

ZAKŁAD OCHRONY PRZYRODY
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

RÓŻA KAŻMIERCZAKOWA

EKOLOGIA I PRODUKCJA RUNA
ŚWIETLISTEJ DĄBROWY I GRĄDU
W REZERWATACH
KWIATÓWKA I LIPNY DÓŁ
NA WYŻYNIE MAŁOPOLSKIEJ

ECOLOGY AND PRODUCTION OF *POTENTILLO ALBAE-QUERCETUM* AND
TILIO-CARPINETUM GROUND FLORA IN TWO FOREST RESERVES ON THE
MAŁOPOLSKA UPLAND



Kraków 1971

RÓŻA KAŻMIERCZAKOWA

EKOLOGIA I PRODUKCJA RUNA ŚWIETLISTEJ DĄBROWY I GRĄDU
W REZERWATACH KWIATÓWKA I LIPNY DÓŁ
NA WYŻYNIĘ MAŁOPOLSKIEJ

ZAKŁAD OCHRONY PRZYRODY
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

S T U D I A N A T U R A E

SERIA A — WYDAWNICTWA NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Jerzy Fabijanowski, Jan Kornaś, Kazimierz Kowalski

Nr 5

ZAKŁAD OCHRONY PRZYRODY
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

RÓŻA KAŻMIERCZAKOWA

EKOLOGIA I PRODUKCJA RUNA
ŚWIETLISTEJ DĄBROWY I GRĄDU
W REZERWATACH
KWIATÓWKA I LIPNY DÓŁ
NA WYŻYNIE MAŁOPOLSKIEJ

ECOLOGY AND PRODUCTION OF *POTENTILLO ALBAE-QUERCETUM* AND
TILIO-CARPINETUM GROUND FLORA IN TWO FOREST RESERVES ON THE
MAŁOPOLSKA UPLAND



K r a k ó w 1971

Redaktor: *Anna Medwecka-Kornaś*
Zastępca Redaktora: *Kazimierz Zabierowski*
Sekretarz Redakcji: *Alina Kwiatkowska*

Adres Redakcji: Kraków 2, ul. Ariańska 1

PANSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — ODDZIAŁ W KRAKOWIE

| | |
|--|----------------------------------|
| Nakład 365 + 90 egz. | Oddano do składania 29.I.1971 r. |
| Ark. wyd. 9. Ark. druk. 6 ^{5/16} + 7 wkł. | Podpisano do druku 15.VI.1971 r. |
| Papier druk. sat. kl. III, 70 × 100, 80 g. | Druk ukończono w lipcu 1971 r. |
| Zam. nr 250/71. M-18-940. | Cena zł 27,— |

Prasowe Zakłady Graficzne RSW „Prasa”, Kraków, ul. Wielopole 1

TREŚĆ

| | |
|---|----|
| I. Wstęp | 7 |
| II. Ogólna charakterystyka terenu badań | 9 |
| 1. Położenie badanych rezerwatów — geomorfologia Garbu Wodzisławskiego | 9 |
| 2. Klimat Garbu Wodzisławskiego | 11 |
| a. Charakter ogólny | 11 |
| b. Dane pogodowe za okres badań | 11 |
| 3. Lasy kompleksu Chrusty | 14 |
| III. Opis powierzchni badawczych | 15 |
| 1. Rezerwat Kwiatówka — roślinność powierzchni badawczej w świetlistej dąbrowie | 15 |
| 2. Rezerwat Lipny Dół — roślinność powierzchni badawczej w grądzie | 19 |
| 3. Gleby powierzchni badawczych | 25 |
| IV. Metody badań ekologicznych | 29 |
| 1. Badanie stanu biomasy i produkcji runa, ocena ilości ściółki | 29 |
| 2. Badanie zapasu i produkcji drzewostanu | 32 |
| V. Rozwój roślin i dynamika biomasy runa | 32 |
| 1. Runo świetlistej dąbrowy | 32 |
| 2. Runo grądu | 42 |
| VI. Produkcja runa w zespołach <i>Potentillo albae-Quercetum</i> i <i>Tilio-Carpinetum</i> | 49 |
| 1. Produkcja części nadziemnych | 49 |
| a. Ocena w oparciu o maksymalny plon | 49 |
| b. Ocena według sumy przyrostów poszczególnych gatunków | 50 |
| c. Ocena metodą Wiegerta-Evansa | 52 |
| 2. Produkcja części podziemnych | 64 |
| 3. Ogólna produkcja runa, wartość kaloryczna i zawartość niektórych pierwiastków chemicznych | 65 |
| VII. Udział runa w biomasie i produkcji pierwotnej całych ekosystemów leśnych | 66 |
| VIII. Ocena użytych metod na tle danych zawartych w literaturze | 73 |
| 1. Metody badania produkcji części nadziemnych | 73 |
| 2. Metody badania produkcji części podziemnych | 79 |
| IX. Podsumowanie wyników i ich porównanie z danymi innych autorów | 80 |
| X. Dyskusja stanowiska systematycznego <i>Potentillo albae-Quercetum</i> w okolicy Książa Wielkiego | 86 |
| Piśmiennictwo | 92 |
| Summary | 98 |

Dynamikę biomasy i produkcję netto runa leśnego badano w świetlistej dąbrowie *Potentillo albae-Quercetum* i w grądzie niskim *Tilio-Carpinetum stachyetosum silvaticae* w rezerwach Kwiatówka i Lipny Dół na Wyżynie Małopolskiej. Produkcję części nadziemnych runa oceniono trzema metodami: z maksymalnego stanu biomasy z odliczeniem części trwałych, z sumy przyrostów poszczególnych gatunków, oraz dokładniejszą od poprzednich metodą Wiegerta-Evansa, uwzględniającą szybkość rozkładu obumarłych części roślin. W grądzie tę ostatnią wartość oszacowano w oparciu o zmiany masy prób martwych szczątków roślin, wykładanych okresowo na badanej powierzchni. Produkcję części podziemnych runa oceniono z różnicy między ich maksymalną a minimalną biomasą.

Produkcja runa w dąbrowie osiągnęła rocznie w częściach nadziemnych $9,9 \cdot 10^6$ kcal/ha, a w częściach podziemnych $5,3 \cdot 10^6$ kcal/ha. W grądzie wartości te wyniosły odpowiednio $7,8 \cdot 10^6$ kcal/ha i $1,2 \cdot 10^6$ kcal/ha. W dąbrowie runo wytwarzało około 30% rocznej produkcji całego zbiorowiska, stanowiąc w okresie maksymalnego rozwoju 1% jego biomasy. W grądzie udział runa w produkcji lasu wyniósł około 20%, a w biomasie zaledwie 0,7%.

Zespół świetlistej dąbrowy, w którym przeprowadzono powyższe badania, nie był dotychczas podawany z Wyżyny Małopolskiej. Po rozpatrzeniu jego zróżnicowania na terenie Polski i obszarów sąsiednich badaną dąbrowę wyodrębniono jako nowy podzespół *Potentillo albae-Quercetum rosetosum gallicae*.

I. Wstęp

Niniejsze opracowanie jest wynikiem badań ekologicznych prowadzonych od grudnia 1964 roku do końca roku 1967 na dwóch powierzchniach leśnych. Celem pracy było poznanie dynamiki biomasy i wartości produkcji netto runa w świetlistej dąbrowie *Potentillo albae-Quercetum* oraz w grądzie niskim *Tilio-Carpinetum stachyetosum silvaticae*. Ponieważ świetlista dąbrowa jest zespołem szczególnie interesującym, przeprowadzono dodatkowo jego bliższą analizę fitosocjologiczną (por. rozdz. X). Pracę podjęto w związku z Międzynarodowym Programem Biologicznym, którego jednym z zadań jest ocena produktywności rozmaitych ekosystemów poszczególnych stref klimatyczno-roślinnych Ziemi, a w dalszej kolejności opracowanie podstaw ich ochrony i racjonalnej gospodarki zasobami przyrody (Ellenberg, Ovington 1964, Medwecka-Kornaś 1965, Petrusiewicz 1963).

Badania produktywności zmierzają nie tylko do oceny ilości materii organicznej wytwarzanej w określonym czasie w różnych ekosystemach, lecz także tworzą podstawę śledzenia obiegu materii i przepływu energii przez poszczególne poziomy troficzne biogeocenozy. Interesujące jest przy tym poznawanie wzajemnych powiązań troficznych rozmaitych komponentów ekosystemu. Cenne jest również, zarówno z naukowego, jak i gospodarczego punktu widzenia, zyskiwanie danych dla porównania możliwości produkcyjnych zbiorowisk naturalnych i upraw utrzymywanych przez człowieka, a także określenie czynników ograniczających lub utrzymujących na stałym poziomie produkcję ekosystemów (O d u m 1963).

W badaniach dotyczących produkcji lasu zagadnienie runa jest najczęściej pomijane. Tylko nieliczne prace analizują dokładniej roślinność tej warstwy i jej wpływ na całokształt procesów zachodzących w zbiorowiskach leśnych (np. O v i n g t o n 1962 b). Także i w opracowaniach podręcznikowych, traktujących o produktywności lasu, zagadnienie udziału runa w ogólnej dynamice zbiorowiska najczęściej nie jest prawie wcale uwzględniane (por. np. A s s m a n n 1968).

Według instrukcji dotyczącej badania zbiorowisk leśnych w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego (N e w b o u l d 1967), produkcję runa wystarczy oceniać w przybliżeniu, z różnicy między maksymalnym a minimalnym stanem biomasy, jeżeli stanowi ona nie więcej niż 5% masy wytwarzanej przez las w ciągu roku. Gdy jednak udział roślin runa w produkcji całego zbiorowiska jest większy, konieczne jest stosowanie dokładniejszych metod. Zadaniem moim było więc nie tylko oszacowanie ilości wytwarzanej przez runo masy roślinnej, lecz także porównanie kilku różnych metod jej oceny i określenie ich wartości i przydatności w badaniach dynamiki biomasy i produkcji netto warstwy zielnej zbiorowisk leśnych.

Jako teren badań wybrano rezerwaty Kwiatówka i Lipny Dół, położone w lasach koło Książa Wielkiego na Garbie Wodzisławskim. Badania zlokalizowano w tym terenie z kilku powodów. Roślinność jest tu ogromnie interesująca, a bardzo słabo poznana. Garbu Wodzisławskiego nie obejmowały bowiem ani prace florystyczne wykonywane na Wyżynie Miechowskiej, ani, poza nielicznymi wyjątkami (K o s t r o w i c k i 1966), publikacje dotyczące okręgu pińczowskiego. Nieco danych o roślinności samych rezerwatów Kwiatówka i Lipny Dół znajduje się w pracach: I z d e b s k i e g o (1959), K a ż m i e r c z a k o w e j (1968), B e d n a r k a i M y c z k o w s k i e g o (rkps) oraz M y c z k o w s k i e g o i L e s i ń s k i e g o (1969). Dwa blisko siebie położone obiekty, różniące się tak pod względem roślinności jak i siedliska, stwarzały możliwość równoczesnego śledzenia i porównywania badanych procesów w różnych zespołach leśnych. Ponadto usytuowanie powierzchni badawczych w rezerwach eliminowało w dużym stopniu wpływ niepożądanych zaburzeń, jak wypas

i grabienie ściółki, a także, przynajmniej częściowo, chroniło przed zniszczeniem założone doświadczenia.

Dziękuję serdecznie prof. dr Annie Medweckiej-Kornaś za wskazanie tematu i terenu pracy oraz stałą pomoc i zainteresowanie podczas jej wykonywania. Dziękuję również drom R. Riegerowi i J. Lesińskiemu za charakterystykę dendrometryczną drzewostanów na obu powierzchniach badawczych. Szczерze wdzięczna jestem prof. drowi B. Pawłowskiemu za sprawdzenie oznaczenia *Aconitum variegatum*, a doc. drowi S. Bałutowi — *Larix polonica*, prof. drowi S. Domańskiemu za oznaczenie grzybów chorobotwórczych, atakujących rośliny runa, mgr K. Kogut za oznaczenie mchów, drowi M. Karkanisowi za wykonanie analiz glebowych i oznaczenie zawartości niektórych pierwiastków w roślinach runa i liściach drzew, mgr J. Sokół za wykonanie pomiarów pojemności wodnej i wilgotności aktualnej gleby oraz drowi A. Drożdżowi i mgrowi J. Kurzyńskiemu za oznaczenie wartości kalorycznej materiału roślinnego. Dziękuję także wszystkim osobom, które pomagały mi w terenie podczas zbierania materiału oraz w laboratorium przy dalszym jego opracowaniu.

II. Ogólna charakterystyka terenu badań

1. Położenie badanych rezerwatów — geomorfologia Garbu Wodzisławskiego

Jako obiekty niniejszej pracy wybrano dwie powierzchnie leśne: jedną w rezerwacie Kwiatówka¹, drugą w rezerwacie Lipny Dół. Oba te rezerваты, odległe od siebie o 1,5 km, obejmują część lasów Leśnictwa Chrusty, Nadleśnictwa Państwowego Książ Wielki, w powiecie miechowskim. Pierwszy znajduje się w partii wierzchwinowej terenu, drugi w wąwozie (ryc. 1). Lasy Leśnictwa Chrusty porastają grzbiet niewielkiego, połozonego wzniesienia, jednego z szeregu wzniesień na obszarze Garbu Wodzisławskiego. Wzniesienie to ogranicza od północnego wschodu dolinę Nidzicy, tzw. Padół Książki, który stanowi granicę między Garbem Wodzisławskim a położoną dalej ku południowemu zachodowi Wyżyną Miechowską (Klimaszewski 1946, Flis 1956).

Garb Wodzisławski, będący jednym z subregionów Niecki Nidziańskiej, tworzy antyklinalny grzbiet zbudowany z opoki górnokredowej, w części południowej przysłoniętej płaszczem lessu. Oś garbu przebiega z północnego zachodu na południowy wschód. Wysokości bezwzględne dochodzą w tym terenie do 368 m n.p.m. (Wały nad Małym Książem). Opoka kredowa odsłania się w rozcięciach dolin, zwłaszcza na zboczach o ekspozycji południowej. Wierzchowinę zalegają w przeważającej części pokrywy glin zwałowych oraz płyty lessu, miejscami dość silnie piaszczystego. Często

¹ Rezerwat ten został zatwierdzony dopiero w r. 1966, jednak od momentu powstania projektu jego utworzenia, wysuniętego w r. 1962 przez A. Medwecką-Kornaś, obszar obecnego rezerwatu był wyłączony spod gospodarki leśnej i otoczony ochroną.

formą geomorfologiczną tego terenu są parowy i wąwozy oraz dolinki, przeważnie suche, w których tylko okresowo płyną potoki. Cały obszar Garbu odwadniany jest przez liczne źródła szczelinowe, bijące u jego podnóża (Flis 1956, Radłowska 1966).

W związku ze zróżnicowaną budową geologiczną Garbu pozostaje duża różnorodność gleb. Według Strzemińskiego (1954 a, b) wyróżnić można



Ryc. 1. Położenie rezerwatów Kwiatówka (I) i Lipny Dół (II): 1 — las, 2 — zarośla, 3 — granice rezerwatów

Fig. 1. Localization of the reserves Lipny Dół (I) and Kwiatówka (II): 1 — forest, 2 — scrub, 3 — borders of the reserves

na tym terenie najogólniej: rędziny kredowe, gleby lessowe oraz gleby brunatne i biellicowe wykształcone z glin i ilów. Na obszarze lasów samego leśnictwa Chrusty spotyka się też różne typy podłoża, od margli kredowych, występujących w środkowej części kompleksu leśnego, widocznych także spod płytkiej gleby na południowych jego obrzeżach, poprzez zajmujące dużą powierzchnię łupki ilaste, aż do silnie spiaszczonego lessu. Wytworzyły się tu następujące typy gleb: rędziny kredowe i brunatne, gleby brunatne o różnym stopniu zakwaszenia oraz ubogie gleby biellicowe.

2. Klimat Garbu Wodzisławskiego

a. Charakter ogólny. Garb Wodzisławski znajduje się w zasięgu krainy klimatycznej Zagłębia Nidy, należącej do grupy klimatów Wyżyn Środkowych (Romer 1949). Klimat tego obszaru odznacza się dość silnym kontynentalizmem, wyrażającym się m. in. dużą średnią roczną amplitudą temperatury powietrza (21° dla stacji Sielec¹), względnie krótkim, przeciętnie 55 dni trwającym okresem tzw. szarugi wiosennej i jesiennej (średnie temperatury dobowe od 0° do 5° i od 5° do 0°) oraz stosunkowo wysoką ilością opadów w okresie letnim. Wieloletnia średnia roczna suma opadów wynosi tu około 610 mm (Wiszniewski 1953), maksymalny opad przypada w lipcu, minimalny w lutym. W tzw. głównej porze rozwoju roślin, w miesiącach maju, czerwcu i lipcu (Romer 1949), opady sięgają prawie 40% sumy rocznej, a w całym półroczu letnim aż około 70% (tab. I).

Teren Garbu Wodzisławskiego należy do obszarów uprzywilejowanych termicznie. Wieloletnia średnia roczna temperatura powietrza w Sielcu wynosi $7,3^{\circ}$ (Gumiński 1950), a w okresie od 1955 do 1967 osiągnęła $7,4^{\circ}$ (tab. II, Rocznik Meteorologiczny 1955—1962 i dane archiwalne PIHM). Obszar Garbu jest więc nieco cieplejszy niż sąsiednia Wyżyna Miechowska, gdzie wieloletnia średnia temperatura roczna (stacja Damice) wynosi $7,1^{\circ}$ (Gumiński l.c.).

Okres wegetacyjny, wyznaczony na podstawie przeciętnych dat przekroczenia średniej temperatury dobowej 5° , trwa na Garbie Wodzisławskim około 210 dni. Początek okresu wegetacji przypada średnio 26 marca, a koniec 29 października. Lato (średnia dobowa temperatura przekracza 15°) trwa na tym obszarze 90 do 100 dni. Ostatnie przymrozki wiosenne występują zwykle między 30 kwietnia a 5 maja, niekiedy jednakże zdarzają się jeszcze w czerwcu. Przymrozki jesienne zaczynają się przeważnie między 7 a 12 października, czasami występują już we wrześniu. Liczba dni z przymrozkami wynosi na tym terenie 110 do 120, a dni mroźnych 30 do 40 (Gumiński 1950, Miłata 1953, Pięślak 1955, Schmuck 1959).

Teren Garbu Wodzisławskiego, podobnie jak cały region Niecki Nidziańskiej, cechuje wysokie promieniowanie słoneczne. Suma bezpośredniego promieniowania wynosi tu około $60 \text{ kcal/cm}^2/\text{rok}$ (Mackiewicz 1953). Także liczba dni pogodnych jest tutaj dość wysoka — średnio 30 do 40 rocznie. Dni pochmurnych jest natomiast zwykle 140 do 150, a średnie zachmurzenie roczne wynosi około 65% (Stenz 1952).

b. Dane pogodowe za okres badań. Jak wynika z zestawionych danych (tab. I, ryc. 2), średnia roczna suma opadów w Sielcu za

¹ Stacja ta położona jest na południowo-wschodnim krańcu Garbu Wodzisławskiego, 25 km na południowy wschód od badanego terenu i około 100 m niżej.

Tabela I
Rozkład opadów atmosferycznych w mm
Atmospheric precipitation in mm

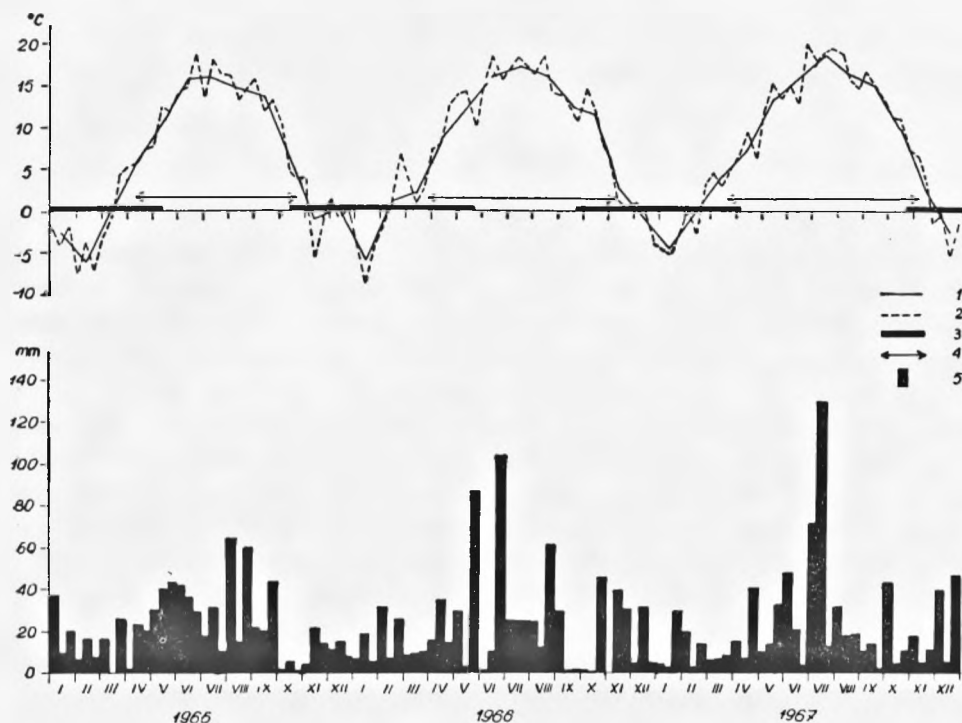
| Miejscowość Locality | Okres obserwacji Observation period | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Rok Year |
|--|--|----|----|-----|----|-----|-----|-----|------|----|----|----|-----|-------------|
| Budziszowice ¹ 220 m n.p.m. (a.s.l.) | 1891—1930 | 27 | 23 | 28 | 44 | 64 | 79 | 98 | 79 | 56 | 48 | 34 | 31 | 611 |
| | 1955—1964 | 22 | 20 | 30 | 33 | 53 | 84 | 111 | 75 | 44 | 33 | 42 | 34 | 581 |
| Sielec 202 m n.p.m. (a.s.l.) | 1965 | 67 | 29 | 42 | 45 | 113 | 107 | 59 | 134 | 85 | 8 | 40 | 35 | 762 |
| | 1966 | 30 | 64 | 29 | 65 | 119 | 114 | 76 | 99 | 32 | 47 | 69 | 40 | 784 |
| | 1967 | 38 | 34 | 21 | 62 | 57 | 76 | 215 | 68 | 27 | 59 | 29 | 90 | 776 |

¹ Stacja odległa około 5 km od Sielca (Station about 5 km distant from Sielec).

Tabela II
Średnie miesięczne i roczne temperatury powietrza w °C
Mean monthly and annual air temperatures in °C

| Miejscowość Locality | Okres obserwacji Observation period | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Rok Year |
|---------------------------------|--|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| Sielec 202 m n.p.m. (a.s.l.) | 1881—1930 | -3,3 | -2,4 | 2,0 | 7,3 | 12,9 | 16,0 | 17,7 | 16,6 | 12,7 | 7,7 | 2,1 | -1,4 | 7,3 |
| | 1955—1964 | -3,8 | -3,2 | 0,7 | 7,6 | 12,6 | 16,5 | 17,9 | 17,0 | 12,7 | 8,2 | 3,4 | -1,5 | 7,3 |
| | 1965 | -2,4 | -5,9 | 0,4 | 6,2 | 10,8 | 16,1 | 16,2 | 14,8 | 13,8 | 6,5 | -0,8 | 0,4 | 6,3 |
| | 1966 | -5,5 | 1,5 | 2,6 | 9,4 | 12,8 | 16,6 | 17,6 | 16,6 | 12,8 | 11,9 | 2,9 | -0,6 | 8,2 |
| | 1967 | -3,8 | 0,4 | 4,5 | 7,8 | 13,9 | 16,4 | 19,2 | 16,9 | 15,6 | 10,3 | 3,2 | -2,1 | 8,5 |

lata 1955—1967 wyniosła 625 mm (Opady atmosferyczne 1955—1963 i dane archiwalne PIHM), była więc nieco wyższa od średniej wieloletniej. Średni roczny opad w pierwszych dziesięciu latach tego okresu był niższy od wieloletniego i wynosił 581 mm. Natomiast trzyletni okres badań należał do bardzo wilgotnych, a opad za lata 1965—1967 wyniósł średnio aż



Ryc. 2. Przebieg niektórych czynników klimatycznych w latach 1965—1967 dla stacji klimatycznej w Sielcu (wg danych archiwalnych PIHM): 1 — średnie temperatury miesięczne, 2 — średnie temperatury dekadowe, 3 — okresy z mrozem i przymrozkami, 4 — długość okresu wegetacyjnego, 5 — dekadowe sumy opadów

Fig. 2. The course of certain climatic factors in the years 1965—1967 at the climatological station in Sielec (after archival data of the Polish Institute of Hydrology and Meteorology): 1 — mean monthly temperatures, 2 — mean temperatures in 10-day intervals, 3 — periods with frost or slight frost, 4 — duration of the growing season, 5 — 10-days' precipitation sums

774 mm, przewyższając o około 25% wartość średniej wieloletniej. W latach 1965 i 1966 wystąpiły obfite opady wiosenne, w roku 1967 wiosna była suchsza i cieplejsza niż zwykle, natomiast w lipcu zanotowano wysoką ilość opadów. Była ona spowodowana kilkoma burzami z ulewnym deszczem (podczas jednej z nich, w drugiej dekadzie lipca, spadło 66 mm opadu). We wrześniu lub październiku zaznaczał się wyraźnie okres suszy jesiennej.

Średnia temperatura roczna za badany okres 1965—1967 wyniosła 7,7°,

była więc znacznie wyższa od średniej wieloletniej (tab. II), przy czym szczególnie ciepłe były ostatnie dwa lata badań (średnia powyżej 8°). Najkorzystniejsze warunki rozwoju roślin panowały w roku 1965, niezbyt ciepłym i równocześnie wilgotnym. Szybki i bujny wzrost roślin w tym roku umożliwiła duża ilość opadów w maju i czerwcu.

Długość okresu wegetacyjnego w kolejnych latach badań wykazywała duże różnice. W roku 1965 okres ten trwał zaledwie 193 dni, podczas gdy w dwu następnych latach odpowiednio 226 i 229 dni.

3. Lasy kompleksu Chrusty

Na terenie leśnictwa Chrusty występują głównie naturalne lasy liściaste i mieszane. Niewielkie przestrzenie zajmują młodniki sosnowe, miejscami rośnie starszy las sztucznego pochodzenia. Najpospolitszymi drzewami są dęby (*Quercus robur* i *Q. sessilis*), tworzące w stosunkowo rozległych płatach świetlistych dąbrów *Potentillo-Quercetum* prawie czyste drzewostany z nieznaczną domieszką sosny lub modrzewia. Dęby występują również w domieszce w wielogatunkowych grądach wraz z grabem, lipą, osiką, brzoza, klonem, jaworem i innymi gatunkami drzew liściastych, czasem także z sosną i modrzewiem. Dość duże powierzchnie zajmują w leśnictwie Chrusty grądy wysokie, głównie *Tilio-Carpinetum calamagrostetosum* z licznymi roślinami kserotermicznymi, nieco rzadsze jest *Tilio-Carpinetum typicum*. Grąd niski *Tilio-Carpinetum stachyetosum silvaticae* rozwinął się tylko na bardzo niewielkiej przestrzeni, w wilgotnych obniżeniach terenu. We wschodniej części kompleksu leśnego dość duże powierzchnie zajmuje mieszany las dębowo-sosnowy *Pino-Quercetum*.

Na uwagę zasługuje występowanie na terenie Chrustów modrzewia polskiego *Larix polonica*. Drzewo to rośnie zwykle w płatach świetlistych dąbrów lub suchych grądów, pojedynczo bądź grupami, dość często wraz z *Larix decidua*. Trudno byłoby w tej chwili ustalić, czy modrzew polski miał tu stanowiska z natury. Łączne występowanie obu gatunków modrzewia budzić musi podejrzenie, że *Larix polonica* został wprowadzony podczas zalesiania zrębów. Obecnie oba gatunki modrzewi odnawiają się z samosiewu.

W okresie przed pierwszą wojną światową na terenie obecnego nadleśnictwa Książ Wielki stosowano niskorębną gospodarkę odroślową (Chodzicki 1947), przy czym przeciętny wiek drzewostanów wynosił zaledwie 34,4 lat. Teraz pozyskuje się tu głównie drewno dębowe, przy zastosowaniu rębni smugowej. Zręby zalesia się zwykle jednym gatunkiem, najczęściej dębem lub grabem. W całym leśnictwie młodniki zajmują dużą powierzchnię. Przeważają młodniki dębowe lub sosnowe, rzadsze są dębowo-sosnowe, grabowo-dębowe, osikowe lub wielogatunkowe. Bardzo często są one tak gęste, że nie wykształca się w nich runo leśne.

Na terenie lasów Chrusty zaznacza się niszczący wpływ wypasu. Szczególnie zniszczone jest runo i podrost w zachodniej części kompleksu, graniczącej z zabudowaniami wsi Wolica.

Dwa utworzone na terenie leśnictwa rezerwaty, obejmujące naturalne fragmenty lasu, zabezpieczają siedlisko dla wielu rzadkich i cennych gatunków roślin, a także stanowią ostoję dla drobniejszych zwierząt. Z rzadszych gatunków naszej fauny występuje tu jęłonek rogacz *Lucanus cervus*, którego obserwowano m. in. w rezerwacie Kwiatówka (K a ż m i e r c z a k 1968).

III. Opis powierzchni badawczych

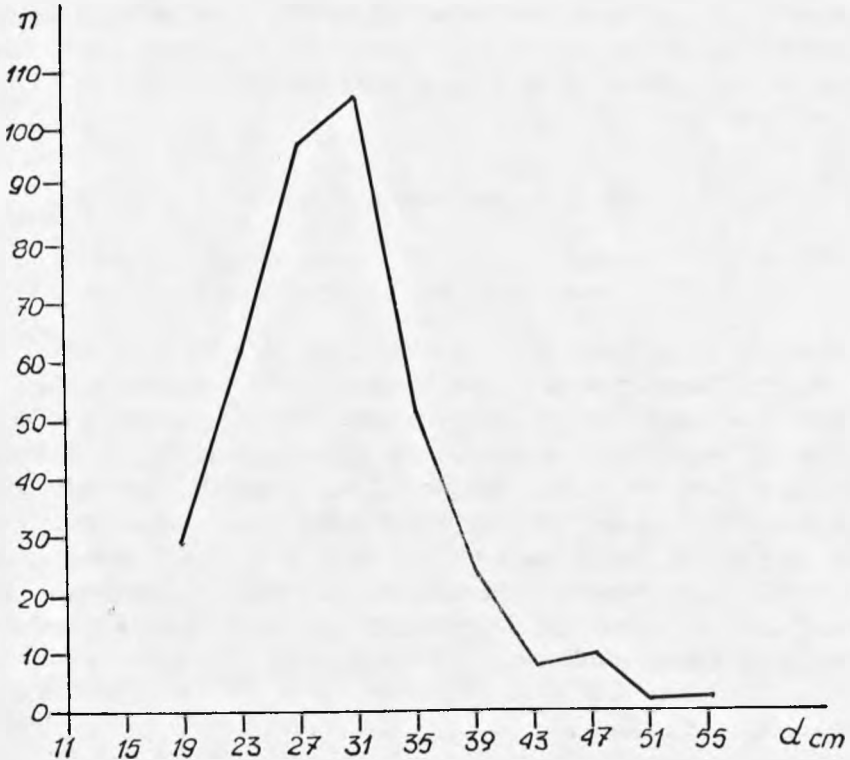
1. Rezerwat Kwiatówka — roślinność powierzchni badawczej w świetlistej dąbrowie

Rezerwat Kwiatówka, o powierzchni 11,25 ha, leży na wysokości około 300 m n.p.m. Teren rezerwatu jest prawie płaski, nieznacznie ($2-3^\circ$) nachylony w kierunku północno-wschodnim. Jego południową granicę tworzy niewielkie obniżenie z okresowym spływem wody (ryc. 1). Powierzchnia badawcza, obejmująca obszar 0,5 ha w kształcie prostokąta o bokach 50×100 m, położona była w środkowej części rezerwatu. Drzewostan tworzą tu, podobnie jak w całym rezerwacie, *Quercus robur* i *Q. sessilis*, z nieznaczną domieszką sosny. Jest on pochodzenia odrosłowego, o czym świadczą charakterystyczne zgrubienia u nasady pni dębów, a jego wiek wynosi około 100 lat (B e d n a r e k, M y c z k o w s k i rkps). Wykres frekwencji drzew różnych stopni grubości ma tu kształt dwuramiennej krzywej, charakterystycznej dla drzewostanów równowiekowych (ryc. 3). Przeciętna wysokość drzew wynosi około 23 m i waha się w granicach od 17 do 27 m, pierśnica ma wartości od 20 do 44 cm, a średnio 30 cm. Na jednym hektarze rosną 294 drzewa. Według klasyfikacji S c h w a p p a c h a (bez daty) powierzchnia badawcza przedstawia II bonitację siedliska.

W zdjęciach fitosocjologicznych zwarcie warstwy drzew oceniono na około 65%, jest ono więc niewielkie, a las ma charakter widny (ryc. 4). Dla wybranego fragmentu powierzchni badawczej (prostokąt o bokach 20×50 m) wykonano mapkę rzutów koron drzew (ryc. 5 na ukł. po str. 18). Pokrywają one prawie 80% płaszczyzny, na jakiej rosną. Różnica między oceną wzrokową zwarcia koron a ich rzutami pionowymi wynika stąd, że korony dębu są luźne i nie zacieniają całej powierzchni rzutu.

Podszycie lasu jest bardzo słabo rozwinięte, choć wielogatunkowe; jego zwarcie na powierzchni badawczej nie dochodzi do 5%. Występują tu: *Corylus avellana*, *Crataegus curvisepala*, *Tilia cordata*, *Carpinus betulus* i pojedynczo inne gatunki. W pozostałych częściach rezerwatu są miejsca o większym zwarciu krzewów, głównie *Corylus avellana* i *Prunus spinosa*.

Runo na badanej powierzchni wykształcone jest bardzo bujnie (ryc. 6). Jego zwarcie wynosi średnio 95%, liczne kwiatostany sięgają do 1,5 m, a niekiedy nawet do 2 m wysokości. W runie panują rośliny jednoliścienne. Bardzo obficie rosną tu: *Carex montana*, *Calamagrostis arundinacea*,



Ryc. 3. Struktura grubości drzew na powierzchni badawczej w świetlistej dąbrowie: n — liczba drzew, d — pierśnica drzew

Fig. 3. The structure of tree diameter in the investigation site in xerothermic oak-wood: n — number of trees, d — DBH of trees

Brachypodium pinnatum i *B. silvaticum*, *Festuca heterophylla* i *Molinia arundinacea*. Z roślin dwuliściennych występują liczne gatunki, lecz nie osiągają one wyższych stopni ilościowości. W zdjęciu fitosocjologicznym notowano zwykle około 80 gatunków, a tabela licząca 18 zdjęć objęła ponad 200 gatunków. Mchy występowały bardzo skąpo.

Wśród roślin naczyniowych runa wyróżnić można kilka grup ekologicznych (por. tab. III — zdjęcia nr 2, 3, 12 i 13¹). Licznie i z dużą stałością występuje tu szereg gatunków ciepłolubnych, charakterystycznych dla rzędu *Quercetalia pubescentis* i związku *Quercion pubescentis-sessiliflorae*.

¹ Tabelę III zamieszczono pod opaską na końcu zeszytu.

Są to np. *Calamintha clinopodium*, *Lathyrus niger*, *Peucedanum cervaria*, *Potentilla alba*, czy wspomniana już *Carex montana*. Często spotyka się też kilka gatunków roślin muraw kserotermicznych, jak *Avenastrum pratense* var. *scabrum*¹, *Brachypodium pinnatum* i *Filipendula hexapetala*.



Ryc. 4. Świetlista dąbrowa w rezerwacie Kwiatówka

Fig. 4. Xerothermic oakwood *Potentilla albae-Quercetum* in the Kwiatówka reserve
Fot. A. Medwecka-Kornaś

Obok gatunków występujących zwykle na siedliskach ciepłych i suchych, jak wymienione powyżej, rosną w opisywanym lesie liczne rośliny

¹ Przynależność gatunkowa tej odmiany, opisanej przez Zapalowicza (1906) z Podola, nie jest jasna. Holub (1962) uważa, że pozostaje ona pod wpływem *Avenastrum alpinum*, o ile nie należy już do tego, rozpowszechnionego na Podolu, gatunku.

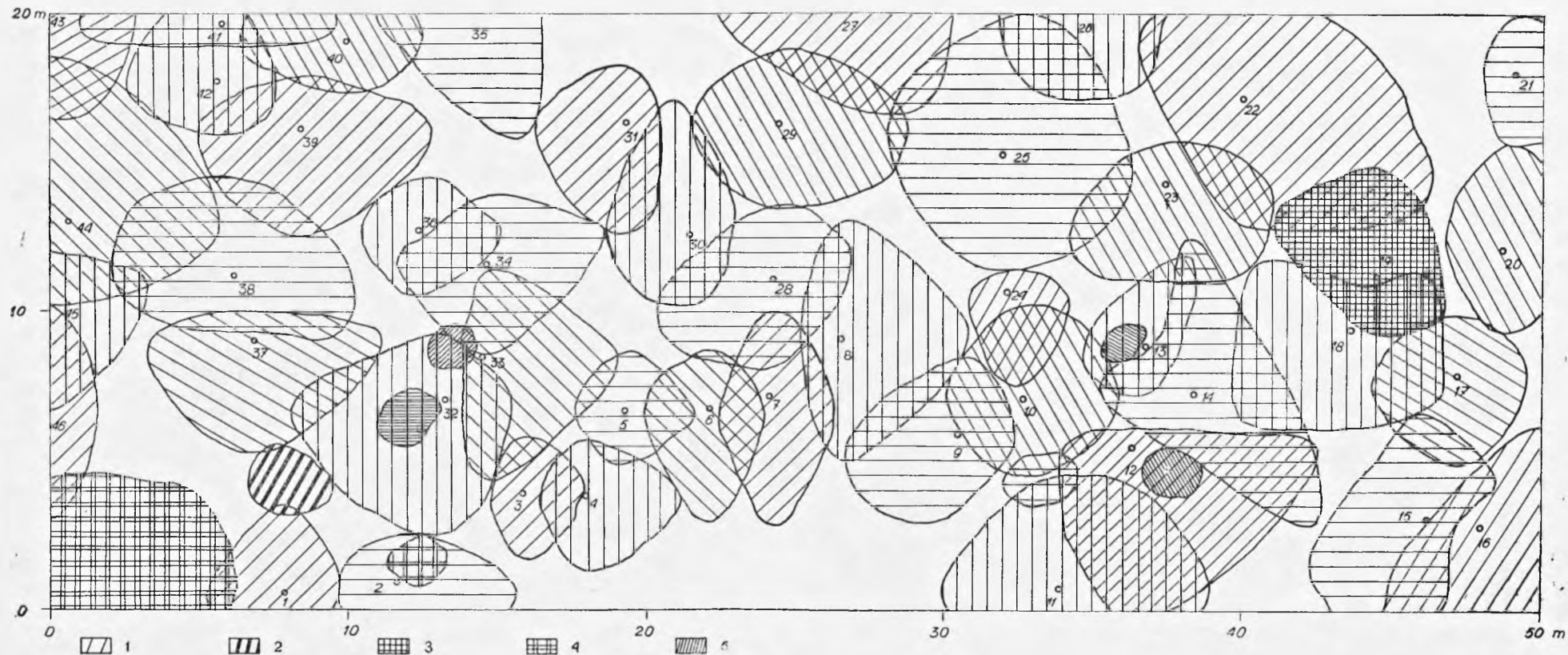
mezofilne. Należy tu duża grupa gatunków charakterystycznych dla klasy *Querc-Fagetea* i rzędu *Fagetalia*, np. *Lathyrus vernus*, *Melampyrum nemorosum*, *Galium Schultesii*, *Lilium martagon*. Liczna jest również grupa gatunków łąkowych, z których wiele występuje pospolicie na wilgotnych



Ryc. 6. Ogólny widok powierzchni badawczej w świetlistej dąbrowie. Na pierwszym planie podkolan biały *Platanthera bifolia*

Fig. 6. General view of the investigation site in xerothermic oakwood. In the foreground a flowering *Platanthera bifolia*

Fot. S. Michalik



Ryc. 5. Rzuty koron drzew na powierzchni badawczej w świetlistej dąbrowie: 1 — *Quercus robur*, *Q. sessilis*, 2 — *Tilia cordata*, 3 — *Pinus silvestris*, 4 — *Corylus avellana*, 5 — *Crataegus* sp. Na rycinie oznaczono pnie drzew i ich kolejne numery

Fig. 5. Projection of tree crowns in the investigation site in xerothermic oakwood: 1 — *Quercus robur*, *Q. sessilis*, 2 — *Tilia cordata*, 3 — *Pinus silvestris*, 4 — *Corylus avellana*, 5 — *Crataegus* sp. Tree trunks and their individual numbers are given in the figure too

łakach z rzędu *Molinietalia*. Rośliny te są stałym i bardzo charakterystycznym składnikiem runa świetlistej dąbrowy, na co już zwrócił uwagę Libbert (1933), opisując zespół *Potentillo albae-Quercetum*. Z gatunków charakterystycznych dla rzędu *Molinietalia* na badanej powierzchni w świetlistej dąbrowie rosły np.: *Betonica officinalis*, *Serratula tinctoria*, *Succisa pratensis*, *Galium boreale*. Gatunki z tej grupy występują tu prawie zawsze w niewielkich ilościach, choć dosyć często.

Stosunkowo niewielką grupę tworzą gatunki rosnące z reguły na siedliskach dość ubogich o zakwaszonej glebie, np. *Melampyrum pratense*, *Hieracium sabaudum*, *H. umbellatum*, *Vaccinium myrtillus*. Ich pojawienie się w runie świetlistej dąbrowy wskazuje na prawdopodobny kierunek zachodzącej w obecnych warunkach klimatycznych sukcesji tego zespołu, zmierzającej do wytworzenia lasu mieszanego *Pino-Quercetum*. Jest to prawdopodobnie zbiorowisko klimaksowe dla niegórskich terenów Polski (Pawłowski, Medwecka-Kornaś, Kornaś 1959).

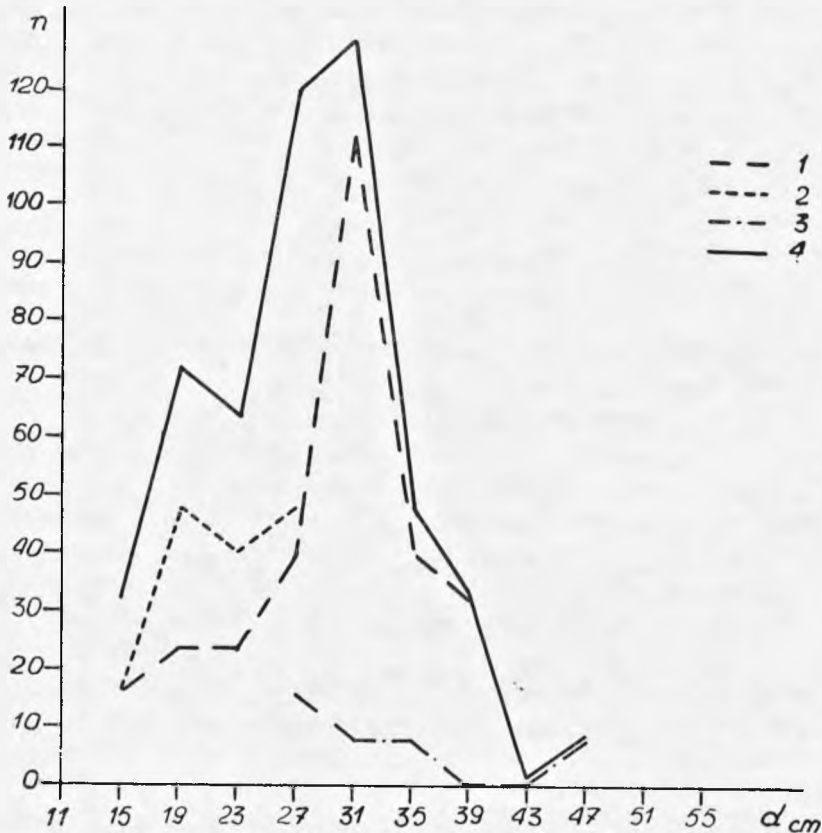
2. Rezerwat Lipny Dół — roślinność powierzchni badawczej w grądzie

Rezerwat Lipny Dół, o powierzchni 20,23 ha, obejmuje obszar zróżnicowany morfologicznie, a mianowicie część niewielkiego, rozwidłonego wąwozu wraz z otaczającymi go zboczami i fragmentem wierzchołiny (ryc. 1). Wąwóz jest wytworem erozji wodnej; obecnie odwadnia go niewielki potoczek, płynący okresowo wyżłobionym w jego dnie, wąskim i wciętym na głębokość jednego metra, korytem. Zbocza otaczające od wschodu i zachodu dno wąwozu mają około 10 m wysokości i nachylenie około 15°.

