

ZBIGNIEW PRUSINKIEWICZ, HELENA DZIADOWIEC,
MARIA JAKUBUSEK

ZWROT DO GLEBY PIERWIASTKÓW — BIOGENÓW Z OPADEM
ROŚLINNYM W LESIE LIŚCIASTYM I MIESZANYM
NA LUŻNYCH GLEBACH PIASKOWYCH

Zakład Gleboznawstwa Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu

WSTĘP I OKREŚLENIE CELU BADAŃ

W ekosystemach leśnych pierwiastki-biogeny pobrane przez drzewostan powracają częściowo do gleby z corocznym opadem liści, gałązek, owoców itp. Opad ten można traktować jako swego rodzaju naturalne nawożenie gleby. Mimo ogromnego znaczenia, jakie dla ekologii i hodowli lasu ma dokładne poznanie wszystkich ogniw biologicznego krążenia składników w ekosystemach leśnych, liczba polskich prac badawczych poświęconych tej problematyce jest wciąż jeszcze nader skromna. W latach trzydziestych zagadnieniem tym zajmował się Chodzicki [4]. Po ostatniej wojnie systematyczne badania tego rodzaju w rezerwach leśnych Dolnego Śląska prowadzi Wachowska-Serwatka [9, 10, 11]. W nawiązaniu do Międzynarodowego Programu Biologicznego podobne prace zainicjowała również Medwecka-Kornaś [7].

Szczególnie ważną rolę odgrywa opad roślinny w lasach porastających ubogie gleby piaskowe. Niekiedy spotkać można na takich glebach piękne, wielogatunkowe lasy liściaste i mieszane, które w naszym kraju zwykło się raczej wiązać z glebami ukształtowanymi z zasobnych w składniki odżywcze glin morenowych. Nasuwa się przypuszczenie, że tego rodzaju „fenomeny” zawdzięczają swe istnienie między innymi, bardzo sprawnemu biologicznemu obiegowi składników. Niedobory pewnych pierwiastków mogą być rekompensowane dużą intensywnością tego obiegu.

Niniejsza publikacja zawiera opis fragmentu prac, których celem jest sprawdzenie tej hipotezy. Badania prowadzone były częściowo w ramach koordynowanego przez Zakład Ekologii PAN problemu węzłowego 09.7.1.3.

OBIEKT BADAŃ

Badania zostały zlokalizowane w rezerwacie Las Piwnicki, na terenie nadleśnictwa Olek k. Torunia. Według dokonanego przez IBL podziału Polski na krainy i dzielnice przyrodniczo-leśne, obszar ten leży w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, dzielnicy Puszcza Notecka. Jest to dzielnica najuboższa w opady w skali całego kraju (średnia wieloletnia dla Torunia 495 mm). Gleby rezerwatu Las Piwnicki ukształtowały się w większości z luźnych, częściowo zwydmionych, ubogich piasków terasowych pradoliny Wisły (IX terasa według Galona 5). Ich skład mechaniczny, zanalizowany w kilku typowych profilach, przedstawiono w tabeli 1.

Analiza składu mineralnego tych piasków potwierdza ubóstwo skał macierzystych, z których rozwinęły się gleby rezerwatu (tab. 2).

W związku z urozmaiconą rzeźbą terenu (formy wydmowe) zwierciadło wód gruntowych, zasilanych głównie podziemnymi spływami z pobliskiej wysoczyzny, występuje w rezerwacie na bardzo różnych głębokościach. Jednakże tylko połowa gleb rezerwatu kształtuje się z udziałem wód gruntowych. Pozostała część należy do gleb autonomicznych. Bardziej szczegółowo stosunki wilgotnościowe w rezerwacie opisane zostały wcześniej w pracy Bednarek [3].

Pod względem typologicznym gleby omawianego obiektu reprezentują zasadniczo trzy jednostki systematyczne: gleby rdzawobrunatne, gleby bielcowe i gleby murszaste. Ponadto w kilku miejscach trafiają się niewielkie powierzchnie płytkich gleb torfowych.

