

JERZY JONCZAK

## Rozkład liści buka w 120-letnim drzewostanie na obszarze Pomorza Środkowego

Decomposition of beech leaves in 120-years old stand on the area of Middle Pomerania

### ABSTRACT

Jonczak J. 2014. Rozkład liści buka w 120-letnim drzewostanie na obszarze Pomorza Środkowego. Sylwan 158 (8): 621-629.

The aim of the study was to assess the intensity of beech leaves decomposition and nutrients release dynamics in a beech stand located on the area of Middle Pomerania (N Poland). The studies were conducted during 2007-2010 with litterbag method. The observed intensity of leaves decomposition was higher compared to data obtained by other authors, despite the fact that initial material had properties, which did not favour rapid decomposition (high content of lignin, low content of nitrogen and phosphorus and large C:N ratio). Rapid decomposition is probably an effect of relatively high content of nitrogen in the soil and mitigating influence of the sea on local climate. During three years of experiment 80% loss of leaves weight was observed. The rate of decomposition was 0.54. Dynamics of concentration and stocks of elements in most cases was typical. Accumulation of nitrogen, iron and aluminium, and rapid leaching of potassium was observed in the first stage of decomposition. The observed permanent downward trend of the content and stocks of phosphorus is typical for habitats poor in the element and is an effect of its intensive uptake by plant roots and microorganisms. The loss of calcium and magnesium stocks referred to leaves weight loss, and concentration of these elements did not show large fluctuations in time.

### KEY WORDS

*Fagus sylvatica*, plant litterfall, decomposition, biological turnover

### ADDRESSES

Jerzy Jonczak – e-mail: jonczak@apsl.edu.pl

Zakład Geoekologii i Geoinformacji; Akademia Pomorska w Słupsku; ul. Partyzantów 27; 76-200 Słupsk

## Wstęp

Proces rozkładu opadu roślinnego, rozumiany jako suma procesów mineralizacji i humifikacji [Dziadowiec 1990], jest jednym z kluczowych etapów obiegu materii i energii w ekosystemach leśnych. Tempo rozkładu opadu roślinnego jest czynnikiem ograniczającym intensywność obiegu pierwiastków w ekosystemach leśnych i jest uzależnione od szeregu czynników. Do kluczowych należy skład chemiczny opadu roślinnego, będący wypadkową cech gatunkowych roślin, zasobności siedliska w składniki pokarmowe oraz intensywności retranslokacji. Składnikiem, którego stężenie szczególnie silnie wpływa na intensywność mineralizacji, jest azot. Niedobór tego składnika w materiale podlegającym mineralizacji może być jednak rekompensowany jego wyższym stężeniem w glebie (tzw. azot zewnętrzny). Tempo rozkładu opadu roślinnego może być istotnie ograniczane przez obecność substancji odpornych na rozkład, jak ligniny, żywice czy woski [Preston i in. 2009], a także jego cechy fizyczne. Bardzo ważną rolę odgrywają czynniki siedliskowe, szczególnie temperatura, wilgotność i aktywność biologiczna gleb [Badura, Pacha

1983; Dziadowiec 1990; Cortez 1998; Leiro i in. 1999; Moore i in. 1999]. Intensywność rozkładu może być również w sposób bezpośredni lub pośredni kształtowana przez działalność człowieka – np. nawożenie mineralne i organiczne czy emisję zanieczyszczeń o różnym charakterze prowadzących do obniżenia aktywności biologicznej gleb [Cotrufo i in. 1995; Salminen i in. 1997; Gunapala i in. 1998; Emmaerling, Eisenbeis 1998; Smith i in. 2009]. Badania rozkładu opadu roślinnego, głównie jego mineralizacji, prowadzone są w Polsce od wielu lat, a ich rezultatem są liczne publikacje naukowe. Wśród opracowań brak jest jednak danych z obszaru pobrzeża Bałtyku, różniącego się od pozostałej części Polski pod względem klimatycznym. Jednym z najbardziej pospolitych i występujących naturalnie na tym terenie gatunków drzew jest buk zwyczajny.

Badania miały na celu ocenę tempa rozkładu liści buka oraz dynamiki uwalniania wybranych makroelementów w 120-letnim drzewostanie bukowym zlokalizowanym na obszarze Pomorza Środkowego.