W rezerwacie występuje kilka zbiorowisk leśnych. Dno wąwozu porasta grąd niski, zbocza — grąd typowy, przechodzący stopniowo w części wyżynnej rezerwatu w grąd trzcinikowy i świetlistą dąbrowę. W największym obniżeniu terenu rósł fragment łągu wiązowego, niestety w ostatnich latach wiązy wyginęły, prawdopodobnie wskutek niedostatku wody (Myczkowski, Lesiński 1969).

Badania prowadzono na płaskim, szerokim na około 30 m dnie wąwozu, nieznacznie pochylonego w kierunku północnym. Powierzchnia badawcza obejmowała obszar 0,125 ha, wytyczony w jednolitym płacie grodu niskiego. Dość gęsty i zwarty drzewostan składa się tutaj głównie z lipy drobnolistnej i grabu z domieszką dębu szypułkowego, klonu i jaworu. Drzewostan jest jednowiekowy, około stuletni, pochodzenia odroślowego (Bednarek, Myczkowski rkps). Wykres frekwencji grubości drzew, wykonany dla powierzchni badawczej, ma kształt dwuramiennej krzywej, typowej dla drzewostanów jednowiekowych (ryc. 7). Grab wykazuje przy tym niższe stopnie grubości niż pozostałe gatunki, co wiąże się z jego stosunkowo wolnym przyrostem. Korony dębów i lip górują nieco nad grabami, nie tworzą jednak odrębnej warstwy. Przeciętna wy-

sokość lip wynosi około 26 m, a grabów 22 m, ich pierśnica odpowiednio 30 cm i 22 cm. Na jednym hektarze rośnie 500 drzew. Zwarcie koron oceniono na 90 do 95%, natomiast rzuty pionowe koron pokrywają 99% powierzchni (ryc. 8). Różnica między tymi dwoma wartościami spowodowana jest istnieniem w obrębie koron drzew niewielkich przeświałeń. Natomiast suma powierzchni rzutów poszczególnych koron w badanym płacie wynosi 135% obszaru zajętego przez drzewostan. Tak duże zwarcie, przy słabo tylko zaznaczającym się warstwowym układzie koron, było powo-

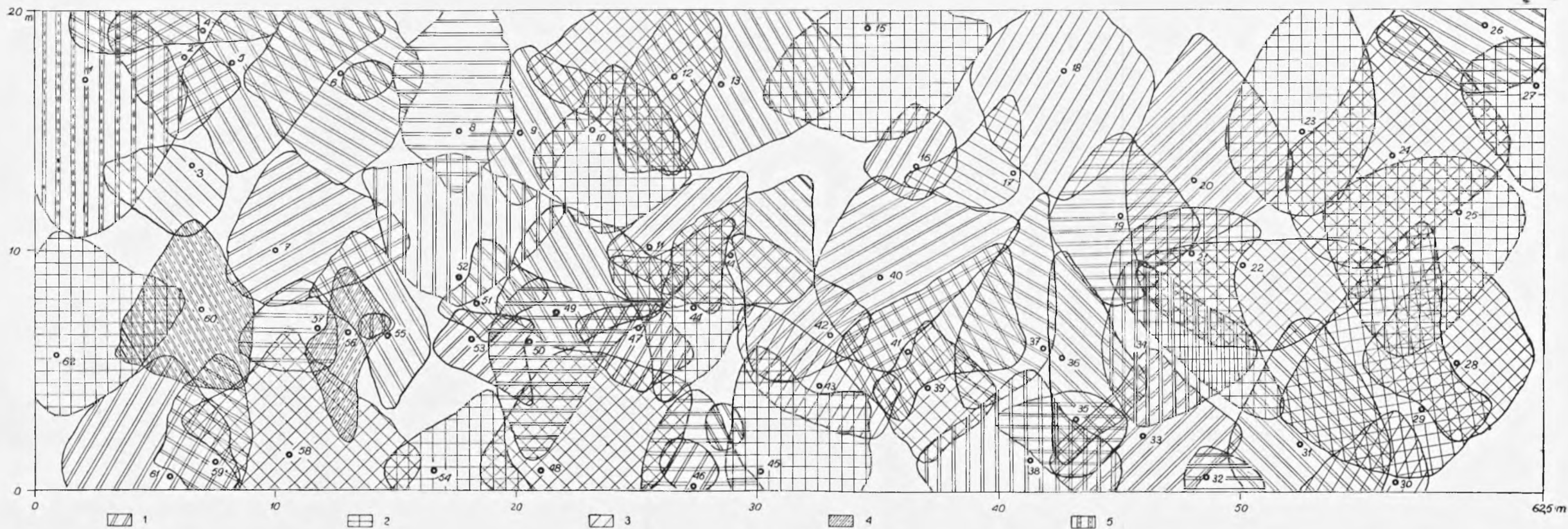


Ryc. 7. Struktura grubości drzew na powierzchni badawczej w grądzie: n — liczba drzew, d — pierśnica drzew, 1 — *Tilia cordata*, 2 — *Carpinus betulus*, 3 — *Quercus robur*, 4 — wszystkie drzewa

Fig. 7. The structure of tree diameter in the investigation site in lime-hornbeam forest: n — number of trees, d — DBH of trees, 1 — *Tilia cordata*, 2 — *Carpinus betulus*, 3 — *Quercus robur*, 4 — all trees

dem silnej konkurencji o światło, co znalazło swoje odbicie w nieregularnym kształcie koron i ich stosunkowo dużej powierzchni.

Warstwa krzewów jest w opisywanym grądzie bardzo słabo wykształcona. Gdzieniedzie występują pojedyncze podrosty lipy i klonu. Runo



Ryc. 8. Rzuty koron drzew na powierzchni badawczej w grądzie: 1 — *Tilia cordata*, 2 — *Carpinus betulus*, 3 — *Quercus robur*, 4 — *Acer pseudoplatanus*, 5 — *Acer platanoides*. Na rycinie oznaczono pnie drzew i ich kolejne numery

Fig. 8. Projection of tree crowns in the investigation site in lime-hornbeam forest: 1 — *Tilia cordata*, 2 — *Carpinus betulus*, 3 — *Quercus robur*, 4 — *Acer pseudoplatanus*, 5 — *Acer platanoides*. Tree trunks and their individual numbers are given in the figure too

natomiast rozwija się bardzo bujnie, osiągając 90% zwarcia. Panującym gatunkiem jest *Aegopodium podagraria* (ryc. 9), licznie występują również *Stellaria holostea*, *Asperula odorata*, *Ranunculus lanuginosus* i *Milium effusum*. W okresie wiosennym obficie rosną *Ficaria verna* i *Anemone nemorosa*. Mchy trafiają się tylko sporadycznie i nie odgrywają prawie żadnej roli.



Ryc. 9. Wnętrze lasu na powierzchni badawczej w grądzie

Fig. 9. Interior of the lime-hornbeam forest in the investigation area

Fot. S. Michalik

Tabela IV

Grąd *Tilio-Carpinetum stachyetosum silvaticae* w leśnictwie Chrusty
 Lime-hornbeam forest *Tilio-Carpinetum stachyetosum silvaticae* in the forest district
 Chrusty

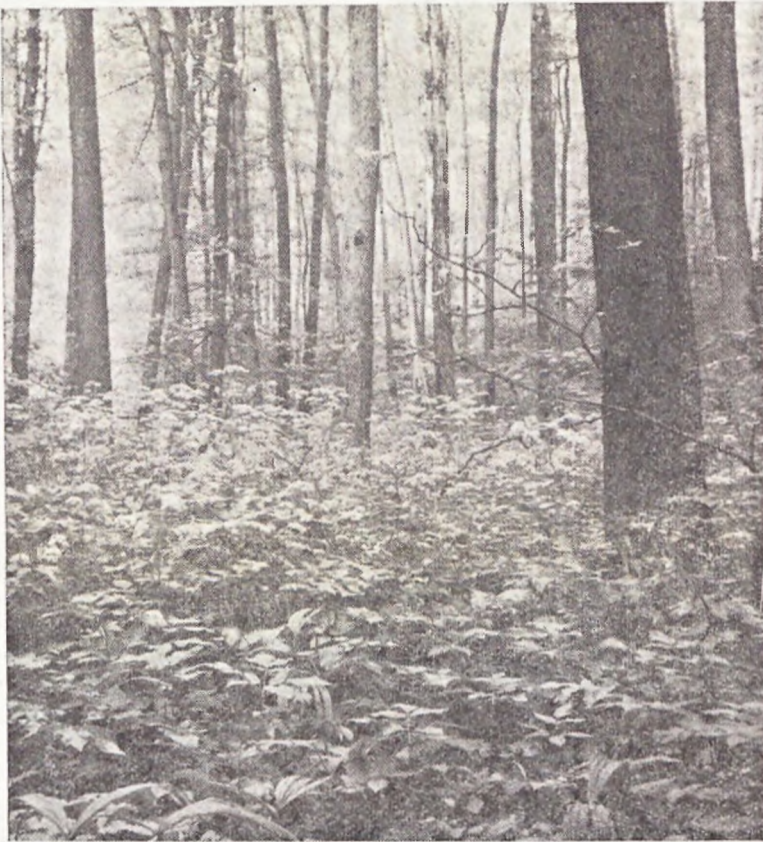
| Nr zdjęcia No. of record | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Data | 26 V 1967 | 26 V 1967 | 26 V 1967 |
| Date | | | |
| Nr oddziału leśnego | 30 c | 30 c | 30 c |
| No. of forest site | | | |
| Ekspozycja | N | N | N |
| Exposition | | | |
| Nachylenie | 2-3° | 2-3° | 2-3° |
| Inclination | | | |
| Zwarcie koron drzew w % | 90 | 95 | 95 |
| Density of tree crowns % | | | |
| Zwarcie podszycia w % | - | <5 | 5 |
| Density of undergrowth % | | | |
| Pokrycie runa w % | 90 | 90 | 90 |
| Ground flora cover % | | | |
| Pokrycie mchów w % | <1 | - | <1 |
| Moss cover % | | | |
| Powierzchnia zdjęcia w m ² | 400 | 400 | 400 |
| Area of the record in m ² | | | |
| Drzewa (trees) | | | |
| Ch. <i>Carpinion betuli</i> : | | | |
| <i>Carpinus betulus</i> a | 4.4 | 2.2 | 1.1 |
| " " c | + | + | + |
| <i>Tilia cordata</i> a | 1.1 | 3.3 | 4.4 |
| " " b | . | + | + |
| " " c | . | + | + |
| Ch. <i>Fagetalia</i> : | | | |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> a | 1.1 | . | 1.1 |
| " " c | + | 1.1 | 1.1 |
| <i>Acer platanoides</i> a | 1.1 | . | . |
| " " b | . | + | . |
| " " c | + | + | + |
| Inne (other spp.) | | | |
| <i>Quercus robur</i> a | + | 1.1 | 1.1 |
| " " c | . | . | + |
| Runo (ground flora) | | | |
| Ch. <i>Tilio-Carpinetum</i> : | | | |
| <i>Stellaria holostea</i> | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| <i>Galium Schultesii</i> | . | + | + .2 |
| <i>Ranunculus cassubicus</i> | . | + | . |
| Ch. <i>Alno-Padion</i> : | | | |
| <i>Chaerophyllum aromaticum</i> | 1.1 | 1.2 | 1.2 |
| <i>Festuca gigantea</i> | + .2 | + .2 | + |
| <i>Ficaria verna</i> | 3.3 | 2.2 | 2.2 |
| <i>Carex remota</i> | + | . | . |

| Nr zdjęcia No. of record | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------|-----|-----|-----|
| Ch. Fagetalia: | | | |
| <i>Aegopodium podagraria</i> | 3.3 | 3.3 | 4.3 |
| <i>Asperula odorata</i> | 2.2 | 3.2 | 2.2 |
| <i>Brachypodium silvaticum</i> | 1.2 | +2 | +2 |
| <i>Carex silvatica</i> | +2 | 1.2 | +2 |
| <i>Hepatica nobilis</i> | 1.1 | + | + |
| <i>Milium effusum</i> | 2.2 | 1.1 | 2.2 |
| <i>Paris quadrifolia</i> | + | + | + |
| <i>Polygonatum multiflorum</i> | + | + | + |
| <i>Pulmonaria obscura</i> | 1.1 | + | + |
| <i>Ranunculus lanuginosus</i> | 2.1 | 2.2 | 2.1 |
| <i>Sanicula europaea</i> | 1.2 | 1.1 | 1,2 |
| <i>Actaea spicata</i> | + | + | • |
| <i>Daphne mezereum</i> | • | + | + |
| <i>Lilium martagon</i> | + | • | + |
| <i>Neottia nidus-avis</i> | + | + | • |
| <i>Vicia silvatica</i> | • | + | + |
| <i>Phyteuma spicatum</i> | • | + | • |
| <i>Viburnum opulus</i> | • | • | + |
| <i>Catharina undulata</i> | +2 | • | +2 |
| Ch. Quercu-Fagetea: | | | |
| <i>Anemone nemorosa</i> | 3.3 | 2.2 | 2.2 |
| <i>Evonymus verrucosa</i> | + | + | + |
| <i>Lathyrus vernus</i> | + | + | + |
| <i>Poa nemoralis</i> | 1.2 | 1.2 | +2 |
| <i>Viola mirabilis</i> | 1.2 | 1.1 | 1.1 |
| <i>Viola silvestris</i> | 1.1 | + | 1.1 |
| <i>Geum urbanum</i> | + | • | + |
| <i>Crataegus sp. juv.</i> | • | • | + |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | + | • | • |
| <i>Lathyrus niger</i> | + | • | • |
| <i>Lonicera xylosteum</i> | + | • | • |
| Inne (other spp.): | | | |
| <i>Aconitum variegatum</i> | + | + | +2 |
| <i>Ajuga reptans</i> | + | + | + |
| <i>Astrantia major</i> | 1.1 | + | + |
| <i>Crepis paludosa</i> | + | + | + |
| <i>Galium vernum</i> | 1.1 | + | + |
| <i>Listera ovata</i> | + | + | + |
| <i>Majanthemum bifolium</i> | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| <i>Oxalis acetosella</i> | 1.1 | 1.2 | 1.1 |
| <i>Veratrum Lobelianum</i> | + | + | + |
| <i>Veronica chamaedrys</i> | + | + | + |
| <i>Bromus Benekeni</i> | +2 | +2 | • |
| <i>Convallaria maialis</i> | + | + | • |
| <i>Fragaria vesca</i> | + | • | + |

| Nr zdjęcia No. of record | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------|------|------|------|
| <i>Lysimachia nummularia</i> | + | + .2 | . |
| <i>Viola Riviniana</i> | + | . | + .2 |
| <i>Bupleurum longifolium</i> | . | + .2 | . |
| <i>Heracleum sphondylium</i> | + | . | . |
| <i>Sorbus aucuparia</i> c | . | + | . |
| <i>Urtica dioica</i> | + .2 | . | . |

Ch. = Gatunki charakterystyczne (characteristic species).

Zdjęcia fitosocjologiczne wykonane na powierzchni badawczej (tab. IV) wskazują, że zespół grądu rozwinął się tu w swoim wilgotniejszym podzespole *Tilio-Carpinetum stachytosum silvaticae*. Świadczy o tym obecność kilku gatunków charakterystycznych dla lasów łęgowych ze związku



Ryc. 10. Ciemiężycza zielona *Veratrum Lobelianum* w runie grądu

Fig. 10. *Veratrum Lobelianum* in the lime-hornbeam forest

Fot. S. Michalik

Alno-Padion, jak *Chaerophyllum aromaticum*, *Festuca gigantea*, *Ficaria verna* i *Carex remota*. Dwa ostatnie podawane są jako wyróżniające podzespół *Tilio-Carpinetum stachyetosum silvaticae* (Traczyk 1962). Także żyzna, wilgotna, lecz dobrze zdrenowana gleba jest typowa dla tego podzespołu. W rezerwacie Lipny Dół wilgotny grąd graniczy z jednej strony z grądem typowym, porastającym zbocza wąwozu, z drugiej zaś z fragmentem łągu wiązowego *Ficario-Ulmetum* (Bednarek, Myszczkowski rkps).

Pewną odrębność regionalną nadaje badanemu zbiorowisku występowanie *Aconitum variegatum* i *Veratrum Lobelianum* (ryc. 10). Kozłowska (1923) podaje ten ostatni gatunek (jako *V. album*) z grądów koło Pogwizdowa i z lasów klonowskich na Wyżynie Miechowskiej. Według Gawłowskiej (rkps), *Veratrum Lobelianum* jest dość częste na Wyżynie Małopolskiej, gdzie zwykle towarzyszy grądom. Medwecka-Kornaś (informacja ustna) obserwowała ten gatunek w grądach w okolicy Polichna, na wschodnim krańcu Garbu Wodzisławskiego.

3. Gleby powierzchni badawczych

W obu rezerwatach wykonano łącznie 8 odkrywek. W pobranych próbkach gleby oznaczono następujące właściwości:

- a) skład mechaniczny metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego,
- b) pH w H₂O i 1n roztworze KCl potencjometrycznie przy użyciu elektrody szklanej,
- c) procentową zawartość materii organicznej metodą Tiurina,
- d) procentową zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla,
- e) ilość przyswajalnego fosforu i potasu metodą Egnera w modyfikacji Riehma.

Gleby świetlistej dąbrowy charakteryzują profile 1—4 (tab. V), przy czym pierwsze dwa odnoszą się do odkrywek na powierzchni badawczej w środkowej części rezerwatu Kwiatówka, profil 3 reprezentuje część północną, a 4 — część południową rezerwatu. Ogólnie biorąc, las dębowy rośnie na glebie brunatnej kwaśnej, o małej miąższości. Już na głębokości około 40 cm zalega zazwyczaj skała macierzysta w postaci słabo wietrzejących łupków ilastych. Pod względem składu mechanicznego górne warstwy gleby stanowią glinę średnią pylastą, głębsze — glinę ciężką.

Na powierzchni gleby zalega z reguły 1—2 centymetrowa warstwa ściółki A₀, złożona głównie z martwych szczątków traw i turzyc oraz liści dębu. Głębiej występuje kilkucentymetrowy poziom próchniczny A₁, czarny lub czarnobrazowy, o strukturze gruzelkowej. Tu skupia się główna masa systemów korzeniowych roślin runa oraz duża ilość drobnych korzeni drzew. Poziom próchniczny stopniowo przechodzi w bru-

natnoszary lub szary poziom brunatnienia (B). Gleba posiada tu także strukturę gruzełkowatą i jest silnie poprzerastana korzeniami drzew. W warstwie przejściowej (B)/C gleba stopniowo traci strukturę, staje się zwięzła, brunatnożółta lub szaropopielata z rdzawymi plamami żelaza. Ilość części szkieletowych jest duża i szybko wzrasta wraz z głębokością. W warstwie tej znajdują się nieliczne korzenie roślin zielnych, głównie traw, nieco więcej jest drobnych korzeni drzew.

Gleba w całym profilu ma odczyn słabo kwaśny lub kwaśny. W warstwie próchnicznej pH mierzone w 1n KCl wykazuje wartości od 3,8 do 5,0; w głębszych warstwach zakwaszenie wzrasta, natomiast na powierzchni skały macierzystej niekiedy maleje, nie osiągając jednak odczynu obojętnego. W żadnym profilu nie stwierdzono obecności węgla wapnia.

Glebę dąbrowy charakteryzuje wysoka zawartość próchnicy (w warstwie A₁ około 12%), a także szeroki stosunek węgla do azotu (od 18 : 1 do 22 : 1 w warstwie próchnicznej), zbliżony do wartości spotykanych w glebach podobnych zbiorowisk leśnych (Prusinkiewicz, Kowalkowski 1964, por. także Musierowicz, Uggla 1964). Świadczy to o stosunkowo małej aktywności biologicznej gleby.

Pod względem zasobności w składniki odżywcze gleba dąbrowy wyróżnia się bardzo wysoką zawartością potasu przyswajalnego, a także dużą ilością przyswajalnego fosforu (por. wskaźniki Lityński, Jurkowska, Gorlach 1962, a także Prusinkiewicz, Kowalkowski 1964, Szynal 1963).

Gleby powierzchni badawczej, położonej w rezerwacie Lipny Dół, charakteryzują profile 5 i 6 (tab. V). Zespół grądu niskiego występuje tu na glebie brunatnej słabo kwaśnej, wytworzonej w dużym stopniu z materiału naniesionego przez wodę z otaczających zboczy. Gleba ta wykazuje pewne cechy mad, a jej miąższość dochodzi do 1 m. Pod względem składu mechanicznego w warstwach górnych jest to glina średnia, głębiej glina średnia pylasta, przechodząca stopniowo w glinę lekką lub ciężką.

Na powierzchni gleby zalega dwucentymetrowa warstwa ściółki A₀, w górnej części świeżej, słabo rozłożonej, głębiej wilgotnej, dość silnie rozłożonej, poprzerastanej drobnymi korzeniami roślin runa. Poziom próchniczny A₁, czarny, pulchny, o strukturze gruzełkowatej, ma miąższość około 10 cm. W tej warstwie skupia się główna masa korzeni roślin zielnych oraz duża ilość drobnych korzeni drzew. Poziom próchniczny przechodzi stopniowo w poziom brunatnienia (B), miąższości około 30 cm, brunatnoszary lub szary, zwięzły, wykazujący słabą strukturę ziarnistą. Głębiej barwa gleby zmienia się stopniowo na jasnobrunatną lub żółtozieloną, o układzie luźnym (w przypadku dużej ilości części piaszczystych) lub zwięzłym (gdy większy jest udział części ilastych).

Gleba w górnych warstwach ma odczyn lekko kwaśny, około 5,3 pH w 1n KCl, głębiej zakwaszenie wzrasta osiągając na głębokości 70 do

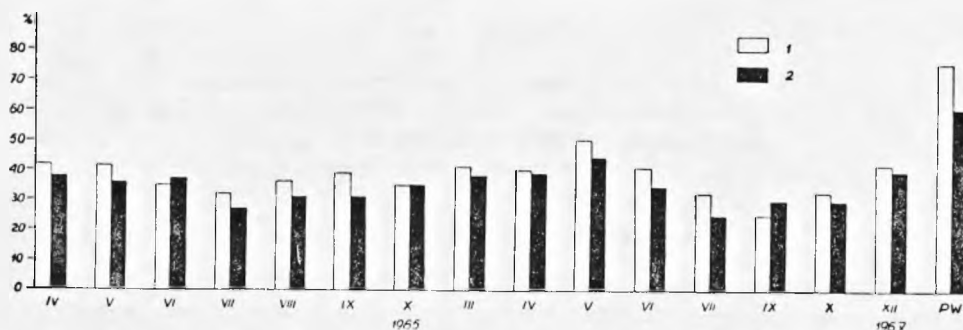
Tabela V

Skład mechaniczny i niektóre właściwości chemiczne gleb
Mechanical composition and some chemical features of the soil

| Położenie Localization | Zespół roślinny Plant association | Numer odkrywki Profile number | Głębokość w cm Depth in cm | Poziom Layer | Skład mechaniczny: procentowy udział frakcji o średnicy Per cent share of fractions with diameter | | | | | | Utwór Group of mechanical composition % | | | Gatunek gleby według klasyfikacji PTG Polish Soil Science Society classification of soil (after mechanical composition) | pH | | Materia organ. organic matter % | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N ogólny total N % | C % | C/N |
|---|---|----------------------------------|-------------------------------|---------------------|--|-------------|--------------|---------------|----------------|-----------|---|--------------------|-----------------------|---|------------------|-----------|---|-------------------------------|------------------|--------------------------------|--------|-----|
| | | | | | 1—0,1 mm | 0,1—0,05 mm | 0,05—0,02 mm | 0,02—0,005 mm | 0,005—0,002 mm | <0,002 mm | piasek 1,0—0,1 mm | pył 0,1—0,02 mm | il <0,02 mm | | H ₂ O | 1n KCl | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rezerwat Kwiatówka Kwiatówka reserve | <i>Potentillo albae- -Quercetum rosetosum</i> | 1 * | 2—6 | A ₁ | 22 | 9 | 23 | 7 | 14 | 25 | 22 | 32 | 46 | glina średnia pylasta | 5,4 | 4,2 | 11,10 | 9,0 | 156,0 | 0,35 | 6,44 | 18 |
| | | | 6—13 | A ₁ (B) | 20 | 19 | 14 | 22 | 13 | 16 | 20 | 29 | 51 | „ ciężka „ | 4,7 | 3,6 | 4,55 | 3,0 | 37,2 | 0,13 | 2,64 | |
| | | | 13—25 | B ₁ /C | 26 | 9 | 7 | 17 | 11 | 30 | 26 | 16 | 58 | „ „ | 4,5 | 3,6 | 2,88 | 2,0 | 33,2 | 0,06 | 1,67 | |
| | | 2 * | 2—7 | A | 26 | 11 | 21 | 11 | 8 | 23 | 26 | 32 | 42 | glina średnia pylasta | 4,9 | 4,4 | 12,01 | 8,7 | 207,0 | 0,33 | 6,96 | 21 |
| | | | 7—12 | A ₁ (B) | 17 | 15 | 8 | 21 | 14 | 25 | 17 | 23 | 60 | „ ciężka | 4,4 | 3,6 | 5,46 | 3,6 | 43,5 | 0,09 | 3,17 | |
| | | | 12—35 | (B)/C | 17 | 8 | 8 | 24 | 14 | 29 | 17 | 16 | 67 | „ „ | 4,1 | 3,5 | 2,80 | 1,7 | 21,2 | 0,01 | 1,60 | |
| | | 3 | 2—8 | A ₁ | 22 | 5 | 26 | 13 | 11 | 23 | 22 | 31 | 47 | glina średnia pylasta | 6,3 | 5,0 | 12,74 | 1,0 | 56,0 | 0,34 | 7,39 | 22 |
| | | | 8—30 | (B) | 12 | 3 | 2 | 28 | 14 | 41 | 12 | 5 | 83 | „ ciężka | 4,1 | 3,3 | 3,71 | 3,2 | 18,8 | 0,10 | 2,15 | |
| | | | 30—42 | (B) ₁ /C | 11 | 2 | 8 | 14 | 10 | 55 | 11 | 10 | 79 | „ „ | 4,5 | 3,9 | 2,50 | 1,2 | 20,6 | 0,06 | 1,45 | |
| | | | >42 | C | 10 | 0 | 8 | 12 | 9 | 61 | 10 | 8 | 82 | „ „ | 6,9 | 6,4 | 1,98 | 8,6 | 17,2 | 0,09 | 1,15 | |
| | | 4 | 2—5 | A ₁ | 20 | 13 | 20 | 12 | 11 | 24 | 20 | 33 | 47 | glina średnia pylasta | 4,6 | 3,8 | 11,51 | 8,6 | 35,6 | 0,33 | 6,68 | 20 |
| | | | 5—9 | A ₁ /(B) | 12 | 7 | 13 | 18 | 16 | 34 | 12 | 20 | 68 | „ ciężka | 4,6 | 3,4 | 4,79 | 4,0 | 23,2 | 0,14 | 2,78 | |
| 9—12 | (B) ₁ /C | | 7 | 13 | 18 | 16 | 9 | 47 | 7 | 31 | 72 | „ „ pylasta | 5,5 | 4,0 | 2,57 | 4,0 | 18,0 | 0,09 | 1,49 | | | |
| Rezerwat Lipny Dół | <i>Tilio-Carpinetum stachyetosum</i> | 5 * | 2—28 | A ₁ | 26 | 10 | 23 | 13 | 6 | 22 | 26 | 33 | 41 | glina średnia | 5,8 | 5,2 | 8,71 | 6,4 | 43,5 | 0,33 | 5,05 | 15 |
| | | | 12—30 | (B) | 28 | 6 | 20 | 15 | 7 | 24 | 28 | 26 | 46 | „ „ pylasta | 5,1 | 4,1 | 4,05 | 2,0 | 30,5 | 0,13 | 2,35 | |
| | | | 30—80 | (B) ₁ /C | 27 | 5 | 14 | 16 | 8 | 30 | 27 | 19 | 54 | „ ciężka | 4,6 | 3,8 | 1,34 | 1,9 | 16,0 | 0,03 | 0,78 | |
| | 6 * | 2—9 | A ₁ | 40 | 10 | 10 | 18 | 6 | 16 | 40 | 20 | 40 | glina średnia | 5,8 | 5,3 | 4,14 | 3,0 | 27,6 | 0,24 | 2,40 | 10 | |
| | | 9—17 | A ₁ /(B) | 36 | 9 | 22 | 20 | 6 | 7 | 36 | 31 | 33 | „ „ pylasta | 5,7 | 4,6 | 1,33 | 1,2 | 13,9 | 0,06 | 0,77 | | |
| | | 17—35 | (B) | 35 | 9 | 22 | 19 | 5 | 10 | 35 | 31 | 34 | „ „ „ | 5,1 | 3,8 | 1,48 | 1,0 | 13,9 | 0,02 | 0,86 | | |
| 7 | <i>Tilio-Carpinetum typicum</i> | 7 | 2—7 | A ₁ | 13 | 12 | 19 | 21 | 11 | 24 | 13 | 31 | 56 | glina średnia pylasta | 6,0 | 4,9 | 7,27 | 8,6 | 42,6 | 0,32 | 4,22 | 13 |
| | | | 7—16 | A ₁ /(B) | 10 | 7 | 23 | 15 | 14 | 31 | 10 | 30 | 60 | „ „ „ | 5,0 | 3,6 | 3,88 | 9,4 | 16,0 | 0,16 | 2,25 | |
| | | | 16—33 | (B) | 10 | 3 | 5 | 30 | 16 | 36 | 10 | 8 | 82 | „ „ „ | 5,1 | 3,6 | 2,55 | 12,4 | 14,8 | 0,07 | 1,48 | |
| | | | 33—53 | (B) ₁ /C | 17 | 0 | 20 | 1 | 10 | 52 | 17 | 20 | 63 | „ „ „ | 7,7 | 7,1 | 2,03 | 10,2 | 13,6 | 0,28 | 1,18 | |
| 8 | 8 | 3—11 | A ₁ | 24 | 10 | 22 | 20 | 11 | 13 | 24 | 32 | 44 | glina średnia pylasta | 5,6 | 5,1 | 4,89 | 6,2 | 37,6 | 0,22 | 2,84 | 13 | |
| | | 11—17 | (B) | 18 | 6 | 14 | 22 | 14 | 26 | 18 | 20 | 62 | „ ciężka | 5,1 | 3,8 | 1,16 | 12,4 | 25,2 | 0,11 | 0,67 | | |
| | | 17—36 | (B) ₁ /C | 19 | 4 | 9 | 14 | 11 | 43 | 19 | 13 | 68 | „ „ | 5,2 | 4,9 | 1,34 | 4,8 | 25,0 | 0,07 | 0,78 | | |
| | | 36—58 | C | 42 | 6 | 13 | 12 | 1 | 26 | 42 | 19 | 39 | „ średnia | 7,7 | 7,0 | 0,76 | 0,8 | 6,0 | 0,04 | 0,44 | | |

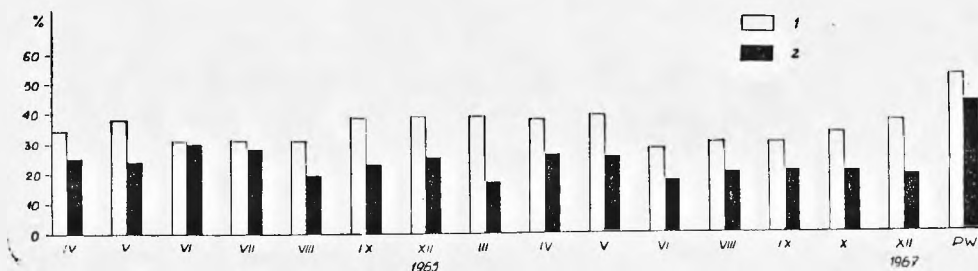
* Odkrywki wykonane na powierzchniach badawczych (profiles from investigation area).

80 cm około 3,7 pH. Zawartość materii organicznej w warstwie próchnicznej jest wyraźnie mniejsza niż w dąbrowie. Niewielka ilość szczątków roślinnych w glebie, mimo dużego corocznego opadu organicznego, wskazuje na jej wysoką aktywność biologiczną. Także korzystny stosunek węgla do azotu, wynoszący w warstwie próchnicznej od 10 : 1 do 15 : 1, świadczy o dużym tempie procesów humifikacji i mineralizacji. Podobne



Ryc. 11. Wilgotność aktualna gleby świetlistej dąbrowy: 1 — na głębokości 0—5 cm, 2 — na głębokości 20—25 cm, PW — maksymalna pojemność wodna

Fig. 11. Actual soil humidity in xerothermic oakwood: 1 — at depth of 0 — 5 cm, 2 — at 20 — 25 cm, PW — maximal water capacity



Ryc. 12. Wilgotność aktualna gleby grądu: 1 — na głębokości 0—5 cm, 2 — na głębokości 20—25 cm, PW — maksymalna pojemność wodna

Fig. 12. Actual soil humidity in lime-hornbeam forest: at depth of 0 — 5 cm, 2 — at 20 — 25 cm, PW — maximal water capacity

wartości stosunku C/N podawane są także w literaturze dla siedlisk grądów niskich (Prusinkiewicz, Kowalkowski 1964).

W tabeli V umieszczono także dwa profile wykonane w rezerwacie Lipny Dół na wzniesieniach, otaczających z dwóch stron powierzchnię badawczą. Występuje tam rędzina brunatna wytworzona na marglu wapiennym. Wody opadowe spływające ze zboczy działają prawdopodobnie użyźniająco na glebę dna wąwozu, opisaną powyżej.

W ciągu dwóch sezonów wegetacyjnych 1965 i 1967 roku na obu powierzchniach badawczych przeprowadzono pomiary wilgotności aktualnej gleby na głębokości 0—5 i 20—25 cm (ryc. 11 i 12). Ponieważ dla roślin

ważna jest nie tyle bezwzględna ilość wody zawartej w glebie, ile raczej stopień nasycenia gleby wodą (Lityński, Jurkowska, Gorlach 1962), w tabeli VI przedstawiono wilgotność aktualną gleby, wyrażoną w procentach jej maksymalnej pojemności wodnej.

W świetlistej dąbrowie górna warstwa gleby była prawie stale suchsza od warstwy dolnej. Przy obfitych opadach następowało silne zawilgocenie

Tabela VI

Wilgotność aktualna gleby na powierzchniach badawczych
(wyrażona w procentach maksymalnej pojemności wodnej)
Actual soil humidity in sites investigated
(per cent of maximal water capacity)

| Zespół roślinny Plant association | Rok Year | Głębokość cm Dept in cm | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XII |
|---|-------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Potentillo albae- -Quercetum rosetosum</i> | 1965 | 0—5 | — | 55,6 | 54,7 | 46,3 | 41,1 | 47,7 | 46,8 | — | 45,8 |
| | | 20—25 | — | 61,7 | 59,2 | 61,8 | 44,1 | 50,4 | 51,4 | — | 58,1 |
| | 1967 | 0—5 | 54,1 | 52,8 | 66,1 | 54,7 | — | 42,6 | 32,7 | 43,1 | 55,1 |
| | | 20—25 | 62,4 | 63,6 | 72,7 | 56,6 | — | 41,0 | 49,3 | 49,5 | 66,3 |
| <i>Tilio-Carpine- tum stachyeto- sum</i> | 1965 | 0—5 | — | 66,4 | 73,9 | 59,4 | 60,3 | 60,3 | 74,0 | — | 75,7 |
| | | 20—25 | — | 57,8 | 55,8 | 68,8 | 42,2 | 44,8 | 53,4 | — | 57,7 |
| | 1967 | 0—5 | 75,1 | 72,8 | 75,8 | 53,5 | — | 58,1 | 57,4 | 63,9 | 71,7 |
| | | 20—25 | 39,0 | 60,8 | 58,9 | 40,2 | — | 46,5 | 47,4 | 47,4 | 44,1 |

głębszych warstw (obserwowane np. w maju 1967 roku). W okresach suchszych, z powodu słabego podsiąkania wody, górna warstwa gleby wysychała bardzo silnie. Zawartość wody spadała wtedy poniżej wartości przyjmowanych za odpowiednie dla rozwoju roślin, wynoszących 40 do 60% maksymalnej pojemności wodnej gleby (Lityński, Jurkowska, Gorlach 1962). Ogólny przebieg zmian wilgotności gleby w dąbrowie był następujący: gleba była najwilgotniejsza wiosną, w ciągu lata stopniowo wysychała i późnym latem lub wczesną jesienią występował deficyt wody. Pod koniec jesieni, lub na początku zimy następowało uzupełnienie zapasu wody i gleba osiągała podobną wilgotność jak wczesną wiosną. Zjawisko deficytu wody uchwycono w próbie z września 1967 roku, gdy wilgotność w górnej warstwie gleby spadła do około 33% maksymalnej pojemności wodnej.

W grądzie gleba w warstwie powierzchniowej była stale znacznie wilgotniejsza niż w poziomach głębszych. Taki rozkład wilgotności był prawdopodobnie wynikiem dość przepuszczalnego podłoża, a równocześnie słabego parowania gleby, z powodu dużego jej ocienienia przez korony drzew.

Możliwe, że do silnego zawilgocenia górnej warstwy gleby przyczyniał się także spływ powierzchniowy wody z otaczających zboczy. Wiosną i jesienią gleba była bardzo wilgotna (na głębokości 0—5 cm nasycenie wynosiło średnio około 72% maksymalnej pojemności wodnej). Latem, w okresie od czerwca do sierpnia lub września, wysychała nieco (do zawartości wody około 56 do 60% pojemności wodnej). W warstwie korzenia się roślin runa woda występowała więc stale w dużej ilości, okresami nawet w nadmiarze.

IV. Metody badań ekologicznych

1. Badanie stanu biomasy i produkcji runa, ocena ilości ściółki

Na obu powierzchniach zbierano 3 rodzaje prób: części nadziemne runa i ściółkę, części podziemne runa oraz martwe części roślin runa — w połączeniu z doświadczeniami co do szybkości ich rozkładu.

Próby części nadziemnych roślin runa oraz ściółki pobierano od grudnia 1964 do grudnia 1965 roku oraz od marca do grudnia 1967 roku. Kolejne zbiory wykonywano w odstępach około 30 do 50 dni; w okresie zimowym 1964/1965 odstęp czasu pomiędzy zbiorami wyniósł 112 dni. W obu zespołach leśnych pobierano każdorazowo po 25 prób, rozmieszczonych systematycznie na całej powierzchni badawczej. Pojedyncza próba miała kształt kolisty i powierzchnię 625 cm². Jednorazowo zbierano więc rośliny i ściółkę z 1,56 m² w każdym z badanych zespołów.

Próby odgraniczano przy pomocy metalowej obręczy, której kontur odcinano w ściółce, a częściowo i w glebie. Następnie zbierano wszystkie rośliny (odrzucając te ich części, które w rzucie pionowym wykraczały poza obręcz) oraz ściółkę, powstałą zarówno z roślin runa, jak i opadu liściowego drzew. Równocześnie zbierano także nasiona drzew. Rośliny zielne wycinano z niewielkim fragmentem kłącza lub systemu korzeniowego, aby można było policzyć ilość okazów lub pędów. W świetlistej dąbrowie zbierano całą ściółkę aż do powierzchni gleby, w grądzie natomiast pozostawiano dolną jej warstwę, wilgotną, silnie zbutwiałą, częściowo przemieszana z glebą i poprzerastaną drobnymi korzeniami roślin.

Materiał z każdej próby umieszczano w osobnym woreczku igielitowym, przewożono do laboratorium i aż do czasu opracowywania przechowywano w lodówce, w niskich temperaturach dodatnich. Starano się tak zbierać materiał, aby nie wymagał płukania. O ile jednak było to konieczne, rośliny lub ściółkę przepłukiwano na sicie chłodną wodą.

Każdą próbę analizowano odrębnie. Materiał rozdzielano na części żywe roślin (opierano się przy tym głównie na obecności lub braku chloro-

filu, a częściowo także na turgorze, np. w przypadku elementów niezielonych, jak łuski, płatki itp.), separowano części obumarłe roślin runa, oraz ściółkę liściową i nasiona drzew. Nasiona roślin runa dołączano do części żywych odpowiedniego gatunku. Rośliny żywe rozdzielano z kolei na gatunki. W każdej próbie określano liczbę okazów lub pędów każdego gatunku, notowano ich wielkość i stan fenologiczny oraz liczbę okazów lub pędów kwitnących i owocujących.

Tak przygotowany materiał suszono do stałej wagi w temperaturze 85°C, a następnie ważono z dokładnością do 0,01 g.

Starano się uzyskać wyniki nie obarczone większym błędem niż 10% wartości średniej. Przy zbieraniu 25 prób, o powierzchni 625 cm² każda, błąd statystyczny najczęściej był mniejszy lub tylko nieznacznie przekraczał tę wartość. Jedynie w zbiorach z marca i grudnia przy ocenie ilości części żywych błąd wzrastał do około 20%, gdyż w tym okresie rozmieszczenie roślin było najbardziej nierównomierne (skupienia roślin zimozielonych i miejsca prawie zupełnie pozbawione roślin). W zbiorze z grudnia 1964 r. zebrano tylko 15 prób i błąd wyniósł wtedy około 30%.

Badania części podziemnych runa przeprowadzono w oparciu o monolity gleby pobierane przy pomocy stalowych rur długości 60 cm, otwieranych wzdłuż. Powierzchnia jednej z nich wynosiła 625 cm², drugiej 330 cm². W obu zbiorowiskach pobrano 30 III 1966 r. po 3 monolity o powierzchni 625 cm² każdy; w świetlistej dąbrowie sięgały one do poziomu skały macierzystej, zalegającej na głębokości około 40 cm, w grądzie natomiast do głębokości 30 cm. Część prób dotyczących systemów korzeniowych uzyskano pobierając po 10 monolitów gleby o powierzchni 330 cm² każdy i głębokości 15 cm w terminach 10 X 1966 i 24 IV 1967 r. Monolity gleby rozdzielano na pięciocentymetrowe warstwy. Każdą warstwę przepłukiwano na sitach o średnicy oczek 1,0 i 0,25 mm. Wyplukany materiał rozdzielano na korzenie drzew i systemy korzeniowe roślin runa, a te z kolei na korzenie i organy spełniające rolę magazynującą: kłącza, zgrubiałe korzenie, cebule i bulwki. W dniu 7 XII 1965 r. wykopano łopatą po 10 monolitów gleby o powierzchni 625 cm² każdy, do głębokości 15 cm. Nie były one jednak podzielone na warstwy, a uzyskany materiał segregowano tylko na systemy korzeniowe roślin runa i korzenie drzew.

Obserwacje nad szybkością rozkładu obumarłych części roślin runa prowadzono od maja do grudnia 1967 roku. W świetlistej dąbrowie — mającej runo zbliżone do murawy — zastosowano metodę opisaną przez Wiegerta i Evansa (1964). Spośród 25 prób zbieranych dla oceny ilości części nadziemnych 15 potraktowano osobno, oznaczając masę martwych części roślin w tych próbach jako W_0 . Dobierano do nich każdorazowo 15 poletek tej samej wielkości, analogicznych pod względem ilości martwych części roślin runa. Zwracano przy tym uwagę, by w każdej parze prób ściółka pochodziła z tych samych gatunków roślin. Następnie

z dobranych dodatkowo poletek usuwano żywe rośliny, pozostawiając nie naruszone, o ile to możliwe, martwe części roślin. Każde poletko oznaczano obręczą z cienkiego drutu. Po upływie około 40 dni zbierano pozostały na poletkach martwy materiał roślinny, którego masę oznaczano jako W_1 . Wyrosłe przez ten czas młode pędy odrzucano.

W grądzie oceniono szybkość rozkładu stosując wykładanie prób martwych części runa o znanej masie; postąpiono tak ze względu na bardzo niewielką ilość obumarłych części roślin runa, zalegających w tym zbiorowisku. Martwy materiał roślinny zbierano na powierzchni badawczej kilkakrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego. Starano się przy tym, aby części martwe z różnych gatunków zebrane były w takiej proporcji, w jakiej znajdowały się na powierzchni w momencie zbioru. Uwzględniano zarówno części obumarłe w bieżącym sezonie wegetacyjnym, jak i pozostałe z poprzedniego roku. Zebrany materiał przewożono następnie do pracowni, suszono do powietrznie suchej masy i przygotowywano z niego po 10 prób, każda o masie 1 g. Celem oznaczenia suchej masy prób odważano równocześnie kilka gramów materiału i suszono do stałej wagi w temperaturze 85°C . Początkowo sucha masa prób stanowiła wartość W_0 .

Każda próba składała się z kilku obumarłych pędów lub ich fragmentów, liści, części łodyg lub kwiatostanów różnych gatunków roślin. Fragmenty te przewiązywano w kilku punktach kolorową jedwabną nicią, tak że próba była połączona, a równocześnie materiał nie był skupiony razem. Próby wkładano do osobnych torebek papierowych, te umieszczano w woreczku igielitowym i obficie skrapiano wodą. Dzięki temu uzyskiwały one mniej więcej naturalną wilgotność i nie kruszyły się przy przewożeniu. Następnego dnia próby wykładano w terenie w miejscu oznakowanym, w środkowej części powierzchni badawczej. Martwe części roślin kładziono na ściółce w pozycji zbliżonej do tej, jaką przybierają normalnie, a w okresie jesiennym częściowo je przykrywano świeżo opadłymi liśćmi drzew. Wiosną i latem zbierano próby po upływie około 20 dni, jesienią — 30, a późną jesienią ponad 40 dni, starając się jak najdokładniej zebrać cały pozostały z nich martwy materiał. Każdą próbę suszono i ważono oddzielnie, otrzymując w ten sposób wartość W_1 .