Roślinność rezerwatu należy, według Rejewskiego, do następujących zespołów florystycznych: *Pino-Quercetum*, *Tilio-Carpinetum* (różne podzespoły i facje), *Circaeae-Alnetum*, *Carici elongatae-Alnetum*. Powierzchniowo dominują w rezerwacie dwie pierwsze asocjacje związane głównie z glebami autonomicznymi. Granice zespołu *Pino-Quercetum* pokrywają się mniej więcej z granicami typu siedliskowego boru mieszanego, a granice zespołu *Tilio-Carpinetum* obejmują dwie jednostki leśno-typologiczne: las mieszany i las świeży. Drzewostany w obu zespołach są dwuwarstwowe. Górną warstwę stanowią dęby (szypułkowy i bezszypułkowy — 220-280 lat) oraz sosna (150-200 lat). Niższą warstwę tworzy głównie grab (do 80 lat) i podrost dębów. Ponadto pojedynczo spotyka się brzozę brodawkowatą, a w miejscach najwilgotniejszych — olszę czarną.

Warstwa krzewów jest na ogół rozwinięta bardzo dobrze. Przeważa leszczyna *Corylus avellana*, kruszyna *Frangula alnus* i czeremcha *Padus avium*. Ta ostatnia tworzy niekiedy formy drzewiaste. Nieco rzadziej spotyka się trzmielinę europejską i brodawkowatą *Evonymus europaea*, *E. verrucosa*. W miejscach szczególnie wilgotnych trafia się porzeczką czarna *Ribes nigrum*.

Uziarnienie gleb na powierzchniach badawczych
w rezerwacie Las Piwnicki

Soil granulation on experimental plots in the
Las Piwnicki forest reservation

Typ Lasu Forest type	Nr profilu Profile No	Poziom: Horizon	Głębokość Depth cm	Części szkieletowe ≥ 1 mm Skeleton particles ≥ 1 mm %	Procentowa zawartość części ziemnych > w mm Per cent of earthy particles of mm in dia					
					1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	<0,02
Las świeży Fresh forest	VIII	A ₁	10-15	0,09	3,32	51,29	24,80	4	3	10
		B	45-55	0,26	2,42	58,42	32,67	3	-	2
		C/G	75-85	0,39	2,49	58,42	32,67	1	0,5	0,5
Las mieszany Mixed forest	IX	A ₁	0-5	0,75	15,22	57,44	18,05	2	1	4
		/B/	20-25	1,45	10,52	63,44	19,19	1	1	2
		/B//C	45-55	0,54	7,17	63,32	26,79	1	-	1
		/B/C	90-100	0,30	9,27	64,89	22,75	-	-	1
		C	120-130	0,18	4,02	58,10	32,77	2	1	1
		C	155-165	0,06	2,52	54,30	34,80	3	1,5	1,5
		A ₁ fos.	165-175	0,06	4,20	60,60	26,75	2	3	1
		C	180-190	0,28	4,14	58,62	30,60	3	1	2
Las mieszany świeży Fresh mixed forest	XI	A ₁	0-5	0,42	7,15	58,74	18,87	2	3	8
		A ₂	10-15	0,54	7,56	60,49	21,85	3	2	4
		B	35-40	0,42	7,15	66,24	19,62	2	1	2
		/B/C	70-80	0,02	3,42	58,86	30,87	2,5	0,5	1
		C	115-120	3,05	13,36	67,99	15,00	2	-	1
		C	175-180	0,25	1,62	74,62	21,00	2	-	-

T a b e l a 2

Skład mineralny wydmyionych piasków tarasowych w rezerwacie Las Piwnicki
/profil nr IX/

Mineral composition of dune terrace sands in the Las Piwnicki forest reservation
/profile No.IX/

