Zmienność wartości kalorycznej nasion niektórych gatunków grądowych w Białowieskim Parku Narodowym

*Variation in the calorific value of seeds of some plant species of the
community Quercus-Carpinetum in the Białowieża National Park*

K. FALIŃSKA

WSTĘP

Nasiona* można rozpatrywać z wielu punktów widzenia. Interesują mnie głównie dwa: po pierwsze nasiona jako jeden z ważniejszych typów diaspor decydujących o reprodukcji danej populacji, po drugie nasiona jako część rośliny, w której przy stosunkowo niewielkiej masie nagromadzone są substancje zapasowe o wysokich wartościach energetycznych. Można więc nasiona rozpatrywać nie tylko jako czynnik niezbędny do utrzymania trwałości życia gatunku, ale także jako materiał odgrywający poważną rolę w bilansie energetycznym ekosystemów. Stanowią one podstawowy pokarm wielu gatunków zwierząt, np. ptaków i ssaków. Badania teriologiczne wykazały, że u myszy leśnej (*Apodemus flavicollis*) w okresach nasiennych 87% objętości żołądka stanowią nasiona, a w okresach nienasiennych 69% (Drożdż 1966).

W badaniach prowadzonych w Białowieskim Parku Narodowym nad produkcją nasion zbiorowisk grądowych zaobserwowano pewne korelacje pomiędzy rozmiarami produkcji nasion a typem zbiorowiska (Falińska 1969). Zaobserwowane różnice w produkcji nasion, zależne od zbiorowiska, w jakim występuje populacja danego gatunku, nasunęły pytanie: jak przedstawia się zmienność wartości kalorycznej nasion na tle zróżnicowania fitosocjologicznego grądów białowieskich?

METODA

Na okres wegetacyjny w 1967 r. wyznaczono losowo po 50 osobników wybranych gatunków runa grądowego w następujących postaciach *Quercus-Carpinetum*:

* Termin „nasiona” stosowano umownie dla określenia właściwych nasion oraz tych owoców, u których rozdzielenie nasienia od owocu nie jest praktycznie możliwe.

Ryc. 1. Chwytniki do opadu z drzew na powierzchni MPB* w Białowieskim Parku Narodowym. Fot. J. B. Faliński.

Fig. 1. Samplers for collecting seeds from trees on area of International Biological Program. Photo by J. B. Faliński.

Querco-Carpinetum stachyetosum (grąd niski)

Querco-Carpinetum typicum (grąd typowy)

Querco-Carpinetum calamagrostietosum (grąd wysoki).

Badaniami objęto 5 gatunków roślin runa i 5 gatunków drzew. Przy wyborze gatunków roślin runa kierowano się ich ilościowym udziałem i znaczeniem biocenotycznym w odnośnych zbiorowiskach. We wszystkich trzech zbiorowiskach zbierano nasiona z dwu gatunków: *Anemone nemorosa* i *Hepatica nobilis*, z pozostałych trzech gatunków: *Ranunculus lanuginosus*, *Asperula odoratu* i *Stellaria holostea* tylko w grądzie typowym i w grądzie niskim.

Próbki do oznaczania kaloryczności nasion 5 gatunków drzew w *Querco-Carpinetum* zostały zebrane na powierzchni Międzynarodowego Programu Biologicznego* w BPN. Na 1-hektarowej powierzchni próbnej usta-

* Powierzchnia badawcza wydzielona w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego.

POWIERZCHNIA BADAWCZA MIĘDZYNARODOWEGO PROGRAMU BIOLOGICZNEGO W BIAŁOWIESKIM PARKU NARODOWYM

Ryc. 2. Powierzchnia Międzynarodowego Programu Biologicznego o wielkości 1 ha, podzielona na 100 kwadratów 10 m × 10 m, trwale oznakowanych i ponumerowanych.

Na planie powierzchni badawczej zobrażowano rozmieszczenie drzew z podziałem na gatunki i klasy grubości oraz całkowite zróżnicowanie roślinności.
Kółka — miejsca lokalizacji chwytników do mierzenia opadu z drzew.

Fig. 2. Surface area of International Biological Program of the size of 1 ha divided into 100, 10 × 10 squares marked and numbered.
On the plan of the experimental area the distribution of the trees is shown together with classification to species and thickness classes and differentiation of plant associations.