Szybkość rozkładu w okresie zimowym obliczono w obu zbiorowiskach z różnicy ilości części obumarłych stwierdzonych w próbach z początku i z końca okresu zimowego. Do tej wartości dodano masę żywych roślin, które obumarły w ciągu zimy, obliczoną z różnicy między ich ilością w grudniu i w marcu.

W okresie między końcem marca a początkiem maja szybkość rozkładu obliczono także z różnicy między ilością części obumarłych w próbach z tych dwóch okresów; odrzucono przy tym te próby, w których zaobserwowano świeżo obumarłe części roślin.

2. Badanie zapasu i produkcji drzewostanu

Na obu powierzchniach badawczych policzono wszystkie drzewa i obliczono ich pierśnice biorąc dla każdego drzewa średnią z odpowiednich dwóch pomiarów. Dalszymi pomiarami objęto w świetlistej dąbrowie pas wytyczony w środkowej części powierzchni, o bokach 50×20 m, a w grądzie całą powierzchnię badawczą. Przy pomocy współrzędnych ustalono położenie wszystkich drzew, a następnie wykonano mapki rzutów ich koron na płaszczyznę poziomą. Pomierzono wysokość każdego drzewa za pomocą wysokościomierza typu *Blume-Leiss*, oraz przyrost za okres ostatnich pięciu lat świdrem *Presslera*.

W oparciu o przeprowadzone pomiary grubości i wysokości drzew obliczono miąższość grubizny stosując tabele *Czuraja, Radwańskiego i Strzemeskiego* (1966) dla drzew stojących. Bieżący przyrost miąższości grubizny oceniono na podstawie pięcioletniego przyrostu pierśnic oraz przyrostu wysokości, określonej z tabel *Schwappacha* (bez daty). Tak skalkulowana wartość bieżącego przyrostu obejmuje tylko tę jego część, która dokonała się na drzewach istniejących w momencie pomiaru. Ponieważ jednak na obu powierzchniach badawczych nie przeprowadzano w ostatnich latach użytkowania rębego, różnica między tak obliczonym, a rzeczywistym przyrostem, jest prawdopodobnie nieznaczną. Bieżący przyrost miąższości drobnicy obliczono w przybliżeniu z tabel *Czuraja, Radwańskiego i Strzemeskiego* (l.c.).

Produkcję liści drzew oceniono na podstawie ilości ściółki zbieranej w ciągu roku wraz z próbami runa.

Biomasę i produkcję korzeni drzew obliczono w oparciu o wartości uzyskane dla części nadziemnych drzew, przy zastosowaniu współczynników wziętych z literatury.

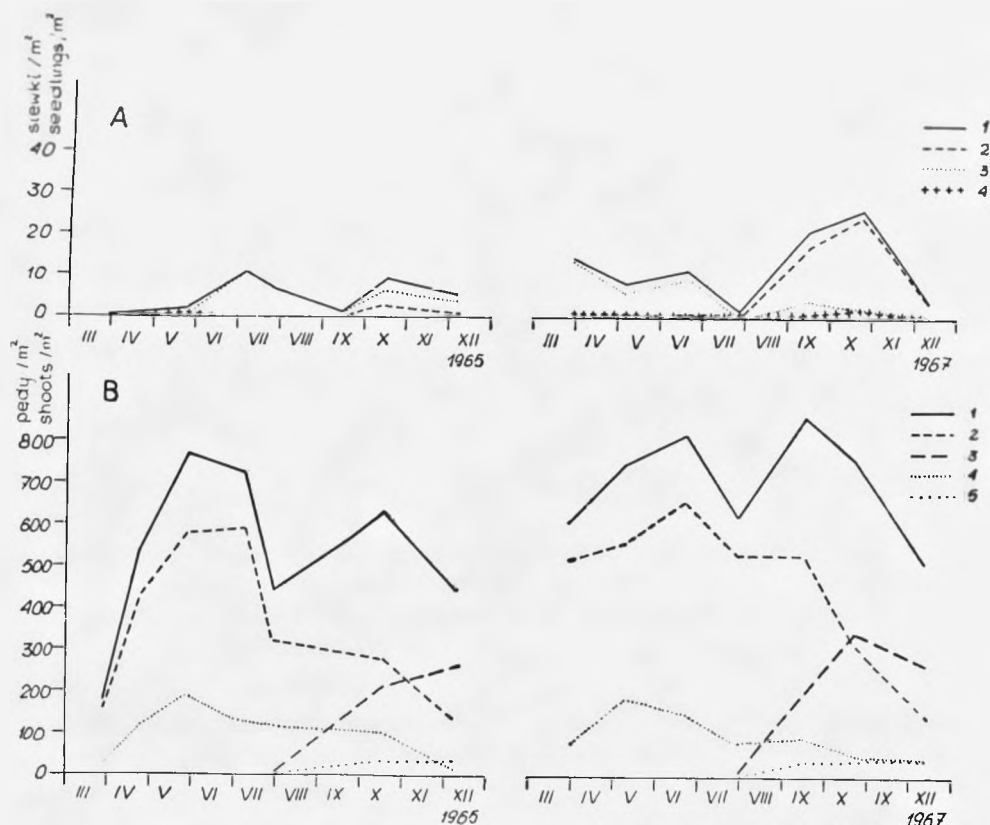
V. Rozwój roślin i dynamika biomasy runa

Dynamikę biomasy runa śledzono w obu badanych zespołach w oparciu o okresowe pomiary jej stanu. Uzyskano obraz zmian biomasy części nadziemnych całego runa i poszczególnych gatunków w ciągu niemal pełnych dwóch lat oraz — z mniej licznych pomiarów — dane o zmianach biomasy systemów korzeniowych. Runo obu powierzchni wykazywało szereg cech swoistych, dlatego też jego rozwój będzie przedstawiony oddzielnie dla każdego zespołu.

1. Runo świetlistej dąbrowy

Rośliny runa świetlistej dąbrowy są tylko w niewielkim stopniu zimozielone. Po zakończeniu okresu wegetacji, z początkiem zimy, były zielone głównie młode, wykształcone w jesieni pędy turzyc i traw. W stanie zielonym przetrzymywały zimę np. liczne młode pędy liściowe i pączki

kwiatostanowe *Carex montana*. Także kilka gatunków traw wytwarzało jesienią u nasady starych, pożółkłych już pędów, zawiązki młodych pędów o liściach często bez blaszki lub z bardzo krótką blaszką. Wysokość tych pędów wynosiła u *Brachypodium pinnatum*, *B. silvaticum*, *Agrostis vulgaris*, *Poa nemoralis*, *Calamagrostis arundinacea* od kilku milimetrów do 2 lub 3 cm. Niektóre trawy i kosmatki okazały się w większym stopniu zimozielone; na początku zimy ich stare pędy były jeszcze częściowo zielone, młode zaś miały już od kilku do kilkunastu centymetrów wysokości. Do tej grupy należały: *Avenastrum pratense*, *Festuca heterophylla*, *Poa pratensis* var. *angustifolia*, *Luzula pilosa*.

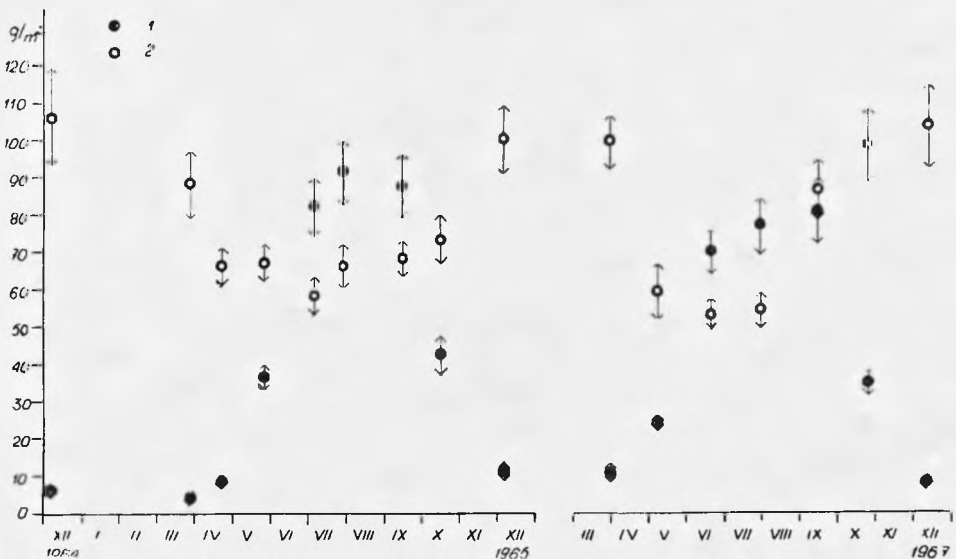


Rys. 13. Liczba siewek (A) i pędów (B) w świetlistej dąbrowie. A: 1 — wszystkie siewki, 2 — siewki roślin jednoliściennych, 3 — siewki roślin dwuliściennych, 4 — siewki drzew. B: 1 — wszystkie pędy, 2 — pędy roślin jednoliściennych, 3 — przyrost jesienny roślin jednoliściennych, 4 — pędy roślin dwuliściennych, 5 — przyrost jesienny roślin dwuliściennych

Fig. 13. Number of seedlings (A) and shoots (B) in xerothermic oakwood; A: 1 — all seedlings, 2 — seedlings of monocotyledons, 3 — seedlings of dicotyledons, 4 — seedlings of trees. B: 1 — all shoots, 2 — shoots of monocotyledons, 3 — autumn increment of monocotyledons, 4 — shoots of dicotyledons, 5 — autumn increment of dicotyledons

Z roślin dwuliściennych z początkiem zimy zielone i przynajmniej częściowo dobrze rozwinięte liście miały: *Fragaria vesca*, *Veronica officinalis*, *V. chamaedrys*, *Campanula persicifolia*, *Ajuga reptans* i in. Większość roślin dwuliściennych, np. *Viola Riviniana*, *Galium vernum*, *Moehringia trinervia*, *Dianthus superbus*, *Lysimachia nummularia*, wykształcały niewielkie zawiązki pędów na następny okres wegetacyjny.

W grudniu obserwowano na badanej powierzchni około 400 do 500 żywych pędów na 1 m², z tego około 300 stanowiły zawiązki pędów młodych (ryc. 13). Masa żywych części roślin w tym samym miesiącu wynosiła



Ryc. 14. Dynamika masy części nadziemnych runa w świetlistej dąbrowie: 1 — żywe części roślin, 2 — obumarłe części roślin

Fig. 14. Dynamics of above-ground parts of ground flora in xerothermic oakwood: 1 — living plant parts, 2 — dead plant parts

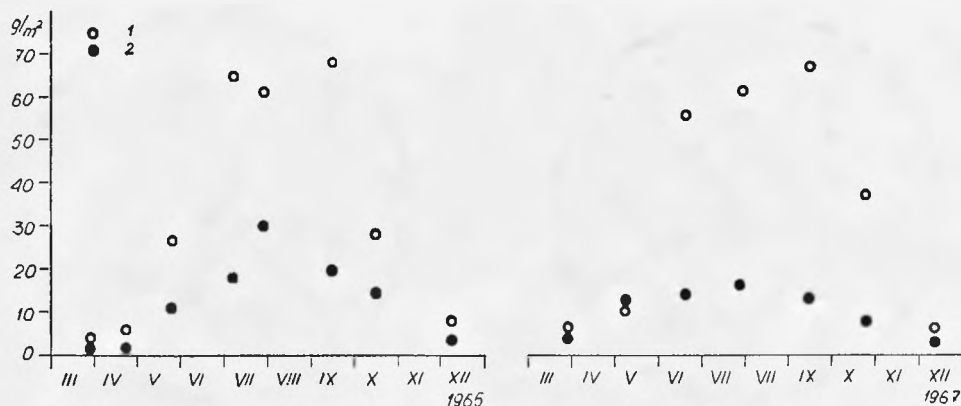
w różnych latach od 6 do 11 g na 1 m² (ryc. 14). W ciągu zimy biomasa części żywych nieco się zmniejszała. Obumierała wtedy część starych pędów, które w grudniu były jeszcze zielone, a także duża ilość młodych pędów i siewek.

W próbach pobranych z końcem marca 1965 roku, jeszcze przed rozpoczęciem się okresu wegetacyjnego, na 1 m² stwierdzono tylko około 180 żywych pędów (ryc. 13), a masa ich wynosiła zaledwie 4 g. Natomiast w roku 1967 okres wegetacyjny rozpoczął się wcześniej (por. ryc. 2) i już pod koniec marca na 1 m² występowało około 600 pędów o łącznej masie 10 g.

W ciągu kwietnia i maja w obu latach badań biomasa runa stale zwiększała się, przy czym wzrost i rozwój roślin dwuliściennych był nieco szyb-

szy niż traw i turzyc (ryc. 15). W maju rośliny dwuliścienne osiągnęły maksymalną ilość pędów, około 190 na 1 m², a niektóre wczesnowiosenne gatunki, jak np. *Anemone nemorosa*, były już w pełni rozwoju (por. ryc. 17). Liczne inne kwitły lub zaczynały owocować, np. *Fragaria vesca*, *Primula officinalis*, *Convallaria maialis*, *Potentilla alba*.

W czerwcu ilość pędów roślin dwuliściennych dość silnie się zmniejszała. Było to spowodowane głównie obumieraniem *Anemone nemorosa*. Mimo to biomasa roślin dwuliściennych dalej wzrastała osiągając maksymalną wartość z końcem lipca. Wiele gatunków wtedy kwitło, np. *Melampyrum nemorosum*, *Galium Schultesii*, *Calamintha clinopodium*, *Campanula persicifolia*, *Astrantia major*. Niektóre wytwarzały dopiero pączki



Ryc. 15. Dynamika biomasy części nadziemnych roślin jednoliściennych (1) i dwuliściennych (2) w świetlistej dąbrowie

Fig. 15. Dynamics of the biomass of above-ground parts of monocotyledons (1) and dicotyledons (2) in xerothermic oakwood

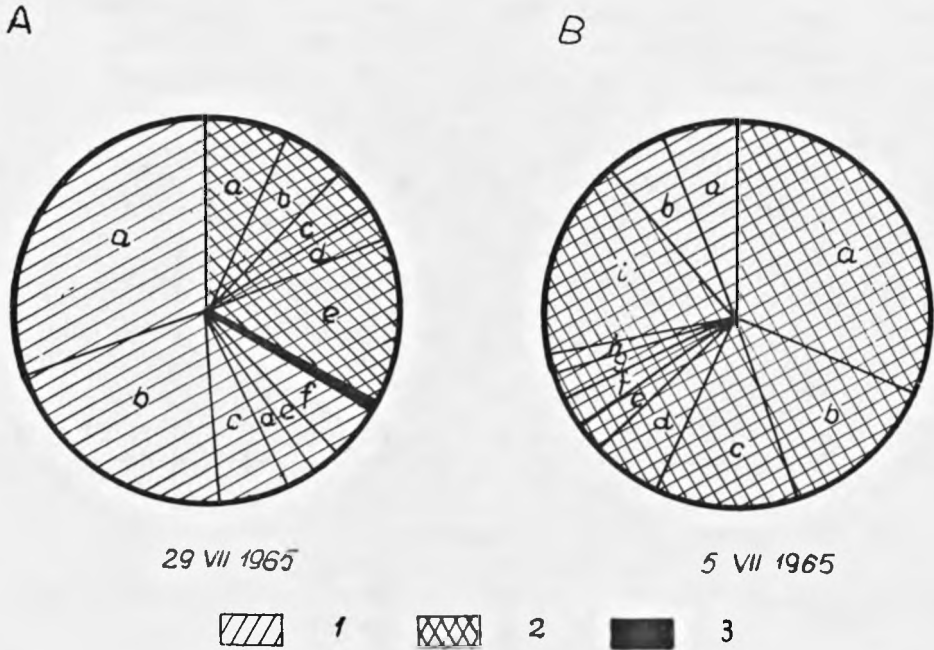
kwiatowe lub kwiatostanowe, np. *Serratula tinctoria*, *Selinum carvifolia*, *Succisa pratensis*. Liczne gatunki owocowały, jak *Rosa gallica*, *Rubus saxatilis*, *Fragaria vesca*, *Galium vernum*, *Astragalus glycyphyllos*. Szereg innych, np. *Lathyrus niger*, *Moehringia trinervia*, *Primula officinalis*, pod koniec lipca rozsiewało nasiona.

Po osiągnięciu maksymalnej wartości w lipcu, biomasa roślin dwuliściennych ulegała stopniowemu zmniejszaniu, mimo że wiele gatunków dopiero w okresie jesiennym dochodziło do pełnego rozwoju, np. *Serratula tinctoria*, *Succisa pratensis*, *Aconitum variegatum*, *Adenophora liliifolia*, *Dianthus superbus*, *Campanula trachelium* czy *Hieracium sabaudum*.

Mniej więcej od końca lipca zaczynały się formować młode pędy wielu roślin, np. *Galium vernum*, *G. boreale*, *Fragaria vesca*, *Veronica chamaedrys*, *Calamintha clinopodium*, *Moehringia trinervia*, *Dianthus superbus*. W roku 1965 wytwarzanie młodych pędów trwało aż do końca października, czemu sprzyjała duża ilość opadów w sierpniu i wrześniu (por. tab. I). W roku 1967 formowanie się młodych pędów zakończyło się znacz-

nie wcześniej, bo już niemal w połowie września (por. ryc. 13). Z początkiem grudnia obserwowano na powierzchni badawczej około 40 młodych pędów i 20 do 40 starych na 1 m².

W obu latach badań rośliny dwuliścienne osiągnęły maksymalną biomasę w lipcu (ryc. 15). Średnia masa jednego pędu wynosiła wtedy w roku 1965 około 0,24 g, podczas gdy w drugim roku 0,19 g, była więc o 20% mniejsza.



Ryc. 16. Udział gatunków dominujących w maksymalnym stanie biomasy runa: 1 — rośliny jednoliścienne, 2 — rośliny dwuliścienne, 3 — mchy. A — świetlista dąbrowa; jednoliścienne: a — *Calamagrostis arundinacea*, b — *Carex montana*, c — *Avenastrum pratense*, d — *Molinia arundinacea*, e — *Festuca heterophylla*, f — pozostałe; dwuliścienne: a — *Lathyrus vernus*, b — *Galium Schultesii*, c — *G. vernum*, d — *Lathyrus niger*, e — pozostałe. B — grąd; jednoliścienne: a — *Milium effusum*, b — pozostałe; dwuliścienne: a — *Aegopodium podagraria*, b — *Stellaria holostea*, c — *Asperula odorata*, d — *Ranunculus lanuginosus*, e — *Sanicula europaea*, f — *Acer pseudoplatanus*, g — *Hepatica nobilis*, h — *Viola mirabilis*, i — pozostałe

Fig. 16. Share of dominant species in the maximal biomass of the ground flora: 1 — monocotyledons, 2 — dicotyledons, 3 — mosses. A — xerothermic oakwood; monocotyledons: a — *Calamagrostis arundinacea*, b — *Carex montana*, c — *Avenastrum pratense*, d — *Molinia arundinacea*, e — *Festuca heterophylla*, f — remaining species; dicotyledons: a — *Lathyrus vernus*, b — *Galium Schultesii*, c — *G. vernum*, d — *Lathyrus niger*, e — remaining species, B — lime-hornbeam forest; monocotyledons: a — *Milium effusum*, b — remaining species; dicotyledons: a — *Aegopodium podagraria*, b — *Stellaria holostea*, c — *Asperula odorata*, d — *Ranunculus lanuginosus*, e — *Sanicula europaea*, f — *Acer pseudoplatanus*, g — *Hepatica nobilis*, h — *Viola mirabilis*, i — remaining species

Rośliny jednoliścienne zdecydowanie dominowały w biomase runa świetlistej dąbrowy już od końca maja (ryc. 15, 16); także ilością pędów przez cały rok przewyższały one gatunki dwuliścienne (rys. 13). Do najwcześniejszych kwitnących i owocujących roślin jednoliściennych należała *Carex montana* (por. ryc. 17), która kwitła z początkiem maja. Wcześniej rozwijały się i kwitły także: *Lazula pilosa* i *Anthoxanthum odoratum*, nieco później *Melica nutans*, *Milium effusum* i *Luzula nemorosa*. Główny okres kwitnienia traw przypadł w roku 1965 z początkiem lipca, a w roku 1967 na przełomie czerwca i lipca. Kwitły wtedy *Calamagrostis arundinacea*, *Festuca heterophylla* (ryc. 17), *Brachypodium silvaticum*, *B. pinnatum*, *Poa nemoralis* i *Avenastrum pratense*. Jednoliścienne osiągały w tym okresie bardzo wysoką wartość biomasy (ryc. 15), która utrzymywała się z nieznacznymi wahaniami aż do września.

Maksymalną biomasę osiągnęły rośliny jednoliścienne w obu latach badań w połowie września. Było to w pewnej mierze spowodowane silnym przyrostem jesiennym traw. Także niektóre późno rozwijające się gatunki, np. *Deschampsia caespitosa* i *Molinia arundinacea*, dopiero w tym okresie silnie rozrastały się i kwitły. Zdźbła trzęślicy przekraczały często 2 m wysokości.

W ciągu października i listopada trawy żółkły i obumierały. Szybko zmniejszała się ich masa i ilość starych pędów, wzrastała natomiast liczba pędów młodych, których rozwój rozpoczął się na przełomie lipca i sierpnia.

Maksymalna ilość pędów roślin jednoliściennych przypadała w czerwcu lub z początkiem lipca i wynosiła 600 do 650 na 1 m². W ciągu lipca, w okresie najbujniejszego rozwoju traw, darń ulegała wyraźnemu rozrzedzeniu. Było to spowodowane obumieraniem wielu pędów turzyc i drobnych pędów traw. Zjawisko to wystąpiło wyraźniej w roku 1965 niż w 1967, w tym ostatnim bowiem runo było znacznie mniej bujne, a pędy niższe i drobniejsze. W końcu lipca średnia masa jednego pędu roślin jednoliściennych wynosiła w roku 1965 około 0,19 g, natomiast w roku 1967 zaledwie 0,11 g, czyli o 40% mniej. Ilość pędów kształtowała się odwrotnie: w roku 1965 na 1 m² rosło ich 320, podczas gdy w drugim roku ponad 530.

Z początkiem grudnia w obu latach było jeszcze zielonych około 150 starych pędów na 1 m². Utworzone w jesieni młode pędy lub pączki pędów na następny okres wegetacyjny osiągały liczbę 260 na 1 m².

Na powierzchni w świetlistej dąbrowie śledzono również dynamikę ilości siewek (ryc. 13). Ogólnie biorąc, w ciągu roku obserwowano tylko niewielkie ich ilości, gdyż zwarte runo i stale zalegająca warstwa ściółki utrudniały kiełkowanie nasion.

W okresie badań dąb obsiewał się bardzo słabo, w kolejnych seriach prób zbierano zwykle tylko jedną jego siewkę. Na badanej powierzchni nieliczny był także nalot dębowy.

W runie świetlistej dąbrowy przeważającą większość stanowiły byliny, które utrzymywały się tu głównie dzięki rozmnażaniu wegetatywnemu.

Natomiast wyłącznie drogą rozsiewania nasion rozmnażały się zaledwie trzy gatunki: *Melampyrum pratense*, *M. nemorosum* i *Moehringia trinervia* (dwa pierwsze, jako półpasożyty, wytwarzały zresztą tylko słabo rozwinięty system korzeniowy).

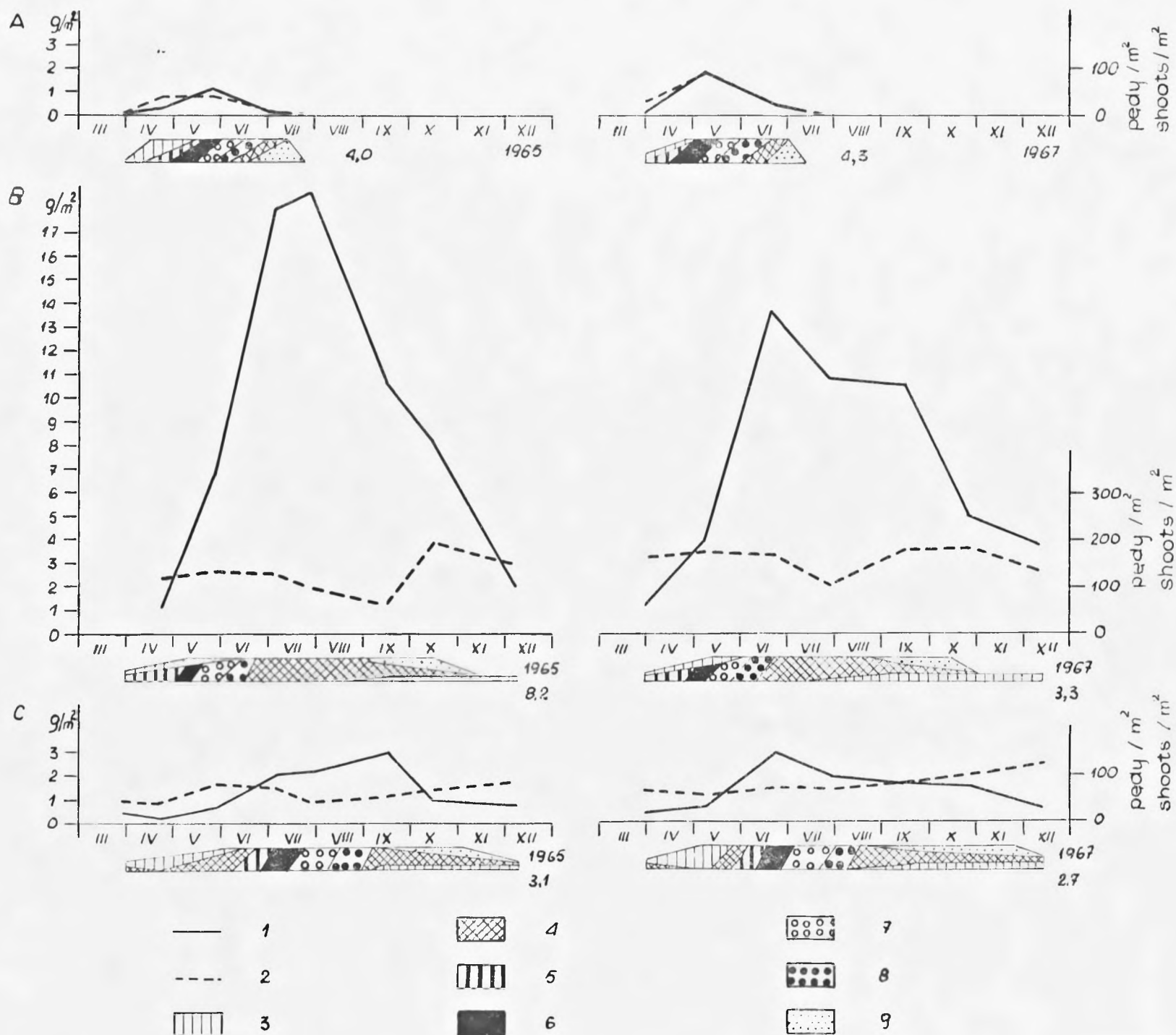
Na wiosnę rozwijały się głównie siewki roślin zielnych dwuliściennych, z których część w okresie lata wyrastała w dorosłe okazy, np. *Melampyrum*. Jesienią kiełkowały głównie nasiona roślin jednoliściennych, siewek dwuliściennych było znacznie mniej. Pod koniec okresu wegetacyjnego niemal wszystkie siewki obumierały.

W świetlistej dąbrowie przez cały rok utrzymywała się duża ilość części obumarłych pochodzących z roślin runa. Największa ich masa, ponad 100 g na 1 m², gromadziła się z początkiem zimy. W ciągu okresu zimowego część tego materiału ulegała rozkładowi, tak że na wiosnę obserwowano tu jeszcze 80 do 90 g/m² ściółki powstałej z resztek runa (ryc. 14). W ciągu wiosny duża część nagromadzonego martwego materiału roślinnego z poprzedniego okresu wegetacyjnego rozkładała się i najniższe jego wartości, około 55 g na 1 m², występowały w czerwcu lub lipcu. Od tego momentu zaczynało się ponowne, początkowo powolne, a od września lub października bardzo szybkie nagromadzenie części obumarłych.

W ściółce roślin zielnych przeważały stale szczątki traw i turzyc, bardzo niewiele było obumarłych części roślin dwuliściennych. Wskazywało to na wyraźnie szybszy rozkład martwych szczątków pochodzących z tej ostatniej grupy roślin. Rozkład obumarłych pędów traw i turzyc trwał na badanej powierzchni około 1 roku. Jeszcze w czerwcu i lipcu zalegało tu dużo zeszłorocznej ściółki, lecz już we wrześniu lub październiku zdecydowanie przeważały resztki pędów obumarłych w bieżącym sezonie wegetacyjnym.

Większość roślin runa posiadała silnie rozbudowany, choć płytki system korzeniowy. Występowały tu prawie wyłącznie byliny, jedynie wspomniane wyżej gatunki *Melampyrum* i *Moehringia* reprezentowały rośliny roczne lub dwuletnie. Według klasyfikacji Łukasiewicza (1962), wśród roślin trwałych najczęstsze były kaulofity typowe, np. liczne gatunki traw, *Chrysanthemum corymbosum*, *Anthericum ramosum*, *Cimicifuga europaea*, *Lathyrus vernus*, *Primula officinalis*. Wiele gatunków należało do typu kaulofitów kłaczowych, jak *Carex montana*, *Anemone nemorosa*, *Calamintha vulgaris*, *Galium boreale*, *Convallaria majalis*, *Majanthemum bifolium* i in. Nieliczne były kaulofity cebulowe, np. *Lilium martagon*, a także rhizofity, np. *Phyteuma spicatum* i *Taraxacum officinale*.

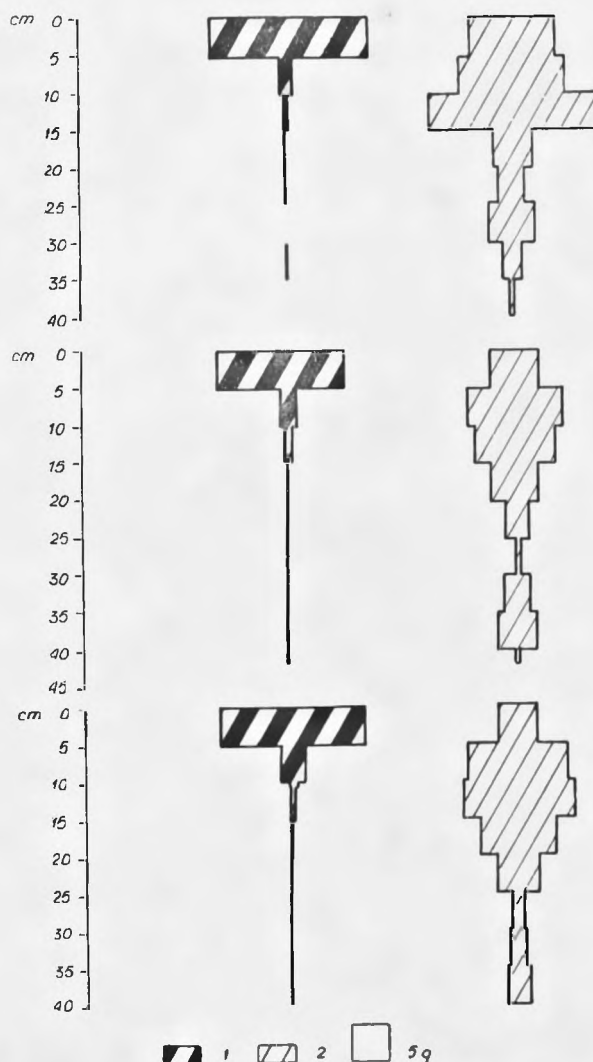
Główna masa korzeni roślin runą skupiała się w górnych, najżyźniejszych warstwach gleby, a więc w poziomie próchnicznym i przejściowym do poziomu brunatnienia. Pięcioletniometrowa, powierzchniowa warstwa gleby była najsilniej poprzerastana korzeniami, tworzącymi zbitą, trudną do rozerwania sieć (ryc. 18). Masa systemów korzeniowych roślin zielnych



Ryc. 17. Dynamika biomasy i liczba pędów kilku wybranych gatunków runa świetlistej dąbrowy: A — *Anemone nemorosa*, B — *Carex montana*, C — *Festuca heterophylla*; 1 — biomasa, 2 — liczba pędów. Stadia fenologiczne: 3 — rozwój pędów i liści, 4 — normalne stadium asymilacyjne, 5 — pączki kwiatowe, 6 — kwitnienie, 7 — niedojrzałe owoce lub nasiona, 8 — dojrzałe owoce lub nasiona, 9 — żółknięcie liści. Liczby przy diagramach fenologicznych oznaczają procent pędów przechodzących stadia generatywne

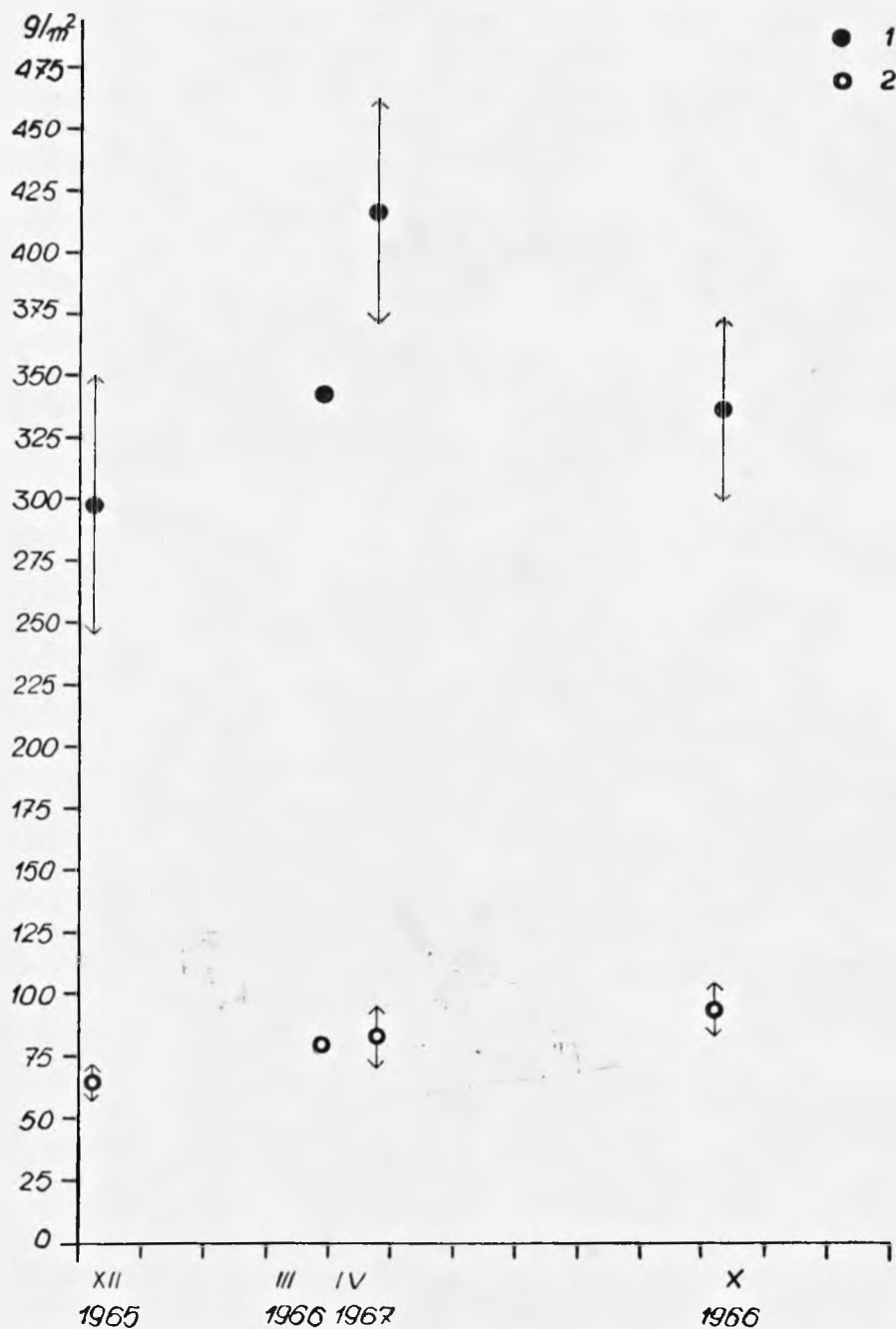
Fig. 17. Dynamics of the biomass and number of shoots of several selected species in the ground flora of xerothermic oakwood: A — *Anemone nemorosa*, B — *Carex montana*, C — *Festuca heterophylla*; 1 — biomass, 2 — number of shoots. Phenological stages: 3 — development of shoots and leaves, 4 — normal assimilation stage, 5 — flower buds, 6 — blossoming, 7 — unripe fruits or seeds, 8 — ripe fruits or seeds, 9 — yellowing of leaves. Numbers at the right side of phenological diagrams denote the number of shoots in generative stages per cent

przewyższała w tej warstwie niemal trzykrotnie masę korzeni drzew. Natomiast na głębokości 5—15 cm przeważała masa korzeni drzew. Głębiej masa korzeniowa, tak roślin runa, jak i drzew, wyraźnie malała i dopiero nad zwięzłym podłożem, na głębokości 30 do 40 cm, nieco wzrastała. Wiele korzeni rosło na tej głębokości w kierunku poziomym, równoległym do zalegających poniżej warstw łupków.



Ryc. 18. Rozmieszczenie pionowe biomasy systemów korzeniowych w świetlistej dąbrowie (29 III 1966): 1 — systemy korzeniowe roślin runa, 2 — korzenie drzew i krzewów. Powierzchnia każdego monolitu = 625 cm²

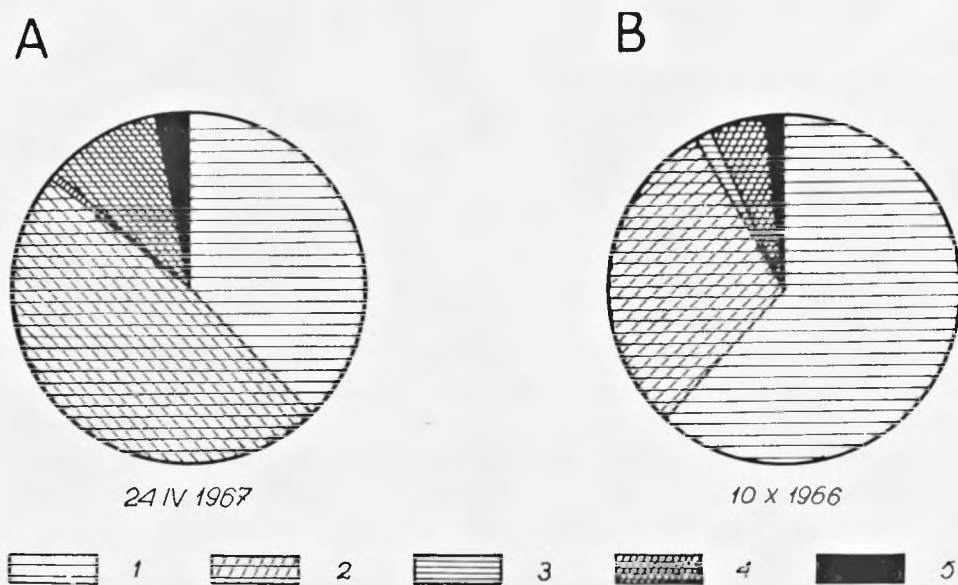
Fig. 18. Vertical distribution of the biomass of root systems in xerothermic oakwood (29th March 1966): 1 — root systems of plants of the ground flora, 2 — roots of trees and shrubs. Each monolith covered 625 cm²



Ryc. 19. Dynamika biomasy systemów korzeniowych roślin runa: 1 — w świetlistej dąbrowie, 2 — w grądzie

Fig. 19. Dynamics of the biomass of root systems of plants in the ground flora: 1 — in xerothermic oakwood, 2 — in lime-hornbeam forest

W warstwie gleby 0—15 cm skupiało się 98% całej biomasy systemów korzeniowych roślin runa i w tej warstwie śledzono jej dynamikę w ciągu roku (ryc. 19). Głębiej sięgały nieliczne, drobne korzenie traw. Pod koniec marca masa systemów korzeniowych wynosiła 352 g/m², maksymalną wartość 417 g obserwowano z końcem kwietnia. Jesienią, z początkiem października, masa korzeni wynosiła już tylko 337 g, a najniższą wartość 298 g stwierdzono z początkiem grudnia. Taki przebieg zmian był niewątpliwie związany z przeważającym udziałem w runie roślin jednoliściennych, a zwłaszcza traw, które charakteryzuje intensywny wzrost masy korzeniowej wiosną (Stuckey wg Troughtona 1951; Goedewaagen, Schuurman 1950). Stosunkowo niską biomasa części podziemnych runa obserwowano w październiku, w okresie gromadzenia substancji zapasowych w organach magazynujących. W ogólnej biomacie systemów korzeniowych trwałe części magazynujące, jak kłącza, cebule czy zgrubiałe korzenie palowe, stanowiły tylko niewielką część (ryc. 20). Stosunek ich masy do masy korzeni (w okresie maksymalnego stanu biomasy części podziemnych runa) wynosił 0,6 : 1.



Ryc. 20. Udział organów magazynujących i korzeni w maksymalnej biomacie systemów korzeniowych roślin runa w świetlistej dąbrowie (A) i w grądzie (B). Warstwa 0—5 cm: 1 — organy magazynujące, 2 — korzenie; warstwa 5—10 cm: 3 — organy magazynujące, 4 — korzenie; warstwa 10—15 cm: 5 — korzenie

Fig. 20. Share of storing organs and roots in the maximal biomass of root systems in the ground flora of xerothermic oakwood (A) and lime-hornbeam forest (B). Layer of 0 — 5 cm: 1 — storing organs, 2 — roots; layer 5 — 10 cm: 3 — storing organs, 4 — roots; layer 10 — 15 cm: 5 — roots

W zespole świetlistej dąbrowy masa systemów korzeniowych stale znacznie przewyższała masę części nadziemnych runa. Stosunek maksymalnych wartości biomasy części nadziemnych (wartość średnia z dwóch lat) do podziemnych wynosił 1 : 4,9.

2. Runo grądu

W runie grądu przeważały rośliny dwuliścienne, kilkakrotnie przewyższając rośliny jednoliścienne tak masą, jak i ilością pędów. Pod względem masy dominowały: *Aegopodium podagraria*, *Stellaria holostea*, *Asperula odorata* i *Ranunculus lanuginosus*, a z gatunków jednoliściennych *Milium effusum* (ryc. 16, 24). Obficie występowały też *Anemone nemorosa* i *Ficaria verna*, których szybki rozwój wczesną wiosną wywierał wyraźny wpływ na dynamikę ilości pędów w badanym płacie.

Większość występujących tu gatunków była przynajmniej w pewnym stopniu zimozielona, przy czym ze względu na rodzaj zimujących w stanie zielonym organów można je podzielić na dwie grupy. Do pierwszej należały te, których przynajmniej część starych pędów zimowała w stanie zielonym, np. *Hepatica nobilis*, *Viola silvestris*, *Oxalis acetosella*, *Carex silvatica*, *Pulmonaria obscura*, *Fragaria vesca*, *Ajuga reptans* i in. Z końcem lata lub w jesieni gatunki te wytwarzały pączki pędów na następny okres wegetacyjny. Na wiosnę liście, które przezimowały, utrzymywały się jeszcze przez dość długi czas w stanie zielonym.

Drugą grupę stanowiły te gatunki, które miały w zimie zielone tylko młode pędy z drobnymi, lecz wyraźnie wykształconymi liśćmi, np. *Stellaria holostea*, *Asperula odorata*, *Poa nemoralis*, *Ranunculus lanuginosus*, *Milium effusum* i in. Nieliczne stare pędy tych roślin były jeszcze zielone z nadejściem zimy, lecz ginęły podczas niej lub też wczesną wiosną. Część pędów *Asperula odorata*, *Stellaria holostea*, a w mniejszym stopniu i *Poa nemoralis*, przekształcała się w kłącza.

Także i rośliny z reguły nie zimozielone, których pędy zimowały w postaci mniej lub więcej rozwiniętych pączków na trwałych organach podziemnych, jak np. *Anemone nemorosa*, *Paris quadrifolia*, *Ficaria verna*, *Majanthemum bifolium*, mogły posiadać podczas zimy zielone zawiązki pędów. Niektóre pędy tych gatunków dorastały czasem w ciągu zimy nawet do kilku centymetrów wysokości i, jeśli znalazły się w warstwie ściółki, zazieleniały się.

Aegopodium podagraria zimowało z reguły w postaci niezzielonych pączków pędu wytworzonych na kłączach, lecz pewna część okazów posiadała podczas zimy zielone liście kilkucentymetrowej wysokości, rozwinięte późną jesienią.

