.

Globalna produktywność buczyny karpackiej, obejmująca runo, wielkość opadu organicznego i przyrostu drewna, jest dość duża w porównaniu z innymi dotychczas badanymi w kraju. Na podstawie uzyskanych wyników nie wydaje się, aby wewnętrzny cykl biologiczny istotnie wpływał na produktywność badanego zespołu leśnego. Sądzić należy, że istotniejszy wpływ wywierał cykl geologiczny (38). Czteroletnie badania przekonują nas o konieczności prowadzenia znacznie dłuższych obserwacji w przypadku badań nad produktywnością zespołów leśnych.

PIŚMIENNICTWO

1. Alexander M.: Introduction to Soil Microbiology. John Wiley and Sons, Inc. New York and London 1964.
2. Ambrož Z., Blatova-Tulačkova E.: Biologicka a humusova slozka pudy v lucnich fytoceozach udoli řeky Opavy vztahu k stanovisti a porostu. Přírod. Časop. Slezsky 23, 161—174 (1962).
3. Ambrož Z., Blatova-Tulačkova E.: K poznani biologicke a humusove složky pudy u fytoceoz řadu *Magnocaricetalia* a *Molinietalia* v oblasti jihozapadniho Slovenska (Zahoria). Preslia 40, 80—93 (1968).
4. Andrzejewski R., Borowski S., Olszewski J.: Ustalenie powierzchni chwytnika opadu organicznego w lesie liściastym. Sylwan 8, 55—58 (1968).
5. Anulak A.: Studies on Herb Layer Production in the *Circeo-Alnetum* Oberd. 1953 Association. Ekol. Pol. 18, 411—427 (1970).
6. Black C. A.: Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Inc. Publisher Madison, Wisconsin 1965.

7. Braun-Blanquet J.: Pflanzensoziologie. Wien — New York 1964, 865.
8. Czuraj M., Radwański B., Strzemeski S.: Tablice miąższości drzew stojących. PWRiL, Warszawa 1966, 192.
9. Ellenberg H., Ovington J. D.: Productions-Ökologie von Land-Lebensgemeinschaften im Rahmen des Internationalen Biologischen Programmes. Berichte des Geobot. Institutes der Edig. Techn. Hochschule Stiftung Rübel. 35, 14—40 (1964).
10. Fenglerowa W.: Simple Method for Counting Azotobacter in Soil Samples. Act. Microb. Pol. 14, 203—206 (1965).
11. Fiodorow M.: Ćwiczenia praktyczne z mikrobiologii. PWRiL, Warszawa 1952.
12. Gieruszyński T.: Pomiar drzew i drzewostanów. PWRiL, Warszawa 1959, 230.
13. Grochowski J., Szymkiewicz B.: Dendrometria. PWN, Łódź—Warszawa 1957, 490.
14. Izdebska M., Szynal T.: Badania geobotaniczne w rezerwacie leśnym Obroc na Roztoczu Środkowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sectio B 16, 351—386 (1961).
15. Izdebski K.: Grądy na Roztoczu Środkowym. Ekol. Pol. 10 523—284 (1962).
16. Izdebski K.: Charakterystyka geobotaniczna rezerwatu leśnego Czerkies na Roztoczu Środkowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sectio C 19, 189—233 (1964).
17. Izdebski K.: Zbiorowiska leśne na Roztoczu Południowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sectio C 21, 203—246 (1966).
18. Izdebski K.: Zbiorowiska leśne na Roztoczu Zachodnim. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sectio C 22, 235—266 (1967).
19. Izdebski K.: Próba przedstawienia dynamiki drzewostanu w rezerwacie leśnym Czerkies na Roztoczu Środkowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sectio C 24, 87—118 (1969).
20. Jahn A.: Wyżyna Lubelska. PWN, Warszawa 1956, 214—249.
21. Karpaczewskij L. O., Kisielowa N. K.: O metodzie uczota opada i podstielki w mieszanych lasach. Lesowodstwo 3, 73—79, (1968).
22. Kaźmierczakowa R.: Runo lasu bukowego *Fagetum carpathicum*, jego fenologia i ekologia produkcji pierwotnej [w:] Studia ekosystemów lasu bukowego i łąki w Ojcowskim Parku Narodowym. Praca zbiorowa pod red. A. Medweckiej-Kornaś, Studia naturae, seria A, 1, Kraków 1967, 96—114.
23. Kaźmierczakowa R.: Ekologia i produkcja runa świetlistej dąbrowy i grądu w rezerwatach Kwiatkówka i Lipny Dół na Wyżynie Małopolskiej. Studia naturae, seria A, 5, Kraków 1971, 104.
24. Kozak K.: Struktura biometryczna i dynamika drzewostanów w rezerwacie Obroc na Roztoczu Środkowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sectio C 24, 119—136 (1969).
25. Kubiček F.: Leaf Litter in the Oak-Hornbeam Forest. Biologia 27, 775—783 (1972).
26. Kubiček F., Brechtel J.: Production and Phenology of the Herb Layer in Oak-Hornbeam Forest. Biologia 25, 651—666 (1970).
27. Kubiček F., Brechtel J.: Primary Herb Layer Production at the Bab Forest [w:] Research Project Bab (IBP) Progress Report I [praca zbiorowa]. Bratislava 1970, 85—89.