Circles — sites at which catchers were placed for measuring the amount of seeds falling from the trees

Tabela 1 - Table 1

Wartość energetyczna nasion niektórych gatunków runa grądu /*Quercus-Carpinetum*/
w Białowieżskim Parku Narodowym
Energy values of seeds of some herbivores species from *Quercus-Carpinetum*
in the Białowieża National Park

Gatunek Species	Zbiorowisko Plant community	Liczba prób Number of samples	Wartość cal/g z 95% przedziałem ufnosci Caloric values cal/g	Odchylenie standardowe Standard deviation	Błąd standardowy Standard error of mean	Współczynnik zmienności w % Coefficient of variability in %
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	<i>Quercus-Carpinetum stachyetosum</i>	27	4741 ± 315	780	153	16,0
	<i>Quercus-Carpinetum typicum</i>	33	4631 ± 187	532	91,7	11,5
<i>Stellaria holostea</i>	<i>Quercus-Carpinetum stachyetosum</i>	11	3428 ± 145	214	65	6,2
	<i>Quercus-Carpinetum typicum</i>	13	3673 ± 214	399	11,1	10,9
<i>Asperula odorata</i>	<i>Quercus-Carpinetum stachyetosum</i>	9	5472 ± 357	467	155,7	8,5
	<i>Quercus-Carpinetum typicum</i>	12	3983 ± 323	500	144,2	12,6
<i>Anemone nemorosa</i>	<i>Quercus-Carpinetum stachyetosum</i>	16	4207 ± 324	609	152,2	14,5
	<i>Quercus-Carpinetum typicum</i>	15	5225 ± 354	629	152,9	12,0
	<i>Quercus-Carpinetum calamagrostietosum</i>	16	5252 ± 406	761,6	190,4	14,5
<i>Hepatica nobilis</i>	<i>Quercus-Carpinetum stachyetosum</i>	16	4986 ± 101	189	47,2	3,8
	<i>Quercus-Carpinetum typicum</i>	12	6137 ± 233	371	106	6,0
	<i>Quercus-Carpinetum calamagrostietosum</i>	10	5258 ± 140	192	61,9	3,5
		N=190				

Tabela 2 - Table 2

Wartość energetyczna nasion drzew w *Quercus-Carpinetum* Białowieżskiego Parku Narodowego
Energy values of the trees seeds from *Quercus-Carpinetum* in the Białowieża National Park

Gatunek Species	Liczba prób Number of samples	Miesiąc zbioru nasion Time collecting of seeds	Wartość cal/g z 95% przedziałem ufnosci Caloric values cal/g	Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik zmienności w % Coefficient of variability %
Carpinus betulus	5	VII	3687 ± 107	85	2,3
	5	VIII	3675 ± 219	173	4,7
	5	IX	4270 ± 284	225	5,2
	5	X	5271 ± 254	254	4,8
Średnia ogólna	20		4226 ± 322	678	12,8
Acer platanoides	3	VIII	3531 ± 260	103	2,9
	5	X	5488 ± 217	172	3,2
Średnia ogólna	8		4754 ± 805	959	20,9
Tilia cordata	5	VIII	3594 ± 170	153	3,8
	5	X	4638 ± 81	64	1,4
Średnia ogólna	10		4116 ± 388	532	12,9
Betula verrucosa	5	VII	5503 ± 73	58	1,5
	5	VIII	6588 ± 268	212	3,2
Średnia ogólna	10		6046 ± 420	576	9,5
Quercus robur	5	IX	6709 ± 717	670	8,6
	N = 101				

wiono 50 chwytaczy (ryc. 1, 2), każdy z nich miał kształt kolisty o powierzchni 1000 cm² (Andrzejewski, Borowski, Olszewski, 1968). Zarówno zbioru nasion, jak i wybierania nasion z chwytaczy dokonywano co 5 dni.

W roku 1967 otrzymano nasiona z następujących gatunków drzew: *Carpinus betulus*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Quercus robur* i *Betula verrucosa*. Do określenia wartości kalorycznej nasion wybrano materiał z całego okresu rozsiewania, trwającego w zależności od gatunku od 1—3 miesięcy. Pomiaru kaloryczności dokonywano osobno z poszczególnych miesięcy (tab. 2).