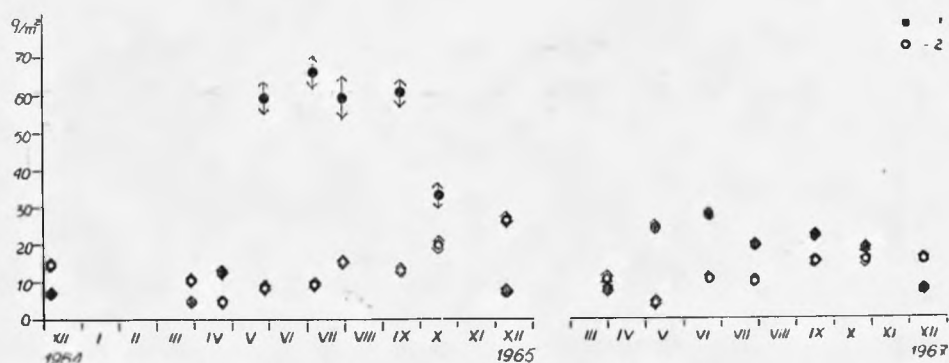
Niewielka część roślin runa grądu była zdecydowanie nie zimozielona, jak np. *Actaea spicata* czy *Viola mirabilis*.

Mimo dość dużej ilości pędów z początkiem okresu zimowego (200 do 300 na 1 m²), masa ich wynosiła zaledwie około 7 g/m². W ciągu zimy za-

równno masa, jak i ilość pędów nieznacznie się zmniejszała, co było spowodowane obumieraniem niektórych zeszłorocznych pędów.

Dynamika biomasy runa w okresie wegetacyjnym podczas dwóch lat obserwacji wykazywała bardzo duże różnice (ryc. 21). W roku 1965 maksymalna biomasa wyniosła 66 g/m², podczas gdy w 1967 roku zaledwie 27 g. Przyczyną tak słabego rozwoju runa w tym ostatnim roku była inwazja chorobotwórczych grzybów, które zaatakowały większość gatunków roślin na badanej powierzchni.

W roku 1965, przy nie zaburzonym rozwoju, gwałtowny wzrost roślin miał miejsce w ciągu kwietnia i maja (ryc. 21, 22). Maksymalną ilość 770 pędów na 1 m² obserwowano z końcem kwietnia, a w maju następował



Ryc. 21. Dynamika masy części nadziemnych runa w grądzie: 1 — żywe części roślin, 2 — obumarłe części roślin

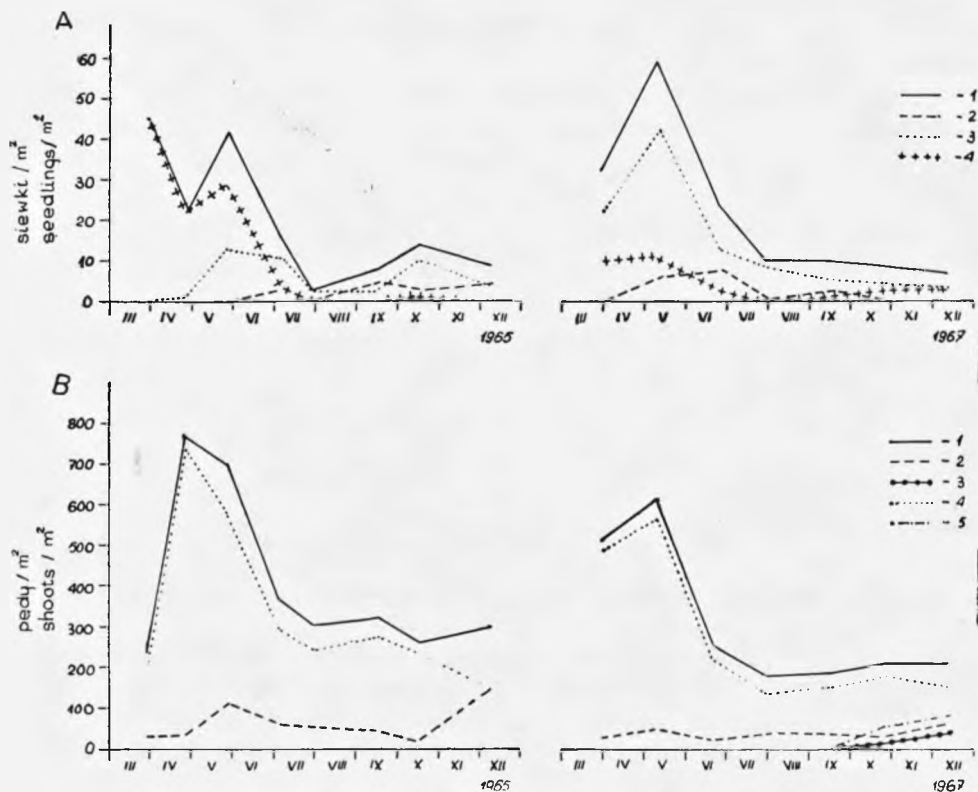
Fig. 21. Dynamics of above-ground plant parts of the ground flora in lime-hornbeam forest: 1 — living plant parts, 2 — dead plant parts

największy wzrost biomasy części nadziemnych. Niektóre gatunki już w tym czasie osiągały pełny rozwój, jak np. *Anemone nemorosa* i *Ficaria verna* (ryc. 23).

Nieznaczne zwiększenie się masy miało miejsce także w ciągu czerwca, mimo że równocześnie bardzo silnie malała ilość pędów. Było to spowodowane zamieraniem najwcześniej rozwijających się gatunków, jak *Anemone* czy *Ficaria*, a także i części pędów szeregu innych roślin, np. *Asperula odorata* lub *Stellaria holostea* (ryc. 23). Prawdopodobnie wskutek konkurencji część młodych pędów tych gatunków nie rozwijała się, lecz obumierała. Zjawisko stałego zmniejszania się ilości pędów mogło być w pewnym, choć nieznacznym stopniu, spowodowane konsumpcją roślin przez zwierzęta.

Większość gatunków kwitła w ciągu czerwca. Z początkiem lipca, w okresie osiągnięcia przez runo maksymalnej biomasy 66 g/m², rośliny te były w stadium dojrzewania, a nawet rozsiewania nasion i owoców. Tak zachowywały się np. *Asperula odorata*, *Stellaria holostea*, *Majanthemum bifolium*, *Ranunculus lanuginosus*, *Milium effusum*, *Aegopodium podagra-*

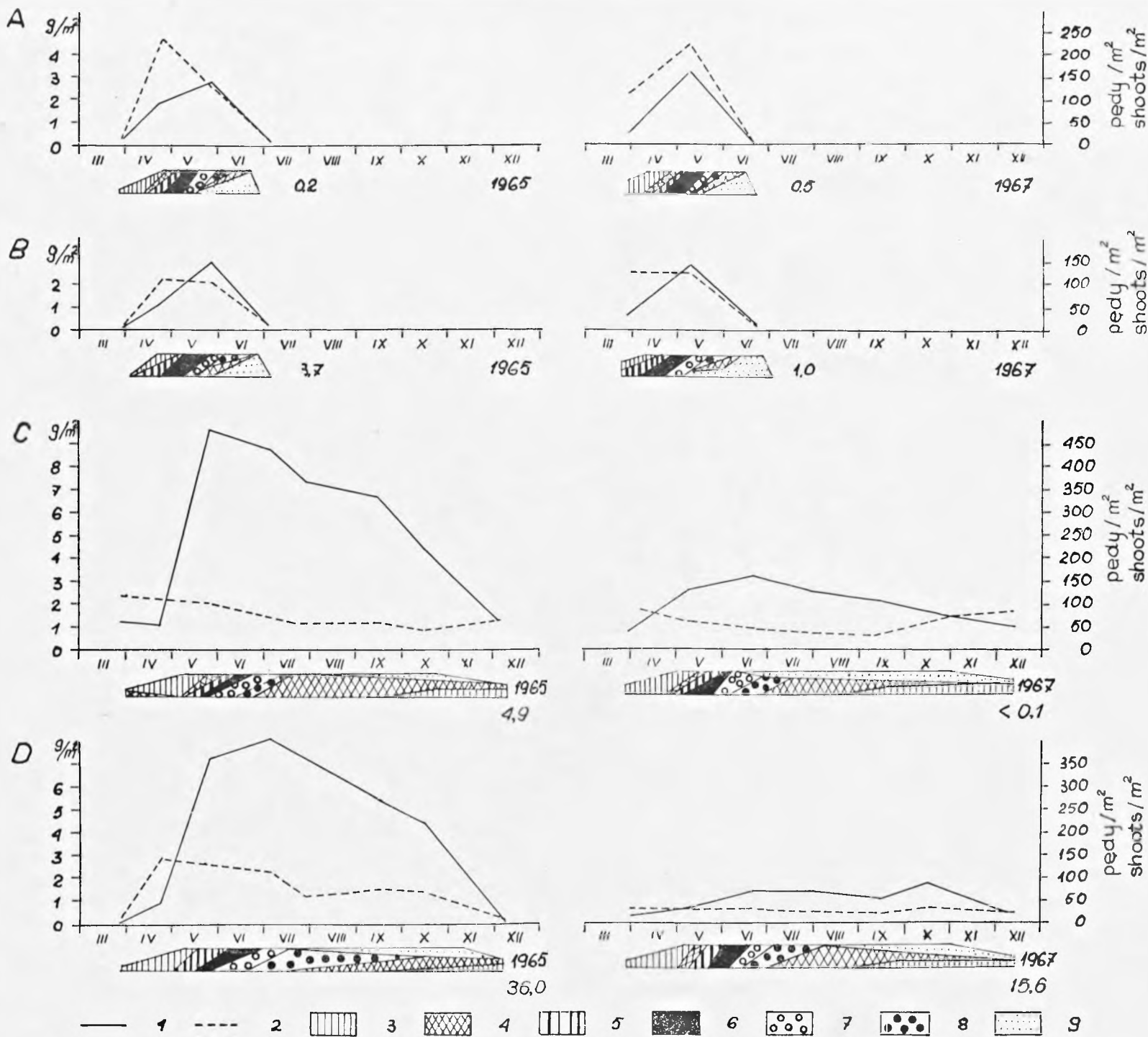
ria, *Paris quadrifolia*, *Carex silvatica*, *Sanicula europaea* i wiele innych. Niektóre gatunki, jak *Chaerophyllum hirsutum*, *Bromus Benekeni*, *Poa nemoralis*, *Crepis paludosa*, *Lilium martagon* i *Phyteuma spicatum*, w tym okresie dopiero kwitły. Z początkiem lipca na 1 m² występowało około 370 pędów.



Ryc. 22. Ilość siewek (A) i pędów (B) w grądzie. A: 1 — ogólna liczba siewek, 2 — siewki roślin jednoliściennych, 3 — siewki roślin dwuliściennych, 4 — siewki drzew. B: 1 — ogólna liczba pędów, 2 — pędy roślin jednoliściennych, 3 — przyrost jesienny roślin jednoliściennych, 4 — pędy roślin dwuliściennych, 5 — przyrost jesienny roślin dwuliściennych. W roku 1965 przyrostu jesiennego nie oddzielano

Fig. 22. Number of seedlings (A) and shoots (B) in lime-hornbeam forest. A: 1 — total number of seedlings, 2 — seedlings of monocotyledons, 3 — seedlings of dicotyledons, 4 — seedlings of trees. B: 1 — total number of shoots, 2 — shoots of monocotyledons, 3 — autumn increment of monocotyledons, 4 — shoots of dicotyledons, 5 — autumn increment of dicotyledons. In 1965 the autumn increment was not separated

W ciągu lipca masa organów nadziemnych roślin runa zmniejszała się nieco w związku z obumieraniem niektórych części pędów, np. dolnych lub zewnętrznych liści wielu gatunków, łodyg kwiatostanowych *Ranunculus lanuginosus*, górnej części pędu *Asperula* i *Stellaria*. Obumierały również nieliczne całe pędy, np. *Majanthemum bifolium*.



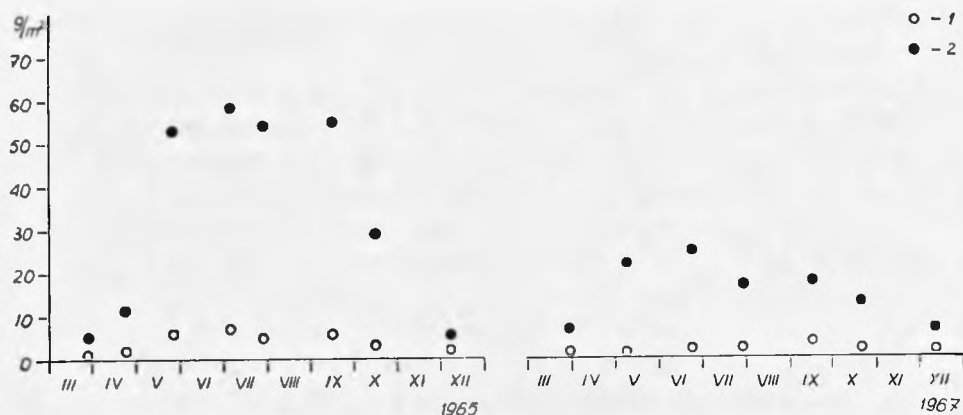
Ryc. 23. Dynamika biomasy i liczba pędów kilku wybranych gatunków runa grądu: A — *Ficaria verna*, B — *Anemone nemorosa*, C — *Stellaria holostea*, D — *Asperula odorata*. 1 — biomasa, 2 — liczba pędów. Stadia fenologiczne jak na ryc. 17. Liczby przy diagramach fenologicznych oznaczają procent pędów przechodzących stadia generatywne

Fig. 23. Dynamics of biomass and the number of shoots of several selected species in the ground flora of lime-hornbeam forest: A — *Ficaria verna*, B — *Anemone nemorosa*, C — *Stellaria holostea*, D — *Asperula odorata*. 1 — biomass, 2 — number of shoots, 3—9 — phenological stages as in fig. 17. Numbers at the right side of phenological diagrams denote the number of shoots in generative stages per cent

W połowie września biomasa roślin tak dwu- jak i jednoliściennych wykazywała nieco wyższą wartość niż z końcem lipca (ryc. 24). W tym czasie przeważająca liczba roślin miała już wytworzone pączki pędów lub drobne, kilkucentymetrowe pędy na następny okres wegetacyjny.

Masowe obumieranie roślin następowało w październiku i listopadzie. Biomasa części żywych zmniejszała się bardzo szybko, natomiast ogólna liczba pędów nieznacznie tylko malała. Zamieraniu starych pędów towarzyszyło w tym okresie stałe wytwarzanie i rozwój pędów młodych.

W roku 1967 rozwój runa był silnie zaburzony masowym pojawem pasożytniczych grzybów, atakujących większość roślin na badanej po-



Ryc. 24. Dynamika biomasy części nadziemnych roślin jednoliściennych (1) i dwuliściennych (2) grądu

Fig. 24. Dynamics of the biomass of above-ground parts of monocotyledons (1) and dicotyledons (2) in lime-hornbeam forest

wierzchni (ryc. 21—24). Wczesną wiosną, mniej więcej do połowy maja, rozwój runa odbywał się prawie normalnie, a biomasa części nadziemnych stale rosła. Wzrost i rozwój jednej z najwcześniej rozwijających się roślin, *Ficaria verna*, przebiegał w tym roku bardzo podobnie jak w roku 1965. Jednak niektóre gatunki były już w tym okresie atakowane przez grzyby, np. na *Anemone nemorosa* rozwijała się *Tranzschelia fusca* (P e r s.) D i e t. Prawdopodobnie to było powodem, że okazy tego gatunku osiągnęły w roku 1967 mniejszą masę w porównaniu z pierwszym rokiem badań, znacznie mniej ich kwitło, a niektóre pędy zaczęły żółknąć i obumierać już z początkiem maja (ryc. 23).

Próby zebrane w czerwcu wykazały niemal zupełne zahamowanie wzrostu biomasy tak roślin jedno- jak i dwuliściennych (ryc. 24). *Aegopodium podagraria* atakowane było w tym czasie masowo przez *Phyllosticta aegopodii* (C u r r.) L i n d a u, na *Brachypodium pinnatum* rozwijała się *Puccinia brachypodii* O t t h. Liście wielu gatunków, np. *Pulmonaria obscura*, *Ranunculus lanuginosus*, *Stellaria holostea*, pokryte były czarnym nalotem *Hormiscium* sp., *Cladosporium* sp., *Xenosporella* sp., który unie-

możliwiały asymilację i powodował obumieranie liści, a nawet zamieranie całych pędów. Zmniejszeniem ilości pędów reagowały na zakażenie grzybem rośliny o typie wzrostu polikormonu, np. *Asperula*, *Stellaria*, inne natomiast miały wyraźnie zmniejszoną masę pędów przy stosunkowo nieznacznie zredukowanej ich liczbie, np. *Aegopodium*, *Pulmonaria* czy *Sanicula*. Rośliny te stale wytwarzały młode liście w miarę jak stare, atakowane przez grzyby, obumierały.

W połowie września obserwowano, podobnie jak w pierwszym roku badań, niewielki wzrost biomasy. Tworzyły się w tym okresie liczne młode pędy i pączki pędów na następny rok. Z początkiem grudnia było ich około 120 na 1 m², a biomasa runa była podobna jak w pierwszym roku badań (około 7 g/m²).

Z końcem lipca 1967 roku zanotowano w runie grądu najniższą z całego okresu obserwacji liczbę pędów. Było ich wtedy zaledwie około 180 na 1 m² (w porównaniu z ponad 300 w analogicznym okresie roku 1965). Wyraźnie zmniejszyła się również liczba pędów kwitnących i owocujących, np. *Asperula* w pierwszym roku badań kwitła i owocowała w 36%, natomiast w 1967 w 15,6%, *Stellaria* odpowiednio 4,9% i poniżej 0,1%, *Anemone* 3,7% i 1,0%.

W roku 1965 w okresie maksymalnego stanu biomasy runa masa jednego pędu wynosiła średnio 0,18 g, podczas gdy w drugim roku badań (1967 — pod koniec czerwca) zaledwie 0,11 g, czyli o 40% mniej.

Na badanej powierzchni w grądzie prowadzono również obserwacje nad zmianami ilości siewek w ciągu roku (ryc. 22). Największa ich ilość rozwijała się na wiosnę, przy czym dużą część stanowiły siewki drzew. Wczesną wiosną kiełkowały duże ilości nasion *Acer pseudoplatanus* i *A. platanoides*, w roku 1965 około 45 na 1 m², w drugim roku badań tylko około 10. Później, bo dopiero w maju, kiełkowały nasiona lipy, powodując nieznaczny wzrost ilości siewek drzew w tym okresie. W ciągu lata, gdy ocienienie dna lasu przez korony drzew i zwierające się runo silnie wzrastało, większość siewek drzew ginęła i już począwszy od lipca trafiały się one w próbach tylko sporadycznie. Nasiona innych drzew, rosnących na badanym płacie, np. grabu lub dębu, kiełkowały bardzo rzadko.

Nasiona roślin zielnych dwuliściennych kiełkowały późną wiosną, w roku 1967 było ich przy tym kilkakrotnie więcej niż w roku 1965. Większość z nich ginęła do końca lipca, tylko pojedyncze rozwinęły się w dorosłe okazy. Jesienią 1965 roku zaznaczył się nieznaczny wzrost ilości siewek, w roku 1967 zjawisko to nie wystąpiło, co było prawdopodobnie spowodowane niewielką produkcją nasion przez rośliny runa w tym roku.

Siewki roślin jednoliściennych rozwijały się jeszcze nieco później niż dwuliściennych. Na powierzchni 1 m² było ich zwykle kilka. Nieco większe niż w pozostałych okresach ilości obserwowano na przełomie czerwca i lipca oraz w połowie września. Z początkiem okresu zimowego liczba siewek roślin zielnych zmniejszała się, a w ciągu zimy większość z nich

ginęła. Rozmnażanie generatywne w badanym płacie grądu niskiego odgrywało więc bardzo małą rolę.

Ilość części obumarłych pochodzących z roślin runa była w ciągu całego roku niewielka (ryc. 21). Wczesną wiosną na 1 m² przypadło zwykle około 10 g martwych części, w kwietniu i z początkiem maja ilość ich zmniejszała się do 5 g, ale już z końcem maja wykazywała wyższe wartości. Było to związane z obumieraniem w tym okresie części pędów lub całych populacji niektórych gatunków runa oraz siewek drzew. Największa ilość martwych szczątków, około 26 g/m², gromadziła się z początkiem zimy, o ile rozwój runa przebiegał normalnie, jak np. w roku 1965. W roku 1967 ilość i dynamika obumarłych części roślin w ciągu okresu wegetacyjnego przedstawiała się podobnie jak w pierwszym roku badań, z tą różnicą, że pod koniec jesieni nastąpiło tu tylko nieznaczne ich nagromadzenie (do około 15 g/m²).

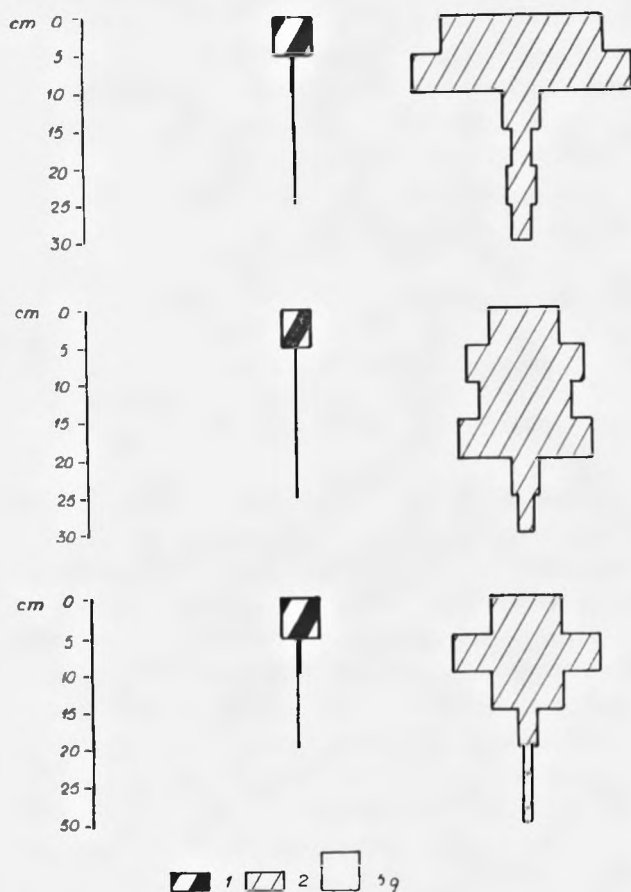
Obumarłe szczątki roślin z poprzedniego roku obserwowano na badanej powierzchni mniej więcej do końca maja. Później martwy materiał pochodził z roślin obumierających w ciągu okresu wegetacyjnego. Jego rozkład następował bardzo szybko i trwał w zależności od rodzaju materiału, a głównie od zawartości tkanek mechanicznych, od kilku tygodni do kilku miesięcy.

Wszystkie gatunki roślin w runie grądu stanowiły byliny, rozmnażające się wegetatywnie dzięki trwałym systemom korzeniowym. Jedynie *Ficaria verna* utrzymywała się w badanym płacie także dzięki licznie wytwarzanym bulwkom łodygowym. Większość roślin posiadała płytki i stosunkowo słabo rozgałęziony system korzeniowy. Według podziału Ł u k a s i e w i c z a (1962) najliczniej reprezentowany był typ bylin kłączowych, czyli kaulofitów. Część należących tu gatunków posiadała duże i rozgałęzione kłącza, skupiające główną ilość masy całego systemu korzeniowego. Tak zachowywały się np. *Anemone nemorosa*, *Asperula odorata*, *Stellaria holostea*, *Majanthemum bifolium*, *Paris quadrifolia*, *Polygonatum multiflorum*, *Aegopodium podagraria*. Szereg innych roślin miało natomiast liczne i dość masywne korzenie przybyszowe, wyrastające ze stosunkowo drobnego kłącza, np. *Viola mirabilis*, *Hepatica nobilis*, *Carex silvatica*, *Lathyrus vernus*, *Ranunculus lanuginosus*, *Actaea spicata*, *Astrantia major*, *Sanicula europaea*, *Milium effusum* i in.

Nieliczne gatunki należały do typu kaulofitów rozłogowo-pędowych, np. *Fragaria vesca*, *Lysimachia nummularia*, i kaulofitów cebulowych, np. *Lilium martagon*. Inne typy bylin występowały na badanej powierzchni nielicznie, np. *Ficaria verna* reprezentowała rhizofity bulwiaste, a *Phyteuma spicatum* rhizofity typowe.

Biomasa organów podziemnych roślin runa w lesie grądowym była stosunkowo niewielka, co pozostawało w związku z wilgotnością siedliska (B r a y 1963). Stosunek maksymalnej obserwowanej masy części nadziemnych do podziemnych wynosił 1 : 1,4.

Rośliny runa korzeniły się bardzo płytko. Główna ilość, bo aż 94% całej masy systemów korzeniowych, skupiała się w pięciocentymetrowej, powierzchniowej warstwie gleby. Natomiast do głębokości 15 cm występowało 98% masy organów podziemnych runa. Pojedyncze drobne korzenie sięgały tu zaledwie do 25 cm głębokości (ryc. 25). W masie systemów



Ryc. 25. Rozmieszczenie pionowe biomasy systemów korzeniowych w grądzie (29 III 1966): 1 — systemy korzeniowe roślin runa, 2 — korzenie drzew i krzewów. Powierzchnia każdego monolitu = 625 cm²

Fig. 25. Vertical distribution of the biomass of root systems in lime-hornbeam forest (29th March 1966): 1 — root systems of plants of the ground flora, 2 — roots of trees and shrubs. Each monolith covered 625 cm²

korzeniowych bardzo duży był udział organów magazynujących: kłaczy, bulw, cebul i zgrubiałych, trwałych korzeni. Rozwijały się one głównie w powierzchniowej warstwie gleby; jedynie nieliczne duże byliny, jak *Veratrum Lobelianum* czy *Chaerophyllum aromaticum*, posiadały kłącza umieszczone głębiej. W okresie maksymalnego stanu biomasy części pod-

ziemnych runa na początku października stosunek masy organów magazynujących do korzeni w warstwie 0—15 cm wynosił 1,7 : 1. Rozmieszczenie i skład masy podziemnej roślin runa w tym okresie przedstawia ryc. 20.

Dynamika biomasy części podziemnych runa (ryc. 19) pozostawała prawdopodobnie w związku z dużym udziałem organów magazynujących. Maksymalną wartość 93 g/m² obserwowano w październiku, w okresie gdy przyrost kłączy u większości roślin został zakończony i w organach podziemnych zgromadzone były substancje zapasowe. U niektórych gatunków procesy te dokonały się zresztą znacznie wcześniej, np. przyrost kłączy *Anemone nemorosa* i wytwarzanie młodych bulwek u *Ficaria verna* rozpoczęły się już w połowie maja.

Z początkiem okresu zimowego części podziemne wykazały najniższą biomasę, 65 g/m². Możliwe, że było to spowodowane obumieraniem najstarszych odcinków kłączy i zanikaniem znacznej liczby drobnych korzeni (Łukasiewicz 1962).

Na wiosnę obserwowano o 25% większą masę organów podziemnych niż z początkiem zimy, co wskazywałoby na istnienie przyrostu także i w okresie zimowym. Podobne zjawisko zaobserwowano również w rozwoju runa lasu bukowego (Każmierczakowa 1967). Jednakże w obu przypadkach stwierdzone różnice w biomacie organów podziemnych na początku i na końcu okresu zimowego mieściły się w granicach błędów statystycznych pomiarów. Wzrost i rozwój korzeni roślin runa łąkowego w ciągu zimy stwierdziła Smirnova (1966), jednakże procesy te mogą zachodzić także bez przyrostu masy całych systemów korzeniowych.

VI. Produkcja runa w zespołach *Potentillo albae-Quercetum* i *Tilio-Carpinetum*

1. Produkcja części nadziemnych

Opisana w rozdziale IV metoda zbioru materiału pozwoliła ocenić produkcję runa trzema różnymi metodami: w oparciu o maksymalny plon całej warstwy, z sumy przyrostów poszczególnych gatunków oraz metodą Wiegerta-Evansa (1964), uwzględniającą przyrost i obumieranie roślin oraz rozkład martwego materiału roślinnego.

a. Ocena w oparciu o maksymalny plon. Najprostszym, ale zarazem najmniej dokładnym sposobem oszacowania wartości produkcji części nadziemnych roślin zielnych jest ocena na podstawie maksymalnego plonu. Zbiór powinien być dokonany w okresie najsilniejszego rozwoju roślinności. Ponieważ ustalenie tego momentu jest dosyć trudne, pewnym udoskonaleniem tej metody jest okresowe pobieranie prób i uzyskanie — w oparciu o nie — wartości maksymalnego plonu. W runie leśnym jednak nie cała masa roślin przyrasta w danym roku. W przypadku

występowania krzewinek, malotu drzew i krzewów oraz roślin zimozielonych, których zielone pędy zeszłoroczne utrzymują się jeszcze w momencie maksymalnego stanu biomasy runa, oceniając jego produkcję roczną należy masę tych elementów odjąć od wartości maksymalnego plonu.

W runie świetlistej dąbrowy maksymalny plon zebrano w roku 1965 z końcem lipca, a w roku 1967 w połowie września. Wynosił on odpowiednio w obu latach 91 i 80 g/m². Wartości te można uznać za produkcję warstwy runa ocenioną na podstawie maksymalnego plonu, masa wieloletnich, zdrewniałych części roślin w warstwie runa była bowiem tak niewielka (dziesiąte części grama na 1 m²), że mogła być pominięta. W zbiorowisku tym występowało nieco roślin zimozielonych, maksymalny plon przypadał jednak tak późno, że zeszłoroczne pędy lub ich fragmenty, które przezimowały w stanie zielonym, obumarły już do tego czasu. Od maksymalnego plonu nie odejmowano masy młodych pędów istniejących wiosną, gdyż wartość ta była rekompensowana w przybliżeniu taką samą ich masą wytwarzaną jesienią, już po okresie maksymalnego stanu biomasy całej warstwy runa.

W grądzie runo osiągnęło najwyższą biomasę wcześniej niż w świetlistej dąbrowie, bo już na przełomie czerwca i lipca. W kolejnych latach badań wynosiła ona 66 i 27 g/m². Przyczyny tak dużej różnicy zostały już wyjaśnione poprzednio (por. rozdz. V, 2). Masa wieloletnich, zdrewniałych części roślin na badanej powierzchni miała w obu latach wartość około 3 g/m². Był to głównie nalot drzew. W okresie osiągnięcia przez runo maksymalnej biomasy nie obserwowano już tutaj pędów roślin zimozielonych z poprzedniego roku. Nawet stosunkowo długo utrzymujące się w stanie zielonym liście *Hepatica nobilis* i *Carex silvatica* były już w tym okresie pożółkłe. Podobnie jak w zbiorowisku poprzednim, nie wchodziła w kalkulację masa młodych pędów, występująca wczesną wiosną, gdyż była ona równoważona przez podobną ich masę, wytwarzaną jesienią. Tak więc roczna produkcja runa w grądzie niskim, oceniona na podstawie maksymalnego plonu, wyniosła w kolejnych latach 63 i 24 g/m².

b. O c e n a w e d ł u g s u m y p r z y r o s t ó w p o s z c z e g ó l n y c h g a t u n k ó w. Drugi sposób obliczenia produkcji pierwotnej netto, zastosowany w niniejszej pracy, polega na zsumowaniu wartości przyrostu masy poszczególnych gatunków w ciągu roku. Konieczna jest przy tym znajomość zagęszczenia osobników każdego gatunku oraz średniego rocznego przyrostu jednego okazu lub pędu. Dla roślin odtwarzających co roku części nadziemne za roczny przyrost przyjęto ich maksymalną biomasę. W przypadku roślin o trwałych, wieloletnich pędach, przyrost za dany rok obliczano z różnicy między stanem ich biomasy wczesną wiosną i w okresie maksymalnego rozwoju.

Większość gatunków wykazywała w próbach pobieranych w ciągu roku wyraźne zmiany ilości okazów lub pędów. Było to w pewnym stopniu spowodowane przypadkowym pobieraniem różnej ilości pędów w ko-

lejszych zbiorach, wywołanym nierównomiernym rozmieszczeniem gatunków, zwłaszcza rzadkich, na całej powierzchni. Równocześnie jednak zachodziły faktyczne zmiany ilości pędów poszczególnych gatunków roślin. U większości obserwowano stałe zmniejszanie się ilości pędów od wiosny aż do końca okresu ich wegetacji (np. u *Ficaria verna*), lub do momentu rozpoczęcia się przyrostu jesiennego (np. u *Carex montana* lub *Stellaria holostea*, por. ryc. 17 i 23). W tym drugim przypadku ilość starych pędów ku końcowi wegetacji stała się malejąca, jednakże było to maskowane przez rozwijające się jesienią młode pędy. W momencie osiągnięcia przez populację danego gatunku maksymalnej biomasy, liczba jego okazów lub pędów była zwykle znacznie mniejsza niż na wiosnę. Tylko w przypadku bardzo szybko rozwijających się roślin, jak *Ficaria verna* i *Anemone nemorosa*, obserwowano niekiedy w tym samym zbiorze najwyższą biomasa i maksymalną liczbę okazów. Zbieżność ta była prawdopodobnie przypadkowa, spowodowana zbyt rzadkim w stosunku do tych gatunków rejestrowaniem zmian ich biomasy i ilości pędów.

Zagęszczenie gatunków na badanych powierzchniach wyznaczono jako średnią liczbę okazów lub pędów przypadającą na jednostkę powierzchni w kilku (zwykle 3 do 4, wyjątkowo 2 do 7) kolejnych zbiorach. Odrzucano zwykle próby wczesnowiosenne, gdy wyrastały jeszcze młode pędy, oraz próby jesienne, kiedy rozpoczęło się już obumieranie całych pędów, lub przeciwnie, liczba ich się zwiększała na skutek przyrostu jesiennego. Tak więc zagęszczenie wyznaczono dla większości gatunków w oparciu o około 100 losowych prób o łącznej powierzchni ponad 6 m². W przypadku roślin, których liczbę można było śledzić w ciągu długiego okresu czasu, np. gatunków zimozielonych lub nalotu drzew, powierzchnia ta wynosiła około 10 m².

Populacje poszczególnych gatunków osiągały zwykle najwyższą biomasa w okresie między kwitnieniem a owocowaniem, w niektórych jednak przypadkach dopiero podczas rozsiewania nasion (ryc. 17 i 23, por. Rachel 1965, Traczyk 1967 a, b, Kąźmierczakowa 1967). Poszczególne okazy w obrębie jednej populacji wykazywały jednak dość znaczne różnice w rozwoju.

W świetlistej dąbrowie większość gatunków, podobnie jak i cała warstwa runa (por. ryc. 14), osiągała maksymalną masę pędów dość późno, bo dopiero z końcem lipca. Tak zachowały się: *Carex montana*, *Avenastrum pratense*, *Lathyrus niger*, *Galium vernum*, *Viola Riviniana*, *Calamagrostis arundinacea* i wiele innych. Jedynie *Anemone nemorosa* wykazywała najwyższą masę pędów z końcem maja, a nieliczne gatunki, np. *Lathyrus vernus* i *Melica nutans*, na przełomie czerwca i lipca. Inne wykazywały wzrost masy pędów aż do jesieni, np. *Molinia arundinacea* osiągnęła pod tym względem maksimum w połowie września.

Najwyższa masa pędów wielu gatunków różniła się dość znacznie w poszczególnych latach, dla większości roślin była wyższa w 1965 roku.

Natomiast w obu latach wypadała w podobnym okresie czasu, lub w roku 1967 (dla niewielu gatunków) nieco wcześniej.

Na powierzchni badawczej w grądzie w pierwszym roku badań maksymalną masę w przeliczeniu na 1 okaz lub pęd wykazały najwcześniej, bo już z końcem maja, *Anemone nemorosa*, *Hepatica nobilis*, *Majanthemum bifolium* i *Ficaria verna*. Część okazów tego ostatniego gatunku żółkła już w tym czasie, jednakże masa okazów dalej wzrastała na skutek tworzenia się licznych bulwek łodygowych. Wiele gatunków osiągnęło maksymalną masę pędów w momencie najwyższego stanu biomasy całej warstwy runa (por. ryc. 24), a więc z początkiem lipca, np. *Stellaria holostea*, *Poa nemoralis*, *Milium effusum*. Inne z końcem tego miesiąca, np. *Viola silvestris*, *Oxalis acetosella*, *Asperula odorata*, *Ranunculus lanuginosus*. Dość liczne gatunki wykazywały jednak dopiero jesienią najwyższą masę pędów, np. *Aegopodium podagraria*, *Viola mirabilis*, *Ajuga reptans*, *Brachypodium silvaticum*, *Astrantia major*, *Sanicula europaea* — w połowie września, a *Carex silvatica* aż w październiku.

W roku 1967, mimo wyraźnego zaburzenia rozwoju roślin, większość gatunków osiągnęła najwyższą masę pędów mniej więcej w tym samym czasie co w roku 1965, a tylko niektóre nieco wcześniej.

Znając zagęszczenie poszczególnych gatunków na badanych powierzchniach obliczono (wg założeń podanych powyżej) wartości produkcji runa (tab. VII i VIII). Przewyższały one dość znacznie produkcję, oszacowaną w przybliżeniu na podstawie maksymalnego plonu, a to w świetlistej dąbrowie w stosunku 1 : 1,3, a w grądzie 1 : 1,6 (por. tab. XII). Tak więc wartość produkcji obliczona metodą zsumowania wartości przyrostu poszczególnych gatunków była o 30 do 60% wyższa od ocenionej ogólnie z maksymalnego plonu. Większa różnica w grądzie niż w świetlistej dąbrowie związana była z silniejszym zróżnicowaniem rozwoju fenologicznego gatunków w tym pierwszym zbiorowisku.

c. Ocena metodą Wiegerta - Evansa. Trzeci sposób obliczenia produkcji runa opiera się na metodzie Wiegerta i Evansa (1964). Została ona opracowana dla łąkowych zbiorowisk trawiastych i bez zmian dała się zastosować do badania runa świetlistej dąbrowy. Adaptacja tej metody do badania runa lasu grądowego polegała na wprowadzeniu nowego sposobu oceny szybkości rozkładu martwych części roślin, opisanego w rozdziale IV, 1.

Metoda Wiegerta - Evansa pozwala wyodrębnić i ująć ilościowo kilka procesów, zachodzących równocześnie w zbiorowisku roślinnym, a mianowicie wytwarzanie czyli produkcję żywej masy roślinnej, jej obumieranie i zanikanie martwej substancji.

Zasada tej metody jest następująca: w oparciu o okresowo zbierane próby oznacza się ilość żywych i obumarłych części roślin na jednostce powierzchni, na początku i na końcu pewnego okresu czasu. Równocześnie ocenia się szybkość ubywania (rozkładu) obumarłej masy roślinnej

Tabela VII

Zagęszczenie, maksymalna biomasa i przyrost gatunków w runie
świecistej dąbrowy *Potentillo albae-Quercetum rosetosum*
Density, maximal biomass and increment of species in the ground flora
of xerothermic oakwood *Potentillo albae-Quercetum rosetosum*

| Gatunek Species | 1965 | | | 1967 | | |
|--|---|--|--|---|--|--|
| | Średnia liczba oka- zów lub pę- dów na 1 m ² Mean num- ber of spec- imens or shoots per 1 m ² | Maksymal- na biomasa 1 okazu lub pędu Maximal biomass of 1 speci- men or shoot | Przyrost w g na 1 m ² Increment in grams per 1 m ² | Średnia liczba oka- zów lub pę- dów na 1 m ² Mean num- ber of spec- imens or shoots per 1 m ² | Maksymal- na biomasa 1 okazu lub pędu Maximal biomass of 1 speci- men or shoot | Przyrost w g na 1 m ² Increment in grams per 1 m ² |
| <i>Calamagrostis arundinacea</i> | 150,40 | 0,2382 | 35,825 | 155,52 | 0,1258 | 19,564 |
| <i>Carex montana</i> | 144,00 | 0,1864 | 26,842 | 147,20 | 0,1148 | 16,898 |
| <i>Avenastrum pratense</i> var. <i>scabrum</i> | 23,68 | 0,3736 | 8,847 | 24,32 | 0,3418 | 8,312 |
| <i>Molinia arundinacea</i> | 16,64 | 0,4224 | 7,029 | 9,60 | 0,5607 | 5,383 |
| <i>Lathyrus vernus</i> | 20,48 | 0,3119 | 6,388 | 7,68 | 0,2473 | 1,899 |
| <i>Galium Schultesii</i> | 2,56 | 1,9925 | 5,108 | 1,28 | 0,5800 | 0,742 |
| <i>Festuca heterophylla</i> | 65,92 | 0,0539 | 3,553 | 71,04 | 0,0455 | 3,232 |
| <i>Brachypodium silvaticum</i> | 16,00 | 0,1992 | 3,187 | 33,28 | 0,1681 | 5,594 |
| <i>Veronica chamaedrys</i> | 11,52 | 0,2633 | 3,033 | 5,76 | 0,0786 | 0,453 |
| <i>Galium vernum</i> | 37,12 | 0,0795 | 2,950 | 24,32 | 0,0726 | 1,766 |
| <i>Brachypodium pinnatum</i> | 16,64 | 0,1589 | 2,644 | 50,56 | 0,1826 | 9,232 |
| <i>Rubus saxatilis</i> | 1,60 | 1,3533 | 2,165 | 0,64 | 0,5700 | 0,365 |
| <i>Poa pratensis</i> | 21,12 | 0,0888 | 1,875 | 19,20 | 0,0530 | 1,018 |
| <i>Fragaria vesca</i> | 7,68 | 0,2200 | 1,690 | 10,88 | 0,2016 | 2,193 |
| <i>Melica nutans</i> | 17,28 | 0,0900 | 1,555 | 4,48 | 0,0767 | 0,344 |
| <i>Lathyrus niger</i> | 1,92 | 0,7580 | 1,455 | 0,64 | 0,6800 | 0,435 |
| <i>Melampyrum pratense</i> | 3,84 | 0,3520 | 1,352 | 5,76 | 0,1531 | 0,882 |
| <i>Viola silvestris</i> et <i>V. Riviniana</i> | 11,52 | 0,1152 | 1,327 | 11,52 | 0,1300 | 1,498 |
| <i>Luzula nemorosa</i> | 5,12 | 0,2340 | 1,198 | 0,64 | 0,2700 | 0,173 |
| <i>Anemone nemorosa</i> | 40,32 | 0,0288 | 1,161 | 88,96 | 0,0214 | 1,904 |
| Mchy — mosses | — | — | 1,139 | — | — | 0,877 |
| | 615,36 | 0,1955 | 120,323 | 673,28 | 0,1230 | 82,782 |
| Pozostałe 55 gatunków roślin zielnych The remaining 55 species of herbaceous plants | 49,86 | 0,1742 | 8,685 | 106,11 | 0,1336 | 14,175 |
| Razem (total) | 665,22 | 0,1939 | 129,008 | 779,39 | 0,1244 | 96,957 |

Tabela VIII

Zagęszczenie, maksymalna biomasa i przyrost gatunków w runie grądu
Tilio-Carpinetum stachyetosum

Density, maximal biomass and increment of species in the ground flora
of lime-hornbeam forest *Tilio-Carpinetum stachyetosum*

| Gatunek Species | 1965 | | | 1967 | | |
|--|---|--|--|---|--|--|
| | Średnia liczba oka- zów lub pę- dów na 1 m ² Mean num- ber of spe- cimens or shoots per 1 m ² | Maksymal- na biomasa 1 okazu lub pędu Maximal biomass of 1 speci- men or shoot | Przyrost w g na 1 m ² Increment in grams per 1 m ² | Średnia liczba oka- zów lub pę- dów na 1 m ² Mean num- ber of spe- cimens or shoots per 1 m ² | Maksymal- na biomasa 1 okazu lub pędu Maximal biomass of 1 speci- men or shoot | Przyrost w g na 1 m ² Increment in grams per 1 m ² |
| <i>Aegopodium poda- graria</i> | 29,76 | 0,7398 | 22,016 | 29,44 | 0,2782 | 8,190 |
| <i>Asperula odorata</i> | 96,00 | 0,1290 | 12,384 | 23,04 | 0,0745 | 1,716 |
| <i>Stellaria holostea</i> | 82,24 | 0,1405 | 11,555 | 47,36 | 0,0818 | 3,874 |
| <i>Ficaria verna</i> | 236,16 | 0,0210 | 4,959 | 236,16 | 0,0134 | 3,164 |
| <i>Ranunculus lanu- ginosus</i> | 3,84 | 1,1080 | 4,255 | 1,92 | 1,1300 | 2,170 |
| <i>Milium effusum</i> | 19,52 | 0,2157 | 4,210 | 15,36 | 0,1045 | 1,605 |
| <i>Viola mirabilis</i> | 3,84 | 0,8300 | 3,187 | 5,76 | 0,2133 | 1,229 |
| <i>Anemone nemo- rosa</i> | 94,72 | 0,0297 | 2,814 | 115,84 | 0,0238 | 2,757 |
| <i>Crepis paludosa</i> | 2,56 | 0,9200 | 2,355 | 1,28 | 0,1350 | 0,173 |
| <i>Hepatica nobilis</i> | 6,40 | 0,3467 | 2,219 | 3,52 | 0,3290 | 1,158 |
| <i>Sanicula europaea</i> | 1,92 | 1,0420 | 2,001 | 1,92 | 0,3820 | 0,733 |
| <i>Brachypodium sil- vaticum</i> | 10,88 | 0,1761 | 1,916 | 9,28 | 0,0506 | 0,470 |
| <i>Pulmonaria obscu- ra</i> | 1,92 | 0,9805 | 1,882 | 1,92 | 0,2000 | 0,384 |
| <i>Astrantia major</i> | 2,56 | 0,6070 | 1,554 | 0,96 | 0,6133 | 0,589 |
| <i>Carex silvatica</i> | 4,48 | 0,2855 | 1,279 | 4,80 | 0,2389 | 1,147 |
| <i>Viola silvestris</i> et <i>V. Riviniana</i> | 7,30 | 0,1650 | 1,204 | 6,40 | 0,0755 | 0,483 |
| <i>Ajuga reptans</i> | 4,48 | 0,2338 | 1,047 | 1,92 | 0,3565 | 0,684 |
| | 608,58 | 0,1328 | 80,836 | 506,88 | 0,0602 | 30,526 |
| Pozostałe 25 ga- tunków zielnych The remaining 25 species of her- baceous plants | 100,03 | 0,1165 | 11,653 | 73,41 | 0,0555 | 4,074 |
| Siewki i nalot drzew i krze- wów Seedlings of trees and shrubs | 43,01 | 0,2133 | 5,818 | 15,23 | 0,5463 | 2,205 |
| Razem (total) | 751,62 | 0,1308 | 98,307 | 595,52 | 0,0618 | 36,805 |

i w oparciu o te dane oblicza się, czy i w jakiej ilości zachodziło w tym okresie obumieranie roślin. Z kolei, znając tę wartość oraz różnicę ilości części żywych na początku i na końcu rozpatrywanego okresu, oblicza się wartość masy wytworzonych w tym czasie żywych części roślin.