28. Kuźniar K.: O przyrodniczych podstawach obliczania ilości drobnoustrojów w glebie. *Ekol. Pol.* **1**, 57—66 (1953).
29. Madgwick H. A. J.: The Weights and Nutrient Compositions of Understorey Species in an Ashwood. *J. Ecol.* **53**, 335—341 (1965).
30. Malicki J.: Wpływ opadających liści na stosunki bakteryjne gleb leśnych. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sectio C* **26**, 73—95 (1971).
31. Matuszkiewicz A.: Materiały do fitosocjologicznej systematyki buczyn i pokrewnych zespołów (związku *Fagion*) w Polsce. *Acta Soc. Bot. Pol.* **27**, 675—725 (1958).
32. Medwecka-Kornaś A.: Zagadnienia botaniczne w Międzynarodowym Programie Biologicznym. *Wiadomości Bot.* **8**, 3—13 (1965).
33. Mehlich A.: Rapid Determination of Cation and Exchange Properties and pH of Soils. *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists* **36**, 445—457 (1953).
34. Michalska U.: Stosunki wodne Zwierzynca i okolicy (maszynopis pracy magisterskiej wykonanej w Katedrze Hydrografii UMCS w Lublinie, 1962), s. 26, 12 załączników.
35. Michna E., Warakomski W.: O warunkach klimatycznych osady Zwierzyniec. *Folia Soc. Scientiarum Lublinensis sectio D* **7/8**, 83—91 (1967/1968).
36. Myczkowski S.: Skład florystyczny, struktura i produktywność roślinności drzewiastej płatu *Fagetum carpaticum*. Zakład Ochrony Przyrody PAN, *Studia naturae, seria A*, **1**, 62—93 (1967).
37. Needham G. H.: The Practical Use of the Microscope Including Photomicrography. Charles C. Thomas Springfield, Illinois 1958.
38. Ovington J. D.: Some Factors Affecting Nutrient Distribution within Ecosystems [w:] *Functioning of Terrestrial Ecosystems at the Primary Production Level*. Proceedings of the Copenhagen Symposium. Ed. F. E. Eckardt, UNESCO, 95—105.
39. Petruszewicz K.: O międzynarodowym programie biologicznym. *Nauka Polska* **11**, 165—168 (1963).
40. Przewodnik V Ogólnopolskiego Zjazdu Pol. Tow. Geograficznego, Praca zbiorowa. Nakł. Pol. Tow. Geogr. Lublin 1954, 3—65.
41. Rajchel R.: Produktywność pierwotna netto runa leśnego w dwóch zespołach leśnych Ojcowskiego Parku Narodowego. *Fragm. Flor. et Geobot.* **11**, 121—150 (1965).
42. Regionalna geologia Polski, t. II. Region Lubelski. Praca zbiorowa pod red. W. Pożaryskiego, PWN, Kraków 1956, 36—70.
43. Reiners W. A., Reiners N. M.: Energy and Nutrient Dynamics of Forest Floors in three Minnesota Forests. *J. Ecol.* **58**, 497—519 (1970).
44. Research Project Bab (IBP) Progress Report I [praca zbiorowa]. Bratislava 1970, 3—240.
45. Scamoni A.: Wstęp do fitosocjologii praktycznej. PWRiL, Warszawa 1967, 224—229.
46. Sławiński W.: Lasy bukowe na Wyżynie Lubelskiej — *Fagetum zamoscienze*. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sectio E* **1**, 1—100 (1946).
47. *Studia ekosystemów lasu bukowego i łąki w Ojcowskim Parku Narodowym*. Praca zbiorowa pod red. A. Medweckiej-Kornaś, *Studia naturae, seria A*, **1**, Kraków 1965, 7—199.
48. Szymkiewicz B.: Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów. PWRiL, Warszawa 1966, 157.