## Materiały i metody

Badania prowadzono na terenie nadleśnictwa Leśny Dwór (RDLP Szczecinek). Obszar ten charakteryzuje się roczną sumą opadów atmosferycznych na poziomie około 770 mm oraz średnią roczną temperaturą powietrza wynoszącą 7,6°C. Powierzchnię badawczą zlokalizowano w 120-letnim drzewostanie bukowym z domieszką osobników 90-letnich w oddziale 148a leśnictwa Łysomice. Zagęszczenie drzew w obrębie powierzchni wynosiło 175 szt./ha. Ich wysokość mieściła się w przedziale 25-29 m, a pierśnica 16,7-79,3 cm (średnio 43,3 cm). Drzewa, zgodnie z opisem taksonicznym, zaliczono do II klasy bonitacyjnej. Powierzchnia położona była w obrębie siedliska lasu mieszanego świeżego w kompleksie gleb rdzawych z cechami bielcowania wykształconych z czwartorzędowych piasków słabogliniastych z przewarstwieniami piasków gliniastych, glin piaszczystych i glin lekkich. Gleby o budowie profilu Ol-Ofh-AEs-Bhs-Bv-C1-C2-C3 mają silnie kwaśny odczyn, są stosunkowo zasobne w węgiel organiczny i azot, ale ubogie w fosfor (tab.).

Badania mineralizacji liści buka, jako głównego składnika opadu roślinnego w badanym drzewostanie [Jonczak 2013], prowadzono metodą woreczków ściółkowych o wymiarach 20×20 cm [Edmonds 1979; Dziadowiec 1990; Jonczak 2009] wykonanych z siatki nylonowej o średnicy oczka 1 mm. Napełniono je 10 gramami wysuszonych do stałej masy w temperaturze 65°C liści zebranych z jesiennego maksimum opadu w roku 2007, a następnie wyłożono w czterech punktach powierzchni badawczej na początku października tego samego roku. Co 3 miesiące z każdego punktu pobierano po jednym woreczku, suszono jego zawartość do stałej masy w temperaturze 65°C, ważono i homogenizowano. W zebranym materiale oznaczono:

**Tabela.**

Wybrane właściwości gleby pod badanym drzewostanem  
Selected properties of the soil in the investigated tree-stand

Poziom	Głębokość [cm]	Gatunek gleby	Gęstość obj. [g/cm <sup>3</sup> ]	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	pH <sub>KCl</sub>	Straty parzenia [%]	C [%]	N [%]	P [%]	C:N	C:P
Ol	4-2	–	–	5,01	4,33	88,8	52,56	0,948	0,085	55	622
Ofh	2-0	–	–	4,34	3,59	85,0	44,57	1,566	0,103	28	433
AEs	0-5	ps	1,29	3,77	2,93	7,7	3,77	0,194	0,029	19	129
Bhs	5-9	ps	1,26	3,90	3,22	3,5	1,58	0,083	0,040	19	40
Bv	9-31	ps	1,32	4,50	4,04	1,9	0,66	0,038	0,033	17	20
C1	31-61	gp	1,58	4,70	3,85	1,5	–	–	0,031	–	–
C2	61-86	gl	1,79	4,73	3,74	1,4	–	–	0,040	–	–
C3	86-140	pg	1,54	4,98	3,90	0,7	–	–	0,023	–	–

- zawartość ligninu metodą wagową po ekstrakcji próbek w 72% roztworze  $H_2SO_4$  (metoda Klasona),
- zawartość węgla organicznego (Corg) metodą Alтена,
- zawartość azotu ogółem metodą Kjeldahla,
- zawartość P, K, Ca, Mg, Fe, i Al w roztworze po mineralizacji próbek w mieszaninie  $HNO_3$  i  $H_2O_2$ . Stężenie P oznaczano metodą kolorymetryczną molibdenianową, a pozostałych pierwiastków metodą emisyjnej spektrometrii atomowej z plazmą wzbudzoną mikrofalowo (Agilent 4100 MP-AES).

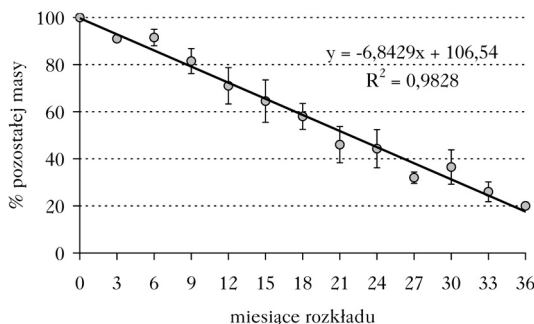
Dla poszczególnych terminów poboru obliczono średnie stężenie poszczególnych składników oraz odchylenia standardowe.

