Zmienność produkcji owoców borówki czernicy (*Vaccinium myrtillus* L.) na tle zróżnicowania fitosocjologicznego borów w Puszczy Białowieskiej

*Variability of fruit production by bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) in relation to the phytosociological differentiation in the coniferous forests of the Białowieża Forest*

K. FALIŃSKA

Rosnące zainteresowanie ubocznymi produktami lasu jest wynikiem coraz racjonalniejszej gospodarki zasobami leśnymi. Jednym z ważniejszych ubocznych produktów leśnych cieszącym się dużym popytem na rynku krajowym i zagranicznym są owoce borówki czernicy (*Vaccinium myrtillus*). Głównym ich bogactwem są łatwo przyswajalne cukry: fruktoza, glukoza i witamina C. Z dotychczasowych badań wynika, że 300 g jagód zaspakają dzienne zapotrzebowanie człowieka na witaminę C (Bromberg, Grochowski, Mrożewski, 1955). Ponadto owoce te zawierają witaminę A i B oraz sole mineralne (Świderski, 1951).

Duże zapotrzebowanie na owoce borówki czernicy w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i winiarskim, inspirowało wiele prac badawczych, zmierzających do określania zasobności produkcyjnej jagodzisk w lasach oraz poznania całego wachlarza zmienności czynników związanych z produktywnością owoców *Vaccinium myrtillus*. Duża zmienność w produkcji owoców pomiędzy różnymi latami oraz bazami — ośrodkami dostarczającymi jagody — stwarza dodatkowe trudności w oszacowaniu zasobności jagodzisk. W przybliżeniu oszacowano zdolność produkcyjną jagodzisk w lasach państwowych Polski na 68 tys. ton, przyjmując za średni urodzaj 100 kg/ha (Kaczorowska, Grochowski, 1952).

W badaniach prowadzonych w Puszczy Białowieskiej nad produktywnością owoców i nasion różnych gatunków w zbiorowiskach grądu (*Quercus-Carpinetum*) zaobserwowano, że ilość, a nawet wartość energetyczna owoców jest uzależniona od zróżnicowania fitosocjologicznego zbiorowisk (Falińska, 1969 a, b).

Uwzględniane w literaturze różne aspekty zmienności produkcji owoców borówki czernicy nie obejmują wpływu siedliska czy też zróżnicowania borów. Określanie wartości i ilości owoców odnosi się do całych

regionów skąd pozyskuje się jagody, lub do powierzchni założonych w najważniejszych bazach jagodowych.

W świetle dotychczasowych badań wydaje się, że wpływu siedliska na produktywność owoców nie można pominąć także w odniesieniu do borówki czernicy. W badaniach prowadzonych w roku 1969 spróbowano odpowiedzieć na pytanie: w jakim stopniu różnicowanie fitosocjologiczne borów, gdzie borówka czernica głównie występuje, wpływa na ilość i jakość wyprodukowanych przez nie owoców.

METODA

Dla określenia rozmiarów produkcji owoców borówki czernicy wybrano 4 powierzchnie próbne, jednorodne pod względem fitosocjologicznym, każda o wielkości $\frac{1}{4}$ ha:

1. Bór bagienny (*Vaccinio uliginosi-Pinetum*), Nadl. Białowieża, oddz. 544 A.

2. Bór świeży (*Peucedano-Pinetum*), Nadl. Leśna, oddz. 519 D.

3. Bór mieszany (*Pino-Quercetum*), Nadl. Białowieża, oddz. 520 C.

4. Świerczyna na torfie (*Sphagno-Piceetum*), Nadl. Leśna, oddz. 539 A.

Owoce borówki czernicy zbierano z 32 kwadratów, każdy o wielkości 1 m^2 , wybranych losowo na uprzednio wyznakowanych powierzchniach.

Dla wszystkich typów boru określano rozmiar omawianej produkcji biorąc za podstawę biomase i liczbę owoców zebranych na powierzchni próbnej. Natomiast dla dwu typów borów: bagiennego i świeżego, z których uzyskano obfity materiał, przeprowadzono dodatkowe badania, określające wartość owocu, a mianowicie: procent suchej masy, wartość refraktometryczną, wartość kaloryczną oraz wielkość owoców. Do wykonania tych pomiarów pobierano próbki z każdego badawczego kwadratu w konkretnym zbiorowisku, przeprowadzając ok. 30 pomiarów dla każdej cechy.