49. Thun R., Hermann R.: Methodenbuch. Bd. I. Die Untersuchung von Böden. Neuman Verlag. Berlin 1955, 271.
50. Traczyk T.: Propozycja nowego sposobu oceny produkcji runa. Ekol. Pol. seria B 13, 242—247 (1967).
51. Traczyk H., Traczyk T.: Tentative Estimation of the Production of Herb Layer. Ekol. Pol. seria A 15, 823—835 (1967).
52. Traczyk T.: Studies on Herb Layer Production Estimate and the Size of Plant Fall. Ekol. Pol. seria A 15, 837—867 (1967).
53. Tyszkiewicz S., Obmiński Z.: Hodowla i uprawa lasu. PWRiL, Warszawa 1963, 812.
54. Ulehova B.: Soil Microflora under Different Plant Communities. Act. Scient. Natur. (Brno) 1, 393—427 (1967).
55. Warterasiewicz M.: Charakterystyka mikrobiologiczna niektórych gleb leśnych województwa krakowskiego. Ekol. Pol. 2, 23—32 (1954).
56. Winogradski S.: Mikrobiologia gleby, Zagadnienia i metody. PWRiL, Warszawa 1953.
57. Wójcik Z.: Primary Production of the Herb Layer and Plant Fall in a Dry Pine Forest (*Cladonio-Pinetum* Kobendza 1930) in the Kampinos National Park. Ekol. Pol. 18, 393—409 (1970).
58. Ziemięcka J., Hauke-Pacewiczowa T.: Charakterystyka mikrobiologiczna gleb Białowieskiego Parku Narodowego. Roczn. Nauk Leśn. 1, 43—70 (1953).
59. Zimny H.: Charakterystyka mikrobiologiczna gleb trzech zespołów leśnych Pogórza Karpackiego. Folia Flor. Pol. 4, 89—116 (1960).
60. Zimny H.: Charakterystyka mikrobiologiczna niektórych gleb zespołów leśnych. Ekol. Pol. 6, 247—256 (1960).
61. Zimny H.: Charakterystyka mikrobiologiczna gleb zespołów leśnych Środkowego Roztocza. Fragm. Flor. et Geobot. 6, 253—560 (1960).

РЕЗЮМЕ

Исследованная лесная часть, принадлежащая к субассоциации *Dentario glandulosae-Fagetum collinum* в экологическом подвиде с *Asperula odorata* и *Dentaria bulbifera* имеет разновозрастной грабобуковый древостой с небольшим количеством пихты и осины. Значительное участие граба в этом древостое указывает на флористические связи этой субассоциации с ассоциацией *Fagetum zamosciense*, описанной Славинским. В отношении физиономии, флористического состава и экологии *Dentario glandulosae-Fagetum collinum* является характерным для большинства лесных фрагментов этого типа на Розточье.