## Wyniki i dyskusja

**WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU WYJŚCIOWEGO.** Liście buka, stanowiące materiał wyjściowy w doświadczeniu, charakteryzowały się dużą zawartością ligninu (460,65 g/kg), małą zawartością azotu (8,40 g/kg) i szerokim stosunkiem C:N wynoszącym 56,3:1 (tab.). Są to cechy niesprzyjające intensywnej mineralizacji. Niskie stężenie obserwowano również dla pozostałych analizowanych makroelementów (2,00 g P/kg, 4,09 g K/kg, 8,77 g Ca/kg, 0,97 g Mg/kg, 0,10 g Fe/kg i 0,08 g Al/kg). W przypadku N, P i K jest ono w znacznej mierze rezultatem retranslokacji [Jonczak 2013].

**UBYTKI MASY W TRAKCIE ROZKŁADU.** Mineralizacja opadu roślinnego jest procesem złożonym i wieloetapowym. Ubytki masy w trakcie tego procesu mogą następować według różnych schematów – począwszy od modelu liniowego [Olson 1963], poprzez krzywe wykładnicze, po bardziej złożone [Herlitzius 1983]. Model opisujący dynamikę ubytku masy badanych liści buka, mający charakter zbliżony do liniowego (ryc. 1), świadczy o wyrównanym tempie procesu w czasie. W ciągu 36 miesięcy rozkładowi uległo 80% masy wyjściowej liści. Współczynnik rozkładu  $k$  obliczony w oparciu o model Olsona [1963] wynosi 0,54. Na tle danych literaturowych jest to wysoka wartość. W stosunkowo bogatej literaturze światowej poświęconej rozkładowi liści buka zwyczajnego w różnych warunkach klimatycznych i przy różnej zasobności siedlisk w biogeny wartość tego współczynnika najczęściej mieści się w granicach 0,20-0,40 [Cortez 1998; Heim, Frey 2004; Ritter 2005; Annunzio i in. 2008]. Szybki rozkład na badanym stanowisku po części jest zapewne efektem dość wysokiej zasobności gleby w azot, ale po części prawdopodobnie również stosunkowo łagodnego klimatu w strefie przymorza. Zagadnienie to jednak wymaga bardziej szczegółowych badań transektowych.

**DYNAMIKA UWALNIANIA MAKROELEMENTÓW W TRAKCIE ROZKŁADU LIŚCI.** Procesowi rozkładu opadu roślinnego towarzyszą różnokierunkowe zmiany jego składu chemicznego. Wynikają one m.in.



Ryc. 1.