— Wielkość owoców określano przy pomocy sortownika z otworami co $\frac{1}{3} \text{ mm}$.

— Ekstrakt z soku owoców badano za pomocą refraktometru typu lunetowego RR1. Wartość ekstraktu, który zawiera wszystkie związki rozpuszczalne w wodzie a znajdujące się w owocach jest najbardziej rozpowszechnionym spośród analitycznych wykładników wartości owoców.

— Wartość energetyczną określano w kalorymetrze typu KL-3, formując pastylki z materiału zhomogenizowanego. Wartość energetyczną podawano dla 1 grama masy suchej (cal/g).

— Zawartość wody i masy suchej w owocach borówki czernicy określano w procentach. Zważone próbki owoców świeżych suszono w temperaturze 105°C , otrzymując masę suchą.

Cały materiał opracowano metodami statystycznymi, a wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli I oraz na rycinach. Dla średnich wartości badanych cech oszacowano granice wahań średniej przy wymaganym

poziomie ufności 0,95 i 0,99 ($\bar{x} \pm L$). Istotność różnic pomiędzy średnimi sprawdzano testem Studenta oraz stosując kryterium przedziałów ufności (przy różnicach istotnych przedziały ufności nie zachodzą na siebie, ryc. 1, 4).

WYNIKI

1. Produkcja owoców *Vaccinium myrtillus* w badanych typach boru przedstawia się bardzo różnie. Najwyższą produkcję odnotowano w borze bagiennym i świeżym: 193,9 kg/ha, 179,2 kg/ha, natomiast niewielką w bo-

Ryc. 1. Produkcja owoców *Vaccinium myrtillus* na 1 m² w różnych zbiorowiskach borowych (średnia z przedziałem ufności 0,95)

Fig. 1. Fruit production by *Vaccinium myrtillus* per 1 m² in various coniferous forest communities (mean with confidence interval 0,95)

- 1 — bór bagienny (*Vaccinio uliginosi-Pinetum*);
- 2 — bór sosnowy świeży (*Peucedano-Pinetum*);
- 3 — bór mieszany wysoki (*Pino-Quercetum*);
- 4 — subborealna świerczyna na torfie (*Sphagno-Piceetum*)

rze mieszanym 8,9 kg/ha i znikomą w świerczynie na torfie 2,8 kg/ha. Statystyczną istotność różnic stwierdzono pomiędzy dwoma grupami borów: borem bagiennym i świeżym, a borem mieszanym i świerczyną na torfie.

Tabela 1—

Produkcja owoców borówki czernicy (*Vaccinium myrtillus*)
Fruits production of *Vaccinium myrtillus* in different

Badane zbiorowiska borów Coniferous forest associations	Liczba owoców Number of fruits			Biomasa owoców Biomass of fruits			Wielkość (średnica) Size (diameter)	
	n	szt/ha pieces/ha	$\bar{X} \pm L$	n	kg/ha	$\bar{X} \pm L$	n	$\bar{X} \pm L$
Vaccinio uliginosi-Pinetum Bór bagienny	32	581.760	$19,0 \pm 5,6$	32	193,9	$56,8 \pm 15,4$	1817	$8,55 \pm 0,02$
Peucedano-Pinetum Bór świeży	32	498.880	$17,5 \pm 2,4$	32	179,2	$47,5 \pm 11,7$	1555	$7,99 \pm 0,05$
Pino-Quercetum Bór mieszany	32	37.120	$3,6 \pm 1,79$	32	8,9	$0,87 \pm 0,39$	—	—
Sphagno-Piceetum Świerczyna na torfie	32	8.640	$0,28 \pm 0,18$	32	2,8	$0,84 \pm 0,53$	—	—

n = liczba obserwacji (number of observations)

L = przedział ufności (interval of confidence)

Za podstawę określenia istotności różnic wzięto pod uwagę produkcję owoców borówki czernicy z 1 m² w poszczególnych borach (tab. 1). Zastosowane kryterium przedziałów ufności (ryc. 1) i test Studenta wykazały istotność różnic pomiędzy wymienionymi parami borów (obliczona wartość $t = 3,1$ jest większa od wartości granicznej $t_M = 2,04$);