Próbki nasion roślin runa zostały spalone w mikro-bombie kalorymetrycznej Phillipsona (Phillipson 1964). Próbki nasion z drzew spalono w kalorymetrze KL-3. Do oznaczenia wartości kalorycznej nasion próbki zostały przygotowane zgodnie z recepturą dotyczącą preparowania i opracowywania materiału roślinnego do spalania w kalorymetrach (Górecki 1965). W przypadku nasion drzew brano pod uwagę całe nasiona bez oddzielania np. łusek, łupin itp. Próbki suszono w suszarce próżniowej w temperaturze 45°C. Wartości kaloryczne nasion podawane w niniejszej pracy dotyczą całkowitej wartości kalorycznej 1 grama suchej masy nasion.

Analizy i oznaczenia wartości kalorycznej nasion zostały wykonane w Pracowni Bioenergetycznej w Zakładzie Ekologii PAN w Warszawie

Wyniki pomiarów opracowano metodami statystycznymi w oparciu o schemat zmiennych niezależnych. Określono następujące dane:

- wartości średnie cal/g nasion badanych gatunków z uwzględnieniem granicy wahań średniej badanej populacji przy poziomie ufności 0,95
- współczynnik zmienności badanej cechy,
- zmienność wartości kalorycznej cal/g nasion w zależności od zbiorowiska, dla gatunków roślin runa. Różnice w wartościach średnich sprawdzono za pomocą testu Studenta, przy wymaganym poziomie ufności 0,95.
- zmienność sezonową wartości kalorycznej nasion dla gatunków drzew sprawdzono testem Duncana.

WYNIKI

Porównując wartość kaloryczną nasion 5 gatunków zielnych i 5 gatunków drzew widzimy, że wartość ta kształtuje się bardzo różnie u poszczególnych gatunków (tab. 1, 2). U obserwowanych gatunków nasiona — jak należało się spodziewać — mają na ogół wyższą wartość kaloryczną niż inne części roślin, np. łodyga — 4267 cal/g, liście — 4229 cal/g (Golley 1961). Jednak odnotowano także niższe wartości kaloryczne nasion od podanych wyżej, np. *Stellaria holostea*: 1 gram suchej masy nasion ma wartość kaloryczną 3428 ± 145 cal/g w grądzie niskim, a 3673 ± 214 cal/g w grądzie typowym.

U roślin runa najwyższe wartości kaloryczne nasion odnotowano u *Hepatica nobilis* 6137 ± 233 cal/g w grądzie typowym, a u gatunków drzewiastych u *Quercus robur* 6709 ± 717 cal/g i *Betula verrucosa* 6588 ± 268 cal/g. U pozostałych gatunków wartości te mieszczą się w granicach od 3983—5488 cal/g.

Zaobserwowane różnice w wartościach kalorycznych u niektórych gatunków roślin runa w zależności od zbiorowiska sprawdzono testem Stu-

Ryc. 3. Wartość kaloryczna nasion niektórych gatunków runa grądów w Białowieżskim Parku Narodowym. (Wartości kaloryczne z przedziałem ufności 95% i 99%)

Fig. 3. Calorific value of seeds of certain plant species from the herb layer of *Quercus-Carpinetum* in the Białowieża National Park (Calorific values with confidence interval 95 and 99%)

1. *Quercus-Carpinetum stachyetosum*, 2. *Quercus-Carpinetum typicum*, 3. *Quercus-Carpinetum calamagrostietosum*

denta (ryc. 3). Istotność różnicy wartości kalorycznej nasion w zależności od zbiorowiska stwierdzono u następujących gatunków:

a. *Asperula odorata* — pomiędzy grądem typowym a grądem niskim, przy czym wyższe wartości kaloryczne odnotowano w grądzie niskim (tab. 1),

b. *Anemone nemorosa* — pomiędzy grądem niskim a grądem typowym, wyższą kaloryczność próbek odnotowano w grądzie typowym; nie stwierdzono pod tym względem różnic pomiędzy grądem wysokim a typowym (tab. 1),

Carpinus betulus

c. *Hepatica nobilis* — istotność różnic zaobserwowano pomiędzy grądem typowym i niskim, przy czym niższe wartości odnotowano w tym ostatnim. Natomiast istotność różnic niższego rzędu odnotowano pomiędzy grądem typowym a grądem wysokim (ryc. 3).

Jak wynika z naszych obserwacji opad nasion (rozsiewanie) z drzew trwa w zależności od gatunku od 1—3 miesięcy, a nawet dłużej.