Głębokość, cm Depth, cm	Skład mineralny piasku w % wagowych Mineral composition of sand in weight %					Skład mineralny frakcji ciężkiej w % ilościowych Mineral composition of heavy fraction in quantitative %													
	Kwarc Quartz	Skalenie Pelagana	Minerały ciężkie Heavy Minerals	Magnetyt Magnetite	Cyrykon Zirconium	Ilmenit Ilmenite	Rutyl Rutile	Granaty Garnets	Dysten Disthen	Topaz Topaz	Epidot Epidote	Sylimanit Sillimanite	Turmalin Tourmaline	Amfibole + płochsery Amphiboles +	Apatyt Apatite	Glaukonit Glauconite	Biotyt Biotite	Nie oznaczone Unidentified	
20-25	90,4	9,2	0,4	0,1	8,8	8,8	2,3	34,1	1,8	1,0	2,6	0,9	2,8	22,4	4,9	6,1	-	3,4	
45-55	91,8	7,9	0,3	0,1	12,0	5,4	1,6	39,5	2,9	1,2	1,2	1,1	1,0	12,4	10,9	7,1	-	3,6	
90-100	92,7	7,1	0,2	0,1	10,5	3,7	1,8	35,0	3,1	1,1	1,3	1,2	1,2	25,4	5,9	6,9	0,4	2,4	
155-165	92,6	7,1	0,3	0,1	3,8	4,5	1,2	38,0	1,2	1,1	4,3	1,2	4,9	31,1	2,6	2,9	1,1	2,0	
180-190	91,9	7,8	0,3	-	5,9	4,6	2,1	39,9	0,8	0,4	4,0	0,4	4,2	29,1	2,5	3,8	-	2,3	

METODY

Wybrano trzy powierzchnie reprezentujące trzy zasadnicze typy siedliskowe rezerwatu: las świeży, las mieszany i bór mieszany (tab. 3). Z przytoczonych danych wynika, że liczebność sosen nie odpowiada w pełni siedliskowym typom lasu na poszczególnych powierzchniach. Na każdej powierzchni rozmieszczono geometrycznie chwytacze opadu roślinnego o łącznej powierzchni otwarcia równej 5 m². Zbiór opadu przeprowadzano w ciągu 12 miesięcy — od początku października 1970 do

T a b e l a 3

Udział poszczególnych gatunków w drzewostanie na powierzchniach
doświadczalnych
Percentage of particular species in the tree stands on
experimental plots

Piętro drzewo- stanu Tree stand storey	Gatunek Species	Las świeży Fresh forest				Las mieszany Mixed forest				Bór mieszany świeży Fresh mixed pine forest			
		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Górne Upper	<i>Pinus silvestris</i>	23	59	28	67,74	88	54	27	92,63	87	52	28	75,00
	<i>Quercus robur</i>	7	65	28	19,35	2	46	28	2,11	16	75	28	13,79
	<i>Quercus sessilis</i>	4	82	28	12,90	5	42	28	5,26	13	76	27	11,21
Dolne Lower	<i>Alnus glutinosa</i>	30	28	20	11,69	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Carpinus betulus</i>	218	24	18	84,85	124	27	18	58,77	181	13	16	63,73
	<i>Quercus robur</i>	-	-	-	-	18	21	15	8,53	24	22	15	8,45
	<i>Quercus sessilis</i>	9	22	16	3,46	69	20	15	32,70	79	17	14	27,82
Górne + dolne Upper + lower	<i>Pinus silvestris</i>	23	-	-	8,02	88	-	-	28,76	87	-	-	21,75
	<i>Quercus robur</i>	20	-	-	6,87	94	-	-	30,72	132	-	-	33,00
	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Carpinus betulus</i>	248	-	-	85,11	124	-	-	40,52	181	-	-	45,25

a - liczba drzew na powierzchni 1 ha - number of trees on the area of 1 hectare

b - przeciętne pierśnice - average breast-level diameters

c - przeciętne wysokości - average height

d - udział procentowy - percentage

końca września 1971 r. ze zmienną częstotliwością, zależną od intensywności opadu. Analizy chemiczne wykonano na materiale pochodzącym ze zbioru masowego opadu jesiennego 1970 r. metodami Schillaka, zalecanymi przez IMUZ [6].