2. Biorąc za podstawę średnicę jagód, stwierdzono testem Studenta statystyczną istotność różnic w wielkości jagód pomiędzy borem bagiennym i borem świeżym, przy czym większe owoce są produkowane w borze bagiennym. Średniej wielkości jagody w borze świeżym mają średnicę $7,99 \pm 0,05$ mm, natomiast w borze bagiennym $8,55 \pm 0,02$ mm. (Poziom istotności różnic jest tu bardzo wysoki: $t = 16,7 > t_M = 1,96$). Na diagramie frekwencji klas wielkości owoców zaznaczają się wyraźne różnice we frekwencji poszczególnych klas w dwu zbiorowiskach borowych, a mianowicie: w borze bagiennym występują owoce z klas o średnicy

Table 1

w różnych zbiorowiskach borów w Puszczy Białowieskiej
coniferous forest associations of Białowieża Forest

owoców w mm of fruits in mm		Wartość refrak- tometryczna Refractometric value		Wartość energetyczna cal/g Energetic value				
Istotność różnic Significance of differences	n	$\bar{X} \pm L$	Istotność różnic Significance of differences	n	$\bar{X} \pm L$	Błąd standardowy średniej Standard error of mean	Odczylenie standardowe Standard deviation S	Współczynnik zmienności Variability coefficient V
—	32	$9,6 \pm 1,98$	—	28	3784 ± 122	61	317	8,4
$t = 16,7 >$ $> t_M = 1,96$	32	$12,0 \pm 0,28$	$t = 0,93 <$ $< t_M = 2,04$		—	—	—	—
—		—	—		—	—	—	—
—		—	—		—	—	—	—

9—10 mm i 10—11 mm (ryc. 2), a w borze świeżym przeważają jagody o średnicy 7—8 mm i 8—9 mm (ryc. 3).

3. Zarysowały się również pewne różnice w zawartości ekstraktu w owocach borówki czernicy pochodzących z obu borów. Wartość refrakto-metryczna w borze świeżym wynosi $12,0 \pm 0,28$, w bagiennym $9,6 \pm 1,98$. Istotność różnic sprawdzona metodą przedziałów ufności (ryc. 4) nie została potwierdzona testem Studenta. (Wartość $t = 0,93$ okazała się znacznie mniejsza od wartości granicznej $t_M = 2,04$).

Jednak zakres zmienności tej cechy w borze bagiennym okazał się stosunkowo duży: 7,62—11,58, a w borze świeżym cecha ta jest bardziej stała i zakres zmienności mieści się w granicach 11,81—12,37 (ryc. 4).

4. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości wody i suchej masy w owocach pochodzących z różnych typów boru:

Ryc. 2. Frekwencja klas wielkości (pomiar średnicy) owoców *Vaccinium myrtillus* w borze bagiennym

$$\bar{x} \pm L = 7,99 \pm 0,05 \text{ mm}, S = \pm 0,05 \text{ mm}, S = \pm 0,92, n = 1555 \text{ szt. (indiv.)}, V = 11,5\%$$

Fig. 2. Frequency of size classes (diameter measurement) of *Vaccinium myrtillus* berries in *Vaccinio uliginosi-Pinetum*

— w borze bagiennym stwierdzono w owocach borówki czernicy 86% wody i 14% suchej masy,

— w borze świeżym 84% wody i 16% suchej masy.

5. Wartość energetyczna owoców borówki czernicy jest stosunkowo niewielka i wynosi 3784 ± 122 cal/g. Ponieważ nie zarysowały się różnice w wartościach energetycznych pomiędzy owocami z badanych zbiorowisk próby potraktowano łącznie (tab. 1).

WNIOSKI I DYKUSJA

Z analizowanych cech zmienności produkcji owoców borówki czernicy w czterech zbiorowiskach borowych, na plan pierwszy wysuwają się różnice w rozmiarach produkcji owoców w zależności od zróżnicowania fitosocjologicznego borów. Biorąc pod uwagę biomasa i liczbę owoców rozpatrywane bory można podzielić na dwie grupy: na zbiorowiska o dużej produktywności *Vaccinium myrtillus* oraz o niewielkiej lub znikomej produkcji tych owoców (ryc. 1, tab. 1).