Wiosną i latem procesy wzrostu przeważają nad obumieraniem i w rezultacie następuje wzrost biomasy. Gdy obumieranie przebiega szybciej od przyrostu, jak to ma miejsce w jesieni, stan biomasy części żywych zmniejsza się. Obu tym procesom towarzyszy stałe ubywanie martwej masy roślinnej, powodowane głównie jej humifikacją i mineralizacją.

Przy odpowiednio dużych i jednolitych powierzchniach badawczych ubywanie martwych części roślin na skutek wynoszenia ich poza ekosystem prawie nie zachodzi. Wiatr może przemieszczać ściółkę, lecz istnieje taka sama szansa nawiania do jednej, jak i wywiania z innej próby martwych szczątków roślinnych. Zjadanie martwych części roślin przez zwierzęta roślinożerne zachodzi raczej tylko sporadycznie i w niewielkich, w stosunku do istniejącego zapasu, ilościach. Dynamika martwej masy roślinnej jest więc przede wszystkim wynikiem obumierania żywych roślin i rozkładu martwych szczątków. Gdy rozkład zachodzi wolniej od obumierania, martwe części roślin nagromadzają się w zbiorowisku, w przypadku odwrotnym zapas martwej masy zmniejsza się.

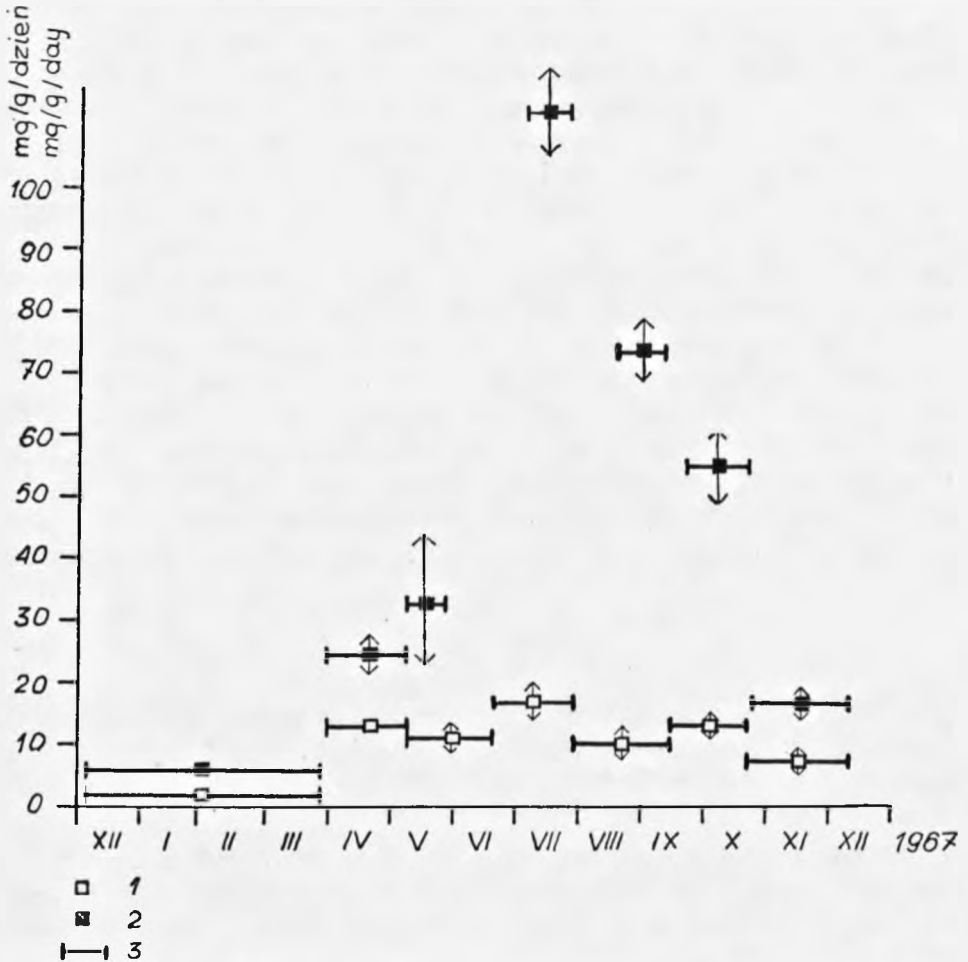
Szybkość rozkładu r dla okresu czasu $t_1 - t_0$ obliczono według wzoru:

$$r = \frac{\ln(W_0/W_1)}{t_1 - t_0} \quad (1)$$

gdzie W_0 i W_1 oznaczają ilość martwej materii w próbie na początku i na końcu okresu czasu $t_1 - t_0$, wyrażonego w dniach. Sposób uzyskania wartości W_0 i W_1 na obu powierzchniach badawczych w kolejnych okresach czasu opisano w rozdziale IV.

Szybkość rozkładu w świetlistej dąbrowie wykazywała dość niskie wartości i niewielkie wahania w ciągu okresu wegetacyjnego, dziennie od około 8 do 16 mg na gram martwej masy (ryc. 26). Najszybszy rozkład (16,4 mg/g/dzień) zachodził w ciągu lipca, a najwolniejszy w listopadzie i pierwszej połowie grudnia (7,5 mg/g/dzień), co było niewątpliwie związane z przebiegiem temperatur. Natomiast w pozostałych okresach szybkość rozkładu nie wykazywała większych różnic, przy czym proces ten przebiegał nieco intensywniej przy wyższej wilgotności powierzchniowej warstwy gleby (por. ryc. 2). W kwietniu i z początkiem maja szybkość ubywania martwych szczątków roślinnych wynosiła 13,3 mg/g dziennie, a mniej więcej od połowy maja do połowy czerwca — 10,8 mg/g. Podobną wartość osiągnęła w ciągu sierpnia i pierwszej połowy września (10,0 mg/g/dzień), później, aż niemal do końca października, znów nieco wzrosła (12,7 mg/g/dzień). W zimie natomiast rozkład zachodził bardzo wolno, z szybkością 1,8 mg/g dziennie.

W grądzie w ciągu całego roku utrzymywała się bardzo wysoka wilgotność, a przebieg zmian szybkości rozkładu wykazywał wyraźną zależność od temperatury (ryc. 26). W kwietniu i maju szybkość rozkładu — w odniesieniu do 1 g martwej materii dziennie — wynosiła odpowiednio



Ryc. 26. Szybkość rozkładu obumarłych części roślin runa: 1 — w świetlistej dąbrowie, 2 — w grądzie, 3 — okres pomiaru

Fig. 26. Disappearance rate of dead plant parts from the ground flora: 1 — in xerothermic oakwood, 2 — in lime-hornbeam forest, 3 — interval of measurement

24,4 i 32,7 mg. Maksymalną wartość 111,9 mg osiągnął rozkład w lipcu, 72,6 mg na przełomie sierpnia i września, 54,6 mg z końcem września i w ciągu października, a w listopadzie i z początkiem grudnia 16,7 mg/g/dzień. Rozkład zachodził także w okresie zimowym, jednakże stosunkowo wolno, z szybkością 5,4 mg/g dziennie.

W grądzie procesy rozkładu przebiegały więc znacznie intensywniej niż w świetlistej dąbrowie, co było spowodowane różnymi warunkami sie-

dliskowymi na obu powierzchniach badawczych, a także odmiennym rodzajem materiału roślinnego, podlegającego rozkładowi.

W runie dąbrowy panowały trawy i turzyce, zawierające bardzo dużo odpornych na rozkład tkanek mechanicznych. Runo grądu natomiast składało się głównie z mezofilnych roślin dwuliściennych, o delikatnych liściach, ze słabo rozwiniętą siecią tkanek mechanicznych. Różny był również skład chemiczny runa na obu powierzchniach. Rośliny grądu były znacznie zasobniejsze od roślin dąbrowy w takie wartościowe pierwiastki jak azot, fosfor, potas i wapń (określone na podstawie analizy popiołu, tab. IX), wykazywały również węższy stosunek zawartości węgla do azotu.

Tabela IX

Zawartość niektórych pierwiastków chemicznych (w % suchej masy) oraz stosunek węgla do azotu w częściach nadziemnych roślin runa i w świeżo opadłych liściach drzew

The content of certain chemical elements (per cent in dry matter) and the ratio of carbon to nitrogen in above-ground parts of plants from the ground flora and recently fallen tree leaves

| Zespół roślinny Plant association | Rodzaj materiału Kind of material | N | P | K | Ca | C | C/N |
|--|--------------------------------------|------|------|------|------|-------|-----|
| <i>Potentillo albae- -Quercetum ros- tosum</i> | runo ground flora | 1,17 | 0,30 | 2,10 | 0,64 | 45,02 | 38 |
| | liście drzew tree leaves | 0,67 | 0,12 | 0,20 | 2,14 | 46,08 | 69 |
| <i>Tilio-Carpinetum stachyetosum</i> | runo ground flora | 1,57 | 0,66 | 5,02 | 1,66 | 41,40 | 26 |
| | liście drzew tree leaves | 1,06 | 0,22 | 0,42 | 3,58 | 40,80 | 38 |

Na znaczenie tej wartości dla szybkości rozkładu materiału roślinnego wskazywano już wielokrotnie w badaniach nad zaleganiem i rozkładem ściółki leśnej (Wittich 1943, Scheffer, Ulrich wg Ellenberga 1963).

Znając ilość martwych części roślin na początku i na końcu danego okresu czasu oraz szybkość ich rozkładu, obliczono jaka ilość obumarłego materiału roślinnego x_i uległa w tym czasie rozkładowi:

$$x_i = \frac{a_i + a_{i-1}}{2} \cdot r_i t_i, \quad (2)$$

gdzie a_i i a_{i-1} oznaczają ilość obumarłego materiału roślinnego na końcu i na początku okresu czasu t_i , wyrażonego w dniach, r_i — szybkość rozkładu w tym okresie.

Znając ilość rozłożonego w danym czasie martwego materiału roślinnego oraz masę martwych części, zalegających w danym zbiorowisku na początku i na końcu tego czasu, obliczono jaka masa roślin d_i obumierała w tym czasie:

$$d_i = x_i + \Delta a_i, \quad (3)$$

gdzie Δa_i oznacza różnicę między ilością obumarłej masy roślinnej na końcu i na początku okresu czasu t_i .

Z kolei, wiedząc ile żywego materiału roślinnego obumarło w danym czasie oraz znając zmiany masy żywej, przyrost żywego materiału roślinnego y_i obliczono ze wzoru:

$$y_i = \Delta b_i + d_i, \quad (4)$$

gdzie Δb_i oznacza różnicę między masą żywych części roślin na końcu i na początku okresu czasu t_i .

Sumując przyrosty z kolejnych okresów czasu można obliczyć produkcję za cały rok lub okres wegetacyjny. Wartość produkcji rocznej można również uzyskać stosując wzór:

$$\sum_{i=1}^n y_i = (b_n - b_0) + (a_n - a_0) + \sum_{i=1}^n X_i \quad (5)$$

gdzie b_0 i b_n oznaczają masę części żywych roślin na początku i na końcu całego okresu badań, a_0 i a_n — odpowiednio masę części obumarłych, x_i — sumę ilości materiału roślinnego rozłożonego w kolejnych odcinkach czasu całego okresu badań. Obliczenie produkcji runa wzorami 4 i 5 w poszczególnych latach na obu powierzchniach badawczych dało niemal identyczne wyniki (por. tab. X i XI).

Przebieg procesów wzrostu, obumierania i rozkładu w runie świetlistej dąbrowy przedstawia ryc. 27. W kwietniu przyrost masy był jeszcze niewielki, z dużym natężeniem zachodził w roku 1965 od maja aż do lipca. W roku 1967 wytwarzanie masy zielonej uległo pewnemu zahamowaniu w lipcu, prawdopodobnie na skutek okresów suszy, przedłużyło się natomiast na sierpień i początek września. Późną jesienią przyrost był niewielki, a zimą nie zachodził wcale lub był tak mały, że nie został uchwycony stosowaną metodą.

Procesy obumierania runa dąbrowy przebiegały z różnym natężeniem w ciągu całego roku. W zimie i z początkiem wiosny obumierała bardzo niewielka masa roślin żywych, ale już począwszy od maja można było obserwować dość znaczne ilości zółknących okazów. W roku 1965 dużo żywego materiału roślinnego obumarło w ciągu lipca, a masowe jesienne zółknienie roślin na przełomie września i października przebiegało szybko i trwało krótko. Natomiast w roku 1967 jesienne obumieranie roślin następowało stopniowo od sierpnia aż do grudnia.

Rozkład obumarłych części roślin zalegających w dąbrowie zachodził również w ciągu całego roku, przy czym ilość materii organicznej rozło-

Tabela X

Dynamika masy nadziemnej runa, jej rozkład, obumieranie i przyrost w świetlistej dąbrowie *Potentillo albae-Quercetum rosetosum* w latach 1965 i 1967

Dynamics of the above-ground matter of the ground flora, its disappearance dying and increment in xerothermic oakwood *Potentillo albae-Quercetum rosetosum* in the years 1965 and 1967

| Data Date | Ilość dni Number of days t_i | Części żywe Live parts b | Części obumarłe Dead parts a | Rozkład Disap- pearance x_i | Obumiera- nie Dying d_i | Przyrost Increment y_i |
|------------------|---|----------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------|
| g/m ² | | | | | | |
| 5 XII 1964 | 112 | 5,94±1,80 | 106,26±12,98 | 19,58 | 1,41 | (-0,47) |
| 27 III 1965 | | 4,06±0,80 | 88,08± 8,86 | | | |
| 23 IV 1965 | 27 | 7,86±1,00 | 65,76± 4,77 | 27,62 | 5,30 | 9,21 |
| 26 V 1965 | 33 | 36,72±2,97 | 67,04± 4,62 | 23,66 | 24,94 | 53,80 |
| 5 VII 1965 | 40 | 82,31±7,70 | 58,40± 4,75 | 34,12 | 25,48 | 71,07 |
| 29 VII 1965 | 24 | 90,88±8,80 | 65,76± 6,06 | 24,43 | 31,79 | 40,36 |
| 15 XI 1965 | 48 | 87,36±7,84 | 68,32± 4,66 | 32,18 | 34,74 | 31,22 |
| 15 X 1965 | 30 | 41,92±5,22 | 98,24± 9,70 * | 31,73 | 61,65 | 16,21 |
| 7 XII 1965 | 53 | 11,05±1,63 | 100,32± 9,20 | 39,46 | 41,54 | 10,67 |
| | | | | 232,78 | 226,85 | 232,54 |
| 30 III 1967 | 39 | 10,00±1,95 | 98,85± 7,00 | 40,92 | 0,98 | 14,32 |
| 8 V 1967 | | 23,34±2,22 | 58,91± 7,60 | | | |
| 20 VI 1967 | 43 | 69,50±5,78 | 53,09± 4,38 | 26,01 | 20,19 | 66,35 |
| 29 VII 1967 | 39 | 76,70±7,28 | 54,40± 4,78 | 34,35 | 35,75 | 42,85 |
| 14 IX 1967 | 47 | 80,16±8,74 | 85,76± 8,13 | 32,95 | 64,35 | 67,95 |
| 25 X 1967 | 41 | 34,40±3,10 | 98,24± 9,70 | 47,90 | 60,30 | 14,54 |
| 11 XII 1967 | 47 | 8,06±1,30 | 103,29** | 35,51 | 40,61 | 14,27 |
| | | | | 217,64 | 222,18 | 220,98 |

* Wartość z roku 1967 (value for the year 1967).

** Wartość średnia z lat 1964 i 1965 (mean value for the years 1964 and 1965).

Tabela XI

Dynamika masy nadziemnej runa, jej rozkład, obumieranie i przyrost w grądzie *Tilio-Carpinetum stachyetosum* w latach 1965 i 1967

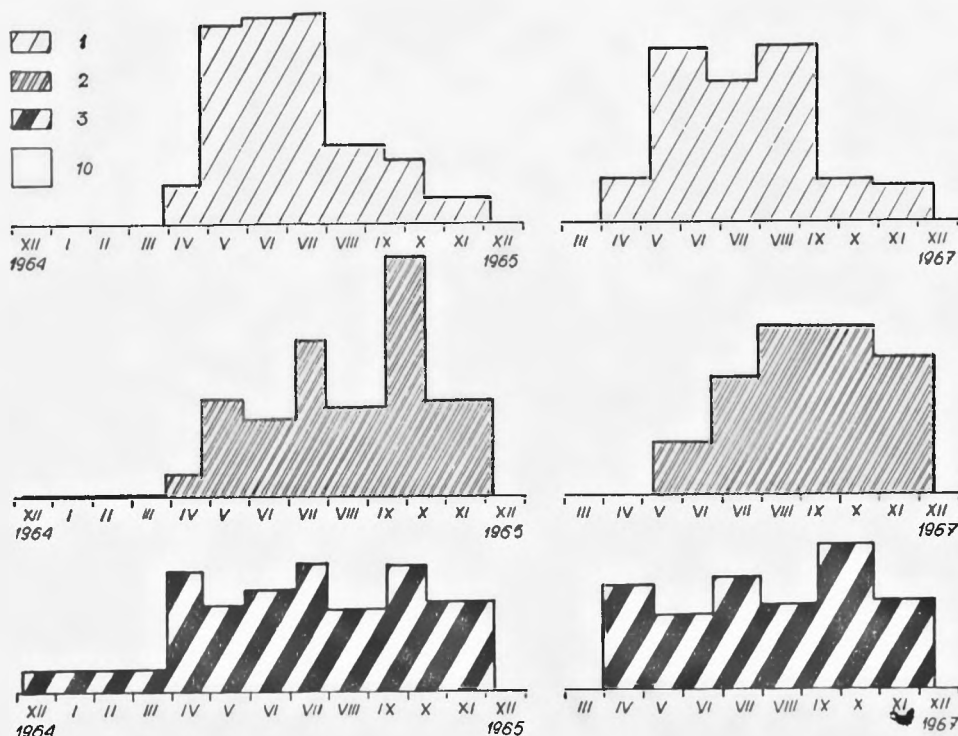
Dynamics of the above-ground matter of the ground flora, its disappearance dying and increment in lime-hornbeam forest *Tilio-Carpinetum stachyetosum* in the years 1965 and 1967

| Data Date | Ilość dni Number of days t_i | Części żywe Live parts | Części obumarłe Dead parts | Rozkład Disap- pearance | Obumiera- nie Dying | Przyrost Increment |
|--------------|---|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| | | b | a | x_i | d_i | y_i |
| g/m^2 | | | | | | |
| 5 XII 1964 | 112 | $6,91 \pm 1,66$ | $14,98 \pm 1,55$ | | | |
| 27 III 1965 | | $5,07 \pm 0,96$ | $9,73 \pm 1,76$ | 7,47 | 2,22 | 0,38 |
| 23 IV 1965 | 27 | $12,45 \pm 1,07$ | $4,72 \pm 0,51$ | 4,76 | (-0,25) | 7,13 |
| 26 V 1965 | 33 | $59,04 \pm 4,10$ | $8,48 \pm 1,21$ | 7,12 | 10,88 | 57,47 |
| 5 VII 1965 | 40 | $65,92 \pm 3,92$ | $9,55 \pm 1,05$ | 26,07 | 27,14 | 34,02 |
| 28 VII 1965 | 24 | $59,04 \pm 5,73$ | $15,33 \pm 1,74$ | 33,41 | 39,19 | 32,31 |
| 15 IX 1965 | 48 | $60,64 \pm 3,60$ | $12,74 \pm 1,23$ | 48,91 | 46,32 | 47,92 |
| 15 X 1965 | 30 | $32,96 \pm 3,55$ | 19,49 * | 26,40 | 33,15 | 5,47 |
| 7 XII 1965 | 53 | $7,22 \pm 1,31$ | $26,24 \pm 2,58$ | $\frac{20,24}{174,38}$ | $\frac{26,99}{185,89}$ | $\frac{1,25}{185,95}$ |
| 30 III 1967 | 39 | $8,14 \pm 1,82$ | $9,18 \pm 0,90$ | | | |
| 8 V 1967 | | $23,70 \pm 2,08$ | $4,48 \pm 0,45$ | 6,50 | 1,80 | 17,36 |
| 20 VI 1967 | 43 | $27,36 \pm 2,14$ | $10,40 \pm 0,85$ | 10,46 | 16,38 | 20,04 |
| 29 VII 1967 | 39 | $19,36 \pm 1,33$ | $9,92 \pm 1,34$ | 44,34 | 43,86 | 35,86 |
| 14 IX 1967 | 47 | $21,92 \pm 1,60$ | $14,56 \pm 1,58$ | 41,76 | 46,40 | 48,96 |
| 25 X 1967 | 41 | $15,36 \pm 1,45$ | $15,6 \pm 1,90$ | 33,49 | 34,29 | 27,73 |
| 11 XII 1967 | 47 | $7,20 \pm 1,42$ | $14,98 \pm 1,55$ ** | $\frac{11,91}{148,46}$ | $\frac{11,53}{154,26}$ | $\frac{3,37}{153,32}$ |

* Wartość średnia z dwu sąsiednich (mean value of the two adjacent ones).

** Wartość z roku 1964 (value for the year 1964).

zonej w kolejnych okresach czasu zależała od szybkości ubywania martwego materiału (co omówiono powyżej) oraz od ilości martwej masy, nagromadzonej w zbiorowisku. Najwięcej martwego materiału ubywało w ciągu lipca, kiedy szybkość rozkładu osiągnęła maksymalną wartość, oraz w kwietniu i na przełomie września i października, gdy na powierzchni badawczej zalegała największa ilość obumarłych części roślin (por.



Ryc. 27. Przyrost masy roślinnej (1), obumieranie (2) i rozkład martwego materiału (3) w runie świetlistej dąbrowy, w g/m^2

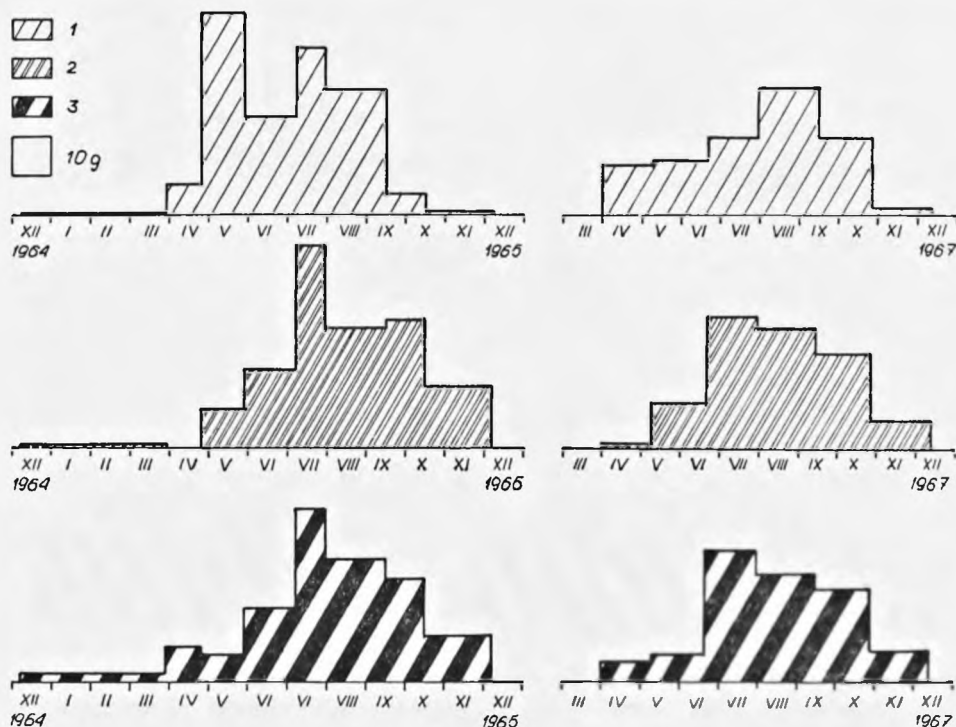
Fig. 27. Increment of plant matter (1) dying (2), and disappearance of dead matter (3) in the ground flora of xerothermic oakwood, measured in g/m^2

ryc. 14). W ciągu zimy procesy rozkładu nie ustawały. Z nagromadzonych z początku grudnia 1964 roku obumarłych części roślin ubyło do końca marca 1965 roku około 17%. Stanowiło to niemal 8% całej masy ściółki roślin runa rozkładającej się tu w ciągu roku.

Procesy wzrostu w runie grądu przebiegały normalnie tylko w roku 1965 (ryc. 28). Wytwarzanie masy organicznej trwało w tym zespole przez cały rok. Największa produkcja miała miejsce w ciągu maja, w czerwcu była nieco mniejsza i ponownie wzrastała w lipcu i sierpniu. W pozostałych miesiącach ilość wytworzonego materiału roślinnego była bardzo niewielka, przyrost nie ustawał jednak nawet podczas zimy.

W roku 1967 produkcja masy w ciągu maja, czerwca i lipca była znacznie zredukowana, z powodu masowego zaatakowania roślin przez chorobotwórcze grzyby (por. rozdz. V. 2). Natomiast w sierpniu i z początkiem września była ona dość duża, a intensywny przyrost zachodził jeszcze w październiku.

Obumieranie w runie grądu miało miejsce w ciągu całego roku, jedynie wczesną wiosną było bardzo nieznaczne. Począwszy od maja aż do lipca obumierała coraz większa masa roślin i w tym ostatnim miesiącu proces



Ryc. 28. Przyrost masy roślinnej (1), obumieranie (2) i rozkład martwego materiału (3) w runie grądu, w g/m^2

Fig. 28. Increment of plant matter (1), dying (2), and disappearance of dead matter (3) in the ground flora of lime-hornbeam forest, measured in g/m^2

ten osiągnął maksymalną wartość. W czasie następnych miesięcy aż do połowy października obumierało jeszcze dość dużo roślin — później już znacznie mniej.

Rozkład martwych części roślin odbywał się w grądzie nieprzerwanie przez cały rok. Intensywność procesów humifikacji i mineralizacji była tu duża, obumarłe części rozkładały się więc zaraz po wytworzeniu. Dlatego też diagramy obrazujące ilość obumarłego i rozłożonego materiału roślinnego w runie tego zbiorowiska mają bardzo podobny kształt. Nawet w ciągu zimy rozkład przebiegał dość intensywnie, tak że masa obumar-

łych części roślin występujących na powierzchni w grudniu zmniejszyła się do końca marca o 35%. Była to jednak ilość niewielka, stanowiąca zaledwie 3% całej martwej masy roślin runa, rozkładającej się tu w ciągu roku.

Dane liczbowe obrazujące przyrost, obumieranie i rozkład roślin na obu badanych powierzchniach w kolejnych latach zestawiono w tab. X i XI.

Wartość produkcji runa obliczona w oparciu o metodę Wiegerta-Evansa przewyższała znacznie produkcję ocenioną z maksymalnego

Tabela XII

Porównanie wartości produkcji części nadziemnych runa obliczonej różnymi metodami (g/m².rok)

A comparison of productivity values of above-ground parts of the ground flora calculated after various methods (g/m².year)

| Zespół roślinny Plant associaton | Rok Year | Maksymalna biomas a (bez części z lat poprzednich) Maximal biomas (without parts from previous years) | Suma przyrostów poszczególnych gatunków The sum of increm- ent of individual species | Produkcja metodą Wiegerta-Evansa Production calculat- ed after the Wiegert-Evans method |
|--|-------------|--|---|--|
| <i>Potentillo albae- Quercetum rosetosum</i> | 1965 | 90,88 | 129,01 | 232,54 |
| | 1967 | 80,16 | 96,96 | 220,19 |
| <i>Tilio-Carpinetum stachyetosum</i> | 1965 | 62,56 | 98,31 | 185,95 |
| | 1967 | 24,24 | 36,80 | 153,32 |

plonu oraz z sumy przyrostów poszczególnych gatunków (por. tab. XII). W świetlistej dąbrowie w odniesieniu do części nadziemnych roślin runa wyniosła ona w kolejnych latach badań 232 i 220 g/m². Natomiast w grądzie w dwóch latach badań produkcja oceniona metodą Wiegerta-Evansa osiągnęła dość różne wartości: w roku 1965 — 186 g/m², a w roku 1967 tylko 153 g/m². W dąbrowie przewyższała więc ona 2,7 raza maksymalny plon, a 2,1 raza sumę przyrostów poszczególnych gatunków. W grądzie w roku 1965 produkcja obliczona metodą Wiegerta-Evansa była wyższa od maksymalnego plonu (bez części trwałych, por. rozdz. VI a) 2,8 raza, a od sumy przyrostów gatunków 1,9 raza. W roku 1967 wystąpiły znacznie większe różnice pomiędzy wynikami uzyskanymi różnymi metodami. Produkcja (przy ocenie metodą trzecią) przewyższała maksymalny plon aż 5,6 raza, a sumę przyrostów gatunków 4,2 raza. Inwazja grzybów zredukowała bowiem bardzo silnie biomasę roślin, a równocześnie pobudziła je do długotrwałego wzrostu i wytwarzania nowych organów asymilacyjnych.

Różnice pomiędzy wartością produkcji ocenioną metodą Wiegerta - Evansa a sumą przyrostów poszczególnych gatunków była w świetlistej dąbrowie niemal o 20% większa niż w grądzie. Prawdopodobnie było to związane z licznym udziałem w runie dąbrowy traw, których wiele gatunków odznacza się niemal ciągłym przyrostem podczas całego okresu wegetacyjnego (Rappe 1963).

2. Produkcja części podziemnych

Produkcję organów podziemnych runa badanych zespołów leśnych oceniono tylko w dużym przybliżeniu z różnicy między obserwowanym w ciągu roku maksymalnym i minimalnym stanem ich biomasy (tab. XIII). Wyniosła ona w świetlistej dąbrowie 119 g/m², a w grądzie 29 g/m².

Stosunek wartości rocznej produkcji do maksymalnego stanu biomasy wyrażony w procentach stanowi tzw. szybkość wymiany (turnover rate),

Tabela XIII

Maksymalna biomasa i produkcja oraz szybkość wymiany części podziemnych runa
Maximal biomass, production and turnover rate of underground parts of the ground flora

| Zespół roślinny Plant association | Okres największej różnicy w biomacie Period of largest difference in the biomass | Maksymalna biomasa Maximal biomass g/m ² | Roczny przyrost Annual increment g/m ² | Szybkość wymiany Turnover rate % |
|--|---|---|---|--|
| <i>Potentillo albae-Quercetum rose-tosum</i> | kwiecień – gruzdzień April/December | 417,2 | 119,4 | 28,6 |
| <i>Tilio-Carpinetum stachyetosum</i> | październik – gruzdzień October/December | 93,3 | 28,6 | 30,7 |

która oznacza, jak duża część biomasy jest wymieniana w ciągu roku. Systemy korzeniowe runa obu badanych zespołów posiadały bardzo podobny „turnover”. W świetlistej dąbrowie wynosił on 29%, w grądzie 31%. W ciągu mniej więcej trzech lat jest więc wymieniana masa równa maksymalnej masie systemów korzeniowych. Nie ulegają jednak wymianie w tym czasie całe systemy korzeniowe wszystkich gatunków roślin. Niektóre elementy mają krótszy czas życia, np. wiele korzeni, liczne bulwki czy cebule, inne natomiast, jak np. kłącza wielu gatunków, mogą osiągać wiek nawet kilkunastu lat (por. Łukasiewicz 1962).

3. Ogólna produkcja runa, wartość kaloryczna i zawartość niektórych pierwiastków chemicznych

Suma produkcji części nadziemnych¹ i podziemnych runa wynosiła w świetlistej dąbrowie 346 g/m² czyli prawie 3,5 t/ha, natomiast w grądzie 214 g/m² czyli 2,1 t/ha (w latach nie zaburzonego rozwoju runa).

Produkcję podać można nie tylko w jednostkach masy wytworzonej w jakimś czasie na określonej powierzchni, lecz także w ilości energii za-

Tabela XIV

Wartość kaloryczna materiału roślinnego w badanych zespołach leśnych
(kcal/g suchej masy)

The caloric value of plant material in the investigated forest associations
(kcal/g dry matter)

| Rodzaj materiału Kind of material | Okres Period | <i>Potentillo albae- -Quercetum rosetosum</i> | <i>Tilio-Carpinetum stachyetosum</i> |
|--|---|---|--|
| Drewno dębowe Oak wood | — | 4,655* | — |
| Drewno lipowe Lime wood | — | — | 4,798* |
| Drewno grabowe Hornbeam wood | — | — | 4,460* |
| Liście drzew Tree leaves | Świeży opad jesienny Recent autumn litter fall | 4,921 | 4,562 |
| Nasiona drzew Tree seeds | — | 4,460** | 4,628** |
| Części nadziemne runa Above-ground parts of the ground flora | Średnia dla okresu wegeta- cyjnego Mean of the growing period | 4,381 | 4,170 |
| Części podziemne runa Underground parts of the ground flora | W okresie maksymalnej bio- masy In the period of maximal biomass | 4,477 | 4,023 |

* Wg Krzysika 1957 (after Krzysik 1957).

** Wg Grodzińskiego i Sawickiej-Kapusty n.kps (after Grodziński and Sawicka-Kapusta, msc.).

wartej w tej masie, a wyrażonej najczęściej w kaloriach (tab. XIV). Wartość kaloryczną roślin runa na obu powierzchniach badawczych określono na podstawie spalań w bombie kalorymetrycznej, przy czym dla części nadziemnych jest to średnia z kilku pomiarów, wykonanych podczas całego

¹ W dalszych obliczeniach użyto wyników uzyskanych metodą Wiegerta-Evansa, jako najbardziej zbliżonych do rzeczywistej wartości produkcji (por. rozdz. VIII, 1).

okresu wegetacyjnego. Poszczególne wartości różniły się nieco, nie wykazując jednak kierunkowych zmian. Wartość kaloryczną części podziemnych oznaczono jednorazowo, w okresie maksymalnego stanu ich biomasy.

Rośliny runa świetlistej dąbrowy miały nieco wyższą wartość kaloryczną niż rośliny grądu, podczas gdy różnice między częściami nadziemnymi i podziemnymi runa w jednym zbiorowisku były niewielkie. W świetlistej dąbrowie części nadziemne roślin runa posiadały wartość kaloryczną (wraz z popiołem) 4381 cal/g, części podziemne 4477 cal/g, a w runie grądu odpowiednio: 4170 i 4023 cal/g.

W świetlistej dąbrowie warstwa runa wytwarzała więc w ciągu roku w części nadziemnej $9,9 \cdot 10^6$ kcal/ha i w części podziemnej $5,3 \cdot 10^6$ kcal/ha, natomiast w grądzie (przy niezaburzonym rozwoju) odpowiednio: $7,8 \cdot 10^6$ i $1,2 \cdot 10^6$ kcal/ha.

Z produkcją masy runa wiąże się ściśle jego udział w krążeniu pierwiastków chemicznych w zbiorowisku leśnym. Rośliny runa grądu zawierały w częściach nadziemnych (w suchej masie) 10,7% popiołu, w częściach podziemnych 11,4%, a runa dąbrowy odpowiednio: 7,5% i 8,2%. Rośliny grądu były zasobniejsze w azot, a w popiele posiadały więcej niż rośliny dąbrowy takich ważnych pierwiastków chemicznych jak fosfor i potas (tab. IX). Same tylko części nadziemne roślin runa grądu zwracały corocznie do gleby około 29 kg azotu oraz niemal 200 kg pierwiastków zawartych w popiele, w tym 12,3 kg fosforu, 93,4 kg potasu i 30,9 kg wapnia na hektar. Natomiast nadziemne części runa dąbrowy oddawały co roku do gleby około 26 kg azotu, oraz 170 kg pierwiastków zawartych w popiele, w tym 6,8 kg fosforu, 47,5 kg potasu i 14,5 kg wapnia na hektar.

VII. Udział runa w biomacie i produkcji pierwotnej całych ekosystemów leśnych

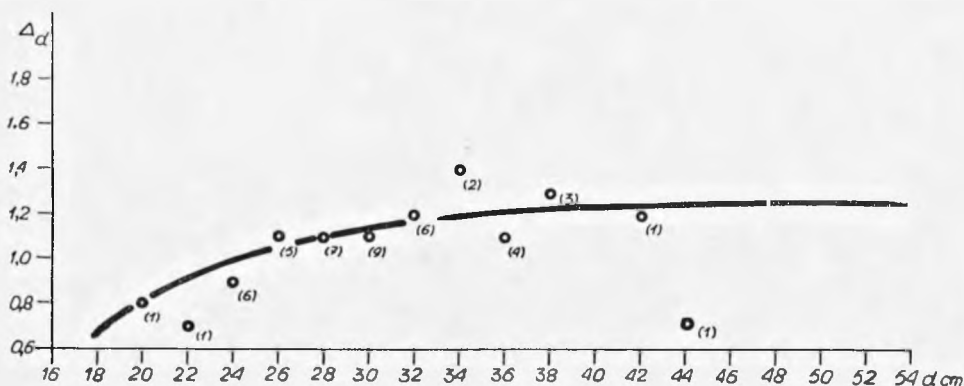
Celem określenia udziału runa w biomacie i produkcji całych badanych zespołów leśnych, na obu powierzchniach badawczych oceniono w przybliżeniu roczny przyrost pni i gałęzi oraz produkcję liści i nasion drzew. Biomase i przyrost korzeni drzew oszacowano tylko orientacyjnie w oparciu o dane dotyczące ich części nadziemnych i odpowiednie współczynniki zawarte w literaturze.

Krzewy i podrost drzew pominięto w obliczeniach z wyjątkiem ich liści, których masę dołączono do masy liści drzew. Podszycie na obu powierzchniach rozwinięte było jednak tak słabo, że udział jego w ogólnej produkcji lasu był prawdopodobnie bardzo niewielki.

W świetlistej dąbrowie biomasa, czyli tzw. zapas drzew wynosił 341 m^3 grubizny i 38 m^3 drobnicy na hektar, co w przeliczeniu na suchą masę stanowi 246 t/ha. Jak wskazuje krzywa przyrostu pierśnicy dębów

(ryc. 29), drzewostan znajduje się w okresie intensywnego wzrostu. Przyrost grubizny w ciągu 5 lat od 1962 do 1966 roku osiągnął wartość 30,04 m³/ha, czyli średnio w jednym roku 6,01 m³/ha. Wartość rocznego przyrostu stanowiła więc 1,8⁰/o całego zapasu grubizny. Stosując ten sam współczynnik do gałęzi, otrzymano roczną ich produkcję równą 0,68 m³/ha. Całkowity roczny przyrost drewna w częściach nadziemnych drzew wynosił więc w przybliżeniu 6,69 m³/ha, co w przeliczeniu na suchą masę stanowi 4348 kg/ha.

Produkcję liści drzew oceniono na podstawie prób ściółki pobieranych z dna lasu kilkakrotnie w ciągu roku. Zarówno przebieg zmian ilości ściółki (ryc. 30) jak i obserwowana w dąbrowie późną jesienią bardzo nie-



Ryc. 29. Krzywa przyrostu pierśnicy dębów na powierzchni badawczej w świetlistej dąbrowie: Δd — przyrost w pierśnicy, d — pierśnica drzew

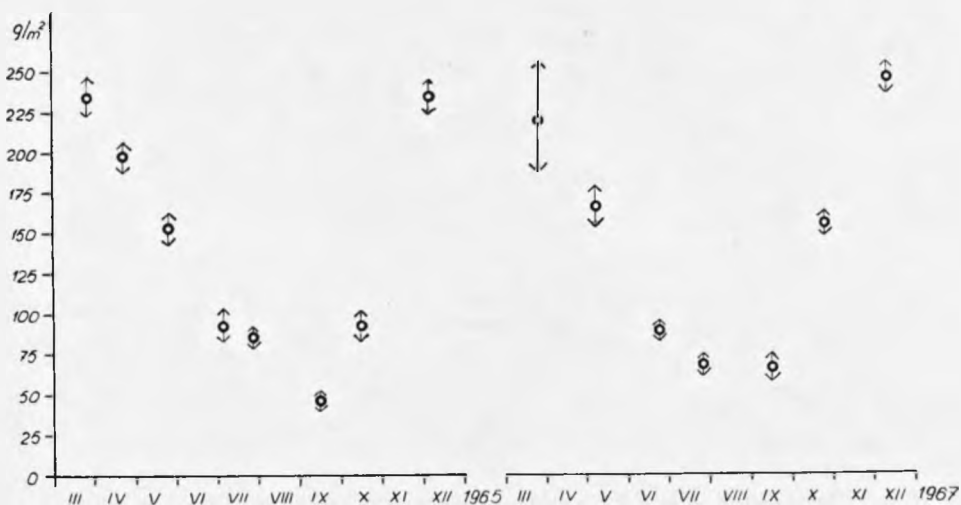
Fig. 29. Curve of DBH increment of oak trees *Quercus robur* and *Q. sessilis* within the investigation area in xerothermic oakwood: Δd — increment of DBH, d — DBH of trees

wielka ilość szczątków liści z poprzedniego okresu wegetacyjnego, świadczą o dużej szybkości jej rozkładu. Wiosną i latem ilość ściółki szybko się zmniejszała, tak że w połowie września zalegało tu jej już tylko około 500 kg/ha. Z początkiem grudnia, po masowym opadzie liści, masa ściółki wynosiła (średnia z lat 1965 i 1967) 2395 kg/ha. Był to głównie opad tego-roczny, z roku poprzedniego pozostawały jeszcze nieliczne, najbardziej odporne na rozkład fragmenty liści jak ogonki liściowe, czasem z częścią głównego nerwu. W grudniu 1967 roku masa ściółki z poprzedniego roku wynosiła około 160 kg/ha. Rozkład ściółki w świetlistej dąbrowie trwał więc nieco więcej niż jeden rok.

Jako przybliżoną wartość rocznej produkcji liści drzew przyjęto całą masę ściółki z próby grudniowej, zakładając, że fragmenty z poprzedniego roku mniej więcej równoważą masę liści pozostających w jesieni na dębach i stopniowo opadających w ciągu zimy oraz ubytek masy ściółki, który miał miejsce między masowym opadem liści a pobraniem prób w grudniu.

Produkcję nasion drzew oceniono również na podstawie prób zbieranych okresowo z dna lasu. W ciągu obu lat badań dęby owocowały bardzo skąpo, wytwarzając około 1 kg nasion na hektar.