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Maksymalne natężenie opadu roślinnego stwierdzono na wszystkich trzech powierzchniach badawczych w październiku. Zebrano wówczas od 40 do 60% masy całorocznego opadu. Drugie, mniejsze maksimum, stanowiące od 8 do 15% całorocznej produkcji ścióły, zaobserwowano w czerwcu. Zasadniczą masę czerwcowego opadu stanowiło igliwie sosny. Najmniejsze ilości opadu zbierano w chwytaczach podczas miesięcy zimowych. Roczny opad roślinny wyniósł na badanych powierzchniach przeciętnie¹ około 4 t/ha (tab. 4). Zawierał on średnio ok. 45 kg ($\approx 1,1\%$)

Tabela 4

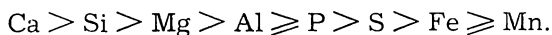
Ilość /w kg/ha/ i skład chemiczny opadu roślinnego na powierzchniach badawczych w rezerwacie Las Písmicki
Amount and chemical composition of vegetation fall on the experimental plots in the Las Písmicki reservation

Roczny opad Annual fall	Las świeży Fresh forest	Las mieszany Mixed forest	Bór mieszany świeży Fresh mixed forest
Sucha masa Dry matter	4356	3745	3823
Popiół Ash	225,7	182,3	172,6
Si	67,0	44,0	32,0
Ca	27,4	25,8	32,1
K	10,3	7,3	11,1
Mg	8,7	4,5	10,3
P	4,4	4,1	3,8
Al	1,7	2,3	1,5
Fe	1,3	1,1	1,2
N	48,8	33,5	50,8
C	2101,0	1793,0	1859,0

azotu i ok. 190 kg ($\approx 4,8\%$) składników popielnych. Poza krzemem (ok. 50 kg/ha) w popiele najczęściej było wapnia (ok. 28 kg/ha), potasu (ok. 10 kg/ha), magnezu (ok. 7,8 kg/ha) i fosforu (ok. 4 kg/ha). Glinu było ok. 1,8 kg/ha, a żelaza 1,2 kg/ha. Podobne ilościowe uszeregowanie pierwiastków stwierdzili Wachowska-Serwatka [9, 10, 11] w materiale z lasów liściastych Dolnego Śląska, Rodin i Bazylewicz [8] w opadzie roślinnym lasów mieszanych europejskiej części ZSRR oraz Aussenac, Bonneau i Le Tacon w Francji [2]. Natomiast w opa-

¹ Przy zastosowanej liczbie chwytaczy nie udało się ustalić statystycznie uodwodnionych różnic między powierzchniami.

dzie szerokolistnych lasów wschodniego Kaukazu Alijew [1] stwierdził odmienny szereg pierwiastków:



Ilościowe proporcje najważniejszych biogenów — N:Ca:P:K:Mg — układały się w badanym opadzie roślinnym mniej więcej jak: 10:5:1:2:1, a w przeliczeniu N:CaO:P₂O₅:K₂O:MgO — jak 4:3:1:1:0,7.

Zważywszy wysoką produktywność badanych drzewostanów można przypuścić, że stwierdzone proporcje składników powracających do gleby są zbliżone do optymalnych². Ustalając dawki nawozów mineralnych dla drzewostanów liściastych i mieszanych na ubogich siedliskach piaskowych należałoby więc dążyć do zachowania podobnych proporcji.