Ryc. 3. Frekwencja klas wielkości (pomiar średnicy) owoców *Vaccinium myrtillus* w borze świeżym

Fig. 3. Frequency of size classes (diameter measurement) of *Vaccinium myrtillus* berries in *Peucedano-Pinetum*

$\bar{X} \pm L = 8.55 \pm 0.02$ mm, $S = \pm 1.02$ mm, $n = 1817$ szt. (indiv.), $V = 11,9\%$

Różnice w rozmiarach produkcji pomiędzy borem świeżym i bagienym są znikome i statystycznie nieistotne, natomiast pochodzące z nich owoce różnią się pod względem niektórych cech decydujących o powodzeniu owoców czarnej borówki na rynku krajowym i zagranicznym; są to mianowicie: wielkość owoców oraz wartość refraktometryczna, którą w tym przypadku można przyjąć za wskaźnik zawartości cukru w jagodach. Okazało się, że jagody z boru świeżego są słodsze, świadczą o tym próby smakowe jak i wartość refraktometryczna, nadto rozrzut tej cechy jest znikomy. Natomiast jagody boru bagienego są okazalsze, lecz kwaśniejsze, poza tym zakres zmienności zawartości cukru jest stosunkowo duży (tab. 1), tzn. na małej powierzchni mogą występować jagody średnio słodkie i kwaśne.

Obserwowana u innych roślin runa zmienność wartości energetycznej owoców i nasion (Falińska, 1969b) nie znalazła potwierdzenia w przypadku owoców *Vaccinium myrtillus*. Zakres zmienności wartości kalorycznej tych owoców okazał się niewielki i mieści się w granicach 3662—3906 cal/g (tab. 1).

Ryc. 4. Wartość refraktometryczna owoców *Vaccinium myrtillus* w borze bagiennym i świeżym (średnia z przedziałem ufności 0,95)

Fig. 4. Refractometric value of *Vaccinium myrtillus* fruits in *Vaccinio uliginosi-Pinetum* and *Peucedano-Pinetum* (mean with confidence interval 0,95)

1 — bór bagienny (*Vaccinio uliginosi-Pinetum*); 2 — bór świeży (*Peucedano-Pinetum*)

Ryc. 5. Diagram struktury pionowej w czterech zbiorowiskach borowych w Puszczy Białowiejskiej

A — pokrycie (sumarycznie); B — w tym udział świerka jako gatunku zaciemniającego;
C — w tym udział borówki czernicy

a — drzewostan i jego podwarstwy; b — podszycie; c — runo; d — warstwa porostów i mchów

Fig. 5. Diagram of vertical structure in four coniferous forest communities of the Białowieża Forest

A — cover (total); B — contribution of spruce as shadings species; C — including contribution of bilberry

a — tree layer and its undergrowth sublayers; b — shrub layer c — ground layer and moss layer

1 — *Vaccinio uliginosi-Pinetum*, 2 — *Peucedano-Pinetum*, 3 — *Pino-Quercetum*, 4 — *Sphagno-girgensohnii-Piceetum*

Zaobserwowane różnice w produkcji i wartości owoców borówki czernicy, jakie zachodzą pomiędzy badanymi zbiorowiskami, wiążą się zapewne z wieloma czynnikami, a mianowicie:

— z różnym dopływem energii słonecznej do warstwy runa, pozostającym w ścisłym powiązaniu ze zwarcie koron w danym zbiorowisku (ryc. 5).

Ryc. 6. Wyniki skupu owoców *Vaccinium myrtillus* zebranych w Puszczy Białowieżkiej w latach 1961–1969, jako względną miarę zmienności ich produkcji w tym kompleksie leśnym

(wg danych Białostockiego Przedsiębiorstwa Leśnej Produkcji Niedrzewnej „Las” w Hajnówce)

Fig. 6. Results of *Vaccinium myrtillus* fruits purchase from the Białowieża Forest in the period 1961–1969 as a relative measure of the variation in their production in this forest complex

(acc. to data of Białostockie Przeds. Produkcji Niedrzewnej „Las” in Hajnówka)

— ze strukturą poziomą warstwy runa: w borze świeżym krzewinki borówki czernicy rosną łąnowo i udział tego gatunku w runie jest duży (ryc. 5); w borze bagiennym krzewinki *Vaccinium myrtillus* rosną kępowo, co jest związane z kompleksową budową tego zbiorowiska; w borze mieszanym z uwagi na jego przejściowy charakter krzewinki borówki występują w rozproszaniu i w mniejszej ilości; w świerczynie na torfie zarówno warunki świetlne, jak i edaficzne są dla *Vaccinium myrtillus* warunkami skrajnymi.

Podejrzewać także należy, że owoce borówki czernicy zbierane jednocześnie (tego samego dnia) w różnych zbiorowiskach roślinnych nie są — pomimo pozorów — dojrzałe w tym samym stopniu, a to z uwagi na nieco odmienną fenologię poszczególnych typów borów.

