

MAREK SŁAWSKI

Metoda określania wielkości konsumpcji igieł przez foliofagi w koronach drzewostanów sosnowych

A method for determining needle consumption by foliovores in the canopy of pine stands

ABSTRACT

The proposed method for determining needle consumption by foliovores is based on the counts of excrement falling on the forest floor. The excrement mass collected in litter traps was multiplied by 1.19 – the coefficient taking into account the mass loss as a result of leaching by atmospheric precipitation and then multiplied by 1.35 – the coefficient established under laboratory conditions as a result of foliophage rearing to determine the mass of consumed needles per the unit of produced excrements. The said method enabled to estimate needle consumption in a 58 year-old pine stand at 87.7 kg/ha/year. In addition, 16.4 kg/ha/year of damaged needles fell onto the ground as a result of foliophage feeding.

KEY WORDS

foliovores, *Pinus sylvestris*, herbivory, needle consumption

Wstęp

Masowe żery foliofagów w drzewostanach gospodarczych są przyczyną wymiernych i dotkliwych strat ekonomicznych. Z tego względu praktyka ochrony lasu wypracowała szereg metod oceny zagęszczenia szkodników, prognozowania ich masowych wystąpień, czy wreszcie zwalczania. Z drugiej strony należy pamiętać, że owady liściożerne są naturalnym elementem ekosystemu leśnego. Modyfikują strukturę ekosystemu i jego funkcjonowanie. Ich aktywność przyspiesza obieg materii i przepływ energii oraz aktywnie optymalizuje produkcję pierwotną [Rafes 1964]. W związku z tym niektórzy autorzy traktują je jako regulatory produkcji pierwotnej ekosystemów [Mattson, Addy 1975]. Udział foliofagów w obiegu materii realizuje się przez:

- konsumpcję igieł i liści,
- opad ekskrementów na dno lasu,
- opad nieskonsumowanych resztek pokarmu,
- wypłukiwanie pierwiastków i związków chemicznych z ran w liściach spowodowanych żerem foliofagów,
- wbudowywanie materii w ciała foliofagów i przekazywanie jej na wyższe poziomy troficzne lub do łańcucha detrytusowego,
- pośrednie modyfikowanie wielkości produkcji pierwotnej przez stymulowanie nakładów roślin na obronę chemiczną.

MAREK SŁAWSKI

Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW
ul. Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa
mslawski@poczta.onet.pl

Podstawowym parametrem określającym wpływ foliofagów na środowisko leśne jest ilość skonsumowanego przez nie aparatu asymilacyjnego. Przyjmuje się, że normalny poziom konsumpcji wynosi około 10% dostępnego listowia [Bray 1961; Bray 1964], chociaż wartość ta może sięgać

nawet 30% [Mattson, Addy 1975]. W zależności od natężenia konsumpcji i rodzaju drzewostanu relacje między drzewem-gospodarzem a foliofagiem przechodzą od symbiozy przez komensalizm do pasożytnictwa [Mattson, Addy 1975]. Jeżeli konsumpcja dzienna nie przekracza 0,3% masy liści, to straty produkcji mogą być kompensowane większą aktywnością chloroplastów [Rafes 1964]. Niewielki poziom konsumpcji może wręcz stymulować przyrost drzew [Foggo 1996]. Taka stymulacja produkcji pierwotnej powoduje zwiększenie pobierania pierwiastków z gleby, a jednocześnie wzmacnia produkcję ściółki [Mattson, Addy 1975]. Wzrost dziennej konsumpcji liści powyżej poziomu 0,4% powoduje nieodwracalne straty [Rafes 1964]. Zmniejsza się wówczas przyrost wysokości, grubości, masy aparatu asymilacyjnego i liczby pączków [Ericsson i in. 1980]. Oprócz oczywistego spadku produkcji wywołanego zmniejszeniem powierzchni liści, drzewa przeznaczają część energii na obronę chemiczną stymulowaną przez żer foliofagów, a polegającą na zwiększeniu stężenia szkodliwych dla owadów związków chemicznych [Feeny 1970; Valentine i in. 1983; Harbone 1997; Haukioja, Honkanen 1997; Hunter 1997].