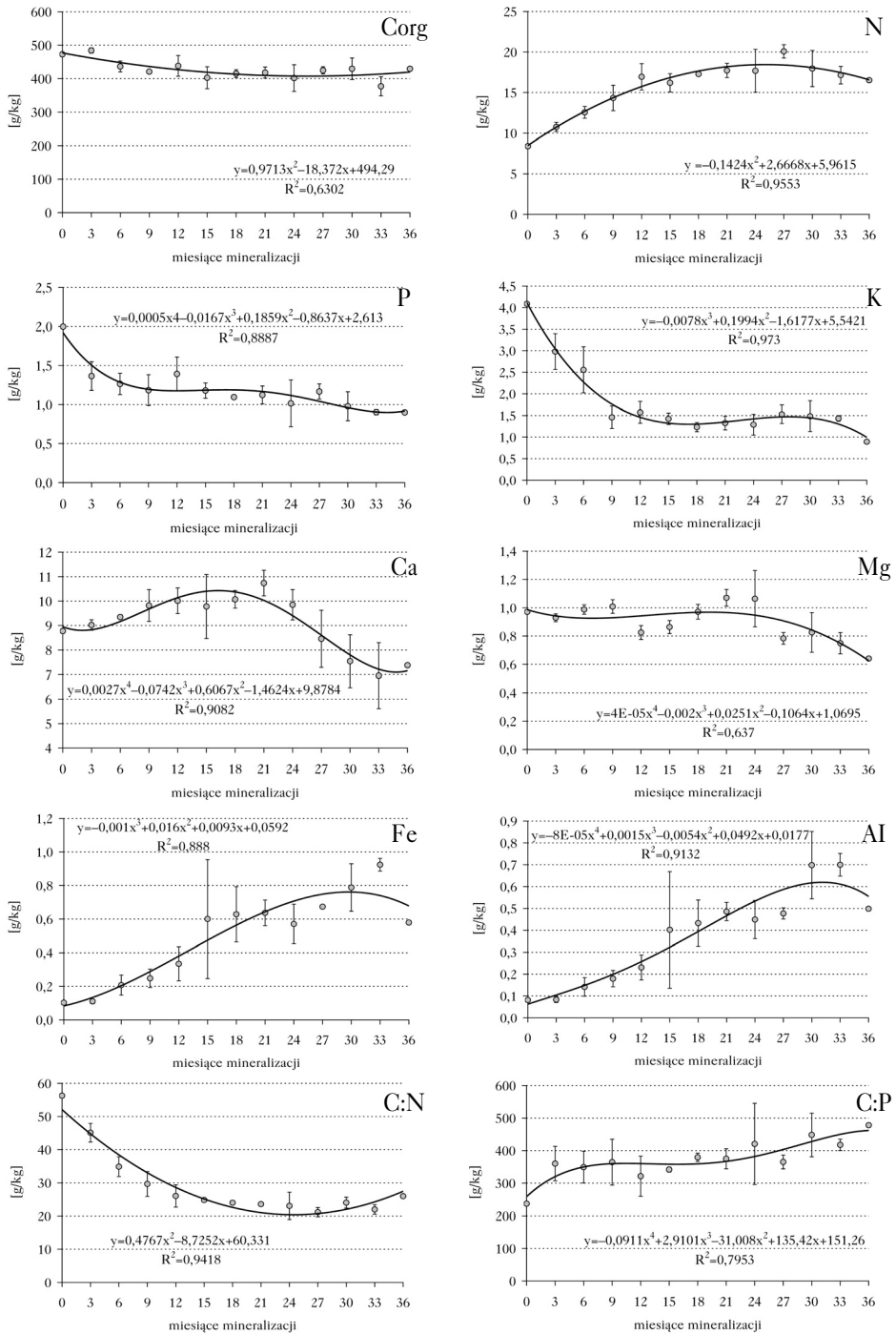
Ubytki masy podczas mineralizacji liści  
Weight loss during leaf litterfall decomposition  
kropki – wartości średnie; wąsy – SD  
dots – mean values; whiskers – SD

z różnej odporności poszczególnych składników na rozkład, różnej ich podatności na wyflukowanie, selektywnego poboru składników pokarmowych przez autotrofy (niekiedy z wykorzystaniem mechanizmów enzymatycznych przyspieszających ich uwalnianie), a także dopływu pierwiastków ze źródeł zewnętrznych (z wodami opadowymi, nawozami, jako składnika mikroorganizmów związanych ze ściółką). Przebieg krzywych trendu zmian stężeń w trakcie mineralizacji opadu roślinnego jest w ogólnym zarysie charakterystyczny dla poszczególnych pierwiastków, choć może być modyfikowany różnymi czynnikami. Na stosunkowo stałym poziomie pozostaje zawsze zawartość węgla organicznego. W badanych liściach buka mieściła się ona w przedziale 376,90-484,06 g/kg (ryc. 2). Zawartość azotu w pierwszym etapie rozkładu zazwyczaj wzrasta, niezależnie od rodzaju materiału podlegającego rozkładowi, a następnie pozostaje na stałym poziomie lub spada [Gołąb 1978; Dziadowiec 1990; Jonczak 2009]. W badanych liściach buka obserwowano wzrost stężenia azotu w pierwszych 27 miesiącach rozkładu od 8,40 g/kg do 20,08 g/kg, po czym nastąpił spadek do poziomu 16,52 g/kg (ryc. 2). W pierwszych 12 miesiącach doświadczenia wzrostowi stężenia pierwiastka towarzyszył wzrost jego zasobów, mimo ubytku masy liści (ryc. 3). Świadczy to o dość silnej, bezwzględnej akumulacji pierwiastka do poziomu ponad 143% zasobów wyjściowych. W okresie od 12. do 27. miesiąca rozkładu następował dalszy wzrost stężenia przy równoczesnym spadku zasobów. W ostatnim etapie mineralizacji wystąpiła tendencja spadkowa zarówno dla stężenia, jak i zasobów. Wraz ze wzrostem stężenia azotu zawężał się stosunek C:N od wartości 56,3:1 do 21,2:1.