Biomasę korzeni drzew obliczono w oparciu o dane, zestawione przez Rodina i Bazilevič (1965), z których wynika, że w drzewostanach dębowych systemy korzeniowe obejmują 25% całej biomasy drzew. Gdyby na badanej powierzchni rozmieszczenie biomasy drzew było podobne jak



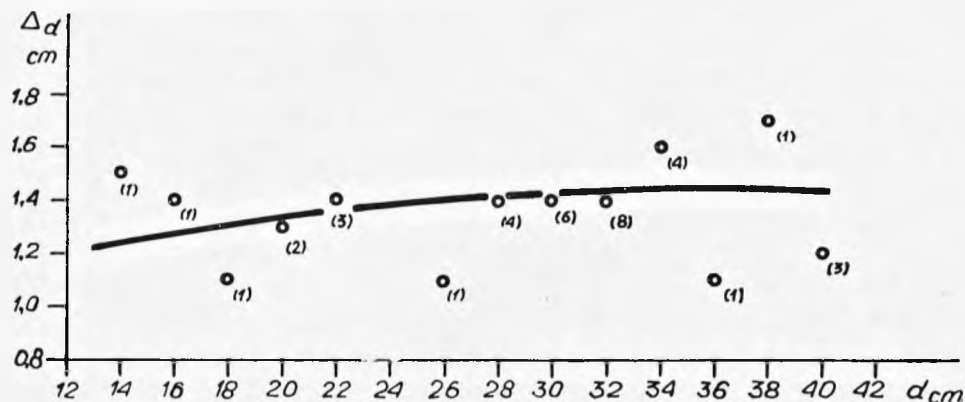
Ryc. 30. Zaleganie ściółki liściowej w świetlistej dąbrowie

Fig. 30. Changes in the amount of leaf litter in xerothermic oakwood

w zbiorowiskach uwzględnionych przez wymienionych autorów, masa części podziemnych drzew wynosiłaby 82,1 t/ha. Przy założeniu, że roczny przyrost korzeni pozostaje w tym samym stosunku do ich biomasy, jak to obserwuje się w częściach nadziemnych drzew (1,8% na badanej powierzchni), roczna produkcja korzeni wynosiłaby 1,47 t/ha. Z kolei przyrost korzeni można także obliczyć stosując współczynnik podany przez Braya (1963), określający stosunek produkcji części podziemnych do nadziemnych drzew na około 0,21. Przyrost korzeni obliczony przy użyciu tego współczynnika wynosiłby 1,39 t/ha w ciągu roku. Podana w tabeli XV przybliżona produkcja korzeni drzew stanowi średnią z tych dwu, bliskich sobie, wartości.

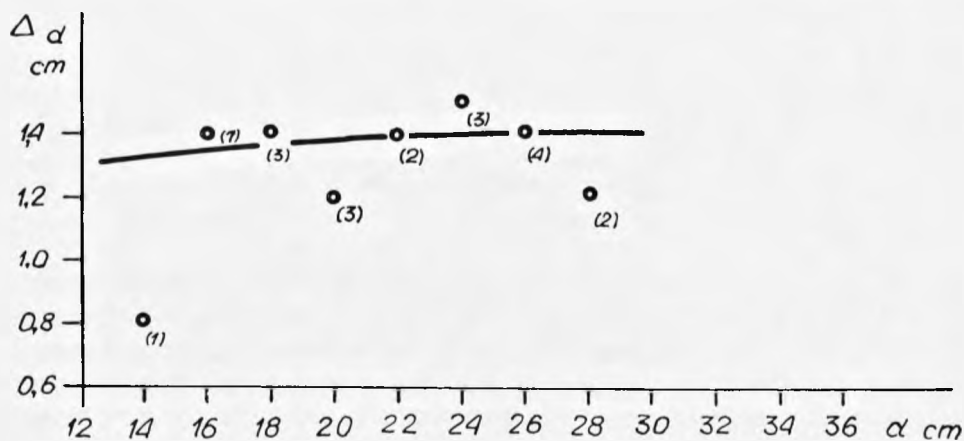
Produkcja drzewostanu na badanej powierzchni świetlistej dąbrowy wynosiła więc w przybliżeniu 8,2 t/ha rocznie. Ponieważ runo wytwarzało 3,4 t/ha, ogólna produkcja lasu dębowego osiągała wartość 11,6 t/ha. Warstwa runa produkowała więc aż 30% masy wytwarzanej przez las w ciągu roku, choć w całej biomacie lasu stanowiła (w okresie maksymalnego rozwoju) zaledwie 1%.

Drzewostan na powierzchni badawczej w grądzie znajdował się już po okresie kulminacji przyrostu drewna (ryc. 31, 32). Roczny przyrost w okresie od 1962 do 1966 roku wynosił średnio 8,63 m³/ha, w tym 7,69 m³ grubizny i 0,94 m³ drobnicy. W suchej masie stanowiło to 4886 kg/ha. Zapas drzewostanu oszacowano na 384 m³ drewna na hektar, roczny przyrost stanowił więc około 2,4⁰/₀ całego zapasu.



Ryc. 31. Krzywa przyrostu pierśnicy lip na powierzchni badawczej w grądzie: Δd — przyrost w pierśnicy, d — pierśnica drzew

Fig. 31. Curve of DBH increment of lime trees *Tilia cordata* in the investigation area in lime-hornbeam forest: Δd — increment of DBH, d — DBH of trees



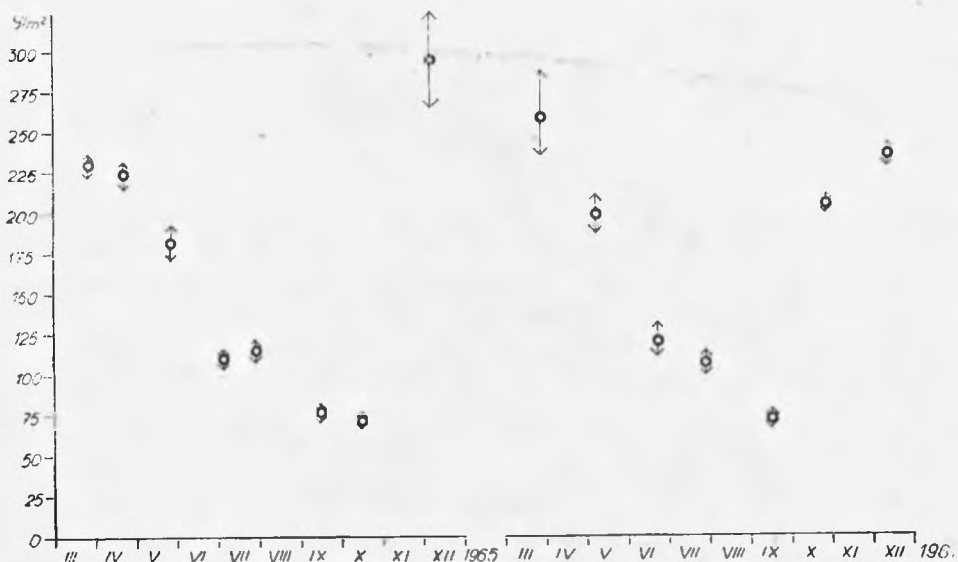
Ryc. 32. Krzywa przyrostu pierśnicy grabów na powierzchni badawczej w grądzie: Δd — przyrost w pierśnicy, d — pierśnica drzew

Fig. 32. Curve of DBH increment of hornbeam trees *Carpinus betulus* in the investigation area in lime-hornbeam forest: Δd — increment of DBH, d — DBH of trees

Produkcję liści drzew oceniono, podobnie jak w poprzednim zbiorowisku, w oparciu o okresowo pobierane próby. Zbierano przy tym stale tylko górną warstwę ściółki, słabo rozłożoną, pochodzącą z zeszłorocznego opadu. Dającą się łatwo oddzielić warstwę dolną tworzyły dość silnie zbutwiałe

fragmenty liści, poprzerastane drobnymi korzeniami roślin runa i częściowo zmieszane z ziemią.

Masa górnej, słabo rozłożonej warstwy ściółki zmniejszała się w grądzie dość szybko i równomiernie od wiosny aż mniej więcej do końca czerwca, następnie nieco wolniej (ryc. 33). Możliwe, że to zwolnienie tempa ubywania ściółki było tylko pozorne, spowodowane dość obfitym opadem kwiatostanów, głównie graba i lipy, a także zółknących już w tym okresie liści drzew. Z początkiem grudnia zeszłoroczna ściółka była już silnie rozłożona i stanowiła dolną, nie zbieraną w próbach warstwę. Rozkład ściółki na badanej powierzchni trwał więc 1,5 do 2 lat.



Ryc. 33. Zaleganie ściółki liściowej w grądzie

Fig. 33. Changes in the amount of leaf litter in lime-hornbeam forest

Produkcję liści drzew oceniono jako średnią wartość z maksymalnej ilości ściółki, zebranej w obu latach w próbach grudniowych. Masa jej wynosiła 2638 kg/ha. Wielkość ta była w tym zbiorowisku nieco bardziej zaniżona w stosunku do rzeczywistej wartości produkcji liści niż w świetlistej dąbrowie, ponieważ opad liściowy trwał tu dość długo i przebiegał stopniowo, tak że do grudnia dość znaczna część ściółki mogła już ulec rozkładowi.

Produkcję nasion drzew w grądzie określono tylko w roku 1967. Wyniosła ona 44 kg/ha.

Biomasę i produkcję systemów korzeniowych drzew w grądzie oceniono w ten sam sposób jak w zbiorowisku poprzednim. Podobnie jak w dąbrowach, także i w mieszanych lasach liściastych Związku Radzieckiego, zbliżonych składem gatunkowym do badanego grądu, części podziemne stanowią około 25% całkowitej biomasy drzew (Rodin, Bazi-

Tabela XV

Porównanie maksymalnej biomasy, rocznej produkcji oraz szybkości wymiany materii w świetliściej dąbrowie *Potentillo albae-Quercetum rosetosum* i w gradzie *Tilio-Carpinetum stachyetosum*
 Comparison of maximal biomass, annual production and turnover rate in xerothermic oakwood *Potentillo albae-Quercetum rosetosum* and lime-hornbeam forest *Tilio-Carpinetum stachyetosum*

| Materiał roślinny Plant material | <i>Potentillo albae-Quercetum rosetosum</i> | | | <i>Tilio-Carpinetum stachyetosum</i> | | |
|---|---|--|---|--|--|---|
| | maksymalna biomasa maximal t/ha | produkcja roczna annual produc- tion t/ha | szybkość wy- miany turnover rate % | maksymalna biomasa maximal t/ha | produkcja roczna annual produc- tion t/ha | szybkość wy- miany turnover rate % |
| Części nadziemne Above-ground parts | | | | | | |
| drzewa — trees | | | | | | |
| pnie — trunks | 221,702 ^d | 3,906 ^a | 1,8 | 186,451 ^d | 4,338 ^a | 2,3 |
| gałęzie — branches | 24,700 ^d | 0,442 ^a | 1,8 | 22,710 ^d | 0,548 ^a | 2,4 |
| liście — leaves | 2,395 ^b | 2,395 ^b | 100,0 | 2,638 ^b | 2,638 ^b | 100,0 |
| nasiona — seeds | 0,001 ^b | 0,001 ^b | 100,0 | 0,044 ^e | 0,044 ^e | 100,0 |
| runo — ground flora | 0,860 ^b | 2,264 ^b | 263,2 | 0,659 ^c | 1,860 ^c | 282,2 |
| Razem — total | 249,658 | 9,008 | 3,6 | 212,502 | 9,428 | 4,4 |
| Części podziemne Underground parts | | | | | | |
| drzewa — trees | 82,100 ^f | 1,430 ^f | 1,7 | 69,700 ^f | 1,620 ^f | 2,3 |
| runo — ground flora | 4,172 ^d | 1,194 ^d | 28,6 | 0,933 ^d | 0,286 ^d | 30,7 |
| Razem — total | 86,272 | 2,624 | 3,0 | 70,633 | 1,906 | 2,7 |
| Razem części nadziemnych i podziemnych Total of above-ground and underground parts | 335,930 | 11,632 | 3,5 | 283,135 | 11,334 | 4,0 |

a średnia wartość za okres 1962—1966 (mean value for the period 1962—1966)

b średnia wartość z lat 1965 i 1967 (mean value of the years 1965 and 1967)

c wartość z roku 1965 (value of the year 1965)

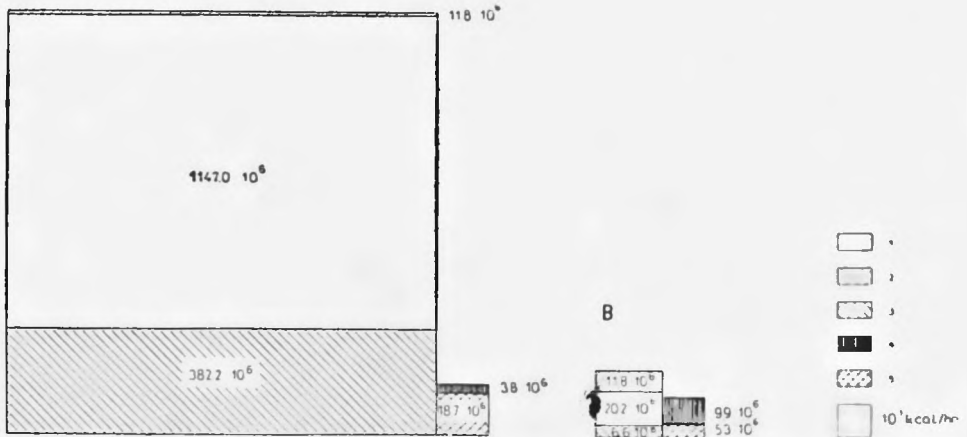
d wartość z roku 1966 (value of the year 1966)

e wartość z roku 1967 (value of the year 1967)

f wartość obliczona na podstawie danych z literatury (value calculated after data from literature)

levič 1965). Można więc przypuszczać, że w badanym płacie *Tilio-Carpinetum* biomasa systemów korzeniowych drzew wynosiła 69,7 t/ha. Roczną produkcję korzeni uzyskano stosując ten sam współczynnik przyrostu, jaki obliczono dla wartości nadziemnych drzewostanu oraz z proporcji

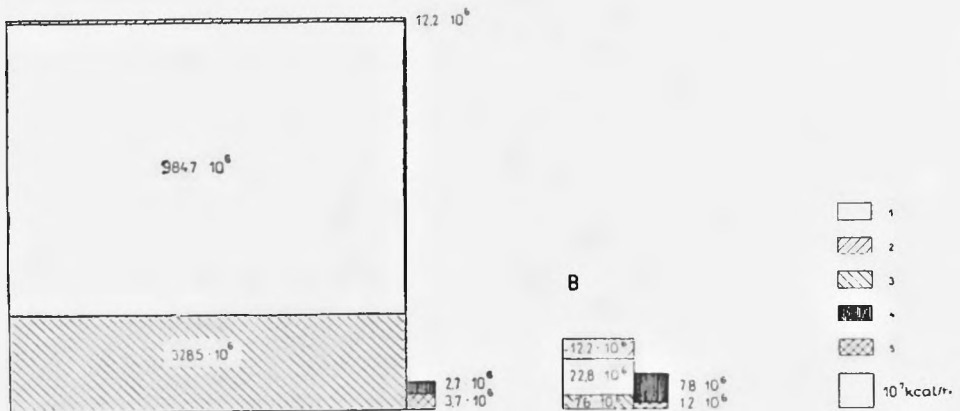
A



Ryc. 34. Ilość nagromadzonej energii (A) i roczna produkcja netto (B) w świetlistej dąbrowie: 1 — pnie i gałęzie, 2 — liście i nasiona drzew, 3 — korzenie drzew, 4 — części nadziemne runa, 5 — części podziemne runa

Fig. 34. Standing crop (A) and annual net production (B) in xerothermic oakwood: 1 — trunks and branches, 2 — leaves and seeds of trees, 3 — tree roots, 4 — above-ground parts of the ground flora, 5 — underground parts of the ground flora

A



Ryc. 35. Ilość nagromadzonej energii (A) i roczna produkcja netto (B) w grądzie: 1 — pnie i gałęzie, 2 — liście i nasiona drzew, 3 — korzenie drzew, 4 — części nadziemne runa, 5 — części podziemne runa

Fig. 35. Standing crop (A) and annual net production (B) in lime-hornbeam forest: 1 — trunks and branches, 2 — leaves and seeds of trees, 3 — tree roots, 4 — above-ground parts of the ground flora, 5 — underground parts of the ground flora

produkcji części podziemnych do nadziemnych, podanej przez Braya (1963). Wyniosła ona odpowiednio 1,67 i 1,58 t/ha, czyli średnio 1,62 t/ha.

Roczna produkcja całego zespołu lasu grądowego osiągnęła więc w przybliżeniu 11,3 t/ha, przy czym runo wytwarzało niemal 20% tej wartości, stanowiąc równocześnie w okresie najbujniejszego wzrostu zaledwie 0,7% maksymalnej biomasy całego zbiorowiska (tab. XV oraz ryc. 34 i 35).

Dzienna produkcja w okresie wegetacyjnym wynosiła w świetlistej dąbrowie średnio 5,5, a w grądzie 5,4 g/m², co w ciągu całego roku daje średnio: 3,2 i 3,1 g/m² w pierwszym i drugim z tych zespołów.

Las grądowy wykazywał nieznacznie niższą produkcję niż dąbrowa, a równocześnie wyraźnie szybszy obieg materii organicznej. Było to związane z zasobnością siedlisk, zajmowanych przez oba zbiorowiska. Gleba grądu była bowiem uboższa od gleby dąbrowy, zarówno w materię organiczną jak i niezbędne dla rozwoju i wzrostu roślin pierwiastki, np. przyswajalny potas i fosfor, wykazywała jednak stale większą wilgotność.

VIII. Ocena użytych metod na tle danych zawartych w literaturze

Próby do oceny produkcji roślin można rozmieszczać na badanej powierzchni losowo lub systematycznie¹. Korzystniej jest stosować próby kołiste niż o innych kształtach, gdyż mają one najmniejszy stosunek obwodu do powierzchni. Nie uprzywilejowują one żadnego kierunku, co w specyficznych warunkach może mieć wpływ na ostateczny wynik. Jak wykazali doświadczalnie Dyne, Vogel i Fisser (1963), próby kołiste wykazują mniejszą wariancję od prostokątnych o tej samej powierzchni. Ponadto gdy określa się liczbę okazów lub pędów zebranych w zbiorze, korzystniej jest stosować próby kołiste, gdyż procent roślin uszkodzonych lub zebranych we fragmentach jest wtedy najmniejszy.

Najbardziej ekonomiczna liczba i wielkość prób powinna być ustalona doświadczalnie, gdyż różne zbiorowiska roślinne, a także różne warstwy tego samego zbiorowiska wymagają dla uzyskania wyników o tej samej dokładności innej liczby i wielkości prób (Wiegert 1962, Dyne, Vogel, Fisser 1963, Newbould 1967).

1. Metody badania produkcji części nadziemnych

W badaniach produkcji netto zbiorowisk zielnych lub warstwy zielnej w zbiorowiskach wielowarstwowych stosowana bywa najczęściej metoda bezpośredniego zbioru plonu czyli zniw (Odu 1960). W przypadku

¹ Autorka stosowała w swych badaniach oba sposoby (por. Rajchel 1965, Kaźmierczakowa 1967) i uważa je za równorzędne.

gdy badana warstwa składa się z roślin jednorocznych lub bylin nie posiadających trwałych części nadziemnych, cały maksymalny plon uważany jest za roczną produkcję danej warstwy (por. np. Bray, Lawrence, Pearson 1959).

Gdy w warstwie zielnej występują rośliny o wieloletnich, trwałych częściach nadziemnych (np. krzewinki), przyrost z bieżącego roku może być albo bezpośrednio oddzielony od części z lat ubiegłych (Billings, Bliss, 1959; Bliss 1962), lub obliczony z różnicy między maksymalnym a minimalnym stanem biomasy gatunków o trwałych częściach nadziemnych lub całej badanej warstwy (Rajchel 1965, Newbould 1967; Traczyk H., Traczyk T. 1967 i in.).

Mimo że metoda oceny produkcji warstwy zielnej na podstawie maksymalnego plonu daje wyniki bardzo zaniżone, jako najszybsza i wymagająca najmniej trudu stosowana była w wielu pracach (Dąbrowski 1953; Ovington, Heitkamp, Lawrence 1963 i in.). Także liczne instrukcje i podręczniki zalecają stosowanie tej prostej metody do badania produkcji zbiorowisk roślin jednorocznych, trwałej roślinności łąkowej oraz tych typów runa leśnego, w których nie zachodzi akumulacja masy (Ovington 1962 a; Remezov, Rodin, Bazilevič 1963; Sukačev, Dylis 1966; Newbould 1967; Lieth 1968). Jak już wspomniano, metoda ta daje zaniżoną ocenę wartości produkcji z kilku powodów. Jest bardzo prawdopodobne, zwłaszcza przy niezbyt częstym pobieraniu prób, że rzeczywisty maksymalny plon nie zostanie uchwycony w żadnej próbie. Metoda ta nie obejmuje przyrostu dokonywanego się po okresie maksymalnej biomasy, ani tej części biomasy wyprodukowanej w bieżącym roku, która obumiera przed osiągnięciem przez całą warstwę maksymalnego stanu. Różnica między produkcją ocenioną tym sposobem a innymi, dokładniejszymi metodami, wzrasta wyraźnie zależnie od tego im bardziej różna jest fenologia poszczególnych gatunków, wchodzących w skład badanej warstwy (por. tab. XII).

Inną metodę, zmierzającą do dokładniejszej oceny produkcji warstwy zielnej, zastosował Odum (1960) w zbiorowisku roślin jednorocznych. Zbierany w kolejnych próbach materiał był dzielony na gatunki, a produkcję obliczono jako sumę maksymalnych wartości biomasy poszczególnych gatunków.

Według Ovingtona (1962 b) idealnym sposobem obliczenia produkcji na jakiejś powierzchni byłoby zsumowanie przyrostu wszystkich występujących na niej osobników. W przypadku tak dużej ilości roślin, jak to ma miejsce w warstwie zielnej, przyrost poszczególnych gatunków można badać na podstawie próby złożonej z pewnej części ich osobników, o ile między osobnikami tego samego gatunku nie zachodzą istotne różnice.

Podobny do sugerowanego przez Ovingtona sposób oceny produkcji stepu i runa lasu dębowego zastosowali Sočava, Lipatova i Gorškova (1962). W terenie wyznaczano model asocjacji czyli jej ty-

powy fragment o powierzchni 10 m². W ciągu okresu wegetacyjnego zbierano, w krótkich odstępach czasu, pokos z kilku powierzchni jak najbardziej podobnych do powierzchni modelowej. Pokos rozdzielano na gatunki i w obrębie każdego z nich określano liczbę okazów. Dane o zagęszczeniu poszczególnych gatunków otrzymano z dokładnego przeliczenia liczby okazów na powierzchni modelowej. Ten sposób zebrania materiału pozwolił na porównanie maksymalnego plonu całej warstwy z sumą maksymalnych stanów biomasy poszczególnych gatunków.

Newbould (1967) uważa, że produkcję runa leśnego utworzonego przez niewielką liczbę gatunków można obliczyć zbierając pewną ilość okazów każdego z nich kilkakrotnie w ciągu roku i sumując przyrosty poszczególnych gatunków, obliczone z różnicy między ich maksymalnym a minimalnym stanem biomasy. Koniecznym uzupełnieniem jest tu oznaczenie zagęszczenia poszczególnych gatunków.

O podobnym sposobie oceny produkcji runa wspomina również Dąbrowski (1956). Podaje on, że w lesie bukowym 200 rzutów kwadratem o powierzchni 0,1 m² objęło 45%, a w borze sosnowym 60% liczby występujących tam gatunków.

Traczyk (1967 a, b), mierząc do oceny produkcji runa, wykonywał analizę zagęszczenia na podstawie 100 rzutów kołem o powierzchni 0,1 m². Maksymalną biomasa poszczególnych gatunków uzyskał zbierając w fazie między kwitnieniem a owocowaniem tyle okazów każdego gatunku, ile ich wykazała analiza zagęszczenia (jedynie w przypadku roślin bardzo licznych nieco mniej). Dla roślin o jednorocznych częściach nadziemnych cała ich biomasa stanowiła roczny przyrost, natomiast w przypadku roślin o wieloletnich częściach nadziemnych był oddzielany tylko ich tegoroczny przyrost.

Pośredni stopień dokładności oceny produkcji między metodą polegającą na zbiorze maksymalnego plonu całej warstwy a analizą przyrostów poszczególnych gatunków uzyskać można łącząc w grupy gatunki osiągające maksymalną biomasa mniej więcej w tym samym czasie (Rajchel 1965). W runie badanej buczyny i boru mieszanego połączono w grupy gatunki reprezentujące ten sam typ ekologiczny wg klasyfikacji Raunkiaera (por. Szafer 1964). Sposób ten może być przydatny w zbiorowiskach wielogatunkowych, w których nie można zastosować metody Oduma, ponieważ w kolejnych zbiorach znajdują się rozmaite ilości okazów poszczególnych gatunków. Tak w tej metodzie, jak i w metodzie Oduma nie wykonuje się analizy zagęszczenia gatunków.

Oznaczenie przyrostów poszczególnych gatunków lub ich grup, wykazujących podobną dynamikę biomasy, pozwala dokładniej niż na podstawie maksymalnego plonu całej warstwy oznaczyć jej rzeczywistą produkcję, niemniej jednak wyniki uzyskane tymi metodami są także znacznie zaniżone. Składa się na to kilka przyczyn. Rzeczywiste maksimum masy poszczególnych gatunków może nie przypaść w momencie pobiera-

nia prób, lecz w okresie pomiędzy zbiorami. Nie są uwzględniane te okazy, pędy lub inne części roślin (zewnątrzne lub dolne liście, łuski pączkowe, kwiaty, owoce), które obumierają lub opadają przed osiągnięciem maksymalnej biomasy przez całą populację. Ponadto nie wszystkie okazy w obrębie populacji jednego gatunku osiągają największą biomasa w tym samym czasie. Nie jest także wliczany do produkcji przyrost dokonujący się po osiągnięciu maksymalnej biomasy. Wiele roślin naszego klimatu cechuje długi okres przyrostu, stałe wytwarzanie nowych liści lub pędów. Na przykład liczne trawy charakteryzują się wzrostem trwającym niemal przez cały okres wegetacyjny (Rappe 1963). Stopniowe wytwarzanie i wzrost młodych liści lub pędów zachodzi także u wielu roślin dwuliściennych, np. *Viola silvestris*, *Oxalis acetosella*, *Veronica officinalis*, *Lysimachia nummularia* i wielu in. Szereg gatunków dopiero po okresie owocowania wytwarza młode pędy, np. *Fragaria vesca*, *Ajuga reptans* i in. Przyrostu tego nie uchwyci się zbierając okazy między ich kwitnieniem a owocowaniem i jednorazowo w ciągu roku wykonując analizę zagęszczenia gatunków. Łukasiewicz (1967), prowadząc długotrwałe badania nad rozwojem części nadziemnych szeregu gatunków bylin stwierdził, że u wielu z nich nie ma stagnacji masy, stale natomiast odbywa się jej wytwarzanie i zanikanie.

Różnica między produkcją rzeczywistą a maksymalnym plonem lub sumą przyrostów poszczególnych gatunków jest tym większa im dłuższy jest okres wegetacyjny. Także w latach wilgotniejszych różnica ta jest prawdopodobnie większa niż w latach suchych (np. brak opadów jesienią może zahamować lub bardzo silnie ograniczyć przyrost w tym okresie).

Metody opracowane przez Golubeva (1963) oraz Wiegerta i Evansa (1964) zmierzają do uchwycenia pełnej produkcji warstwy zielonej w oparciu o założenie, że tyle samo masy roślinnej obumiera, ile wytwarza się w ciągu roku.

Metoda Golubeva polega na stałym, codziennym lub co dwa do trzech dni, zbieraniu obumierających części roślin. Produkcja stepu łąkowego, oceniona tą metodą, była ponad półtora raza wyższa od maksymalnego stanu biomasy. Niemniej wartość ta była jeszcze prawdopodobnie niższa od rzeczywistej produkcji tego zbiorowiska. Zbierane obumarłe części roślin posiadały mniejszą masę niż w stanie zielonym, ponieważ wycofane z nich zostały, lub wypłukane, niektóre pierwiastki chemiczne. Sama produkcja na poletkach doświadczalnych była prawdopodobnie niższa niż na sąsiedniej powierzchni, na której zebrano maksymalny plon. Stałe usuwanie obumarłych części roślin z poletek bardzo silnie zaburzyło np. warunki mikroklimatyczne, zmieniło reżim świetlny, pozbawiło rośliny ochronnej warstwy ściółki, zabezpieczającej przed wyschnięciem przyziemne części pędów, a glebę przed nadmiernym parowaniem. Ponadto na poletkach, na których przez cały okres wegetacyjny prowadzono

doświadczenie, rośliny pozbawione były szeregu składników odżywczych, dostających się normalnie do gleby wskutek rozkładu ściółki.

Obliczenie produkcji metodą Wiegerta - Evansa wymaga znajomości dynamiki żywej i martwej masy organicznej całego zbiorowiska lub wybranej jego warstwy oraz oznaczenia szybkości ubywania martwej masy. O ile uzyskanie danych o ilości żywych i martwych części roślin nie przedstawia większych trudności (wymaga bowiem tylko okresowego zbierania serii prób), o tyle oznaczenie szybkości ubywania znajdującego się na powierzchni badawczej i niemal przez cały rok wytwarzającego się martwego materiału roślinnego jest sprawą dosyć trudną i metodycznie jeszcze dostatecznie nie opracowaną. Wartość szybkości rozkładu (ubywania) ma przy tym istotny wpływ na ostateczną ocenę wielkości produkcji roślinnej.

Wszystkie przedstawione powyżej metody dawały wyniki mniej lub więcej zaniżone, natomiast metodą Wiegerta - Evansa można otrzymać wynik zarówno niższy, jak i wyższy od rzeczywistej wartości produkcji. Sam tok rozumowania autorów, przedstawiony krótko w niniejszej pracy w rozdziale VI, 1c, jest słuszny, natomiast sposób uzyskiwania danych kryje w sobie możliwość popełnienia szeregu błędów.

Tak więc obliczając obumieranie roślin operuje się wartością średnią z dwóch pomiarów ilości części obumarłych na początku i na końcu jakiegoś okresu czasu. Jest prawdopodobne, że przy rzadkim zbieraniu prób lub w zbiorowiskach o dużych i szybkich zmianach ilości części obumarłych, obliczona średnia będzie dość znacznie odbiegać od wartości rzeczywistej.

Także obliczona szybkość rozkładu może być obciążona dużym błędem. Technika oznaczenia szybkości ubywania martwych części roślin może być różna. Wiegert i Evans (l.c.) uzyskiwali tę wartość w oparciu o pary poletek bliźniaczych. Sposób ten, zastosowany w niniejszej pracy w świetlistej dąbrowie, opisano dokładniej w rozdziale IV, 1.

Modyfikacja metody Wiegerta - Evansa, opracowana przez Łomnickiego i Bandołę (1967), polega na usuwaniu z pierwszego z pary poletek bliźniaczych wszystkich części martwych, a pozostawianiu na nim nienaruszonych części żywych. Po pewnym okresie czasu z poletka tego zbiera się powtórnie martwy materiał, który wytworzył się w tym czasie, a z drugiego, dotychczas nie używanego poletka, cały martwy materiał roślinny. Zakłada się, że w okresie pomiędzy zbiorami na obu poletkach obumarła taka sama masa roślin. Z różnicy ilości części martwych na początku i na końcu danego okresu czasu (przy czym tę ostatnią wartość stanowi różnica między ilością martwego materiału na poletku drugim i jego przybytkiem na poletku pierwszym) oblicza się szybkość ich ubywania.

Ten sposób obliczenia wartości r wymaga więc przyjęcia założenia, że tworzący się martwy materiał roślinny nagromadza się na powierzchni

nie ulegając rozkładowi przez czas mniej więcej równy odstępowi pomiędzy kolejnymi zbiorami.

To samo założenie musi być również spełnione, aby można obliczać produkcję z sumy przyrostu żywego materiału roślinnego, który dokonał się w jakimś czasie i ilości wytworzonych w tym czasie obumarłych części roślin (Łomnicki, Bandoła, Jankowska 1968). W przeciwnym razie bowiem przybytek martwej masy stwierdzony na końcu okresu obserwacji jest niższy od rzeczywistego, przy czym różnica wzrasta wraz z długością okresu czasu pomiędzy zbiorami i intensywnością rozkładu świeżo wytworzonego martwego materiału.

Wartość r można również obliczać dla wybranych gatunków i na tej podstawie wnioskować o intensywności rozkładu całej badanej warstwy roślinnej (Kaźmierczakowa 1967). Sposób ten można zastosować tylko wtedy, gdy z całą pewnością da się oddzielić te fragmenty okazów, które już nie przyrastają lecz stopniowo żółkną i obumierają. O ile w jesieni części zanikające i przyrastające można odróżnić u wielu gatunków roślin, o tyle na początku i w pełni okresu wegetacji jest to dosyć trudne. W cytowanej pracy szybkość rozkładu w okresie wegetacji obliczono na podstawie szczegółowej analizy *Asarum europaeum*. Nie wiadomo jednak, do jakiego stopnia gatunek ten jest reprezentatywny dla całej warstwy runa lasu bukowego.

W niniejszej pracy wartość r dla runa grądu obliczono na podstawie ubytku masy prób wykładanych w terenie (por. rozdz. IV, 1). Podobną technikę zastosowali również Witkamp i Olson (1963) do badania szybkości rozkładu ściółki drzew. Sposób ten pozwala dość dokładnie określić ubytek masy w ciągu jakiegoś okresu czasu i nie jest obciążony błędem, wynikającym z subiektywnej oceny ilości martwego materiału, jaki popęła się dobierając pary identycznych poletek. Przy tym błąd ten ma tym większy wpływ na obliczoną wartość szybkości rozkładu, im w badanym zbiorowisku ilość obumarłych części roślin jest mniejsza.

Niezależnie od stosowanej techniki obliczania szybkości rozkładu, istotne znaczenie ma czas, na jaki pozostawia się w terenie martwy materiał, aby z ubytku jego masy wnioskować o intensywności tego procesu. Wykładane w terenie próby są bowiem najczęściej izolowane od dopływu obumierających części roślin, który zachodzi w tym czasie na powierzchni. Jeżeli dopływ martwego materiału jest duży, próby nie mogą być pozostawione przez zbyt długi czas, ponieważ wzrasta różnica pomiędzy składem i ilością martwego materiału w próbie i na powierzchni, którą ta próba ma reprezentować. Próby pozostawiane w terenie przez długi okres czasu oddawałyby rzeczywiste natężenie procesów rozkładu tylko w tym przypadku, jeśli szybkość ubywania nie ulegała zmianie w miarę zaawansowania procesów rozkładu. Większość istniejących w literaturze danych wskazuje jednak, że wartość ta ulega dużym zmianom w miarę postępu procesów rozkładu. Jak wynika z doświadczeń przeprowadzonych

przez Wiegerta i Evansa (1964), rozkład niektórych, szczególnie odpornych gatunków, jak *Aristida purpurascens* i *Lespedeza capitata*, zachodził początkowo wolniej, po około 2 miesiącach był najszybszy, a następnie, w miarę upływu czasu, coraz wolniejszy. Niektóre inne gatunki, np. *Poa compressa* lub *Solidago rigida*, rozkładały się w początkowym okresie najszybciej, a później stopniowo coraz wolniej. Podobnie przebiegał rozkład roślinności łąki świeżej w Ojcowskim Parku Narodowym (Karkanis 1968). Także doświadczenia Burkholdera i Bornside'a (wg Oduma 1963) nad rozkładem *Spartina alterniflora* w wodzie morskiej wykazały, że w początkowych stadiach ubytek masy był szybszy niż w następnych.

Szybkość rozkładu obliczona z prób pozostawionych w terenie na długi okres czasu, podczas którego na powierzchni poza próbami zachodzi obumieranie roślin, jest wyższa od wartości rzeczywistej jeśli świeżo obumarłe części roślin rozkładają się początkowo wolniej niż później. I odwrotnie, gdy tempo ubywania martwej masy zmniejsza się w miarę zaawansowania procesów rozkładu, otrzymana wartość r jest niższa od rzeczywistej.

Szybkość rozkładu należałoby więc oznaczać dla krótkich okresów czasu. W przypadku jednak gdy oznaczenie to opiera się na doborze par poletek bliźniaczych, różnice ilości martwego materiału na poletkach, wynikające z niemożności dobrania identycznych powierzchni, mogłyby być bardzo duże w stosunku do ubytku masy spowodowanego rozkładem i obarczałyby uzyskaną wartość r poważnym błędem lub nawet uniemożliwiałyby jej obliczenie.

Najbardziej zbliżone do wartości rzeczywistej wyniki można prawdopodobnie uzyskać stosując dostatecznie częste wykładanie prób o znanej masie początkowej na krótki okres czasu. Próby te powinny reprezentować wszystkie stadia rozkładu martwego materiału pochodzącego z badanej warstwy roślin w takich proporcjach, w jakich znajduje się ona na wybranej powierzchni. W niektórych zbiorowiskach, np. tam, gdzie martwa masa nagromadza się w postaci butwiny, metoda ta nie może być stosowana.

Równocześnie nie należy wykładać prób ochraniających w jakiś sposób, np. w woreczkach z siatki nylonowej, gdyż w tak zmienionych warunkach rozkład zachodzi z inną, najczęściej znacznie mniejszą od rzeczywistej szybkością (Witkamp, Olson 1963; Traczyk 1968). Do zbiorowisk o powolnej dynamice najlepiej nadaje się więc metoda Wiegerta - Evansa.

2. Metody badania produkcji części podziemnych

Badanie produkcji części podziemnych roślin napotyka na duże trudności i niestety dotychczas nie ma dobrych metod jej oceny. Przegląd różnych prób w tej dziedzinie przedstawiają materiały z międzynarodowo-

wego sympozjum na temat badania organów podziemnych (Rodin 1968).

W zbiorowiskach roślin jednorocznych przyrost roczny można dość dokładnie oznaczyć przez zsumowanie maksymalnej masy systemów korzeniowych poszczególnych gatunków (Odum 1960, Lieth 1968).

Podziemną produkcję roślin trwałych oznacza się najczęściej tylko w przybliżeniu z różnicy między minimalnym a maksymalnym stanem biomasy całych systemów korzeniowych lub masy korzeni w poszczególnych poziomach glebowych (Ovington 1962; Dahlman, Kucera 1965; Kaźmierczakowa 1967; Kotańska 1967; Traczyk 1967 b i in.). Tę metodę zastosowano i w niniejszej pracy.

W niektórych zbiorowiskach roczną produkcję obliczyć można oddzielając tegoroczny przyrost kłaczy i korzeni (Kucera, Dahlman, Koelling 1967; Iwaki, Modorikawa 1968). Metoda ta, tak jak i poprzednia, daje zaniżone wyniki.

Według Osswalda (Lieth 1968) u roślin hodowanych w wilgotnym powietrzu 34⁰% suchej masy korzeni w młodszym stadium rozwoju stanowią włókniki i rizoderma. Wyniku tego nie można w zupełności przynosić do naturalnych warunków wzrostu, niemniej jednak pomijanie najdrobniejszych, krótko żyjących części systemów korzeniowych, może być źródłem poważnego błędu.

Badania Westlake'a (1968) zmierzają do oznaczenia szybkości wymiany masy za pomocą trwałego oznakowania poszczególnych części systemów korzeniowych na rosnących okazach. Znając maksymalną biomasa i średnią długość życia korzeni, można w przybliżeniu ocenić ich roczną produkcję.

Niektórzy autorzy stosują w badaniach produkcji systemów korzeniowych pierwiastki radioaktywne (Dahlman 1968).

Możliwe, że najbardziej dokładne oznaczenie wartości produkcji uzyskać można stosując kilka uzupełniających się metod (Newbould 1968).

IX. Podsumowanie wyników i ich porównanie z danymi innych autorów

Rozwój roślin, dynamikę biomasy i produkcję runa leśnego śledzono na dwóch powierzchniach badawczych, w rezerwach Kwiatówka i Lipny Dół, w Leśnictwie Chrusty, Nadleśnictwie Książ Wielki, położonych na Garbie Wodzisławskim w regionie Niecki Nidziańskiej.

Na podstawie wykonanych zdjęć fitosocjologicznych sklasyfikowano oba badane zbiorowiska leśne. Jednym z nich była świetlista dąbrowa *Potentillo albae-Quercetum*, którą ze względu na dużą odrębność wyróżniono jako nowy podzespół *Potentillo-Quercetum rosetosum gallicae* (por. rozdz. X), drugim — grąd niski *Tilio-Carpinetum stachyetosum silvaticae*.

Produkcję części nadziemnych roślin runa obliczono trzema metodami: z maksymalnego stanu biomasy całej warstwy z odliczeniem części trwałych, z sumy przyrostów poszczególnych gatunków, oraz metodą Wiegerta - Evansa, opartą na dynamice żywych i obumarłych części roślin oraz szybkości rozkładu (ubywania) martwej masy roślinnej.

Maksymalny plon runa w badanym płacie świetlistej dąbrowy wyniósł w dwóch latach badań (1965 i 1967) 91 i 80 g/m². Suma przyrostów osiągnęła wartości odpowiednio 129 i 97 g/m², przewyższała więc maksymalny plon o 42% i 21%. Bardzo podobne wyniki uzyskali Sočava, Lipatowa i Gorškova (1962) w dąbrowach amurskich. Maksymalny plon wahał się tam w różnych latach od 77 do 100 g/m², a suma przyrostów gatunków — od 103 do 151 g/m², przewyższając maksymalny plon od 26% do 52%.

Na powierzchni badawczej w grądzie przy niezaburzonym rozwoju runa maksymalny plon wyniósł 63 g/m² (wraz z częściami trwałymi 66 g/m²), a suma przyrostów była o 56% wyższa, osiągając wartość 98 g/m². W płacie grądu badanym przez Traczyka (1967b) suma przyrostów poszczególnych gatunków wyniosła zaledwie 16,7 g/m². Był to jednak płat dosyć ubogi, o pokryciu runa 30%. Niemniej jednak zagęszczenie gatunków otrzymane przez Traczyka było zbliżone do obserwowanego na badanej powierzchni w okresie maksymalnej biomasy. W płacie badanego grądu występowało wtedy 385 pędów na 1 m², podczas gdy w płacie badanym przez Traczyka było ich 400 na 1 m².

Rozwój runa na powierzchni badawczej w grądzie w roku 1967 był poważnie zaburzony na skutek zaatakowania większości roślin przez chorobotwórcze grzyby. Maksymalny plon wyniósł wówczas zaledwie 24 g/m² (wraz z częściami trwałymi 27 g/m²) a suma przyrostów gatunków 37 g/m². Falińska (1968, 1969) stwierdziła, że w tym samym roku liczba i ciężar nasion, wytworzonych w runie grądu białowieskiego były znacznie niższe niż w roku poprzednim. Możliwe więc, że zaburzenia rozwoju runa obserwowane na powierzchni badawczej w grądzie w roku 1967 były rozprzestrzenione szeroko i spowodowały m.in. nieurodzaj nasion w grądzie białowieskim.

Wartość produkcji części nadziemnych runa obliczona metodą Wiegerta - Evansa wyniosła w dąbrowie w roku 1965 i 1967 odpowiednio 232 i 220 g/m², natomiast w grądzie 186 i 153 g/m². Produkcja przewyższała więc maksymalną biomasa części nadziemnych roślin (z odliczeniem elementów wieloletnich) w dąbrowie w kolejnych latach o 156% i 175%, a w grądzie o 197% i 532%. Mniejsze różnice, lecz także istotne, zachodziły między wynikami uzyskanymi z sumowania przyrostu poszczególnych gatunków a całkowitą produkcją runa. W świetlistej dąbrowie w kolejnych latach produkcja przewyższała sumę przyrostu gatunków o 80% i 127%, a w grądzie o 89% i 316% (por. tab. XII). Bardzo duże różnice pomiędzy wynikami oceny produkcji runa grądu przy pomocy

różnych metod uzyskano w 1967 roku. Były one spowodowane zaburzeniami wzrostu i rozwoju większości roślin, o czym wspomniano wyżej.

Wyniki uzyskane dla warstwy runa obu tak różnych zbiorowisk leśnych wskazują, że określenie produkcji na podstawie maksymalnego plonu a także z sumy przyrostu poszczególnych gatunków daje wartości bardzo zaniżone. Jak to starano się wykazać w rozdziale poprzednim, jedynie metody uwzględniające obumieranie roślin w ciągu okresu wegetacyjnego pozwalają uzyskać wynik zbliżony do rzeczywistej wartości produkcji.

Ponieważ proporcja między wynikami uzyskanymi różnymi metodami zależy głównie od składu gatunkowego badanej warstwy, będącego odbiciem istniejących, mniej więcej stałych warunków siedliskowych, jest więc możliwe, że dysponując większą ilością danych z różnych płatów tych samych zespołów lub choćby podobnych zbiorowisk roślinnych, udałoby się uzyskać współczynniki, które pozwoliłyby określić całkowitą produkcję netto w oparciu o znajomość maksymalnego plonu badanej warstwy zielnej.

Stosunek maksymalnej biomasy do produkcji (obliczonej metodami Wiegerta - Evansa lub Golubeva) na ugorach będących w sukcesji do prerii wyżynnej w południowo-wschodnim Michigan wynosił 1:2,5, a w wilgotnym obniżeniu terenu 1:4,5 (Wiegert, Evans 1964). Na łące świeżej *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum* w Ojcowskim Parku Narodowym stosunek ten wynosił 1:2,3 (Janowska 1967), w murawie kserotermicznej *Thalictro-Salvietum* w okolicy Pińczowa 1:1,8 (Janowska, informacja ustna), na podmokłej łące *Stellario-Deschampsietum* w Puszczy Kampinoskiej 1:1,6 (Traczyk 1968), a na stepach łąkowych w południowo-zachodniej części Związku Radzieckiego około 1:1,5 (Golubev 1963).

W runie leśnym otrzymano następujące proporcje tych dwóch wartości: na badanych powierzchniach w grądzie niskim *Tilio-Carpinetum stachyretosum* 1:3,0 (przy normalnym rozwoju roślin), a w świetlistej dąbrowie *Potentillo-Quercetum rosetosum* 1:2,6; natomiast w ubogiej buczynie karpackiej *Fagetum carpaticum* wariant z *Asperula odorata* i *Majanthemum bifolium* w Ojcowskim Parku Narodowym maksymalny plon kształtował się w stosunku do produkcji jak 1:1,5 (Każmierczakowa 1967).