Bezpośredni pomiar wielkości konsumpcji w terenie napotyka na wiele trudności. Pomiar wielkości konsumpcji liści w drzewostanach liściastych wydaje się względnie prosty, gdyż wystarczy zmierzyć wielkość ubytków w liściach opadających jesienią. Wykonany w ten sposób pomiar może być obciążony dużym błędem, ponieważ: wygryzione dziury mogły urosnąć razem ze wzrostem liści, niektóre liście mogły zostać zjedzone w całości, niektóre liście mogły opaść dużo wcześniej. W przypadku drzewostanów iglastych, w których igły pozostają na drzewie przez kilka lat, określenie konsumpcji w danym roku jest znacznie trudniejsze, gdyż ubytki igieł pochodzą z różnych sezonów wegetacyjnych.

Celem prezentowanej pracy jest opracowanie i przetestowanie pośredniej metody określenia konsumpcji igieł w drzewostanach sosnowych opartej na pomiarze opadu ekskrementów na dno lasu.

Założenia metodyczne

Zaproponowana metoda opiera się na założeniu, że jednostce masy odchodów, które opadły na dno lasu odpowiada określona ilość igieł skonsumowanych w koronach. Można zatem wyznaczyć współczynnik, który pozwoli przeliczyć masę kału na suchą masę skonsumowanych igieł. Współczynnik ten można wyznaczyć na podstawie laboratoryjnej hodowli, w której podaje się znaną masę pokarmu i mierzy masę wyprodukowanych odchodów:

$$a = \frac{c}{f} \quad [1]$$

gdzie:

- a – współczynnik wydajności pokarmowej, określający ilość konsumowanego pokarmu na jednostkę masy wydalonych ekskrementów wyznaczony eksperymentalnie,
- c – sucha masa skonsumowanego pokarmu w gramach,
- f – sucha masa odchodów wydalona po skonsumowaniu pokarmu c wyrażona w gramach.

Znając wartość współczynnika wydajności pokarmowej (a) i masę ekskrementów, jakie opadły na dno lasu można obliczyć konsumpcję igieł w terenie na podstawie formuły:

$$C = F \cdot a \quad [2]$$

gdzie:

- C – konsumpcja w drzewostanie wyrażona w kilogramach suchej masy igieł na hektar,
- F – opad suchej masy ekskrementów foliofagów na dno lasu wyrażony w kilogramach suchej masy na hektar,
- a – współczynnik wydajności pokarmowej określający ilość konsumowanego pokarmu na jednostkę masy wydalonych ekskrementów (wyznaczony laboratoryjnie).

Ponieważ zbierane w terenie ekskrementy narażone są na opady atmosferyczne, masę ekskrementów foliofagów (F) należy skorygować o wartość odpowiadającą ubytkom masy ekskrementów w wyniku wyłukiwania.

Określenie wiarygodności zaproponowanej metody wymaga sprawdzenia wielkości konsumpcji inną metodą. Zastosowano metodę zaproponowaną przez Larssona i Tenowa [1980]. Metoda ta opierała się na porównaniu trzech parametrów: masy igieł uszkodzonych przez fitofagi, masy analogicznych igieł nieuszkodzonych i masy zielonych „ogryzków” opadłych w wyniku żeru rozrznego. Konsumpcję obliczano jako różnicę mas igieł uszkodzonych i nieuszkodzonych zwiększoną o współczynnik uwzględniający spadek ciężaru igieł przed opadnięciem. Współczynnik ten przyjęto za Stachurskim i Zimką na 1,288% [1975]. Od uzyskanej wartości odejmowano suchą masę zielonych igieł, które opadły w wyniku żeru rozrznego tzw. ogryzków. Sposób wyliczenia konsumpcji tą metodą opisuje wzór:

$$C = (I_n - I_c) \cdot 1,288 - Z_r \quad [3]$$

gdzie:

C – konsumpcja,

I_n – masa igieł nie uszkodzonych odpowiadających rozmiarami igłom uszkodzonym,

I_c – masa igieł uszkodzonych,

1,288 – współczynnik uwzględniający utratę masy opadających igieł [Stachurski, Zimka 1975],

Z_r – masa zielonych igieł opadłych w wyniku żeru rozrznego.

Wiarygodność proponowanej metody wymaga również wykazania, że współczynnik wydajności pokarmowej nie zależy od wielkości ani gatunku foliofaga.