Maksymalne stężenie fosforu, choć niskie na tle liści innych gatunków drzew, obserwowano w materiale wyjściowym i wynosiło ono 2,00 g/kg. W ciągu pierwszych trzech miesięcy stężenie tego pierwiastka spadło do poziomu 1,36 g/kg. Trend spadkowy, choć słabszy i z niewielkimi odchyleniami, obserwowano również do końca trwania doświadczenia. Stały trend spadkowy obserwowano także dla zasobów pierwiastka (ryc. 3). Przebieg krzywych dynamiki stężenia i zasobów fosforu na tle ubytków masy liści wskazuje na niedobór składnika w siedlisku i jego intensywne pobieranie przez organizmy żywe [McGill, Cole 1981]. Znajduje to potwierdzenie w składzie chemicznym gleby (tab.). W siedliskach o większej zasobności w fosfor obserwuje się okresowy (w pierwszej fazie rozkładu), a nawet stały wzrost jego stężenia [Dziadowiec 1990; Jonczak 2009]. Przyczyną obserwowanego wzrostu stężenia fosforu może jednak niekiedy być przenikanie materiałów obcych do woreczków ściółkowych, szczególnie bogatych w ten składnik strzępek grzybni [Dziadowiec, Hołownia 1979]. Wraz ze spadkiem stężenia fosforu w badanych liściach następowało stopniowe rozszerzanie stosunku C:P od 237:1 do 478:1.

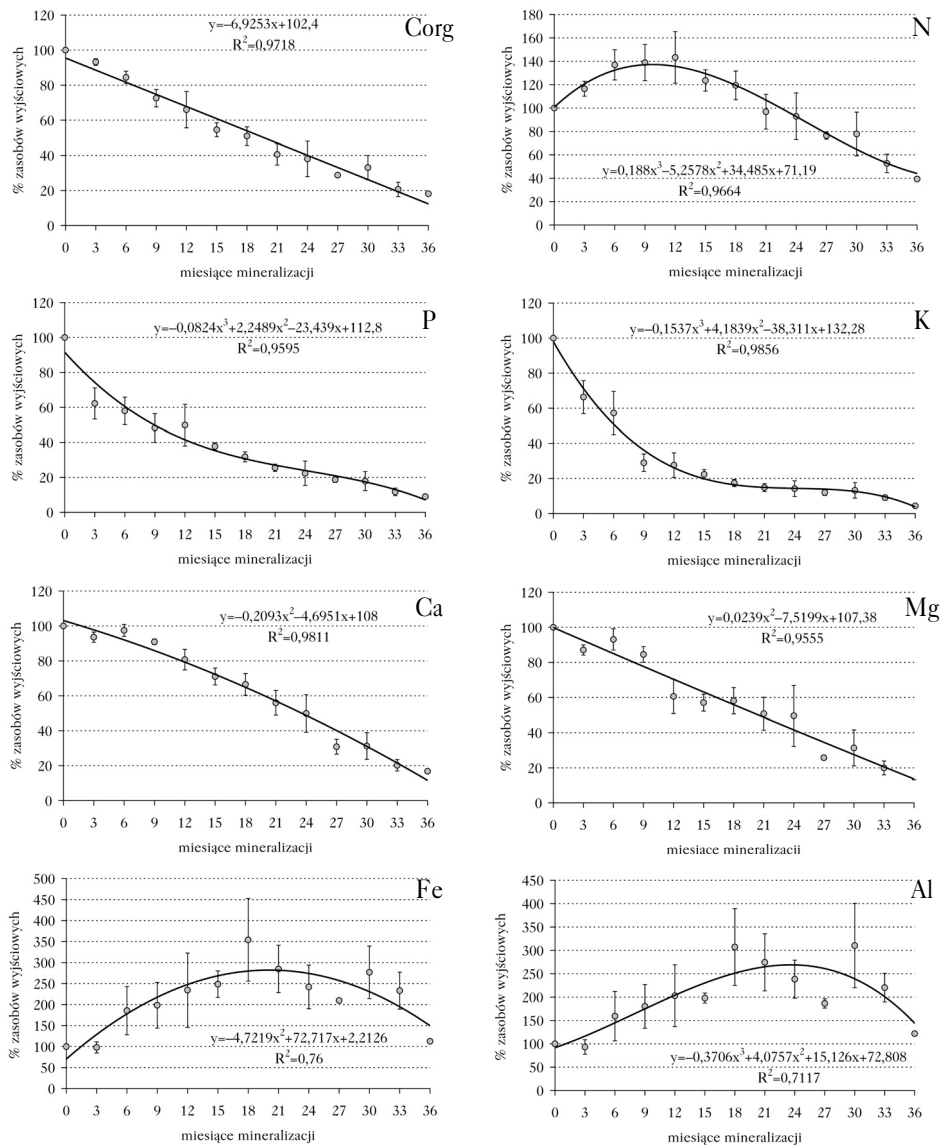
Potas występuje w tkankach roślinnych wyłącznie w postaci jonowej, co sprzyja jego wyflukowaniu. Intensywność tego procesu jest zazwyczaj największa w pierwszym etapie rozkładu. Badane liście buka były ubogie w potas już w chwili rozpoczęcia doświadczenia, w związku z czym obserwowany w pierwszej fazie rozkładu spadek stężenia był niewielki i wyniósł 27%, a w ciągu całego okresu badań 78% – od poziomu 4,09 do 0,89 g/kg (ryc. 2). Dla porównania, w trakcie mineralizacji liści topoli odmiany uprawnej Hybryda 275 w ciągu dwóch pierwszych miesięcy rozkładu Jonczak [2009] obserwował około 2,5-krotny spadek stężenia tego pierwiastka, a jeszcze szybsze wyflukowanie obserwowała w liściach różnych gatunków drzew Dziadowiec [1990]. Wraz z malejącą masą rozkładających się liści buka i równoległym malejącym stężeniem w nich potasu następował ciągły spadek jego zasobów – do poziomu 27,3% po roku i 4,4% po trzech latach rozkładu (ryc. 3).