Należy podkreślić, że w porównaniu ze stosowanymi obecnie w leśnictwie dawkami nawozowymi³ ilość pierwiastków-biogenów powracających do gleby z opadem roślinnym była w badanych biocenozach mniejsza. Zdaje się jednak nie ulegać wątpliwości, że pierwiastki powoli uwalniane do gleby podczas stopniowej mineralizacji ścióły w ciągu całego okresu wegetacyjnego zużytkowywane są przez drzewostany daleko ekonomiczniej niż jednorazowe „uderzeniowe” dozy nawozów sztucznych, które w dodatku na glebach piaskowych mogą być łatwo wypłukiwane poza zasięg głównej masy korzeni drzew leśnych. Dopiero zestawienie ilości pierwiastków zwracanych do gleby wraz z opadem listowia, z dawkami nawozowymi niezbędnymi do uzyskania dostrzegalnych efektów produkcyjnych pozwala na pełne uzmysłowienie sobie roli sprawnego obiegu składników mineralnych w kształtowaniu produktywności mało zasobnych leśnych gleb piaskowych. Wypływa stąd dla hodowli lasu wskazanie, aby stosując nawożenie gleb piaskowych nie zaniedbywać równoczesnego intensywnego wprowadzania i pielęgnacji podszytów, które usprawniają biologiczny obieg składników odżywczych, chroniąc je tym samym przed zbyt szybkim wypłukiwaniem z gleby.

LITERATURA

- [1] Alijev G. A.: Return of Ashy Elements into Soil in Various Ecological Conditions of the Broadleaved Forests of the Eastern Caucasus (The Azerbaijan SSR). *Geoderma* 3, 1969/1970, 69-74.
- [2] Aussenac G., Bonneau M., Le Tacon F.: Restitution des elements

² Za niskie mogą być jedynie dane dotyczące potasu, którego dość znaczne ilości spłukiwane są do gleby przez deszcze przechodzące przez korony drzew oraz spływające po pniach.

³ W lotniczym nawożeniu najsłabiej przyrastających drzewostanów sosnowych północnej części Borów Tucholskich stosuje się np. obecnie po 100 kg mocznika, fosforanu amonu (amofos) oraz 56% chlorku potasowego na 1 ha.

- mineraux au sol par l'intermédiaire de la litière et des précipitations dans quatre peuplements forestiers de l'est de la France. *Oecol. plant.* 7, 1972, 1, 1-21.
- [3] Bednarek R.: Dynamika stosunków wodnych w glebach piaskowych rezerwatu Las Piwnicki pod Toruniem. *Zesz. nauk. UMK. Nauki mat.-przyr.* 24, *Geografia VII*, 1970, 43-64.
- [4] Chodzicki E.: Domieszka buka w sośninach jako czynnik edaficzny na piaszczystych popiołoziemach i buroziemach dyluwialnych. *Kasa im. Mianowskiego Warszawa 1934*, s. 254.
- [5] Galon R.: Dolina Dolnej Wisły, jej kształt i rozwój na tle dolnego Powiśla. *Pr. Instyt. Geogr. Uniw. Pozn.* nr 12-13, 1934.
- [6] Instytut Melioracji i Użytków zielonych: *Metody analizy chemicznej gleb organicznych i materiałów roślinnych*. Falenty 1967.
- [7] Medwecka-Kornaś A.: Progress raport 1967-68 of Polish National Committee for International Biological Programme. Warszawa 1969, PAN.
- [8] Rodin L. E., Bazylewicz N. I.: *Dynamika organiczkiego wieszczenia i biologiczkiej krugoworot zolnych elementow i azota w osnownych tipach rastitelnosti ziemnego szara*. Nauka, Moskwa 1965, s. 252.
- [9] Wachowska-Serwatka K.: *Dynamika składników pokarmowych w glebie i w roślinach rezerwatu Łączzak*. *Acta Univ. Wratisl. Pr. bot.* IV, 1964, 24, 89-108.
- [10] Wachowska-Serwatka K., Marczonek A.: *Azot i składniki mineralne w liściach drzew i roślin zielnych w rezerwacie Leśna Woda*. *Acta Univ. Wratisl. Pr. bot.* IX, 1968, 64, 109-128.
- [11] Wachowska-Serwatka K., Marczonek A.: *Sezonowe zmiany składników mineralnych w liściach drzew i roślin zielnych w rezerwacie Kamień Śląski*. *Acta Univ. Wratisl. Pr. bot.* XI, 1970, 116, 108-119.