PRACE TERENOWE. Prace terenowe przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Niedźwiady (obręb Niedźwiady) w północno-zachodniej Polsce w mezoregionie Równiny Charzykowskiej [Kondracki 1981], a zgodnie z regionalizacją przyrodniczo-leśną obszar ten zaliczany jest do Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej [Trampler i in. 1990]. Badaniom poddano 58-letni lity drzewostan sosnowy na siedlisku boru świeżego. Drzewostan rósł na glebie rdzawej wytworzonej na piasku luźnym, jego przeciętna wysokość wynosiła 18 metrów, a pierśnica 22 cm.

Prace terenowe obejmowały:

- zbiór opadającej ściółki,
- zbiór foliofagów do hodowli laboratoryjnych.

Ilość opadających igieł i ekskrementów foliofagów dopływających do dna lasu określono na podstawie opadu ściółki. W tym celu w badanym drzewostanie rozmieszczono 5 chwytników opadającej ściółki. Chwytniki o powierzchni wlotu 0,25 m² wykonane z gęstej nylonowej siatki, rozpiętej na stalowej obręczy, umieszczono na drewnianych słupkach ok. jednego metra nad powierzchnią gruntu. Rozmieszczono je w miejscach o zwarciu przeciętnym dla badanego drzewostanu. Ekspozycja chwytników obejmowała okres od maja do grudnia. Chwytniki opróżniano co 3-4 tygodnie. Ponadto zbierano owady do hodowli laboratoryjnych. Hodowlę prowadzono celem określenia wydajności przyswajania pokarmu. Do zbioru owadów zastosowano metody ogólnie przyjęte w entomologii: czerpak entomologiczny i parasol entomologiczny zmodyfikowany przez Borkowskiego [Borkowski 1986] oraz „na upatrzonego”. Zebrane egzemplarze foliofagów były przewożone do laboratorium i hodowane.

PRACE LABORATORYJNE. Prace laboratoryjne obejmowały następujące czynności:

- sortowanie ściółki z chwytników,
- hodowle foliofagów,
- określenie udziału łatwo wymywalnej materii w odchodach foliofagów.

Materiał zebrany w chwytniki ściółki po wysuszeniu sortowano wybierając odchody i opadłe igły. Posortowany materiał suszono w temperaturze 65°C przez 48 godzin. Wartość masy odchodów podstawiano do formuły [2] i obliczano wielkość konsumpcji. Wysuszone igły sortowano i wybierano spośród nich igły uszkodzone przez foliofagi. Do każdej uszkodzonej igły dobierano podobną nieuszkodzoną igłę. W przypadku uszkodzenia całej igły i obecności tylko krótkopędu dobierano średnią igłę spośród nieuszkodzonych. Ponadto wybierano zielone igły i ich części, które opadły w wyniku żeru rozrzutnego. Uzyskane trzy grupy igieł (igły uszkodzone, odpowiadające im igły nieuszkodzone, zielone „ogryzki igieł”) ważono. Uzyskane wyniki podstawiano do formuły [3] i wyliczano wielkość konsumpcji.

Zebrane w terenie larwy owadów były hodowane w szklanych izolatorach, w celu określenia ilości skonsumowanego pokarmu przypadającego na jednostkę wydalonych odchodów. Każdy owad był ważony przed i po rozpoczęciu hodowli, biomasę owada przyjmowano jako średnią arytmetyczną tych dwóch pomiarów. Larwom podawano igły jednoroczne, gdyż jak wynika z badań Larssona i Tenowa [1980] takie są najchętniej zjadane. Zebrane świeże igły dzielono na trzy części po około 2 g każdą i ważono. Jedną część podawano jako pokarm, drugą suszono w celu określenia zawartości suchej masy w świeżym pokarmie, trzecią umieszczano w izolatorze kontrolnym bez foliofagów celem określenia ubytku suchej masy pokarmu w trakcie prowadzenia hodowli. Po zakończeniu hodowli (około 5 dni) z izolatora wybierano oddzielnie resztki pokarmu, odchody foliofagów oraz igły z izolatora kontrolnego. Materiał suszono, a następnie ważono. Zmierzone wartości podstawiano do formuły [2] i obliczano współczynnik „a” dla każdej hodowanej larwy. Przeprowadzono 80 hodowli larw obejmujących 9 gatunków foliofagów.