Zachodzą także różnice w wielkości krzewinek borówki czernicy w badanych zbiorowiskach. Najokazalsze krzewinki *Vaccinium myrtillus* występują w borze bagiennym i świeżym, mniejsze w borze mieszanym, a bardzo drobne w świerczynie na torfie.

Przyjmując skalę urodzaju pięciostopniową (Grochowski, Zdankowski, 1968) plon jagód uzyskany w roku 1969 można ocenić jako urodzaj średni. Gdy weźmiemy jednak pod uwagę dane ze skupu jagód w Puszczy Białowieskiej (ryc. 6) rok ten należy uznać pod względem urodzaju owoców borówki czernicy jako bardzo słaby.

Wyjątkowo niskie plony (ryc. 6) wyrażone masą zakupionych owoców w roku 1969 pozostają w zgodzie z wynikami badań prowadzonych w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego nad produkcją nasion i owoców w zbiorowiskach leśnych (Falińska, 1969a). Zarówno wg naszych badań, jak i informacji uzyskanej ze skupu jagód rok 1969 można uznać jako rok słabego urodzaju. Natomiast np. lata 1966 i 1968 były wydajne pod względem produkcji nasion i owoców w runie leśnym; znalazło to także odzwierciedlenie w danych ze skupu owoców leśnych, który osiągnął wysokie wartości (ryc. 6).

Szeroki zakres zmienności urodzaju owoców *Vaccinium myrtillus* wiązała autorzy badań z różnymi czynnikami np. aspektami geograficznymi (Grochowski, Zdankowski, 1968) oraz warunkami pogodowymi (Bromberg, Grochowski, Mroźewski, 1955).

Sądzę, że szukając przyczyn zmienności w plonach i wartości owoców borówki czernicy nie można pominąć — jak wspomniano na wstępie — różnic wynikających ze zróżnicowania fitosocjologicznego borów, co wiąże się z różną reakcją gatunku na warunki synekologiczne. Różnice w produkcji, a także w wartości owoców są zapewne przejawem oddziaływania skomplikowanych stosunków fitosocjologicznych i ekologicznych na populacje roślinne.

STRESZCZENIE

Niniejszy artykuł przedstawia wyniki badań prowadzonych w roku 1969 w Puszczy Białowieskiej nad zakresem i zmiennością produkcji owoców borówki czernicy (*Vaccinium myrtillus* L.). Z dotychczasowych badań wynika, że produkcja owoców, a także ich wartość, jest uzależniona od zbiorowiska, w jakim rosną okazy borówki. Najwyższą produkcję jagód odnotowano w borze bagiennym i świeżym. Pochodzące z nich owoce różnią się jednak pod względem wielkości i zawartości cukrów: w borze bagiennym produkowane są większe owoce *Vaccinium myrtillus*, a w borze świeżym mniejsze, lecz słodsze (tab. 1). Wynika to zapewne z różnego dopływu energii słonecznej, a także z różnic w strukturze poziomej runa (ryc. 5).

Praca niniejsza została wykonana częściowo w czasie praktyk studenckich w Puszczy Białowieskiej.

Wyrażam wdzięczność Prof. drowi W. Matuszkiewiczowi za konsultacje przy opracowywaniu wyników oraz Mężowi doc. drowi J. B. Falińskiemu za ustawienie metodyczne prac terenowych.

Białowieska Stacja Geobotaniczna
Instytutu Botaniki UW
Białowieża

(Wpłynęło dn. 4.XII.1969 r.)

SUMMARY

The production variability and fertility range of the fruits of *Vaccinium myrtillus* was investigated in the Białowieża Forest in 1969 in four coniferous forest communities. The aim was to answer the question, in what a degree can phytosociological differences in the coniferous parts of the forest influence the amount and value of the fruits produced.

For determination of the fruit production four sample areas were chosen, uniform as regards phytosociology, each measuring $\frac{1}{4}$ ha. The bilberry fruits were collected from 32 1-m² squares chosen randomly in the following communities:

1. *Vaccinio uliginosi-Pinetum*
2. *Peucedano-Pinetum*
3. *Pino-Quercetum*
4. *Sphagno-Piceetum*.

The phytosociological characteristic of these communities may be found in the papers of W. Matuszkiewicz (1952, 1954, 1968), Faliński and Matuszkiewicz (1963), Faliński (1968), Sokołowski (1968).