Субассоциация из Оброчи выступает на выщелоченном буроземе, образованном из меловой гезовой породы. В общем он легко подкислен, не очень богат фосфором, но зато богат калием. Значительное содержание калия и перегноя нашло свое выражение в химическом составе растений (большое содержание калия и азота). Почвенный покров дифференцирован, что проявляется в разной мощности почв, в содержании перегноя и в реакции. Во многих местах он деформирован дав-

ним буреломом. Реакция, содержание легко доступных форм фосфора и калия, а также состав обменных (поглощенных) катионов в сорбционном комплексе подвергались в исследованных почвах в отдельные вегетационные сезоны значительным колебаниям, в основном без отчетливых закономерностей. У части исследованных почв с течением времени констатировали понижение содержания перегноя и фосфора, а особенно калия.

Количество бактерий в почве исследованной поверхности не отходит от отмеченного для этого типа ассоциаций. Оно ниже, чем у выступающих в лесных массивах *Tilio-Carpinetum*, *Carici-elongate Alnetum* и выше, чем в пихтовом бору. В отдельные годы исследований наблюдается его понижение во всех физиологических группах. Временному росту количества нитрификаторов сопутствовало понижение количества денитрификационных бактерий. В общем нитрифицирующие и целлюлолитические бактерии показывали высшее количество весной и осенью. Разложение целлюлозы не зависело от количества целлюлолитических бактерий.

Суммарный прирост объема исследованных деревьев в течение 4 лет равнялся 29,5 м³, что в пересчете на текущий годовой прирост дает 9,2 м³/га. Такое производство древесины выше на 2,3 м³/га, чем производство 120-летнего букового леса одного вида. Такое сравнение возможно благодаря тому, что при 30%-ном участии бука в этом древостое он принимал самое большое участие в образовании прироста древесины (67% при его участии в объеме древостоя, равняющемся 57%). В рассуждениях нельзя не коснуться граба, количество которого составляет почти 70%, а производство — 26%.

Ярус травянистых растений леса на исследованной поверхности богат разными видами. Самую большую степень сгущения и величину продукции имел этот ярус в 1968 г. За два последние года наблюдений можно было заметить понижение степени покрова, общего сгущения, средней массы отдельных растений и глобальной продукции. Причиной этого, кроме влияния местообитания, был антропогенический фактор (топтание, рвание растений, копание). Стоит подчеркнуть, что о степени покрова, сгущении, а также о глобальной продукции травянистых растений решали прежде всего 8 преобладающих видов.

Листопад в отдельные годы наблюдений был относительно большой, при том листья бука составляли 50—60% его количества. В динамике листопада наблюдалась двухгодовая цикличность, проявляющаяся в повышенном опадании каждый второй год, при общей тенденции к его понижению в очередные годы. Об упомянутой цикличности решало опадание листьев бука. Следует отметить, что уменьшение листопада сопровождалось ростом продукции травянистого покрова (например в

1968 г.). В 1970 г. более значительное влияние антропогенического фактора в решающей степени нарушило эту зависимость. Повышенное производство травянистых растений и одновременное понижение массы листопада свидетельствует о влиянии светового фактора на рост растений травянистого яруса (больше света при менее густых кронах).

Общая сумма минеральных элементов, возвращаемых почве, в исследованной экосистеме значительна (по сравнению с другими лесными сообществами). Из-за небольших колебаний содержания минеральных компонентов в травянистых растениях и в основных частях листопада (листья бука и граба), изменчивость количества элементов, возвращаемых почве, в отдельные годы зависит прежде всего от продукции массы растений травянистых и от листопада. Участие растений травянистого яруса в кругообороте элементов, за исключением калия, сравнительно небольшое.

Глобальная продукция *Dentario glandulosae-Fagetum collinum* охватывающая ярус травянистых растений, количество органического листопада и прирост древесины, является относительно большой по сравнению с другими, исследованными до сих пор в стране. На основе полученных результатов можно сделать вывод, что внутренний биологический цикл не имеет существенного влияния на продуктивность исследованной лесной экосистемы. Авторы предполагают, что более значительное влияние оказывает здесь геологический цикл (38). Исследования, продолжавшиеся 4 года, убеждают нас в необходимости продолжать работу над продуктивностью лесных ассоциаций.