Ponieważ ekskrementy znajdujące się w chwytниках ściółki były poddane działaniu opadów atmosferycznych, konieczne było określenie ubytku wagi ekskrementów w wyniku wypłukiwania. W tym celu posłużono się ekskrementami pochodzącymi z hodowli. Suchą nawązkę odchodów różnych gatunków foliofagów zanurzono w 100 ml wody destylowanej na 48 godzin. Następnie odchody odcedzono przy użyciu takiej samej nylonowej siatki, jakiej użyto w chwytnikach ściółki, wysuszono i zważono. Współczynnik korygujący masę opadłych ekskrementów o wartość wypłukiwania, uzyskano przez podzielenie ciężaru odchodów przed wypłukiwaniem przez ciężar po wypłukiwaniu. W tym eksperymencie wartość tego współczynnika wyniosła 1,191.

Wyniki

Wykazano, że współczynnik wydajności pokarmowej (a) przyjmuje największe wartości dla bardzo małych larw. Dla larw o wielkości 0,01 g przyjmował wartość 5-6. Wraz ze wzrostem larwy foliofaga jego wartość spada i przy masie larwy 0,02 g stabilizuje się praktycznie nie zmieniając się, pomimo dalszego wzrostu larwy.

Ponieważ larwy o biomasie poniżej 0,02 g konsumują bardzo mało pokarmu i ich wpływ na całkowitą konsumpcję igieł w drzewostanie jest niewielki, do dalszych rozważań użyto wartości uzyskanych dla larw większych niż 0,02 g (tabela). Różnice między wartościami współczyn-

Tabela 1.

Średnie wartości współczynnika wydajności pokarmowej (a) (stosunku konsumpcji do wydalonych odchodów) dla poszczególnych gatunków foliofagów

Mean values of consumption output coefficient (a) (the consumption to excrement ratio) for individual foliophagous species

Gatunek foliofaga	Liczba hodowli	Średni współczynnik c/f	Odchylenie standardowe
Boreczniki (<i>Diprionidae</i>)	16	1,37	0,36
Korowódka sosnowka (<i>Thaumetopoea pinivora</i> Tr.)	7	1,19	0,08
Brudnica mniszka (<i>Lymantria monacha</i> L.)	7	1,25	0,14
Opaślik sosnowiec (<i>Barbitistes constrictus</i> Br.)	13	1,45	0,29
Osnuja gwiazdzista (<i>Acantholyda posticalis</i> Mats.)	6	1,20	0,11
Poproch cetyniak (<i>Bupalus pinarius</i> L.)	16	1,38	0,18
Strzygonia choinówka (<i>Panolis flammea</i> Schiff.)	3	1,47	0,41
Witalnik sosnowiec (<i>Semiothisa liturata</i> Cl.)	3	1,24	0,11
Zawisak siwiotek (<i>Hyloicus pinastri</i> L.)	4	1,21	0,07

Analiza wariancji wykazuje brak istotnych różnic między średnimi ($p=0,2262$)

Analysis of variance shows no significant differences between the mean values ($p=0,2262$)

nika „a” dla poszczególnych gatunków są nieistotne ($p>0,05$). Do określenia konsumpcji w terenie użyto zatem wartości współczynnika „a” obliczonego jako średnia arytmetyczna ze wszystkich hodowli larw większych niż 0,02 g. Liczba hodowli larw poszczególnych gatunków zależała od częstotliwości ich występowania w terenie, zatem przyjęta średnia 1,35 odzwierciedla prawdopodobne wartości. Podobne wartości uzyskali inni badacze dla poszczególnych gatunków foliofagów żerujących na sosnie [Larsson, Tenow 1979; Oldiges 1959].

Obie zastosowane metody szacowania konsumpcji igieł dały zbliżone wyniki. Wartość konsumpcji wyliczonej na podstawie opadających ekskrementów wyniosła 88,7 kg/ha. Konsumpcja obliczona na podstawie porównania igieł uszkodzonych i całych wynosiła 98,5 kg/ha, była większa od wyliczonej na podstawie opadu ekskrementów o około 10 kg/ha, czyli o około 10%. Test Studenta wykazał brak istotnych różnic między wartościami konsumpcji wyliczonymi obiema metodami ($p>0,1$). Podobne wartości uzyskane dwiema niezależnymi metodami wskazują na wiarygodność obu metod. Uzyskane wartości mieszczą się w zakresie wskazywanym przez literaturę. Larsson i Tenow [1980] określili konsumpcję igieł w koronach dojrzałego drzewostanu sosnowego na 14 kg/ha/rok. Fogal i Slansky [1985] wykazali, że podczas gradacji borecznika konsumpcja igieł może osiągać poziom 1200 kg/ha/rok. Ponieważ obie metody dały zbliżone rezultaty wydaje się, że wyniki dobrze obrazują poziom konsumpcji w drzewostanach średniowiekowych w okresie międzygradacyjnym.