In all the coniferous forest communities the production of *Vaccinium myrtillus* fruits was determined on the basis of the sample areas investigated. In the first two communities from which higher yields were obtained, additional investigations were performed to establish the value of the fruit: dry weight percentage, calorific value, refractometric value and size of fruits (fruit diameter, table 1).

From the material collected the following results were obtained:

— Production of fruits by *Vaccinium myrtillus* varied widely in the communities investigated. The highest yield was noted in the community *Vaccinio uliginosi-Pinetum*: 193.9 kg/ha and in *Peucedano-Pinetum*: 179.2 kg/ha (Table 1, Fig. 1).

— When the diameter of the berries is compared significant differences appear in the fruit size between the two communities, larger berries being produced in *Vaccinio uliginosi-Pinetum* than in *Peucedano-Pinetum* (Fig. 3). The mean size of the fruits from *Vaccinio uliginosi-Pinetum* is 8.55 ± 0.02 mm, and in *Peucedano-Pi-*

netum 7.99 ± 0.05 mm. The distribution of size classes of the berries is also different (Figs 2 and 3).

— There also were differences in the content of the extract from fruits between the two communities. The refractometric value of the berries from *Peucedano-Pinetum* was 12.0 ± 0.28 , and from *Vaccinio uliginosi-Pinetum* 9.6 ± 1.98 .

— No statistically significant differences were found in the water content in the fruits between the two communities studied. Neither did the energetic value of the fruits of *Vaccinium myrtillus* show wider variations, it was for both the communities 3784 ± 122 cal/g.

Up-to-date investigations indicate that fruit production by *Vaccinium myrtillus*, and the value of the berries are dependent on the phytosociological differences between the forest communities. This may be due to various factors such as:

— a different access of solar energy to the ground layer of plants, this being closely connected with the density of the tree crowns in the given community (Fig. 5).

— the horizontal structure of the ground layer: the *Vaccinium myrtillus* plants may grow in larger or smaller patches or singly and their contribution to the ground layer may vary (Fig. 5).

On the basis of the data obtained in the investigations the berry yield in 1969 may be estimated as medium. On the other hand, information from the centre of berries purchase in the Białowieża Forest indicates that the harvest in 1969 was poor (Fig. 6).

The differences in fruit production by *Vaccinium myrtillus* as well as the quality of the fruits may be considered as the effect of interrelations between phytosociological and ecological conditions on the plant populations.

LITERATURA

- Bromberg A., Grochowski W., Mroźewski S., 1955, Badania owoców borówki czernicy (*Vaccinium myrtillus* L.), Rocznik nauk leśnych, 13: 103—205.
- Faliński J. B., Matuszkiewicz W., 1963, La grande forêt de Białowieża, Mater. Zakł. Fitos. Stosow. UW 2, Warszawa.
- Faliński J. B., 1968, Roślinność jako element krajobrazu Puszczy, [W:] „Park Narodowy w Puszczy Białowieckiej”, 104—110, PWRiL, Warszawa.
- Falińska K., 1969a, Produkcja nasion wybranych gatunków runa w różnych postaciach grądu (*Quercus-Carpinetum*) w Białowieckim Parku Narodowym, Acta Soc. Bot. Pol. 38(1): 195—203.
- Falińska K., 1969b, Zmienność wartości kalorycznej nasion niektórych gatunków grądowych w Białowieckim Parku Narodowym, Acta Soc. Bot. Pol. 38(3): 425—436.
- Grochowski W., Zdanowski A., 1968, Rozpoznanie baz surowcowych dolnych warstw lasu jako podstawa racjonalnej gospodarki ich zasobami, Prace IBL, 365: 210—220.
- Kaczorowska M., Grochowski W., 1952, Próba oszacowania zasobności jagodzisk czernicowych w lasach państwowych, Sylwan 2: 233—236.
- Matuszkiewicz A., Matuszkiewicz W., 1954, Die Verbreitung der Waldassoziationen des Nationalparks von Białowieża, Ekologia Polska 2,1: 33—60.
- Matuszkiewicz W., 1968, Zbiorowiska leśne i zaroślowe, [W:] „Park Narodowy w Puszczy Białowieckiej”, 237—261, PWRiL, Warszawa.
- Sokołowski A. W., Zespoły leśne Nadleśnictwa Zwierzyniec w Puszczy Białowieckiej, Prace IBL, 354, 130pp.
- Świderski A., 1951, Borówka czernica — cenna jagoda, Las Polski, 7: 12—13.