Stężenie wapnia w pierwszych 21 miesiącach rozkładu nieznacznie wzrastało – od 8,77 g/kg do 10,74 g/kg, po czym spadało do poniżej 7 g/kg (ryc. 2). Zasoby pierwiastka wykazywały stałą tendencję spadkową (ryc. 3). Krzywe trendu ubytków masy liści i zawartych w nich



Ryc. 2.

Dynamika stężenia makroelementów oraz stosunku C:N i C:P w trakcie mineralizacji liści  
 Dynamics of the macroelements concentration and C:N and C:P ratios during leaves decomposition  
 oznaczenia jak na rycinie 1; denotes as in figure 1



Ryc. 3.

Dynamika zasobów pierwiastków w rozkładających się liściach [w % zasobów wyjściowych]

Dynamics of elements stocks during leaves decomposition [in % of initial stocks]

oznaczenia jak na rycinie 1; denotes as in figure 1

zasobów wapnia mają bardzo zbliżony przebieg, co świadczy o dominującej roli procesów mikrobiologicznych w jego uwalnianiu.

Zawartość magnezu wykazywała cykliczne (roczne) wzrosty i spadki, mieszcząc się w przedziale od 0,64 do 1,07 g/kg (ryc. 2), zaś jego zasoby, w ogólnym zarysie, wykazywały stały, liniowy trend spadkowy (ryc. 3). Obserwowana dynamika zmian stężenia tego pierwiastka odbiega od typowej dla magnezu, charakteryzującej się wyraźnym spadkiem stężenia w początkowej fazie rozkładu, który wiązany jest z procesami wymywania.

Żelazo i glin są pierwiastkami, które w trakcie rozkładu ściółek podlegają silnej akumulacji. Przyczyną tego zjawiska jest wiązanie ich jonów przez powstające również w trakcie rozkładu młode kwasy humusowe [Dziadowiec 1976, 1990] oraz wnikanie do rozkładających się liści drobnych frakcji zasobnego w pierwiastki materiału mineralnego gleb. Zawartość zarówno żelaza, jak i glinu w świeżym opadzie roślinnym jest na tle wcześniej omawianych pierwiastków bardzo mała. W materiale wyjściowym wynosiła zaledwie 0,10 g Fe/kg i 0,08 g Al/kg. W ciągu prawie całych trzech lat obserwowano dynamiczny wzrost stężenia obydwu pierwiastków – do maksymalnego poziomu 0,92 g Fe/kg (wzrost o 988%) i 0,70 g Al/kg (wzrost o 855%). Staaf [1980] w liściach buka obserwował wzrost zawartości Fe o 450%. Wzrostowi stężenia Fe i Al w pierwszych 18 miesiącach badań towarzyszył wzrost ich zasobów, świadczące o bezwzględnej akumulacji pierwiastków. W kolejnych 18 miesiącach, mimo dalszego wzrostu zawartości, następował spadek zasobów, zbliżając się przy końcu doświadczenia do zasobów wyjściowych (ryc. 3).