Ilość niedojedzonych ogryzków igieł opadających na dno lasu wynosiła rocznie 16,4 kg/ha, co stanowiło 18,5% całkowitej konsumpcji. W tym samym czasie na dno lasu opadło 2600 kg igieł na 1 hektar.

Podsumowanie

W pracy zaproponowano metodę określania konsumpcji igieł sosny przez foliofagi na podstawie ilości ekskrementów opadających na dno lasu. Obliczona tą metodą wartość konsumpcji dla 58-letniego drzewostanu wynosiła 88,7 kg/ha rocznie i mieści się w zakresie podawanym przez literaturę. Weryfikacja uzyskanego rezultatu metodą opartą na określeniu ubytków w opadających igłach dała podobny wynik 98,5 kg/ha/rok. Zbliżone wartości wskazują na wiarygodność proponowanej metody.

Chociaż metoda oparta na porównaniu masy igieł uszkodzonych i nieuszkodzonych odnosi się bezpośrednio do konsumpcji to jednak nie jest godna polecenia. Interpretacja wyników uzyskanych na podstawie porównania masy igieł uszkodzonych i nieuszkodzonych jest trudna, ponieważ nie można stwierdzić czy zebrane igły były uszkodzone w bieżącym roku. Ponadto, obliczonej konsumpcji nie można odnieść do żadnego konkretnego przedziału czasu. Nie można zatem porównać jej z roczną produkcją igieł czy rocznym opadem igieł. Dodatkowym czynnikiem ograniczającym zastosowanie tej metody jest ogromna pracochłonność.

Metoda proponowana w niniejszej pracy oparta na pomiarze ilości opadłych ekskrementów ma wiele zalet. Daje wyniki, które możemy przywiązać do konkretnego roku, a nawet możemy analizować dynamikę konsumpcji w okresie wegetacyjnym. Taka metoda otwiera szersze możliwości analizowania roli i wpływu foliofagów na ekosystemy. Pozwala porównać wielkość konsumpcji z produkcją igieł, porównać konsumpcję z opadem igieł oraz opadem ogryzków, śledzić wielkość konsumpcji w zależności od wieku drzewostanu jego zwarcia, czy wreszcie warunków atmosferycznych. W końcu jej pracochłonność jest na tyle niewielka, że pozwala objąć badaniami wiele drzewostanów i śledzić wpływ wieku struktury czy pochodzenia drzewostanów na ich podatność na presję foliofagów.

Literatura

- Borkowski K. 1986. Przyczynek do znajomości entomofauny koron sosny zwyczajnej. *Polskie Pismo Entomologiczne* 56: 667-676.
- Bray J. R. 1961. Measurement of leaf utilization as an index of minimum level of primary consumption. *Oikos* 12, 1: 70-74.
- Bray J. R. 1964. Primary consumption in three forest canopies. *Ecology* 45: 165-167.
- Ericsson A., Hellkvist J., Hillerdal-Hagstromer K., Larsson S., Mattson-Djos E., Tenow O. 1980. Consumption and pine growth – hypotheses on effects on growth processes by needle-eating insects. W: Structure and function of northern coniferous forests – an ecosystem study. Red Persson. *Ecological Bulletin (Stockholm)* 32: 537-545.
- Feeny P. P. 1970. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. *Ecology* 51: 565-581.
- Fogal W. H., Slansky Jr. F. 1985. Contribution of feeding by European pine sawfly larvae to litter production and element flux in scots pine plantation. *Canadian Journal of Forest Research* 15: 484-487.
- Foggo A. 1996. Long- and short-term changes in plant growth following simulated herbivory: adaptive responses to damage? *Ecological Entomology* 21: 198-202.
- Harbone J. B. 1997. *Ekologia biochemiczna*. PWN, Warszawa. 351.
- Haukioja E., Honkanen T. 1997. Herbivore-induced responses in trees: internal vs. external explanations. W: Forests and insects Red. Watt A. D., Stork N. E., Hunter M. D., Chapman and Hall London Weinheim New York Melbourne Madras. 69-81.
- Hunter M. D. 1997. Incorporating variation in plant chemistry into a spatially explicit ecology of phytophagous insects. W: Forests and insects Red. Watt A. D., Stork N. E., Hunter M. D., Chapman and Hall London Weinheim New York Melbourne Madras: 81-97.
- Kondracki J. 1981. *Geografia fizyczna Polski*. PWN, Warszawa. 463.
- Larsson S., Tenow O. 1979. Utilization of dry matter and bioelements in larvae of *Neodiprion sertifer* Geoffr. (hym., Diprionidae) feeding on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Oecologia (Berlin)* 43: 157-172.
- Larsson S., Tenow O. 1980. Needle-eating insects and grazing dynamics in mature Scots pine forest in central Sweden. W: Structure and function of northern coniferous forests – an ecosystem study. Red Persson. *Ecological Bulletin (Stockholm)* 32: 269-306.