Próbki nasion drzew pobrane do oznaczenia kaloryczności z poszczególnych miesięcy dały różne wartości kaloryczne (tab. 2). Na ogół nasiona z wcześniejszego okresu mają wartość energetyczną niższą niż z okresu najintensywniejszego opadu nasion. Zaobserwowana zmienność sezonowa w wartościach kalorycznych nasion drzew (ryc. 4) zapewne wiąże się z ich dojrzałością fizjologiczną, a ściślej mówiąc z odkładaniem związków zapasowych (Tyszkiewicz 1946).

Do porównania i oceny wartości kalorycznej nasion drzew brano pod uwagę dane z miesięcy, w którym dany gatunek zrzucał nasiona najintensywniej. Biorąc pod uwagę te dane zakres zmienności wartości kalorycznej 1 grama suchej masy nasion drzew wynosi 4638—6709 cal. Natomiast traktując łącznie wszystkie próbki danego gatunku (z całego zbioru) zakres ten wynosi 4116—6709 cal/g. Przesuwa się więc dolna granica prawie o 500 cal. Także ogólna średnia wartość 1 grama suchej masy nasion danego gatunku jest wówczas niższa (tab. 2).

W roku 1967 z gatunków drzew znajdujących się w zbiorowiskach grądu najintensywniej owocowały dwa gatunki: *Carpinus betulus* i *Betula verrucosa*. Słabo owocował dąb (*Quercus robur*), z którego uzyskano zdrowe nasiona tylko we wrześniu.

WNIOSKI I DYKUSJA

Zmienność wartości kalorycznej nasion roślin runa w związku ze zbiorowiskiem, w którym występują, dała się stwierdzić u 3 gatunków na 5 badanych, a mianowicie: u *Asperula odorata*, *Anemone nemorosa* i *Hepatica nobilis* (ryc. 3). W szczególności gatunek pierwszy zdaje się odzwierciedlać zróżnicowanie białowieskich lasów typu *Quercus-Carpinetum*. Jak wynika z wcześniejszych badań (Falińska 1969) reakcja *Asperula odorata* na zróżnicowanie fitysocjologiczno-ekologiczne *Quercus-Carpinetum* przejawia się także w produkcji nasion, co obserwowano biorąc pod uwagę takie cechy, jak: liczebność i biomasa nasion, przy czym większą produkcję nasion odnotowano w grądzie typowym niż w grądzie niskim.

Należy przypuszczać, że zaobserwowane korelacje pomiędzy zbiorowiskami a wartością energetyczną nasion nie są jedyne. Ogół czynników wpływających na wartość energetyczną nasion nie jest w pełni znany. Nie wiadomo na przykład czym tłumaczyć znaczną zmienność tej wartości w próbkach nasion zebranych tego samego dnia, z tego samego gatunku i osobników rozwijających się w tych samych warunkach ekologiczno-fitysocjologicznych (ryc. 5). Nie uchwycono także zależności pomiędzy wielkością nasion a ich wartością kaloryczną, co oznacza, że dorodne nasiona nie zawsze dają wyższe wartości kaloryczne (cal/g).

Wydaje się, że przy tego rodzaju badaniach należy się liczyć ze stosunkowo dużą zmiennością osobniczą w obrębie danego gatunku. Być może, że próbki pobierane z 50 osobników roślin runa nie dają materiału w pełni reprezentatywnego.

Próbki nasion pochodzące z drzew były zbierane przez cały okres rozsiewania, trwający w zależności od gatunku od 1—3 miesięcy. Próbki z poszczególnych miesięcy miały różne wartości energetyczne (tab. 2), co niewątpliwie wiąże się z odkładaniem związków zapasowych w nasionach w miarę ich dojrzewania (Tyszkiewicz 1949). Na ogół nasiona drzew osiągają najwyższe wartości energetyczne pod koniec okresu rozsiewania się nasion. Podobnego zjawiska nie odnotowano u nasion gatunków roślin runa. W niektórych przypadkach nasiona z pierwszego okresu zbioru nasion miały wyższą wartość kaloryczną, niż w końcowej

Ryc. 5A

Ryc. 5A i 5B. Zmienność produkcji i wartości kalorycznej nasion niektórych gatunków runa w ciągu sezonu wegetacyjnego 1967

Figs. 5A and 5B. Variability of production and calorific value of seeds of species in the ground layer in the course of the vegetation season 1967

fazie rozsiewania (ryc. 5). Należy przypuszczać, że wartość kaloryczna nasion roślin runa raczej jest zaniżona, ponieważ zbiór nasion musiał być dokonywany przed ich rozsiewaniem się. Natomiast nasiona drzew zbierane z chwytników pochodziły z naturalnego okresu rozsiewania danego gatunku.