Jak wynika z przytoczonych danych różnica między maksymalną masą a produkcją wzrasta wyraźnie na siedliskach żyznych i wilgotnych, natomiast na ubogich, suchych lub podmokłych, jest mniejsza. W średnio wilgotnych zbiorowiskach łąkowych (zbiorowisko zmierzające do prerii, łąka świeża) i w runie świetlistej dąbrowy stosunek ten jest bardzo podobny i waha się od 1:2,3 do 1:2,6.

Jeśli chodzi o szybkość rozkładu materiału roślinnego, istnieje dotychczas w literaturze niewiele danych, z którymi można porównać otrzymane

wartości. W badanym płacie świetlistej dąbrowy rozkład zachodził z szybkością podobną do wartości uzyskanych przez innych autorów w zbiorowiskach trawiastych. Maksymalna szybkość ubywania martwych części roślin runa świetlistej dąbrowy wynosiła 16,4 mg/g/dzień. W wilgotnych obniżeniach na preriach amerykańskich rozkład zachodził z maksymalną szybkością 13,6, a na prerii wyżynnej 8,4 mg/g/dzień (Wiegert, Evans 1964). Zbliżone wartości otrzymała Jankowska (1967, 1968) w murawie kserotermicznej — około 13 mg/g/dzień, natomiast na łące świeżej — 21,3 mg/g/dzień.

Znacznie szybciej zachodził rozkład w runie leśnym z przewagą roślin dwuliściennych. W badanym płacie grądu szybkość rozkładu osiągnęła maksymalnie prawie 112 mg/g/dzień. W buczynie karpackiej wartość ta wyniosła 86 mg/g/dzień (Każmierczakowa 1967).

Czas rozkładu ściółki dębowej w badanym płacie dąbrowy trwał nieco ponad jeden rok, przy pH powierzchniowej warstwy gleby około 5,2. Stosunek węgla do azotu w ściółce wynosił 69 : 1. Scheffer i Ulrich (wg Ellenberga 1963) podają, że rozkład ściółki dębowej na glebie o pH 4,8 trwał 2,5 do 3 lat, wykazując stosunek węgla do azotu w pierwszym przypadku 47 : 1, a w drugim 53 : 1. Możliwe, że w badanym płacie świetlistej dąbrowy mniejsze zakwaszenie powierzchniowych warstw gleby oraz duży udział ściółki runa wpłynęły przyspieszająco na rozkład liści drzew.

Rozkład ściółki drzew w opisywanym grądzie trwał 1,5 do 2 lat. Podobny czas rozkładu podają również Scheffer i Ulrich (l.c.). Według tych autorów ściółka grabowa rozkłada się półtora roku, a lipowa przy pH 5,4 około 2 lat. Stosunek węgla do azotu w ściółce badanego grądu wynosił 38 : 1, był więc bardzo podobny do wartości podawanych przez wspomnianych autorów (37 : 1 dla lipy i 23 : 1 dla grabu).

Maksymalna biomasa systemów korzeniowych runa wyniosła na badanych powierzchniach — w świetlistej dąbrowie 417 g/m², a w grądzie 93 g/m². Natomiast produkcja ich osiągnęła odpowiednio 119 i 29 g/m². Brak w literaturze danych z podobnych zbiorowisk roślinnych, do których można by porównać uzyskane bezwzględne wartości biomasy i produkcji systemów korzeniowych. Natomiast obserwowana w obu zbiorowiskach szybkość wymiany masy części podziemnych runa zbliża się do wartości, uzyskanych przez innych autorów w runie leśnym i zbiorowiskach roślin zielnych. W runie dąbrowy szybkość wymiany wynosiła 29%, a w grądzie 31% na rok. W runie buczyny ojcowskiej „turnover” miał wartości od 30 do 35% rocznie, a w borze mieszanym około 35% (Rajchel 1965, Każmierczakowa 1967). Według Dahlmana i Kucery (1965) na preriach amerykańskich rocznie ulega wymianie około 26% masy systemów korzeniowych. „Turnover” na łące świeżej w Ojcowskim Parku Narodowym wynosi w powierzchniowych warstwach gleby 29% na rok, głębiej prawie dwukrotnie więcej (Kotąńska 1967). Także Remes-

zov, Rodin i Bazilevič (1963) przyjmują, że w ciągu roku ulega wymianie $\frac{1}{3}$ maksymalnej biomasy systemów korzeniowych.

Stosunek produkcji części podziemnych do nadziemnych w runie świetlistej dąbrowy miał wartość 0,53, a w grądzie 0,15. Bray (1963) zauważył, że wartość tego stosunku zwiększa się ze wzrostem kserotermiczności siedliska, a średnio wynosi 0,88. Autor ten uwzględnił jednak w swoim zestawieniu głównie rośliny jednoroczne, przy czym zaznaczył, że dla roślin trwałych wartość stosunku produkcji części podziemnych do nadziemnych maleje z wiekiem. Ponadto użyte przez Bray'a wartości produkcji części nadziemnych były prawdopodobnie oparte na ocenie maksymalnego plonu, a więc zaniżone. Gdyby w przypadku badanego runa porównać produkcję części podziemnych z maksymalnym plonem części nadziemnych (z odliczeniem części trwałych), stosunek ten wyniósłby dla runa dąbrowy 1,40, a dla grądu 0,43 i byłby bardzo bliski wartościom podawanym przez Bray'a.

Runo dąbrowy wytwarzało więc łącznie w części nadziemnej i podziemnej około 3,5 t/ha czyli $15,2 \cdot 10^6$ kcal/ha w ciągu roku a runo grądu (przy niezaburzonym rozwoju) około 2,1 t/ha czyli $9,0 \cdot 10^6$ kcal/ha.

Obliczona w przybliżeniu produkcja całych badanych zbiorowisk leśnych wyniosła w świetlistej dąbrowie 11,6, a w grądzie 11,3 t/ha, była więc bliska średniej wartości produkcji lasów strefy umiarkowanej, która waha się w granicach od 5 do 15 t/ha (Lieth 1962, Odum 1963). Bazilevič, Drozdov, Rodin (1968) podają, że zbiorowiska leśne w strefie lasów liściastych Europy produkują rocznie 10,1 do 15,0 t/ha, w tym części asymilujących 3,6 do 5,0 t. Produkcja liści drzew wyniosła na badanej powierzchni w świetlistej dąbrowie 2,4 t/ha, a w grądzie 2,6 t/ha, była więc nieco niższa od wartości średniej wynoszącej 3 t/ha (Rodin, Bazilevič 1965). Niemniej jednak roczna produkcja wszystkich organów asymilacyjnych w badanych zbiorowiskach nie była niższa od wartości podanych przez Bazilevič, Drozdova i Rodina (1968). Świetlista dąbrowa wytwarzała 4,7 t/ha organów asymilacyjnych w ciągu roku, a grąd 4,5 t/ha.

Dzienna produkcja w okresie wegetacyjnym wyniosła w świetlistej dąbrowie 5,5 a w grądzie 5,4 g/m². Wartości te mieszczą się pomiędzy dzienną wydajnością średnio żyznych lasów, które nie przekraczają 5,0 g/m², a produkcją liściastych i sosnowych lasów angielskich w okresie ich najintensywniejszego wzrostu, wynoszącą 6,0 g/m² (Odum 1963).

Produkcja dzienna w przeliczeniu na cały rok wyniosła w świetlistej dąbrowie 3,2 g/m², a w grądzie 3,1 g/m². Las liściasty w Anglii wytwarzał w ciągu całego roku dziennie 3,0 g/m² (Odum l.c.), a dąbrowy środkoworosyjskie w samych tylko częściach nadziemnych 1,5 g/m² (Lavrenko 1955, Lavrenko, Andreev, Leont'ew 1955).

„Turnover” obu badanych zbiorowisk okazał się nieco różny. W dąbrowie wynosił on 3,5%, a w grądzie 4,0% masy rocznie. W samych czę-

ściach nadziemnych wymiana zachodziła szybciej, a mianowicie w świetlistej dąbrowie „turnover” wynosił 3,6⁰%, a w grądzie 4,4⁰%. Jak wynika z danych M y c z k o w s k i e g o (1967), w lesie bukowym *Fagetum carpaticum* wymiana zachodziła z podobną szybkością — 3,9⁰% rocznie.

W pracy niniejszej oceniono również udział runa w produkcji całego lasu. Wynosił on w świetlistej dąbrowie około 30⁰%, a w grądzie około 20⁰% ogólnej produkcji netto. Burger (wg Assmanna 1968) podaje, że w rzadkim drzewostanie świerkowym, położonym wysoko w górach, roślinność dna lasu wytwarzała 38⁰% całej jego rocznej produkcji, natomiast w średnio wysokim położeniu tylko 7⁰%. We wspomnianej już buczynie karpackiej w Ojcowie rośliny runa wytwarzały zaledwie 0,5⁰% produkcji części nadziemnych całego zbiorowiska (K a ź m i e r c z a k o w a 1967). W niektórych przypadkach udział roślin runa w produkcji lasu może spadać nawet niemal do zera, np. w zwartych, cienistych płatach karpackiego boru świerkowego lub w gęstych młodnikach. W badanych zbiorowiskach natomiast udział runa w produkcji całego lasu był znaczny. W niektórych więc przypadkach runo leśne może być jednym z zasadniczych elementów produkcyjnych zbiorowiska i w badaniach zmierzających do uchwycenia całej produkcji netto lasu nie może być pomijane lub traktowane marginesowo.

Na koniec trzeba podkreślić kilka aspektów praktycznych niniejszej pracy. Dzięki rozpatrzeniu udziału roślin runa w obiegu i corocznym dostarczaniu do gleby podstawowych makroelementów do budowy tkanek roślinnych, wskazano bliżej m.in. na fakt, że w zbiorowiskach leśnych runo bardzo wybitnie przyspiesza obieg fosforu, azotu i potasu, a w mniejszym stopniu także i wapnia. Tym samym zwrócono więc raz jeszcze uwagę na szkodliwość niszczenia lub usuwania runa z lasu, np. przez wypas lub podczas grabienia ściółki. Podstawowe dla życia roślin pierwiastki, zawarte w roślinach runa, dzięki dużej szybkości rozkładu obumarłych części, bardzo prędko powracają do gleby i mogą być przyswojone przez drzewa lub krzewy. Runo odgrywa więc ważną, korzystną rolę w zbiorowiskach leśnych i zasługuje na większą uwagę w hodowli i gospodarce leśnej.

W chwili obecnej, gdy w związku z Międzynarodowym Programem Biologicznym podejmuje się — jak wspomniano na wstępie — liczne badania zmierzające do oceny istniejących zasobów przyrody oraz możliwości produkcyjnych zbiorowisk roślinnych tak naturalnych jak i utrzymywanych przez człowieka, znajomość najbardziej odpowiednich metod oceny tych wartości jest niewątpliwie bardzo ważna. Studium niniejsze, dokonując porównania kilku sposobów oceny produkcji warstwy zielnej w lasach, wskazało metodę, która pozwala uzyskać stosunkowo najbardziej zbliżoną do rzeczywistej wartość wytwarzanej przez runo masy organicznej.

X. Dyskusja stanowiska systematycznego *Potentillo albae-Quercetum* w okolicy Książa Wielkiego

Zespół *Potentillo-Quercetum*, stwierdzony w kompleksie lasów koło Książa Wielkiego, nie był uprzednio opisywany z Wyżyny Małopolskiej, jest on natomiast znany z szeregu stanowisk w innych częściach naszego kraju. Jego płaty w Książu występują w samym rezerwacie Kwiatówka i w szeregu innych miejsc, na połogiej wierzchołynie wzniesienia porośniętego przez lasy Leśnictwa Chrusty. Skład florystyczny jest przy tym pod niektórymi względami swoisty, interesująca jest więc jego analiza fitosocjologiczna na szerszym tle. Zasługuje ona na osobne omówienie.

W obrębie zespołu świetlistej dąbrowy wyróżniono dotychczas w Polsce szereg niższych jednostek: *Potentillo-Quercetum typicum*, *P.-Q. trollietosum*, *P.-Q. poëtosum*, *P.-Q. galietosum* oraz *P.-Q. laricetosum polonicae* (tab. XVI)¹.

W Polsce północnej występują dwa podzespoły: *Potentillo-Quercetum typicum* Preisling 1943 em. Mat. 1956 oraz *Potentillo-Quercetum trollietosum*, opisane przez Matuszkiewiczową (1955). Wykazują one dużą odrębność, przejawiają się między innymi obecnością szeregu gatunków wyróżniających. Podzespół typowy podawany jest przez licznych autorów z Wielkopolski (Libbert 1933, Preisling 1943, Piotrowska 1950, Celiński 1953, Krotoska 1953, Wojterscy 1953, Wojterski 1960). W postaci zubożalej i już nieco zmienionej rozwija się także w Ziemi Dobrzyńskiej (Kępczyński 1965). W podzespole typowym występuje szereg gatunków suchych i ciepłych siedlisk, które nie rosną w podzespole pełnikowym, np. *Asperula tinctoria*, *Vincetoxicum officinale*, *Pimpinella saxifraga*, *Euphorbia cyparissias*, *Dianthus carthusianorum*.

Podzespół pełnikowy występuje natomiast w Puszczy Białowieskiej. Wyróżnia go m. in. grupa gatunków borowych, których brak w podzespole typowym: *Betula pubescens*, *Hieracium umbellatum*, *Picea excelsa*, *Trientalis europaea*, oraz obecność wielu roślin łąkowych, jak *Trollius europaeus*, *Vicia cracca*, *Gladiolus imbricatus*, *Angelica silvestris* i in. W drzewostanie występuje tylko jeden gatunek dębu, a mianowicie *Quercus robur*, brak natomiast *Q. sessilis*.

Na terenie Polski środkowej i południowej duża część gatunków wyróżniających podzespół typowy i podzespół pełnikowy traci jednak swój walor wyróżniający i w wielu płatach zespołu *Potentillo-Quercetum* występuje łącznie (por. tab. XVI). Z terenów tych opisano szereg dalszych podzespołów.

Na obszarze południowo-wschodniej części Niziny Mazowiecko-Podlaskiej Sokółowski (1963) wyróżnił *Potentillo-Quercetum poëtosum*

¹ Tabelę XVI zamieszczono pod opaską na końcu zeszytu.

i *Potentillo-Quercetum galietosum*, a w ich obrębie szereg niższych jednostek. Pierwszy podzespół wyróżnia grupa gatunków charakterystycznych dla klasy *Querco-Fagetea* i rzędu *Fagetalia*, np. *Poa nemoralis*, *Viburnum opulus*, *Melampyrum nemorosum*. Zbiorowisko to, wykazujące wyraźne pokrewieństwo z łąkami, wykształca się na dość żyznych i wilgotnych glebach brunatnych. Drugi z opisywanych podzespółów, *Potentillo-Quercetum galietosum*, rozwija się na dość kwaśnych glebach brunatnych zbielicowanych. Jako jego gatunki wyróżniające podaje Sokółowski (l.c.) m.in. *Galium mollugo*, *G. boreale*, *Scorzonera humilis*, *Calluna vulgaris* (por. tab. XVI). Do tego podzespołu należą według Sokółowskiego (l.c.) zniekształcone płaty zespołu *Potentillo-Quercetum*, opisane z okolic Warszawy (Juraszek 1928) pod nazwą *Pinetum fruticoso-herbosum* oraz fragmenty świetlistej dąbrowy z okolicy Puław, podawane wcześniej przez Matuszkiewiczów (1956 b).

Pewne podobieństwo do podzespołu *Potentillo-Quercetum galietosum* wykazuje również świetlista dąbrowa z Wysoczyzny Dobrzyńskiej, opisana przez Kępczyńskiego (1965), który jednakże nie ustalił jej przynależności do niższej od zespołu jednostki fitosocjologicznej. Zbiorowisko to wykształcone jest tutaj w bardzo zubożalej postaci.

Na Wysoczyźnie Rawskiej świetlista dąbrowa występuje także w formie zubożalej (Mowszowicz i in. 1963). Brak tu gatunków charakterystycznych zespołu, a tylko trzy z gatunków charakterystycznych dla związku i rzędu osiągają wyższe stopnie stałości. Autorzy (l.c.) proponują wyodrębnienie opisanego zbiorowiska jako *Potentillo-Quercetum laricetosum polonicae*, nie wskazując jednak, oprócz modrzewia wymienionego w nazwie, gatunków wyróżniających ten podzespół.

Ubogie w gatunki charakterystyczne nie tylko zespołu, ale i wyższych jednostek fitosocjologicznych, do których zespół ten należy, są także płaty świetlistej dąbrowy na środkowym Roztoczu (Izdębska 1959, Izdebski 1962, Szywał 1963). Dość licznie reprezentowane są tu natomiast gatunki wyróżniające dla podzespołu *Potentillo-Quercetum poetosum* (por. tab. XVI).

Jak wynika z zestawienia gatunków podawanych jako wyróżniające (tab. XVI), konieczne jest krytyczne opracowanie systemu niższych jednostek w obrębie *Potentillo albae-Quercetum* na terenie Polski. Ich dotychczasowa klasyfikacja jest niezadowolająca.

Zespół *Potentillo albae-Quercetum* nie był dotychczas podawany z Wysoczyzny Małopolskiej, w Leśnictwie Chrusty wykonano więc 18 zdjęć fitosocjologicznych (tab. III), celem uzyskania materiału do jego dokładniejszej charakterystyki i porównania ze świetlistymi dąbrowami innych terenów Polski, a także obszarów sąsiednich.

Z trzech gatunków charakterystycznych zespołu występuje tu *Ranunculus polyanthemos* i *Pulmonaria angustifolia*. Nie została znaleziona na badanym terenie *Vicia cassubica*, która jest w Polsce południowej bardzo

rzadka. Liczne są natomiast gatunki charakterystyczne związku *Quercion pubescentis-sessiliflorae* i rzędu *Quercetalia pubescentis* (por. tab. III). Także pod względem składu florystycznego, fizjonomii i wykształcenia wystawy drzew dąbrowa z Leśnictwa Chrusty wykazuje wyraźne podobieństwo do zespołu *Potentillo-Quercetum*, jednakże przy porównaniu z niższymi jednostkami, opisanymi dotychczas z terenu Polski, a także Czechosłowacji i Niemiec, zdradza dość znaczną odrębność.

W stosunku do podzespołów wyróżnionych przez Matuszkiewiczów (1956a) świetlista dąbrowa z Wyżyny Małopolskiej posiada charakter wyraźnie pośredni. Z 20 gatunków wyróżniających podzespół typowy występuje tu 13, z tego kilka z wysokimi stopniami stałości, np. *Brachypodium silvaticum*, *Festuca heterophylla*, *Prunus spinosa*, *Quercus sessilis* (por. tab. XVI). Natomiast z grupy 22 gatunków wyróżniających podzespół pełnikowy, w dąbrowie Leśnictwa Chrusty rośnie 12, z tego niektóre z wysoką stałością, np. *Melittis melissophyllum*, *Daphne mezereum*, *Cytisus ruthenicus*, *Succisa pratensis*.

Przy porównaniu z cenotaksonami opisanymi przez Sokółowskiego (1963) z Niziny Mazowiecko-Podlaskiej badane dąbrowy wykazują szereg podobieństw do zespołu *Potentillo-Quercetum poetosum*. Podobieństwa dotyczą jednak głównie siedlisk zajmowanych przez to zbiorowisko, fizjonomii i składu gatunkowego drzewostanu, w mniejszym stopniu natomiast występowania gatunków wyróżniających podzespół wiechlinowy. W dąbrowach Leśnictwa Chrusty występują: *Melampyrum nemorosum* i *Pulmonaria obscura* z IV, a *Viburnum opulus* z II stopniem stałości. Pozostałe gatunki trafiają się sporadycznie. Niemniej liczne są także gatunki wyróżniające podzespół *Potentillo-Quercetum galietosum*. Z absolutną stałością występuje *Scorzonera humilis*, nieco rzadsze są *Succisa pratensis* (IV), *Galium boreale* (III) i *Genista germanica* (III), sporadycznie obecne jest *Hylocomium splendens*.

W stosunku do świetlistej dąbrowy ze środkowego Roztocza badane zbiorowisko wykazuje dość duże podobieństwo do trzech płatów opisanych przez Izdebskiego (1962, zdjęcia nr 170—172). W płatach tych nieco częściej niż w pozostałych, występuje *Ranunculus polyanthemos*, jedyny zresztą gatunek charakterystyczny zespołu. Tu także reprezentowane są najliczniej gatunki charakterystyczne wyższych jednostek (związku *Quercion pubescentis-sessiliflorae* i rzędu *Quercetalia pubescentis*). Więcej jest też gatunków murawowych i łąkowych (z klasy *Festuco-Brometea* i z rzędu *Molinietalia*). Płaty te wykształcone są na glebie brunatnej, bezwapiennej, suchej lub lekko wilgotnej.

Dąbrowy z Leśnictwa Chrusty wykazują pewne podobieństwo florystyczne do zespołu *Quercetum podolicum*, opisanego przez Szafera (1935). Oba te zbiorowiska mają szereg wspólnych gatunków kserotermicznych, nie występujących lub bardzo rzadkich w innych zespołach leśnych w Polsce, np. *Rosa gallica*, *Euphorbia angulata*, *Chrysanthemum corym-*



Ryc. 36. Żebrowiec górski *Pleurospermum austriacum* w runie świetlistej dąbrowy
Fig. 36. *Pleurospermum austriacum* in the xerothermic oakwood

Fot. S. Michalik

bosum, *Laserpitium latifolium*, *Viola collina*, *Cimicifuga europaea*, *Crepis praemorsa*. Szereg z nich jest natomiast w południowej Polsce częstym składnikiem ciepłolubnych zarośli *Peucedano cervariae-Coryletum* (Kozłowska 1923, 1928; Medwecka-Kornaś 1952; Medwecka-Kornaś, Kornaś 1963).

Z wymienionych wyżej gatunków *Chrysanthemum corymbosum* jest pospolite w świetlistych dąbrowach na terenie Czechosłowacji (Mráz 1958; Neuhäusl, Neuhäuslova-Novotna 1968), rzadko występuje również w tym zespole w południowych Niemczech (Oberdorfer 1957). Także *Rosa gallica*, *Viola collina* i *Crepis praemorsa* rosną, choć bardzo rzadko, w świetlistych dąbrowach Czechosłowacji (Mráz l.c.; Neuhäusl, Neuhäuslova-Novotna l.c.).

Swoistą cechą dąbrowy z Wyżyny Małopolskiej jest również występowanie niektórych rzadkich w Polsce poza górami gatunków (Szafer 1930), jak *Pleurospermum austriacum* (ryc. 36), *Aconitum variegatum* i *Bupleurum longifolium*. Dwa ostatnie gatunki rosną także, choć rzadko, w *Potentillo-Quercetum* w Czechosłowacji, np. na wyżynie koło Pilzna (Mráz 1958).

Mimo że opis świetlistej dąbrowy z okolicy Książa Wielkiego oparty jest na szczupłym materiale (18 zdjęć fitosocjologicznych z terenu tylko jednego leśnictwa), już na tej podstawie można stwierdzić, że zbiorowisko to przedstawia odrębną od dotychczas opisanych, szczególnie bogatą w gatunki kserotermiczne jednostkę w obrębie zespołu *Potentillo-Quercetum*. Tą cechą, a także i obecnością szeregu gatunków południowych, których brak w płatach tego zespołu położonych bardziej na północ, badane zbiorowisko zbliża się do świetlistej dąbrowy z terenu Czechosłowacji, a także nawiązuje do dąbrowy podolskiej *Quercetum podolicum*. Zasluguje więc na wyodrębnienie w randze podzespołu, dla którego właściwą wydaje się nazwa *Potentillo albae-Quercetum rosetosum gallicae*, pochodząca od róży francuskiej, jednej z najpiękniejszych roślin tego zbiorowiska. Ogólny zasięg tego gatunku, południowo-śródziemnomorsko-oceaniczny (Meusel, Jäger, Weimert 1965), podkreśla południowy charakter wyróżnionego podzespołu. Z pozostałych gatunków wartość wyróżniającą posiadają: *Euphorbia angulata*, *Chrysanthemum corymbosum* (lokalnie na terenie Polski), *Adenophora liliifolia*, *Aconitum variegatum*, *Bupleurum longifolium*, *Laserpitium latifolium*, *Viola collina*, *Cimicifuga europaea* i *Crepis praemorsa*.

Świetlista dąbrowa na terenie leśnictwa Chrusty wykazuje pewne zróżnicowanie florystyczne, wywołane prawdopodobnie niejednakową wilgotnością podłoża (tab. III). W związku z tym można wyróżnić dwa jej

warianty. Wariant wilgotniejszy z *Astrantia major* charakteryzuje się występowaniem licznych gatunków łąkowych, np. *Angelica silvestris*, *Selinum carvifolia*, *Alchemilla micans*, *Deschampsia caespitosa*, *Trollius europaeus* i kilka innych. Wariant suchszy cechuje natomiast występowanie *Cytisus ruthenicus* i *Rhamnus cathartica*.

Na powierzchni badawczej reprezentowane były oba warianty (zdjęcia 2, 3, 12, 13 w tabl. III), przy czym większy obszar zajmował wariant z *Cytisus ruthenicus*.

Zakład Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk, Kraków.

PIŚMIENNICTWO

Assmann E. 1968. Nauka o produktyjności lasu. Państw. Wyd. Roln. i Leśne, Warszawa.

Bazilevič N. I., Drozdov A. V., Rodin L. E. 1968. Produktivnost' ras-titiel'nogo pokrova Zemli, obščye zakonomernosti razmješćenija i svjaz' s faktorami klimata. *Žurn. obšč. biol.* **29**, 3: 261—271

Bednarek B., Myczkowski S. (rkps). Rezerwat częściowy „Lipny Dół”. Plan urządzenia gospodarstwa rezerwatowego na okres 1957/1958 do 1966/1967.

Billings W. D., Bliss L. C. 1959. An alpine snowbank environment and its effects on vegetation, plant development, and productivity. *Ecology* **40**, 3: 388—397.

Bliss L. C. 1962. Net primary production of tundra ecosystems. W: Die Stoffproduktion der Pflanzendecke, red. H. Lieth. G. Fischer Verlag, Stuttgart.

Bray J. R. 1963. Root production and the estimation of net productivity. *Canad. J. Bot.* **41**, 1: 65—72.

Bray J. R., Lawrence D. B., Pearson L. C. 1959. Primary production in some Minnesota terrestrial communities for 1957. *Oikos* **10**, 1: 38—49.

Celiński F. 1953. Czynniki glebowe a roślinność kserotermiczna Wielkopolskiego Parku Narodowego pod Poznaniem. *Prace monogr. nad Przyr. Wielkop. P. N.* **2**, 8: 191—251.

Chodzicki E. 1947. Krainy, dzielnice i obwody leśno-fizjograficzne południowo-zachodniej Polski. *Sylvan* **91**, 1—4: 32—82.

Czuraj M., Radwański B., Strzemeski S. 1966. Tablice miąższości drzew stojących. Państw. Wyd. Roln. i Leśne, Warszawa.

Dal'man R. (Dahlman R.) 1968. Kornevaja produkcija i uglerodnyj obmen v sisteme korni — počva v ekosisteme vysokozlakovyh prerij. W: Metody izučenija produktivnosti kornevych sistem i organizmov rizosfery. Międzynarodnyj simpozium 28. avgusta — 12. sentjabrja 1968, red. Rodin L. E. Nauka, Leningrad.

Dahlman R. C., Kucera C. L. 1965. Root productivity and turnover in native prairie. *Ecology* **46**, 1/2: 84—89.

Dąbrowski M. J. 1953. Badania nad biomasa runa prowadzone przez Filię Instytutu Badawczego Leśnictwa w Białowieży. (The studies on the biomass of field-stratum carried on by the branch of IBL at Białowieża). *Ekol. pol.* **1**, 1: 45—56.

Dąbrowski M. J. 1956. Rozkład ilościowy oraz frekwencja gatunków w warstwie runa (Numerical distribution and occurrence of the species comprising the ground vegetation). *Ekol. pol. ser. A*, **4**, 12: 349—376.

Dyne G. M. van, Vogel W. G., Fisser H. G. 1963. Influence of small plot size and shape on range herbage production estimates. *Ecology* **44**, 4: 746—759.

Ellenberg H. 1963. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. E. Ulmer, Stuttgart.

Ellenberg H., Ovington J. D. 1964. Produktions-Ökologie von Land-Lebensgemeinschaften im Rahmen des Internationalen Biologischen Programmes. *Berichte des Geobot. Inst. d. Eidg. Techn. Hochschule Stiftung Rübel* **35**: 14—40.

Falińska K. 1968. Preliminary studies on seed production in the herb layer of the *Quercus-Carpinetum* association. (Wstępne badania produkcji nasion w warstwie runa lasu grądowego). *Ekol. pol. ser. A*, **16**, 19: 395—409.

Falińska K. 1969. Z dorobku Międzynarodowego Programu Biologicznego w Polsce *Wszczęświat* **1** (2005): 5—8.

Flis J. 1956. Szkic fizyczno-geograficzny Niecki Nidziańskiej. *Czasop. geogr.* 27, 2: 123—159.

Gawłowska J. (rękopis). Badania nad gatunkami rodzaju *Veratrum* i koniecznością ich ochrony.

Goedewaagen M. A. J., Schurman J. J. 1950. Wortelproductie op bouwren grassland als bron van organische stof in de grond. *Landb. Tijdschr.* 62, 6: 469—482.

Golubev V. N. 1963. K metodike opredelenija absoljutnoj produktivnosti nadzemnoj časti trawjanogo pokrova lugovoj stepi. *Bot. žurn.* 48, 9: 1338—1345.

Grodziński W., Sawicka-Kapusta K. (rękopis). Caloric values of tree-seeds eaten by rodents.

Gumiński R. 1950. Ważniejsze elementy klimatu rolniczego Polski południowo-wschodniej. *Wiadom. Staż. hydrol.* 3, 1: 57—113.

Holub J. 1962. Taxonomische Studie über die tschechoslovakischen Arten der Gattung *Avenochloa* Holub. *Acta Musei Nation.* 17 B, 5: 189—244.

Iwaki H., Modorikawa B. (Iwaki H., Modorikawa B.) 1968. Principy opredelenija produkcji kornej u trawjanistych mnogoletnikow. W: Metody izučenija produktivnosti kornevych sistem i organizmow rizosfery. Międzynarodowy symposium 28. avgusta — 12. sentiabrja 1968, red. Rodin L. E. Nauka, Leningrad.

Izdebska M. 1959. Badania fitosocjologiczne w lasach leśnictwa Zemborzyce (Geobotanische Untersuchungen in den Waldbeständen der Försterei Zemborzyce). *Ann. UMCS, sec. C*, 13, 9: 143—163.

Izdebski K. 1959. Wstępne badania nad ekologią i rozmieszczeniem dębu szypułkowego (*Quercus robur*) w Polsce (Preliminary investigations on the ecology and distribution of the oak *Quercus robur* L. in Poland). *Ann. UMCS sec. C*, 11, 12: 415—506.

Izdebski K. 1962. Grądy na Roztoczu Środkowym (Forest communities of the class *Querceto-Fagetea* in Central Roztocze). *Ekol. pol. ser. A*, 10, 18: 523—584.

Jankowska K. 1967. Sezonowe zmiany roślinności i produkcja pierwotna netto w płacie łąki *Arrhenatheretum elatioris* (Seasonal changes of vegetation and net primary production on the fresh meadow *Arrhenatheretum elatioris*). *Studia Naturae ser. A*, 1: 153—173.

Jankowska K. 1968. Methods for the estimation of the disappearance rate of dead plant parts as a basis for estimation of net primary production. W: Contributions from the meeting on primary productivity, Kraków, April 1967. IBP, Polish National Committee, Working Group on Primary Productivity — PT Section. 1: 14—20.

Juraszek H. 1928. Pflanzensoziologische Studien über die Dünen bei Warschau. *Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. B*: 565—610.

Karkanis M. 1968. Decomposition rate of dead plants and meadow hay, and the influence of mineralization of this material on the soil. W: Contributions from the meeting on primary productivity. Kraków, April 1967. IBP, Polish National Committee, Working Group on Primary Productivity-PT Section. 1: 43—51.

Kaźmierczak T. 1968. Nowe stanowisko jelonika rogacza na Wyżynie Małopolskiej (New localities of the stag beetle in the Minor Polish Upland). *Chrońmy Przyr. ojcz.* 24, 3: 20—23.

Kaźmierczakowa R. 1967. Runo lasu bukowego *Fagetum carpaticum*, jego fenologia i ekologia produkcji pierwotnej (Ecology of primary production and phenology of the beech stand *Fagetum carpaticum* ground flora). *Studia Naturae ser. A*, 1: 95—114.

Kaźmierczakowa R. 1968. „Kwiatówka” — rezerwat świetlistej dąbrowy na Wyżynie Małopolskiej (The nature reserve „Kwiatówka” safeguarding open oak stands in the Minor Polish Upland). *Chrońmy Przyr. ojcz.* 24, 3: 13—19.

Kępczyński K. 1965. Szata roślinna Wysoczyzny Dobrzyńskiej. Uniwersytet M. Kopernika, Toruń.

Klimaszewski M. 1946. Podział morfologiczny południowej Polski. *Czasop. geogr.* **17**: 133—182.

Kostrowicki A. S. 1966. Stosunki biogeograficzne. W: *Studia geograficzne w powiecie pińczowskim*, red. J. Kondracki. *Prace geogr.* **47**: 115—163.

Kotańska M. 1967. Biomass dynamics of underground plant organs in some grassland communities of the Ojców National Park. *Bull. de l'Acad. Polon. des Sc.*, Cl. II, Sér. des sc. biol. **15**, 10: 625—631.

Kozłowska A. 1923. Stosunki geobotaniczne ziemi Miechowskiej. *Spraw. Kom. Fizjogr. PAU* **57**: 1—68.

Kozłowska A. 1928. Etudes phyto-sociologiques sur la végétation des roches du plateau de la Petite-Pologne. *Bull. Acad. Polon. Sc.*, Sér. B. Suppl. II: 1—56.

Krotoska T. 1953. Zespoły leśne Parku Natury w Promnie pod Poznaniem. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Wyd. Mat.-przyr. *Prace Kom. Biol.* **14**, 3: 63—114.

Krzysik F. 1957. Nauka o drewnie. Państw. Wyd. Roln. i Leśne, Warszawa.

Kucera C. L., Dahlgren R. C., Koelling M. R. 1967. Total net productivity and turnover on an energy basis for tallgrass prairie. *Ecology* **48**, 4: 536—541.

Lavrenko E. M. 1955. Ob izučenii produktivnosti nazemnogo rastitel'nogo pokrova. *Bot. žurn.* **40**, 3: 339—346.

Lavrenko E. M., Andreev V. N., Leont'ev V. L. 1955. Profil' produktivnosti nazemnoj časti prirodnoho rastitel'nogo pokrova SSSR ot tundr k pustynjam. *Bot. žurn.* **40**, 3: 415—419.

Libbert W. 1933. Die Vegetationseinheiten der Neumärkischen Staubeckenlandschaft. *Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb.* **74**, 3: 229—348.

Lieth H. 1962. (red.) Die Stoffproduktion der Pflanzendecke. G. Fischer Verlag, Stuttgart.

Lieth H. 1968. The determination of plant dry-matter production with special emphasis on the underground parts. Natural Resources Research V. Functioning of terrestrial ecosystems at the primary production level. Proceedings of the Copenhagen Symposium. U. N. Educational, Scientific and Cultural Organization, Liège.

Lityński T., Jurkowska H., Gorlach E. 1962. Analiza chemiczno-rolnicza. Państw. Wyd. Nauk. Warszawa.

Łomnicki A., Bandoła E. 1967. Szybkość znikania martwych części roślin jako podstawa oceny produkcji pierwotnej netto (Disappearance rate of dead plant material as a basis for net primary productivity estimation). *Studia Naturae* ser. A, **1**: 19—23.

Łomnicki A., Bandoła E., Jankowska K. 1968. Modification of the Wiegert-Evans method for estimation of net primary production. *Ecology* **49**, 1: 147—149.

Łukasiewicz A. 1962. Morfologiczno-rozwojowe typy bylin (Morphologic development types of perennials). Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Wyd. Mat.-przyr. *Prace Kom. Biol.* **27**, 1: 3—398.

Łukasiewicz A. 1967. Rytmyka rozwojowa bylin ze szczególnym uwzględnieniem organów nadziemnych (Developmental rhythmicity in perennials with particular reference to subterranean organs). Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Wyd. Mat.-przyr. *Prace Kom. Biol.* **31**, 6: 1—155.

Mackiewicz M. 1953. Rozkład przestrzenny insulacji w Polsce. *Przegląd meteor. i hydroł.* **1/2**: 5—15.

Matuszkiewicz A. 1955. Stanowisko systematyczne i tendencje rozwojowe dąbrów białowiejskich (La situation systématique et les tendances d'évolution des chênaies de Białowieża). *Acta Soc. Bot. Pol.* **24**, 2: 459—494.

Matuszkiewicz W., Matuszkiewicz A. 1956 a. Materiały do fitosocjologicznej systematyki ciepłolubnych dąbrów w Polsce (Zur Systematik der *Quercetalia pubescentis*-Gesellschaften in Polen). *Acta Soc. Bot. Pol.* **25**, 1: 27—72.

Matuszkiewicz W., Matuszkiewicz A. 1956 b. Pflanzensoziologische Untersuchungen im Forstrevier „Ruda” bei Puławy (Polen) (Badania fitosocjologiczne w leśnictwie „Ruda” w Puławach). *Acta Soc. Bot. Pol.* **25**, 2: 331—400.

Medwecka-Kornaś A. 1952. Zespoły leśne Jury Krakowskiej (Les associations forestières du Jura Cracovien). *Ochr. Przyr.* **20**: 133—236.

Medwecka-Kornaś A. 1965. Zagadnienia botaniczne w Międzynarodowym Programie Biologicznym. *Wiad. bot.* **9**, 1: 3—13.

Medwecka-Kornaś A., Kornaś J. 1963. Mapa zbiorowisk roślinnych Ojcowskiego Parku Narodowego (The vegetation map of the Ojców National Park). *Ochr. Przyr.* **29**: 17—87.

Meusel H., Jäger E., Weinert E., 1965. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. G. Fischer Verlag, Jena.

Milata W. 1953. Liczba dni z mrozem w Polsce. *Przepl. geogr.* **23**: 123—126.

Mowszowicz J., Hereźniak J., Olaczek R., Urbanek H. 1963. Rezerwat modrzewia polskiego Trębaczew (La réserve de mélèzes polonais à Trębaczew). Łódzkie Tow. Nauk. *Prace Wyd. III Nauk Mat.-przyr.* **94**: 1—99.

Mráz K. 1958. Beitrag zur Kenntnis der Stellung des *Potentillo-Quercetum*. *Arch. Forstwes.* **7**, 9: 703—728.

Musierowicz A., Uggla H. 1964. Gleboznawstwo leśne ogólne. Państw. Wyd. Roln. i Leśne, Warszawa.

Myczkowski S. 1967. Skład florystyczny, struktura i produktywność roślinności drzewiastej płatu *Fagetum carpaticum* (Floristic composition, structure, and productivity of woody plants in a beech stand *Fagetum carpaticum*). *Studia Naturae* ser. A, **1**: 61—93.

Myczkowski S., Lesiński J. 1969. Sukcesja drzew w rezerwacie leśnym „Lipny Dół” na Wyżynie Małopolskiej. Tree succession in the forest preserve „Lipny Dół” on Małopolska Highland during years 1957—1967. *Sylvan* **113**, 1: 15—23.

Neuhäusl R., Neuhäuslová-Novotná Z. 1968. Mesophile und sub-xerophile Waldgesellschaften Mittelböhmens. *Folia geobot. phytotax.* **3**: 225—273.

Newbould P. J. 1967. Methods for estimating the primary production of forest. IBP Handbook **2**. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh.

Oberdorfer E. 1957. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziologie **10**. G. Fischer Verlag, Jena.

Odum E. P. 1960. Organic production and turnover in old field succession. *Ecology* **41**, 1: 34—49.

Odum E. P. 1963. Podstawy ekologii. Państw. Wydawn. Roln. i Leśne, Warszawa.

Ovington J. D. 1962 a. Outline of general procedure to determine organic reproduction of woodlands (powielone).

Ovington J. D. 1962 b. Quantitative ecology and the woodland ecosystem concept. W: *Advances in ecological research*, **1**: 103—181, J. B. Cragg, Academic Press, London and New York.

Ovington J. D., Heitkamp D., Lawrence D. B. 1963. Plant biomass and productivity of prairie, savanna, oakwood and maize field ecosystems in central Minnesota. *Ecology* **44**, 1: 52—63.

Pawłowski B., Medwecka-Kornaś A., Kornaś J. 1959. Przegląd zbiorowisk roślinnych łądowych i słodkowodnych. W: Szata roślinna Polski, T. II, red. W. Szafer. Państw. Wyd. Nauk., Warszawa.

Petrusewicz K. 1963. Międzynarodowy Program Biologiczny. *Kosmos ser. A*, **62**: 233—239.

Pieślak Z. 1955. O przymrozkach w Polsce. *Wiad. Służ. hydroł.* **3**, **5**: 425—434.

PIHM 1955—1963. Opady atmosferyczne. Wydawn. Kart. i Łączn., Warszawa.

PIHM 1955—1962. Rocznik Meteorologiczny. Wydawn. Kart. i Łączn., Warszawa.

Piotrowska H. 1950. Materiały do znajomości szaty leśnej Wielkopolskiego Parku Narodowego (Matériaux relatifs à la connaissance des associations forestières du Parc National en Grande Pologne près de Poznań). *Prace monogr. nad Przyr. Wielkop.* **P. N. 2**, **5**: 111—141.

Preisling E. 1943. Die Waldgesellschaften des Warthe- u. Weichsellandes. Arbeiten aus der Zentralstelle für Vegetationskartierung des Reiches (powielone).

Prusinkiewicz Z., Kowalkowski A. 1964. Studia gleboznawcze w Białowiejskim Parku Narodowym (Pedological studies in the Białowieża National Park). *Rocz. glebozn.* **14**, **2**: 161—305.

Radłowska C. 1966. Z geomorfologii okolic Pińczowa. W: Studia geograficzne w powiecie pińczowskim, red. J. Kondracki. *Prace geogr.* **47**: 17—37.

Rajchel R. 1965. Produktivność pierwotna netto runa w dwóch zespołach leśnych Ojcowskiego Parku Narodowego (Net primary productivity of the herb layer in two forest associations of the Ojców National Park — southern Poland). *Fragm. flor. et geobot.* **11**, **1**: 121—150.

Rappe G. 1963. A yearly rhythm in production capacity of gramineous plants. A. II. Experiments on field plots. *Oikos* **14**, **2**: 224—236.

Remezov N. P., Rodin L. E., Bazilevič N. I. 1963. Metodické uka-zaniya k izučeniju biologiczeskogo krugovorota zol'nyh veščestv i azota nazemnyh rastitel'nyh soobščestv v osnovnyh prirodnyh zonach umerennogo pojasa. *Bot. zurn.* **48**, **6**: 869—877.

Rodin L. E. (red.) 1968. Metody izučenija produktivnosti kornevyh sistem i organizmow rizosfery. Meždunarodnyj simpozium 28. avgusta — 12. sentjabrja 1968. Nauka, Leningrad.

Rodin L. E., Bazilevič N. I. 1965. Dinamika organičeskogo veščestva i biologiczeskij krugovorot v osnovnyh tipach rastitel'nosti. Nauka, Moskva—Leningrad.

Romer E. 1949. Regiony klimatyczne Polski. *Prace Wrocl. Tow. Nauk. ser. B*, **16**: 1—26.

Schmuck A. 1959. Zarys klimatologii Polski. Państw. Wyd. Nauk., Warszawa.

Schwappach A. (bez daty). Tablice zamożności drzewostanów ważniejszych rodzajów drzew leśnych (bez wydawcy i miejsca wydania).

Smirnova O. V. 1966. Ritm rosta kornevyh sistem nekotorych travjanistyh rastenij dubrav. *Bjulleten' Mosk. Obsč. Isp. Prirody. Otd. biol.* **71**, **2**: 54—63.

Sočava V. B., Lipatova V. V., Gorskova A. A. 1962. Opyt učeta polnoj produktivnosti nadzemnoj časti travjanogo pokrova. *Bot. zurn.* **47**, **4**: 473—488.

Sokołowski A. W. 1963. Zespoły leśne południowo-wschodniej części Niziny Mazowiecko-Podlaskiej. (Deutsche Zusammenfassung.) *Mon. bot.* **16**: 1—176.

Stenz E. 1952. Zachmurzenie Polski. *Przegl. meteorol.* **1/2**: 69—71.

Strzemiński M. 1954 a. Gleby województwa kieleckiego. *Przegl. geogr.* **24**, **1**: 47—65.

Strzemiński M. 1954 b. Gleby województwa krakowskiego. *Przegl. geogr.* **24**, **4**: 54—101.

Sukačev V. N., Dylis N. V. (red.) 1966. Programma i metodika biogeoceno-logiczeskich issledowanij. Nauka, Moskva.