## Wnioski

- ✦ Rozkład liści w badanym 120-letnim drzewostanie bukowym przebiegał intensywnie na tle danych literaturowych, mimo cech materiału wyjściowego, które niekorzystnie wpływają na tempo procesu (duża zawartość lignin, mała zawartość azotu i fosforu, szeroki stosunek C:N). W ciągu trzech lat rozłożyło się 80% masy wyjściowej, a współczynnik rozkładu wyniósł 0,54. Stosunkowo wysoką zasobność gleb siedliska w azot oraz prawdopodobnie łagodny klimat w strefie przymorza należy wskazać jako istotne przyczyny intensywnego rozkładu.
- ✦ Mineralizacja związków azotu zachodziła w trzech fazach. W fazie pierwszej wraz ze wzrostem stężenia następował wzrost zasobów pierwiastka, w fazie drugiej, mimo dalszego wzrostu stężenia, stopniowo malały zasoby, a w fazie trzeciej malało zarówno stężenie, jak i zasoby.
- ✦ Stężenie i zasoby fosforu i potasu w trakcie rozkładu liści systematycznie, choć w różnym tempie, spadały. W przypadku potasu przyczyną tego było niezbyt intensywne wypłukiwanie pierwiastka. Spadkowy trend stężenia fosforu jest zaś najprawdopodobniej wynikiem jego intensywnego pobierania przez organizmy żywe. Jest to zjawisko powszechnie obserwowane w siedliskach o niskiej zasobności w ten pierwiastek.
- ✦ Ubytki zasobów wapnia i magnezu, ściśle nawiązujące do ubytków masy rozkładających się liści przy stosunkowo stałych w czasie ich stężeniach, świadczą o dominującej roli procesów mikrobiologicznych w uwalnianiu tych pierwiastków.
- ✦ W trakcie rozkładu liści obserwowano duży wzrost zawartości i zasobów żelaza i glinu, co jest typowe dla tych pierwiastków. Stężenie żelaza wzrosło o 988%, a glinu o 855% w stosunku do wartości wyjściowych.

## Literatura

- Annunzio R., Zeller B., Nicolas M., Dhôte J. F., Saint-André L. 2008. Decomposition of European beech (*Fagus sylvatica*) litter: Combining quality theory and 15N labelling experiments. *Soil Biol. Bioch.* 40: 322-333.
- Badura L., Pacha J. 1983. Porównawcze badania nad procesem rozkładu igieł i liści w wybranych siedliskach leśnych. *Acta Biol. Katowice* 11: 101-110.
- Cortez J. 1998. Field decomposition of leaf litters: relationships between decomposition rates and soil moisture, soil temperature and earthworm activity. *Soil Biol. Bioch.* 30 (6): 783-793.
- Cotrufo M. F., De Santo A. V., Alfani A., Bartoli G., De Cristofaro A. 1995. Effects of urban heavy metal pollution on organic matter decomposition in *Quercus ilex* L. woods. *Env. Poll.* 89: 81-87.
- Dziadowiec H. 1976. Zmiany zawartości żelaza i glinu w próchnicy nadkładowej gleb biellicowych w procesie humifikacji. *Procesy biellicowania (Materiały II Krajowej Konferencji, Toruń 4-5 maja 1976)*. PTG. Prace Komisji Naukowych V/31. Warszawa-Toruń. 147-152.
- Dziadowiec H. 1990. Rozkład ściółek w wybranych ekosystemach leśnych. Wydawnictwo UMK, Toruń.