З. ПРУСИНКЕВИЧ, Х. ДЗИАДОВЕЦ, М. ЯКУБУСЕК

ВОЗВРАЩЕНИЕ В ПОЧВУ ЭЛЕМЕНТОВ — БИОГЕНОВ
С РАСТИТЕЛЬНЫМ ОПАДОМ В ЛИСТВЕННОМ И СМЕШАННОМ ЛЕСУ
НА РЫХЛЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ

Лабсратсрия почвоведения Университета им. Н. Коперника в Торуни

Резюме

Целью работы было установление количеств и химического состава растительного опада в лиственном и смешанном лесах на олиготрофных рыхлых песчаных почвах в заповеднике Ляс Пивницки вблизи г. Торунь. Исследования проводились на трех однокотарных опытных площадях репрезентирующих лиственный и смешанный леса. Результаты анализов характеризующих почвы этих площадей помещены в табл. 1 и 2. Состав древостоев показан в табл. 3. Годичное производство сухой массы растительного опада составило в среднем около 4 т на га, из чего около 50% приходилось на октябрь. Второй, меньший максимум, составляющий около 12% годового производства, отмечен был в июне. Участие главных растительных компонентов показано в табл. 4.

Круглогодовой опад доставлял около 45 кг азота и около 190 кг золных элементов на га. За исключением кремния (около 50 кг на га) наибольше было в золе кальция (около 28 кг на га), затем калия (около 10 кг на га), магния

(около 7,8 кг на га) и фосфора (около 4 кг на га). По сравнению с применяемыми в лесоводстве удобрительными дозами вышеприведенные количества являются заметно меньшими. Однако элементы освобождаемые в почву по-немногу во время постепенной минерализации лесной подстилки в течение всего вегетационного периода по-видимому используются древостоем значительно лучше, чем одноразовые „ударные” дозы минеральных удобрений. Лишь сравнение количества элементов возвращаемых в почву с листовным опадом в сопоставлении с дозами удобрений, необходимыми для получения уловимого производственного эффекта, позволяет уяснить себе полностью роль исправного протекания круговорота минеральных элементов в формировании продуктивности слабо обеспеченных элементами лесных песчаных почв.

Z. PRUSINKIEWICZ, H. DZIADOWIEC, M. JAKUBUSEK

RETURN TO SOIL OF ELEMENTS — BIOGENS WITH LEAF FALL IN DECIDUOUS AND MIXED FOREST ON LOOSE SANDY SOILS

Department of Soil Science, N. Copernicus University in Toruń

Summary

The aim of the work was to determine the amount and chemical composition of leaf fall in deciduous and mixed forest on poor loose sandy soils in the forest reservation of Las Piwnicki near Toruń. The respective investigations were carried out on three one-hectare experimental plots representing deciduous and mixed forest. The results of analyses characterizing soils of the above plots are put together in Tables 1 and 2. The composition of particular tree stands is presented in table 3. Annual production of dry matter of the vegetation fall amounted on the average to about 4 t/ha, 50% of which fell in October. The second, lower maximum amounting to about 12% of annual production occurred in June. The percentage of main vegetation elements in the fall bulk is presented in Table 4.

By the whole-year fall about 45 kg nitrogen and about 190 kg ash elements per hectare were delivered. Beside silicon (about 50 kg/ha), the ash contained high amounts of calcium (about 28 kg/ha), potassium (about 10 kg/ha), magnesium (about 7.8 kg/ha) and phosphorus (about 4 kg/ha). As compared with the rates of fertilizers applied in the forestry, they represent much lower amounts. However, the elements delivered slowly to soil during the gradual litter mineralization within the whole growing season, are surely better utilized than the single "shock" rates of mineral fertilizers. Only the comparison of amount of the elements returned to soil with the falling leaves with the fertilizer rates necessary for reaching distinct production effects, allows to be aware of the role of an efficient circulation of mineral elements in forming productivity of poor forest sandy soils. From it there can be derived the indication for the forest cultivation specialists not to neglect the introduction and care of brushwood, which making more effective the biological circulation of particular elements, protect them against too quick leaching out of soil.