- Mattson W. J., Addy N. D. 1975. Phytophagous insects as regulators of forest primary production. *Science* 190: 515-522.
- Oldiges H. 1959. Der Einfluss der Waldbodendüngung auf das Auftreten von Schadinsecten. *Z. Angew. Entomol.* 45: 49-59.
- Rafes P. M. 1964. Massovyje razmnozenija vriednych nasiekomych kak osobyje sluczai krugovorota viescestwa i energii w lesnom biogeocenozie. W: *Zascita lesa ot vriednych nasiekomych*. Izdatielstvo Nauka Moskva. 3-57.
- Stachurski A., Zimka J. R. 1975. Methods of studying forest ecosystems: leaf area, leaf production and withdrawal of nutrients from leaves of trees. *Ekologia Polska* 23: 637-648.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL Warszawa. 159.
- Valentine H. T., Wallner W. E., Wargo P. M. 1983. Nutritional changes in host foliage during and after defoliation, and their relation to the weight of gypsy moth pupae. *Oecologia* 57: 298-302.

SUMMARY

A method for determining needle consumption by foliovores in the canopy of pine stands

Foliovores are the agents causing serious economic losses to forests as a result of outbreaks on the one hand and are the vital element of a forest ecosystem as regulators of the matter cycling on the other one. Determination of the volume of foliage consumption by foliovores facilitates a full understanding of their impact on the functioning of a forest. In coniferous stands direct measurements of this parameter encounters many methodological problems. Needles are left on a tree for several growing seasons hence the measurement of losses in fallen needles does not reflect the annual needle consumption. For the same reason measurements in canopy does not provide reliable results. In this paper a measurement method has been proposed based on the determination of excrement biomass falling onto the forest floor in the growing season. This biomass can be converted into the consumption volume in canopy using a feeding output coefficient determined under laboratory conditions. To determine this coefficient 80 insects were reared. Each insect was given about 2 g of fresh needles. The dry mass of the supplied food was calculated on the basis of the same control food sample. After five days, the remaining needles were collected and excrements were dried and weighed. Knowing the mass of the supplied food and the mass of the remaining needles the dry mass of consumed needles was calculated. The coefficient determining the consumption per mass unit of produced excrements was calculated after dividing this value by the dry mass of excrements. The mean value of this coefficient was 1.35 regardless of the foliophage species. The larva weight had no significant effect on the value of the estimated consumption. Excrement fall under field conditions was determined by collecting the fallen needle litter in a 58 year-old pine stand. Five litter traps, 0.25 m² each, were set up in the stand. Traps were emptied every 3-4 weeks, excrements were selected and dried. In the field conditions excrements were exposed to precipitations and lost weight because of leaching. Coefficient which corrected this phenomenon was established in laboratory and amounts 1.19. Therefore consumption of needles was calculated as follows: biomass of excrements fallen on the forest floor was multiplied by 1.19 (coefficient taking in to account weight loss caused by leaching) and then multiplied by 1.35 (coefficient converting biomass of excrements in to consumption). Needle consumption in 58 year-old stand amounted 88.7 kg/ha/year. In addition 16.4 kg/ha/year of green litter fell onto ground as a result of foliovores feeding and 2600 kg/ha/year of needles were shed in natural way. Calculated consumption value was confirmed by other method which based on direct measurement of damages of needles collected in litter traps. After taking into account that shed needles loose weight because of retranslocation

of elements, evaluated consumption amount 98.5 kg/ha/year. There were no statistically important difference between consumption evaluated using booth methods. However, method basing on excrement weight has many advantages: it is less laborious, it allows to compare results to particular year or even analyze intensity of needle consumption in growing season.

Additionally, this method enable to compare consumption magnitude to needles production, needles fall, green litter fall and study influence of stand age, stocking or weather conditions on consumption level.