- Dziadowiec H., Hołownia I. 1979. Zasoby węgla, azotu i niektórych składników popielnych oraz energii w owocnikach grzybów ekosystemów leśnych rezerwatu „Las Piwnicki”. *Acta Mycol.* 15 (1): 45-59.
- Edmonds R. L. 1979. Decomposition and nutrient release in Douglas fir needle litter in relation to stand development. *Can. J. For. Res.* 9: 132-140.
- Emmaerling Ch., Eisenbeis G. 1998. Influence of modern soil restoration techniques on litter decomposition in forest soils. *Applied Soil Ecol.* 9: 501-507.
- Gołąb Z. 1978. Zmiany chemiczne zachodzące w liściach bukowych i grabowych podczas rozkładu w naturalnych warunkach. *Roczniki Gleboznawcze* 29: 31-41.
- Gunapala N., Venette R. C., Ferris H., Scow K. M. 1998. Effects of soil management history on the rate of organic matter decomposition. *Soil Biol. Biochem.* 30 (14): 1917-1927.
- Heim A., Frey B. 2004. Early stage litter decomposition rates for Swiss forests. *Biogeochemistry* 70: 299-313.
- Herlitzius H. 1983. Biological decomposition efficiency in different woodland soils. *Oecologia* 57: 78-98.
- Jonczak J. 2009. Leaf litterfall decomposition in age-differentiated stands of poplar cone Hybrid 275. *Polish Journal of Soil Science XLII/2*: 159-166.
- Jonczak J. 2013. Dynamics, structure and properties of plant litterfall in a 120-year old beech stand in Middle Pomerania between 2007-2010. *Soil Science Annual* 64 (1): 8-13.
- Leiro M. C., Trasar-Cepeda C., Seoane S., Gil-Sotres F. 1999. Dependence of mineralization of soil organic matter on temperature and moisture. *Soil Biol. Biochem.* 31: 327-335.
- McGill W. B., Cole C. V. 1981. Comparative aspects of cycling of organic C, N, S and P through soil organic matter. *Geoderma* 26: 267-286.
- Moore T. R., Trofymow A., Taylor B., Prescott C., Camire C., Duschene L., Fyles J., Kozak L., Kranabetter M., Morrison I., Siltanen M., Smith S., Titus B., Visser S., Wein R., Zoltai S. 1999. Litter decomposition rates in Canadian forests. *Global Change Biology* 5: 75-82.
- Olson J. S. 1963. Energy Storage and the balance of producers and decomposers in ecological system. *Ecology* 44: 322-331.
- Preston C. M., Nault J. R., Trofymow J. A. 2009. Chemical changes during 6 years of decomposition of 11 litters in some canadian forest sites. Part 2.  $^{13}C$  abundance, solid-state  $^{13}C$  NMR spectroscopy and the meaning of 'lignin'. *Ecosystems* 12: 1978-1102.
- Ritter E. 2005. Litter decomposition and nitrogen mineralization in newly formed gaps in a Danish beech (*Fagus sylvatica*) forest. *Soil Biol. Biochem.* 37: 1237-1247.
- Salminen J., Setälä H., Haimi J. 1997. Regulation of decomposer community structure and decomposition process in herbicide stressed humus soil. *Applied Soil Ecol.* 6: 265-274.
- Smith J., Potts S. G., Woodcock B. A., Eggleton P. 2009. The impact of two arable field margin management schemes on litter decomposition. *Applied Soil Ecol.* 41: 90-97.
- Staaf H. 1980. Release of plant nutrients from decomposing leaf litter in a South Swedish beech forest. *Holarctic Ecol.* 3: 129-136.

## SUMMARY

### Decomposition of beech leaves in 120-years old stand on the area of Middle Pomerania

The studies on beech leaves decomposition and nutrients release were conducted in a pure beech stand located in Middle Pomerania (N Poland). A slightly higher annual precipitation and lower annual amplitude of temperature are a characteristic feature of the area climate in relation to the rest of Poland. Common beech is one of the most important tree-specie in forests in this area. The studies on beech leaves decomposition were conducted during 2007-2010 and litterbag method was applied. Four litterbags were collected every 3 months, leaves were removed, dried, weighted, homogenized and analysed for the content of C, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Al. Content of lignin was also analysed in initial material.

The observed intensity of beech leaves decomposition was higher compared to data obtained in many other studies, despite the fact that initial material had properties, which did not favour rapid decomposition (high content of lignin, low content of nitrogen and phosphorus and large C:N ratio). Rapid decomposition is probably an effect of both relatively high content



of nitrogen in the soil and mitigating influence of the sea on local climate. During three years of experiment 80% loss of leaves weight was observed. The rate of decomposition was 0.54. Three phases of nitrogen release from leaves were observed. During the first one, both concentration and stocks of this element increased. In the second phase despite a further increase of concentration, decrease of stocks was observed, and in the third phase parallel decrease of concentration and stocks occurred. A gradual decrease of C:N ratio was noticed during decomposition – from 56.3:1 to 21.2:1. The content of phosphorus and potassium, as well as their remaining stocks showed a continuous downward trend. A reason of the trends was leaching of potassium and intensive uptake of phosphorus by plant roots and microorganisms in poor in phosphorus site. A loss of stocks of calcium and magnesium referred to weight loss of leaves, and concentration of these elements did not show large fluctuations in time. This indicate a predominant role of microbiological processes in release of the elements during leaves decomposition. A strong accumulation of iron and aluminium was observed. The content of iron during decomposition increased 988%, and aluminium 855% in relation to initial material.