Szafer W. 1930. Element górski we florze niżu polskiego (The mountain element in the flora of the Polish plain). *Rozpr. Wydz. Mat.-przyr. PAU*, 69 (ser. III, 29), dz. B, 3: 1—151.

Szafer W. 1935. Las i step na zachodnim Podolu (The Forest and the steppe in West Podolia). *Rozpr. Wydz. Mat.-przyr. PAU* 71, (ser. III, 31), dz. B, 2: 31—154.

Szafer W. 1964. Ogólna geografia roślin. Państw. Wydawn. Nauk., Warszawa.

Szynał T. 1963. Ogólna analiza florystyczno-ekologiczna zespołów roślinnych Nadleśnictwa Kosobudy na Roztoczu Środkowym (A general floristic and ecological analysis of plant associations of the forest district Kosobudy in Central Roztocze). *Ann. UMCS*, sec. C, 17, 11: 363—426.

Traczyk H., Traczyk T. 1967. Tentative estimation of the production of herb layer (Próba oceny produkcji runa leśnego). *Ekol. pol.* ser. A, 15, 46: 832—835.

Traczyk T. 1962. Próba podsumowania badań nad ekologicznym zróżnicowaniem łąk w Polsce (Essai d'une synthèse des élaborations sur la différentiation des *Quercus-Carpinetum* en Pologne). *Acta Soc. Bot. Pol.* 31, 4: 621—635.

Traczyk T. 1967 a. Propozycja nowego sposobu oceny produkcji runa (A proposed new way of estimating the production of the forest herb layer). *Ekol. pol.* ser. B, 13, 3: 241—247.

Traczyk T. 1967 b. Studies on herb layer production estimate and the size of plant fall (Badania nad oceną produkcji runa i wielkością opadu roślinnego). *Ekol. pol.* ser. A, 15, 47: 837—867.

Traczyk T. 1968. Studies on the primary production in meadow community (Badania nad produkcją pierwotną zbiorowiska łąkowego). *Ekol. pol.* ser. A, 16, 2: 59—100.

Throughton A. 1951. Studies on the roots and storage organs of herbage plants. *J. Brit. Grassl. Soc.* 6, 4: 197—206.

Vestlejk D. F. (Westlake D. F.) 1968. Metody opredelenija godičnoj produkcii bolotnych rastenij s mošnymi korneviščami. W: Metody izučenija produktivnosti kornevyh sistem i organizmov nizosfery. Meždunarodnyj simpozium 28. avgusta — 12. sentjabrja 1968, red. Rodin L. E. Nauka, Leningrad.

Wiegert R. G. 1962. The selection of an optimum quadrat size for standing crop of grasses and forbs. *Ecology* 43, 1: 125—129.

Wiegert R. G., Evans F. C. 1964. Primary production and the disappearance of dead vegetation on an old field in southeastern Michigan. *Ecology* 45, 1: 49—63.

Wiszniewski W. 1953. Atlas opadów atmosferycznych w Polsce w latach 1891—1930. PIHM, Warszawa.

Witkamp M., Olson J. S. 1963. Breakdown of confined and nonconfined oak litter. *Oikos* 14, 2: 138—147.

Wittich W. 1943. Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit Mullzustand. *Forstarchiv* 19, 1/2: 1—18.

Wojterscy H. T. 1953. Roślinność Dziewiczej Góry pod Poznaniem. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Wydz. Mat.-przyr. *Prace Kom. Biol.* 14: 115—240.

Wojterski T. 1960. Lasy liściaste dorzecza Mogilnicy w zachodniej Wielkopolsce (Deciduous forests in the river-basin of the Mogilnica in the western part of Great Poland). Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Wydz. Mat.-przyr. *Prace Kom. Biol.* 23, 3: 1—231.

Zapałowicz H. 1906. Conspectus florae Galliciae criticus. Akademia Umiejętności, Kraków.

SUMMARY

I. Introduction

The present paper is the result of ecological investigations carried out in the years 1965—1967 in two study areas: a xerothermic oakwood *Potentillo albae-Quercetum* and a mesic, mixed deciduous lime-hornbeam forest — *Tilio-Carpinetum stachyetosum silvaticae*.

The aim of the study was to get knowledge about the dynamics of biomass and values of net production of the forest ground flora in natural communities, not disturbed by human interference, but also to test and compare several methods employed in such investigations, with special attention given to above-ground parts of plants.

The present work was initiated in connection with the International Biological Programme aimed, amongst others, at cognition of the dynamics of plant communities, as a basis for their protection and rational management.

The work discussed was done under the advice of Prof. Dr. A. Medwecka-Kornaś, and I want to express here my sincere gratitude for her constant help and interest in the study.

II. General description of the study area

Localization of the reserves investigated and geomorphology of the Wodzisław Ridge. The forest areas selected for the study were situated in the reserves Kwiatówka and Lipny Dół in the forest district Chrusty near Książ Wielki (Miechów county). The forest complex Chrusty covers a slightly inclined elevation of the Wodzisław Ridge situated in the region of the Nida Basin (Małopolska Upland). The ridge is composed of limestone-marl formations of the Upper Cretaceous, covered with loess in its southern part.

Climate of the Wodzisław Ridge. The climate of this region has some continental features, and shows also thermal privilege in relation to adjacent areas. The sum of direct insolation reaches here 60 kcal/cm²/year and mean annual precipitation is 613 mm. The majority of precipitation occurs in the summer period (Table I). The mean annual temperature for 40 years reads 7.3°C (Table II). During the study period 1965—1967 mean annual precipitation was 774 mm and mean annual temperature 7.7°C (Fig. 2).

Forest vegetation of the complex Chrusty near Książ Wielki. In the area of Chrusty grow mainly natural deciduous forests: xerothermic oakwood *Potentillo albae-Quercetum* and lime-hornbeam forest *Tilio-Carpinetum* as well as mixed acidophilous oak-pine forest *Pino-Quercetum*. Large areas are covered by young woods. The forests (excepting the reserves) are economically exploited using the method of strip cutting.

III. Description of the study sites

The Kwiatówka reserve — study area in xerothermic oakwood. The site covered 0.5 ha of forest in the central part of the Kwiatówka reserve, nearly flat, slightly inclined towards NE (Fig. 1). The tree stand is of uniform age (Fig. 3), about 100 years old, consisting of *Quercus robur* and *Q. sessilis*, admixed with a small part of pine (Fig. 4). The mean height of trees is about 25 m, DBH 30 cm, and crown density 65 % (Fig. 5). The layer of undergrowth, consisting mainly of *Corylus avellana*, is rather thin. The ground flora is luxuriant and rich in species (Fig. 6), its cover is 95 % (Tab. III, records 2, 3, 12, and 13¹).

¹ Table III is attached by a band to the back cover.

From amongst plants of the ground flora one may distinguish several ecological groups: xerothermic forest plants (e.g. *Calamintha clinopodium*, *Lathyrus niger*, *Potentilla alba*), plants of xerothermic grasslands (e.g. *Brachypodium pinnatum*, *Filipendula hexapetala*), mezophilous forest plants (e.g. *Lathyrus vernus*, *Melampyrum nemorosum*) and also plants from moist meadows (e.g. *Betonica officinalis*, *Serratula tinctoria*).

The stand investigated in the Kwiatówka reserve represents an interesting and hitherto not described sub-association of the xerothermic oakwood *Potentilla albae-Quercetum rosetosum*. Its more detailed phytosociological analysis is given in p-t X of this summary.

The Lipny Dół reserve — study area in lime-hornbeam forest. The second study site measuring 0.125 ha was situated in the reserve Lipny Dół (Fig. 1), in a many-species deciduous forest on the flat bottom of a small ravine. The uniformly aged, about 100 years old tree stand (Fig. 7) consists mainly of *Tilia cordata* and *Carpinus betulus* with admixed *Quercus robur*, *Acer pseudoplatanus* and *A. platanoides*. The height of trees is between 22 and 26 m, their DBH 22 to 30 cm, and the density of crowns 90 to 95 % (Fig. 8). The shrub layer is insignificantly developed, while the ground flora is abundant reaching a cover of 90 % (Figs. 9, 10). This forest belongs to the moist sub-association of the lime-hornbeam forest *Tilio-Carpinetum stachyetosum silvaticae*. Its full floristical composition is shown in Table IV.

The soils of the study areas¹. The xerothermic oakwood in the study site in the reserve Kwiatówka grows in shallow, brown, acid soil about 40 cm deep. In deeper layers appear loamy shales. The upper soil layers consist of medium heavy clay; deeper one of heavy clay (cf. soil profiles No. 1 and 2 in Table V). The great content of humus and the high ratio of carbon to nitrogen (about 20 : 1) prove the rather low biological activity of the soil.

The lime-hornbeam forest grows on a slightly acid, brown, loamy soil, a depth reaching 1 m. Its biological activity is rather high (profiles No. 5 and 6, Table V). Soil material was partly deposited from the adjacent slopes.

Changes in the actual humidity on both sites during the year are shown in Figs. 11 and 12 and Table VI. The soil of the xerothermic oakwood showed great oscillations of humidity during the year, whereas the soil of the lime-hornbeam forest was always very moist.

IV. Methods of ecological investigations

Investigations of dynamics and production of the ground flora. Above-ground plant parts of the ground flora and litter were collected from each of the sites investigated in intervals of 30 to 50 days from 25 circular sample plots of 625 cm² each, distributed systematically. The material collected was divided into live and dead plant parts of the ground flora, leaf litter and tree seeds. The live plant parts were divided according to species, the number of shoots within each species was counted and their phenological stage, as well as the number of blossoming and fructifying shoots, noted. The material collected was then dried to constant weight at a temperature of 85°C.

Underground plant parts were collected three times, taking in each of the communities investigated 10 cylindrical monoliths of soil down to a depth of 15 cm, which at the same time covered a surface of 330 cm² each. The appropriate depth of soil samples was determined taking and analysing by layers 3 monoliths of soil representing a surface of 625 cm² and depth of 40 cm each, from each of the two

¹ Soil analyses were done by Dr. M. Karkanis.

study sites. The roots were washed out on sieves with a mesh of 1.0 and 0.25 mm. The root systems of plants from the ground flora were divided from tree roots and separated into storing organs and roots.

The rate of disappearance of dead plant parts in xerothermic oakwood was calculated on hand of pairs of twin sample plots using the method described by Wiegert and Evans (1964), in lime-hornbeam forest, however, on hand of the disappearance of matter from samples of dead plant parts periodically distributed on the forest bottom.

Dead plant parts were collected several times during the year in the investigation area and were then dried to air-dry matter. From this were made up 10 samples of 1 g each. The samples were marked by coloured silk thread and put out in the investigation area over a period of 20 to 40 days. From the difference in mass calculated was then the rate of disappearance of the plant material. The rate of disappearance in winter and in early spring was calculated in both communities from differences in the amount of dead plant parts, collected in samples obtained for the estimation of the amount of above ground parts and litter.

Investigations of stock and production of the tree stand. In both study sites were measured: the DBH of trees, their height, and increment during the last 5-years, using for the latter a Pressler's drill. The volume of trunks was calculated after Tables by Czuraĵ, Radwański and Strzemeński (1966). The current increment in the volume of trunks was calculated on hand of the 5-year increment of DBH, and the increment in height, with help of Schwappach's Tables (no date). The increment in the volume of branches was calculated after Tables by Czuraĵ a.o. (l.c.)¹. The production of tree leaves and blossom, as well as tree seeds was evaluated on hand of the number of these elements collected together with samples of the ground flora.

V. The phenology of plants and dynamics of the biomass of the ground flora

The ground flora of xerothermic oak wood. At the beginning of the growing period, the turn of March into April, the mass of live plant parts of the ground flora was only several grams per m² and the number of wintergreen shoots about 180 per m² (Figs. 13 and 14). During the spring the mass and number of shoots increased very fast. The maximal number of about 800 shoots per m² was noted in June and the beginning of July. A high value of the biomass (80—90 g/m²) was maintained in this community from July to September. Dicotyledons reached their maximal biomass in July, and monocotyledons in September (Fig. 15). The share of individual species in the maximal standing crop of the ground flora is shown in Fig. 16. For some species the change of biomass and the number of shoots (in connection with phenology) is also shown (Fig. 17). In autumn the ground flora biomass diminished to values about 10 g/m² at the beginning of December, the number of shoots however increased as a result of the autumn increment.

The number of seedlings in the xerothermic oakwood (Fig. 13) was very small. Only three plant species reproduced here due exclusively to the sowing out of seeds, two of which (*Melampyrum*) were semiparasites.

The mass of dead plant parts of the ground flora in the xerothermic oakwood was significant all the year long. The greatest amount, more than 100 g/m² accumu-

¹ The dendrometrical analysis of the tree stand was done by Dr. R. Rieger and Dr. J. Lesiński.

² All data concerning biomass in units of dry matter.

lated at the beginning of winter; lowest values, about 55 g/m² occurred in June or July (Fig. 14).

Plants of the ground flora in oakwood are mostly perennials with widely developed root systems. The relation of the maximal standing crop of underground parts to above-ground plant parts was here 4.9 : 1. The amount of 98% of the standing crop of root systems of plants in the ground flora was concentrated in the soil layer of 0—15 cm, while the main part of these occurred in the layer 0—5 cm (Fig. 18). The maximal standing crop of root systems (417 g/m²) was observed at the end of April, the minimal (298 g/m²) at the beginning of December (Fig. 19); it was estimated that the biomass of roots surpassed the mass of storing organs (Fig. 20).

The ground flora of lime-hornbeam forest. Dynamics of the biomass and, to a lesser degree also the number of shoots of plants from the ground flora, showed in this community quite significant differences between the three years of the study (Figs. 21 and 22) caused by a massive occurrence of parasitic fungi on plants of the ground flora in 1967. In 1965 the biomass increased violently in the period from the end of March to May, reached its maximal values of 66 g/m² at the beginning of July, and maintained a high level up to September. Then it decreased quite fast, down to a value of 7 g at the beginning of December. Even before the beginning of the growing season there were about 200 green shoots per m² in this community. The maximal number of shoots occurred at the turn of April/May, there were 770 in 1965 and 650 in 1967 per m². Later the number of shoots decreased very fast and remained at a number of about 200—300 per m² in the period between July and December. In autumn developed young shoots for the next growing season. In spite of the quite large number of shoots in 1967, the maximal biomass of the ground flora amounted only to 27 g/m². Significantly reduced was the mass of mono- and dicotyledons (Figs. 23 and 24), but also the number of flowering and fructifying specimens.

The number of seedlings in the ground flora of lime-hornbeam forest was rather small. Largest numbers were observed in spring, but nearly all of these perished in summer.

The amount of dead plant parts of the ground flora in lime-hornbeam forest was small during all of the year; it increased only insignificantly at the beginning of winter (Fig. 21).

All the plants of the ground flora in the lime-hornbeam forest were perennials with only slightly developed root systems. The relation of the maximal mass of underground parts to above-ground parts of plants was 1.4 : 1. The plants were rooted rather shallow; in the layer 0—5 cm 94% of the mass of root systems was concentrated and not less than 98% were found to terminate within a depth of 15 cm (Fig. 25). The maximal standing crop of 93 g/m² was observed in October, the minimal, i.e. 65 g/m² in December (Fig. 19). Storing organs dominated in the biomass of root systems (Fig. 20).

VI. Ground flora production in the associations *Potentillo albae-Quercetum* and *Tilio-Carpinetum*

The production of above-ground parts. The production of above-ground parts of the ground flora was estimated using three methods: from the maximal crop of the entire layer omitting parts from the precedent years, from the sum of increment within individual species, and using Wiegert's and Evan's method (1964). The mass of lignified and wintergreen plant parts from the preceding years was very small in the xerothermic oakwood, whereas in the lime-hornbeam forest it amounted to about 3 g/m². In both communities occurred also a small mass of young plant parts (shoot-buds) already at the beginning of the

growing period. In the calculations, the last value was not subtracted from the maximal standing crop of the biomass, as such was more or less the mass of young shoots appearing in autumn, already after the maximal standing crop and belonging to the production of the season discussed. Thus, the production of the ground flora estimated on hand of the maximal crop reached in two study years 91 and 80 g/m² in xerothermic oakwood, and 63 and 24 g/m² in lime-hornbeam forest.

The production from the sum of increment within individual species was estimated after the maximal biomass of shoots within each species, as well as after their density evaluated on hand of collected ground flora samples (Tables VII and VIII). The production values estimated in this manner were higher by 30% in xerothermic oakwood and 60% in lime-hornbeam forest, than estimations obtained from the maximal crop (cf. Table XII).

The estimation of production using Wiegert-Evans method is based on the dynamics of live and dead plant parts and the rate of disappearance of dead plant material. The course of changes in the rate of disappearance in both communities was calculated after the formula (1) on p. 55, where W_0 and W_1 determine the amount of dead material at the beginning and end of period $t_1 - t_0$ expressed in days. The disappearance took place at a varying rate in both communities (Fig. 26), what was connected with the kind of material disintegrating (cf. Table IX) and different habitat conditions. The amount of dead material put out x_i was calculated after the formula (2) on p. 57, where a_{i-1} and a_i determine the amount of dead plant material at the beginning and end of the period t_i . The amount of disappearing matter d_i in time t_i was calculated after the formula (3), and the increment of live matter y_i after the formula (4), where Δb_i determines the difference between the amount of live plant parts at the end and beginning of the time period t_i , and Δa_i determines an analogical difference in the amount of dead parts. By summing up the values y_i from successive periods the production for the whole year was calculated (Tables X and XI; Figs. 27 and 28). The production was estimated also after the formula (5) on p. 58, where b_0 and b_n , and also a_0 and a_n determine the amount of live and dead plant parts at the beginning and end of the entire study period. The production values obtained using formula (4) and (5) were nearly identical. The production of the ground flora in the xerothermic oakwood during two study years was 232 and 220 g/m², and in the lime-hornbeam forest respectively 186 and 153 g/m². These values were significantly higher than the production estimated approximately using the two former methods (Table XII).

The production of underground parts. The production of underground parts of the ground flora was estimated from the difference between the maximal and minimal standing crop of biomass. This reached 119 g/m² in xerothermic oakwood and 29 g/m² in lime-hornbeam forest. The turnover rate was quite similar in both communities and amounted to about 30% annually (Table XIII).

Total production of the ground flora, caloric value and content of some chemical elements. The total production of above-ground parts (estimated after the Wiegert-Evans method) and underground parts of the ground flora in xerothermic oakwood was 346 g/m², i.e. $15.2 \cdot 10^6$ kcal/ha, and in lime-hornbeam forest (in conditions of undisturbed development) 214 g/m², i. e. $9.0 \cdot 10^6$ kcal/ha annually (cf. Table XIV). Above-ground plant parts of the ground flora in xerothermic oakwood transferred annually into the soil in way of decomposition 26 kg of nitrogen and 170 kg of elements contained in ash, in this amount 7 kg of phosphorus, 48 kg of potassium, and 14 kg of calcium per ha. In the lime-hornbeam forest the ground flora transferred into the soil 29 kg of nitrogen and nearly 200 kg of ash elements, in this amount 12 kg phosphorus, 93 kg potassium and 31 kg calcium per ha (cf. Table IX).

VII. The share of the ground flora in the biomass and production of entire forest ecosystems

The tree stand in xerothermic oakwood was in a age of intensive increment (Fig. 29) and produced annually 4.3 t/ha wood in its above-ground parts. The annual production of tree leaves was determined after maximal values of the litter collected from the forest bottom during the year, i.e. 2.4 t/ha (Fig. 30), as the disintegration of leafy litter lasts in this community about 1 year. The increment in roots was estimated on hand of data concerning above-ground parts of trees and coefficients obtained from other elaborations (Rodin, Bazilevič 1965, Bray 1963). It amounted to 1.4 t/ha annually. Thus the total annual production of the community was 11.6 t/ha, 30% of which was produced by the ground flora constituting in its period of maximal development about 1% of the biomass of the entire forest (Table XV, Fig. 34).

In the lime-hornbeam forest, the tree stand was already after the period of most intensive increment in wood (Figs. 31 and 32) and produced in its above-ground parts 4.9 t/ha annually. The production of leaves, estimated on hand of this year's leaf fall (as here the disintegration of litter took about 1.5—2 years), was 2.6 t/ha (Fig. 33). The production of roots, estimated similarly as in the former community, was 1.6 t/ha. The annual production of the entire forest calculated in this manner was 11.3 t/ha, 20% of which fell to the ground flora constituting only 0.7% of the biomass of this community (Table XV; Fig. 35).

Mean daily production in the growing season reached 5.5 g/m² in the xerothermic oakwood, and 5.4 g/m² in lime-hornbeam forest, but its mean value during the year 3.2 and 3.1 g/m² respectively.

VIII. An appreciation of the methods employed in view of data from literature

Methods employed in investigations of the production of above-ground parts. A comparison of results obtained using three methods shows, that largest values of production are obtained using the Wiegert-Evans method (Table XII). These figures are probably nearest to the real production values, as the Wiegert-Evans method takes into account the increment in the plant mass during the entire year. Also the method employed by Golubev (1963) gives results exceeding significantly the maximal crop. However, the Wiegert-Evans method may result in values higher as well as lower than real production, mainly as a result of difficulties in the estimation of the disappearance rate of dead plant material. Especially in communities with a small amount of dead plant parts errors in coupling pairs of identical sample plots may entail large discrepancies in calculated values of the disappearance rate. That is why in lime-hornbeam forest the rate of disappearance was calculated on hand of special samples put out for certain periods in the investigated site.

Methods employed in investigations of the production of underground parts. The values of production of root systems estimated on hand of the difference between the minimal and maximal observed standing crop of their biomass are doubtless quite significantly underestimated. An accurate estimation of production values of underground plant parts would probably require the employment of several mutually supplementing methods (cf. Newbould 1968, Rodin 1968).

IX. Comparison of study results to data of other authors

Investigations of changes in the biomass and of the production of the ground flora were done by many authors (Dąbrowski 1953; Sočava, Lipatova, Gorškova 1962; Rajchel 1965; Traczyk 1967; Kaźmierczakowa 1967,

a.o.), using most often the method of harvest of the maximal crop or that of evaluation of increment in individual species. The relation between the values obtained using these two methods and already published was similar as in the communities investigated.

The Wiegert-Evans method was usually used to investigate the meadow vegetation (Wiegert, Evans 1964; Jankowska 1967, 1968, Traczyk 1968), but also the forest ground flora (Każmierczakowa 1967). The relation of production estimated by this method to the maximal standing crop obtained in this elaboration remained within the values presented by other authors.

The turnover of underground organs of the ground flora layer approached closely values given for communities of herbaceous plants (Remezov, Rodin, Bazilevič 1963; Dahlman, Kucera 1965; Kotańska 1967).

The biomass and net production of the investigated forest communities, as well as the annual increment of assimilative organs were within the limits given by many authors for forests of the temperature zone (Lavrenko 1955; Lavrenko, Andreev, Leontev 1955; Ovington 1962; Odum 1963; Rodin, Bazilevič 1965; Bazilevič, Drozdov, Rodin 1968, a.o.).

Productions values of the ground flora layer and its share in the production of all the forest oscillate significantly depending on the community or even different plots of the same community. Compared to data of other authors (Ovington 1962; Rodin, Bazilevič 1965; Każmierczakowa 1967, a.o.), the ground flora of the sites investigated produced a considerable part of the annual forest production. Still greater may be the share of the ground flora in the production of mountain forests (Burger after Assmann 1968).

X. Discussion of the systematic state of the xerothermic oakwood *Potentillo albae-Quercetum* near Książ Wielki

The association of *Potentillo albae-Quercetum* was hitherto not known from the Małopolska Upland. In other parts of Poland it is quite widely distributed and split into a number of subassociations (Table XVI)¹. The oak forest near Książ Wielki on the Małopolska Upland is distinguished by its floristical richness (cf. Table III²), especially so by the occurrence of a number of xerothermic species lacking in other forest associations and also in other sub-associations of xerothermic oakwood in Poland, e.g. *Rosa gallica*, *Euphorbia angulata*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Laserpitium latifolium*. Several of these species grow in the xerothermic hazel scrub *Peucedano cervariae-Coryletum*. The species mentioned were considered as differential ones for the described sub-association *Potentillo-Quercetum rosetosum gallicae* (cf. Mráz 1958, Neuhäusl, Neuhäuslova-Nowotna 1968; Oberdorfer 1957, as well as Table XVI).

Within this sub-association exist two variants: the relatively fresh one with *Astrantia major* and great share of plants from the *Molinietalia* order, and the drier one with *Cytisus ruthenicus* (cf. Table III).

The Nature Conservation Research Centre of the Polish Academy of Sciences, Kraków.

Translated into English by William E. Rosenfeld.

¹ Table XVI is attached by a band to the back cover.

² Table III is attached by a band to the back cover.

Tabela XVI

Stołość gatunków uważanych za wyróżniające podzespoły w obrębie świetlistej dąbrowy *Potentillo albae-Quercetum* w Polsce
 Presence of species considered differential for the subassociations of xerothermic oakwood *Potentillo albae-Quercetum* in Poland

| Gatunki wyróżniające Differential species | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | o | p | r | s |
|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|---|----|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Gatunki wyróżniające podzespół <i>typicum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Differential species of the sub-association <i>typicum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Asperula tinctoria</i> | 2 | II | III | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Dianthus carthusianorum</i> | 1 | III | IV | III | I | . | . | I | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . |
| <i>Galium verum</i> | 2 | IV | V | V | II | I | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I |
| <i>Viola hirta</i> | 1 | II | II | . | I | . | . | . | 1 | . | . | . | . | I | . | I | . | I |
| <i>Vincetoxicum officinale</i> | 1 | V | V | II | I | I | . | I | . | . | . | I | I | II | I | II | . | II |
| <i>Campanula rotundifolia</i> | 3 | II | I | II | II | I | 1 | II | . | . | . | I | II | . | II | II | . | . |
| <i>Euphorbia cyparissias</i> | 3 | V | V | IV | I | . | . | II | . | . | I | I | . | . | II | II | . | . |
| <i>Festuca heterophylla</i> | 1 | I | III | IV | II | IV | 1 | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | V |
| <i>Pimpinella saxifraga</i> | 3 | IV | V | V | III | II | 2 | IV | 1 | 4 | I | V | II | . | II | II | . | . |
| <i>Achillea millefolium</i> | 3 | V | V | IV | II | I | 3 | IV | . | . | I | V | II | . | . | I | . | I |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> | 3 | IV | IV | III | IV | III | 2 | II | . | 4 | III | II | . | I | I | II | . | I |
| <i>Prunus spinosa</i> | 3 | III | IV | III | I | I | . | I | 1 | . | I | I | . | II | II | II | . | V |
| <i>Hieracium pilosella</i> | 2 | IV | IV | II | II | . | . | V | . | . | I | III | II | II | I | II | . | . |
| <i>Frangula alnus</i> | 3 | II | . | IV | III | III | 5 | II | . | 2 | V | V | V | V | IV | IV | . | IV |
| <i>Quercus sessilis</i> | 2 | V | IV | V | V | V | 4 | I | . | 1 | III | II | IV | . | V | III | . | V |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | 1 | . | . | II | I | II | 5 | I | . | . | I | II | I | V | II | II | . | II |
| <i>Hieracium murorum</i> | 4 | III | II | III | III | III | 4 | . | . | 3 | IV | IV | III | II | I | IV | . | IV |
| <i>Crataegus monogyna et oxyacantha</i> | 3 | II | III | IV | II | II | 4 | I | 1 | . | II | I | II | III | V | IV | . | V |
| <i>Brachypodium silvaticum</i> | 3 | I | II | IV | I | I | 1 | . | . | . | I | . | 1 | V | IV | III | . | V |
| Gatunki wyróżniające podzespół <i>galietosum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Differential species of the sub-association <i>galietosum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Calluna vulgaris</i> | . | II | . | II | II | . | . | . | . | 1 | I | IV | . | . | . | . | . | . |
| <i>Hylocomium splendens</i> | . | . | . | I | III | I | . | I | . | 2 | . | V | I | . | I | I | . | I |
| <i>Geranium sanguineum</i> | 1 | IV | IV | III | III | 1 | 1 | II | . | 3 | . | V | I | . | . | I | IV | . |
| <i>Galium mollugo</i> | 4 | II | II | III | II | I | . | . | . | 4 | I | V | I | II | . | I | III | . |
| <i>Galium boreale</i> | 3 | IV | V | V | V | V | 4 | II | 1 | 6 | III | IV | I | I | . | . | V | III |
| <i>Scorzonera humilis</i> | . | 1 | . | I | III | II | . | I | . | 4 | II | V | I | . | . | I | VI | V |
| <i>Genista germanica</i> | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | II | IV | I | I | II | II | . | III |
| Gatunki wyróżniające podzespół <i>poëtosum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Differential species of the sub-association <i>poëtosum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Viburnum opulus</i> | . | I | . | . | I | I | 1 | I | . | . | III | . | V | II | II | III | I | II |
| <i>Phyteuma spicatum</i> | . | . | . | . | . | . | 1 | . | 1 | . | II | . | II | . | . | I | . | I |
| <i>Pulmonaria obscura</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | II | II | III | II | . | II |
| <i>Melampyrum nemorosum</i> | 1 | . | I | . | I | I | . | I | 1 | . | . | . | IV | . | . | . | V | IV |
| <i>Milium effusum</i> | . | . | I | III | I | I | 1 | . | 1 | . | II | . | III | V | I | II | II | I |
| <i>Poa nemoralis</i> | 3 | III | II | I | II | I | 1 | II | 1 | 2 | V | . | V | IV | . | . | I | IV |
| Gatunki wyróżniające podzespół <i>trollietosum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Differential species of the sub-association <i>trollietosum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Centaurea austriaca</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | IV | . |
| <i>Trollius europaeus</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | I | V | I |
| <i>Aquilegia vulgaris</i> | . | . | . | . | . | I | . | I | . | 1 | I | I | II | . | I | I | V | I |
| <i>Geranium silvaticum</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | III | . | I | . | . | . | V | I |
| <i>Gladiolus imbricatus</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | III | . |
| <i>Lathyrus laevigatus</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | III | . |
| <i>Ranunculus lanuginosus</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | III | . |
| <i>Vicia cracca</i> | 1 | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | III | I |
| <i>Vicia silvatica</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | III | . |
| <i>Viola mirabilis</i> | . | I | . | I | . | . | . | . | 1 | . | . | . | I | I | I | I | III | . |
| <i>Arnica montana</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | I | . |
| <i>Angelica silvestris</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | III | . | . | . | . | . | IV | III |
| <i>Betula pubescens</i> | 2 | . | I | . | . | . | . | . | . | . | III | I | . | III | . | . | V | . |
| <i>Hieracium umbellatum</i> | . | . | . | . | II | I | . | II | 1 | 2 | III | III | III | . | I | . | V | II |
| <i>Festuca gigantea</i> | . | . | . | . | II | . | . | . | 1 | . | I | . | I | III | . | . | IV | III |
| <i>Daphne mezereum</i> | . | . | . | . | I | . | . | . | . | 1 | . | . | I | . | IV | III | V | V |
| <i>Melittis melissophyllum</i> | . | . | . | . | I | I | . | . | . | . | V | III | V | III | II | III | V | V |
| <i>Trientalis europaea</i> | . | . | . | . | I | I | . | . | . | . | IV | IV | III | V | II | III | V | . |
| <i>Succisa pratensis</i> * | . | . | . | . | II | I | . | . | 1 | 3 | I | IV | . | . | . | I | IV | IV |
| <i>Picea excelsa</i> | 1 | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | II | . | I | V | IV | IV | . |
| <i>Eurhynchium Zetterstedtii</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | II | III | . | . | II | III | II |
| <i>Cytisus ruthenicus</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | III | V | . | . | II | II | IV |
| Gatunki wyróżniające podzespół <i>rosetosum gallicae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Differential species of the sub-association <i>rosetosum gallicae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rosa gallica</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | V |
| <i>Euphorbia angulata</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | II | II | . | . | II | . | V |
| <i>Chrysanthemum corymbosum</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | I | . | IV |
| <i>Adenophora liliifolia</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | III |
| <i>Aconitum variegatum</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | II |
| <i>Bupleurum longifolium</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | II |
| <i>Laserpitium latifolium</i> | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | II |
| <i>Viola collina</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | II |
| <i>Cimicifuga europaea</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | I |
| <i>Crepis praemorsa</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I |

* Gatunek ten jest także wyróżniającym dla podzespołu *Potentillo albae-Quercetum galietosum*

Also a differential species of the sub-association *Potentillo albae-Quercetum galietosum*

a. Promno, 5 zdjęć (5 records), Krotoska 1953

b. Wielkopolski Park Narodowy, 9 zdjęć (9 records), Celiński 1953

c. Dziewicza Góra, 13 zdjęć (13 records), Wojterscy 1953

d. Wielkopolski Park Narodowy, 9 zdjęć (9 records), Piotrowska 1950

e. Wielkopolska, 40 zdjęć, jako (40 records, as) *Q.-P. albae vistulense*, wariant z (variant with) *Entodon Schreberi*, Preising 1943

f. Wielkopolska, 20 zdjęć, jako (20 records, as) *Q.-P. albae vistulense typicum*, Preising 1943

g. Pojezierze Myśluborskie, 5 zdjęć (5 records), Libbert 1933

h. Okolice Warszawy, 13 zdjęć, jako (13 records, as) *Pinetum fruticoso-herbosum*, Juraszek 1928

i. Dorzecze Mogilnicy, 1 zdjęcie (1 record), Wojterski 1960

j. Wysoczyzna Dobrzyńska, 6 zdjęć (6 records), Kępczyński 1965

k. Wysoczyzna Rawska, 30 zdjęć, jako (30 records, as) *Q.-P. albae laricetosum polonicae*, Mowszowicz i in. (a.o.) 1963

l. Nizina Mazowiecko-Podlaska, 24 zdjęcia (24 records), Sokołowski 1963

m. Nizina Mazowiecko-Podlaska, 13 zdjęć (13 records), Sokołowski 1963

n. Roztocze Środkowe, 19 zdjęć (19 records), Izdebska 1959

o. Roztocze Środkowe, 8 zdjęć (8 records), Szynał 1963

p. Roztocze Środkowe, 14 zdjęć (14 records), Izdebski 1962

r. Puszcza Białowiecka, 12 zdjęć (12 records), Matuszkiewicz 1955

s. Garb Wodzisławski, 18 zdjęć, tabela III w niniejszej pracy (18 records, Table III of this paper)

Tabela III

Świetlista dąbrowa *Potentillo albae-Quercetum* Libbert 1933 *rosetosum gallicae* w Leśnictwie Chrusty
Xerothermic oakwood *Potentillo alba-Quercetum* Libbert 1933 *rosetosum gallicae* in the forest district Chrusty

| Nr zdjęcia No. of record | Wariant z (variant with) <i>Astrantia major</i> | | | | | | | | | | Wariant z (variant with) <i>Cytisus ruthenicus</i> | | | | | | | | Stożek stałości w zdjęciach Presence degree in records 1—10 11—18 1—18 |
|---|---|--------|--------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | 1 | 2* | 3* | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12* | 13* | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| Data | 17 VI | 1 VIII | 3 VIII | 8 IX | 8 IX | 8 IX | 20 VII | 24 VII | 24 VII | 24 VII | 8 IX | 1 VIII | 2 VIII | 14 VII | 19 VII | 20 VII | 20 VII | 14 VII | |
| Date | 1964 | 1965 | 1965 | 1965 | 1965 | 1965 | 1967 | 1967 | 1967 | 1967 | 1965 | 1965 | 1965 | 1967 | 1967 | 1967 | 1967 | 1967 | |
| Nr oddziału leśnego No. of forest site | 27 c | 27 c | 27 c | 27 c | 27 c | 27 c | 28 a | 27 c | 27 c | 43 | 27 c | 27 c | 27 c | 26 | 43 | 26 | 26 | 26 | |
| Ekspozycja Exposition | NW | NW | — | NW | NW | — | W | S | — | — | NW | NW | — | — | — | — | W | — | |
| Nachylenie Inclination | 2—3° | 2—3° | 0° | 2—3° | 3° | 0° | 3° | 2° | 0° | 0° | 3° | 2—3° | 0° | 0° | 0° | 0° | 2° | 0° | |
| Zwarcie koron drzew % Density of the tree crowns % | 60 | 70 | 70 | 70 | 60 | 60 | 70 | 70 | 65 | 60 | 60 | 65 | 65 | 70 | 60 | 60 | 60 | 65 | |
| Zwarcie podszycia w % Density of undergrowth % | 5 | 1 | 5 | 15 | 20 | 5 | 5 | 10 | 5 | 15 | 25 | 5 | 2 | 2 | 25 | 2 | 5 | 2 | |
| Pokrycie runa w % Ground flora cover % | 90 | 100 | 100 | 90 | 90 | 100 | 85 | 90 | 90 | 90 | 90 | 100 | 100 | 90 | 85 | 90 | 85 | 90 | |
| Pokrycie mchów w % Moss cover % | >1 | 5 | 10 | 5 | 5 | 3 | <1 | 5 | 5 | 10 | 3 | 5 | 5 | 1 | 10 | 2 | 5 | 3 | |
| Powierzchnia zdjęcia w m ² Area of the record in m ² | 600 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 300 | 300 | 400 | 200 | 400 | 400 | 400 | 400 | 200 | 300 | 400 | 400 | |
| Drzewa (trees): | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ch. <i>Fagetalia</i> : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Carpinus betulus</i> | b | . | . | . | + | 1.1 | + | + | 1.1 | + | 1.1 | + | . | . | . | . | . | . | |
| " " | b | + | + | + | . | + | . | + | . | + | . | + | + | + | + | . | . | . | |
| <i>Tilia cordata</i> | c | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| " " | c | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| Ch. <i>Vaccinio-Piceetalia</i> : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sorbus aucuparia</i> | b | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| " " | c | . | . | + | + | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| Inne (other spp.): | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Quercus robur</i> | a | + | + | 2.2 | 2.2 | 1.1 | 1.1 | 3.3 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 1.1 | 1.1 | 3.2 | 3.2 | 2.2 | 4.4 | 1.1 | 1.2 |
| " " | b | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1.1 | 1.1 | . | . | + | 1.1 | + | . | . |
| " " | c | + | + | + | . | . | + | + | + | + | 1.1 | + | + | + | 1.1 | + | 1.1 | + | + |
| <i>Quercus sessilis</i> | a | 4.3 | 4.3 | 3.2 | 4.3 | 3.2 | 3.2 | + | . | . | . | 3.3 | 3.3 | 2.2 | 2.2 | . | . | 3.3 | 3.2 |
| " " | b | + | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | 1.1 | . | . | . |
| " " | c | + | + | + | + | + | + | 1.1 | + | + | 1.1 | + | + | + | 2.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| <i>Pirus communis</i> | b | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| " " | c | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Betula verrucosa</i> | b | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| " " | c | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Malus sibirica</i> | b | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Pinus sibirica</i> | a | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2.2 | . | . | . |
| " " | c | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1.1 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Krzewy (shrubs) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ch. <i>Quercus</i> — <i>Fagetalia</i> : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Corylus avellana</i> | b | + | + | + | 1.1 | 1.1 | + | + | + | + | 1.1 | 1.1 | + | + | . | . | . | + | |
| " " | c | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Prunus spinosa</i> | b | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2.1 | + | + | + |
| " " | c | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 1.1 | + | + | + | 1.1 | + | + | + | + |
| <i>Crataegus</i> cfr. <i>curvisepala</i> | b | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1.1 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Crataegus</i> cfr. <i>monogyna</i> | b | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Crataegus</i> sp. juv. | c | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Lonicera xylosteum</i> | b | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| " " | c | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Rhamnus cathartica</i> | b | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| " " | c | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Ch. <i>Fagetalia</i> : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Viburnum opulus</i> | b | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| " " | c | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | + | + |
| Inne (other spp.): | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Frangula alnus</i> | b | + | . | . | . | + | . | . | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| " " | c | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Rośliny zielne i mchy (herbaceous plants and mosses): | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I. Ch. <i>Potentillo albae-Quercetum</i> : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ranunculus polyanthemos</i> | 1.1 | . | + | . | . | . | . | . | 1.1 | + | 1.1 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Pulmonaria angustifolia</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1.1 | . | . | . |
| Gatunki wyróżniające (diff. spp.) <i>P. a. — Q. rosetosum gallicae</i> : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rosa gallica</i> | + | 1.1 | + | + | + | 1.1 | . | + | + | + | 2.2 | + | + | + | + | + | + | 1.1 | + |
| <i>Euphorbia angulata</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | . | + | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Chrysanthemum corymbosum</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | . | + | . | . | . | . | . | . | 1.1 |
| <i>Adenophora liliifolia</i> | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Viola collina</i> | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Laserpitium latifolium</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Aconitum variegatum</i> | + | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Bupleurum longifolium</i> | 1.1 | . | . | . | + | 2 | + | + | 2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Cimicifuga europaea</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Crepis praemorsa</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| II. Ch. <i>Quercion pubescentis</i> i (and) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Quercetalia pubescentis</i> : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Calamintha clinopodium</i> | 1.1 | + | + | . | . | + | + | . | 1.1 | 1.1 | + | + | . | . | . | . | . | . | 1.1 |
| <i>Carex montana</i> | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 2.2 | 3.2 | 2.2 | 3.3 | 3.2 | 3.3 | 3.2 | 3.3 | 3.2 | 2.2 | 3.3 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 |
| <i>Lathyrus niger</i> | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | + | 1.1 | + | + | + | + | 1.1 | 1.1 | 1.2 | . | . | . | 2.1 | 2.1 |
| <i>Potentilla alba</i> | 1.2 | + | + | + | 1.1 | + | + | 1.1 | 1.1 | 1.1 | + | + | + | + | 1.1 | + | + | + | + |
| <i>Peucedanum cervaria</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Melittis melissophyllum</i> | 2.1 | + | 1.1 | + | + | . | . | + | 1.1 | . | + | + | + | + | 1.1 | . | 1.1 | 1.1 | 2.1 |
| <i>Campanula persicifolia</i> | 1.1 | + | . | . | + | + | . | + | + | + | + | + | + | + | . | . | . | . | . |
| <i>Primula officinalis</i> | 1.1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1.1 |
| <i>Trifolium alpestre</i> | . | . | . | . | + | . | . | . | 1.1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Hypericum montanum</i> | . | . | . | . | + | + | . | . | 1.1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Digitalis grandiflora</i> | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1.1 |
| <i>Cytisus ruthenicus</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1.2 | + | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Aquilegia vulgaris</i> | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Polygonatum odoratum</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Trifolium rubens</i> | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Vincetoxicum officinale</i> | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1.1 | + | 1.1 | + |
| <i>Viola hirta</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Vicia tenuifolia</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1.1 |
| III. Ch. <i>Quercus</i> — <i>Fagetalia</i> : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lathyrus vernus</i> | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | + | 1.1 | . | 1.1 | + | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | + | + | 1.1 | + | 1.1 |
| <i>Melampyrum nemorosum</i> | . | . | + | 1.1 | + | 1.1 | + | + | + | + | 2.2 | 1.1 | + | + | . | . | . | . | 1.1 |
| <i>Melica nutans</i> | 2.2 | + | 2.1 | . | 1.1 | . | 2.2 | 2.1 | 2.2 | 1.2 | 2.2 | + | + | 1.2 | + | 2.2 | 2.2 | 1.1 | 1.2 |
| <i>Poa nemoralis</i> | . | . | + | 1.2 | + | 1.1 | + | 1.2 | . | 1.2 | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Campanula trachelium</i> | + | . | + | + | . | . | . | . | . | . | + | + | + | + | . | . | . | . | . |
| <i>Viola sibirica</i> | + | 1.1 | + | . | . | . | . | . | . | 1.1 | . | . | . | . | . | . | . | . | 1.1 |
| <i>Geum urbanum</i> | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1.1 |
| <i>Moehringia trinervia</i> | . | + | + | 2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Viola mirabilis</i> | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Eurhynchium Zetterstedtii</i> | . | . | + | 2 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| IV. Ch. <i>Fagetalia</i> : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Festuca heterophylla</i> | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | + | 1.1 | 2.2 | 1.2 | 1.1 | 3.3 | 1.1 | 1.1 | 2.2 | 2.2 | 2.1 | 1.1 | + | 1.2 | 1.2 |
| <i>Galium Schultesii</i> | 3.2—3 | + | 2 | + | 2.2 | 1.2 | 2.2 | + | 2.2 | 2.1 | 2.2 | 1.1 | 1.2 | + | 1.2 | 1.1 | 2.1 | 2.2 | . |
| <i>Brachypodium siliaticum</i> | 1.2 | + | 2 | + | 1.2 | 2.2 | . | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 1.2 | 2.2 | + | + | + | + | + | + | 2.2 |
| <i>Daphne mezereum</i> | + | + | + | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Lilium martagon</i> | + | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Festuca gigantea</i> | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Polygonatum multiflorum</i> | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Pulmonaria obscura</i> | + | . | . | . | . | . | 1.1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Aegopodium podagraria</i> | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Anemone nemorosa</i> | 2.2 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Neottia nidus-avis</i> | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Ranunculus cassubicus</i> | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Phyteuma spicatum</i> | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| V. Ch. <i>Vaccinio-Piceetalia</i> : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Calamagrostis arundinacea</i> | 2.2 | 4.3 | 3.3 | 3.2 | 3.3 | 3.2 | 3.2 | 2.2 | 3.2 | 1.2 | | | | | | | | | |

Cena zł 27,—