S U M M A R Y

The investigated forest fragment belonging to the *Dentario-glandulosae-Fagetum collinum* in the ecological variety with *Asperula odorata* and *Dentaria bulbifera* has a hornbeam-beech cover of different age, with an addition of fir and aspen. The significant participation of hornbeam in the tree cover indicates a floristic connection of this subassociation with the *Fagetum zamosciense* described by Sławiński. In respect of physiognomy, floristic composition and ecology, the beech wood from Obroc is representative of most of the forest fragments of this type in Roztocze.

The beech wood from Obroc occurs on brown leached soil, formed of cretaceous gaize. Usually, it is not deeply acidified and it has a low content of available phosphate and a high one of potassium. A significant potassium and humus contents are reflected in the chemical composition of the plants (high potassium and nitrogen contents). The soil cover is moderately differentiated, which is expressed in a different soil thickness,

humus content and *pH*. In many places it is deformed by past hollows made by uprooted trees. In the investigated soil the reaction and content of easily available phosphate and potassium and also the composition of exchange cations in the sorption complex, in separate vegetative seasons, were subject to significant fluctuations, generally without a distinct regularity. In a part of the investigated soils, a decrease in the humus and phosphate contents and, with a longer period of time, especially, that of potassium was found.

The number of bacteria in the soil of the investigated area does not deviate from that noted for type of associations. It is lower than that in *Carici elongatae-Alnetum* and *Tilio Carpinetum* with *Carpinus betulus* and higher than that in fir forests. In the separate years of the investigations its decrease in all physiological groups was observed. A periodical increase in the number of nitrifiers was accompanied by a decrease in the number of denitrifying bacteria. On the whole, nitrifying and cellulolytic bacteria were more numerous in spring and autumn. The decomposition of cellulose was not dependent on the number of cellulolytic bacteria.

A total increase in the thickness of the investigated tree cover in a four-year period was 29.5 m², which calculated by a current yearly increase, was 9.2 m²/ha. Such a wood production is by 2.3 m²/ha higher than that of the beech wood being 120 years old. Such a comparison is based on the fact that at only 30% participation of beech in the tree cover, its participation in the development of wood increase was the highest (67% when the beech participation in the thickness of the tree cover equalled 57%). In our considerations we cannot omit the hornbeam the participation of which amounts to about 70%, while its production is 26%.

The herb-layer in the investigated area is rich in species and shapely which is proved by a high average value of the separate plants. The herb-layer in 1968 was characterized by the highest density degree and production value. In the latest two years of observations, a decrease in the degree of covering, total density, average mass of single plants and the total production of the herb-layer were noticed. The cause of this, apart from the influence of the habitat, was due to the anthropogenic factor (treading, picking of plants, digging). It is worth emphasizing that the degree of covering, density and the total production of the herb-layer were decided by 8 predominant species.

The leaf fall in the separate years of observations was fairly high and the beech leaves made 50—60% of its amount. In the leaf fall dynamics, a two-year cycle was observed, i. e., the leaf fall increased every second year with a general tendency of decreasing in the successive years.

The above two-year rhythm was decided by the fall of beech leaves. It ought to be stressed that a decrease in the amount of fall is accompanied by an increase in the production of the herb-layer (e. g. in 1968). In 1970, a more significant influence of the anthropogenic factor disturbed the above dependence to a large degree. The increased herb-layer production with a simultaneous decrease in the fall mass suggests an influence of the light factor on the herb-layer increase (more light when the tree canopy is not very dense).

The total amount of mineral factors restored to the soil in the investigated ecosystem is significant (when compared with other forest communities). Due to small fluctuations in the content of mineral composition in the herb-layer plants and in some predominant fall elements (beech and hornbeam leaves), the variability in the amount of the elements restored to the soil in the separate years, depends, especially, on the production of the herb-layer and fall mass. The participation of the herb-layer plants in the circulation of the elements, with the exception of potassium, is relatively low.

The total production of the investigated beech wood including the herb-layer, amount of organic falls and wood growth are relatively high when compared with that reported by other workers in the country. It seems that the internal biological cycle has not a significant influence on the production of the examined forest associations. The geological cycle is supposed to have a more significant influence in this case (38). The above results suggest that the investigations on the production of the forest association ought to be longer than four years.