Podawane w literaturze wartości kaloryczne nasion drzew znacznie odbiegają od siebie. Tytułem przykładu przedstawię dane dotyczące *Carpinus betulus*:

— 6213 cal/g suchej masy nasion — Las Wolski k. Krakowa (Górecki, Gębczyńska 1962)

Ryc. 5B

Objaśnienia do ryc. 5A i 5B: a — masa nasion w mg (sucha masa) w poszczególnych dniach zbioru; b — wartość kaloryczna próbek uzyskanych w danym dniu

Legend for figs 5A and 5B: a. weight of seeds in mg of dry weight on particular days of collection; b. calorific value of samples collected on given day, over-all mean

— 5271 cal/g suchej masy nasion — Białowieski Park Narodowy (badania własne)

— 5590 cal/g suchej masy nasion (Turček 1961).

Podobne rozbieżności odnotowano, biorąc pod uwagę wartość kaloryczną nasion dębu: 3695 cal/g, 4069 cal/g, 4159 cal/g.

Zaobserwowana zmienność w wartościach energetycznych nasion pomiędzy poszczególnymi gatunkami, a także stosunkowo duże rozproszenie tej cechy w obrębie poszczególnych gatunków nasuwają wniosek, że dane dotyczące wartości kalorycznej nasion powinno się odnosić jednoznacznie do określonego typu zbiorowiska, określonego roku, w którym dokonywano zbioru oraz do odpowiedniego położenia geograficznego. Wydaje się, że zaobserwowana zmienność badanej cechy będzie nastroczała wiele trudności przy opracowaniu średniej wartości kalorycznej dla 1 grama suchej masy nasion w sensie ogólniejszym. Dane takie są niezbędne przy opracowywaniu potencjału energetycznego badanego ekosystemu, ponieważ nasiona są jednym z poważniejszych ogniw w bilansie energetycznym.

Składam serdeczne podziękowanie Panu Prof. W. Matuszkiewiczowi za wskazówki i pomoc przy wykonywaniu niniejszej pracy oraz Panu Dr A. Myrsze za pomoc przy oznaczaniu wartości kalorycznej nasion i cenne uwagi z zakresu bioenergetyki.

STRESZCZENIE

Praca przedstawia badania nad zmiennością wartości kalorycznej nasion wybranych gatunków na tle zróżnicowania fitosocjologicznego grądów w Białowieskim Parku Narodowym. Zmienność wartości kalorycznej nasion roślin runa w związku ze zbiorowiskiem, w którym występują, dało się stwierdzić u 3 gatunków na 5 badanych, a mianowicie: u *Anemone nemorosa*, *Hepatica nobilis* i *Asperula odorata*.

Ponadto zaobserwowano zmienność sezonową wartości kalorycznej nasion u niektórych gatunków drzew w *Quercus-Carpinetum*. Najwyższe wartości energetyczne osiągają nasiona drzew na ogół w miesiącu wrześniu i październiku.

Zakład Fitosocjologii Stosowanej
i Ekologii Roślin
Warszawa — Białowieża

(Wpłynęło 22.II.1968 r.)

SUMMARY

The investigations on seed* production were carried out in *Quercus-Carpinetum* communities of the Białowieża National Park. The correlations observed between the seed yield and the type of community raised the problem of the variations of the calorific value of the seeds in relation to the phytosociological differences in the Białowieża *Quercus-Carpinetum* communities.

Five plant species from the ground layer and five tree species were investigated. For the vegetation period 1967 fifty specimens were randomly chosen from the ground layer in the following forms of *Quercus-Carpinetum*: *Q-C stachyetosum*, *Q-C typicum* and *Q-C calamagrostietosum*. In all the three communities seeds were collected from two plant species: *Anemone nemorosa* and *Hepatica nobilis*. From the remaining three species: *Ranunculus lanuginosus*, *Asperula odorata* and *Stellaria holostea* seeds were collected only in *Quercus-Carpinetum stachyetosum* and in *Quercus-Carpinetum typicum*. Samples for calorificity determination of tree seeds were collected on a 1-hectare surface area of *Quercus-Carpinetum* community on which 50 samples were placed with a surface area of 1000 sq. cm each (figs 1 and 2). The seeds were collected at 5-day intervals. The material was dried on a vacuum drier (45°C). The seeds from the ground layer plants were incinerated in a Phillipson microbomb, and the tree seeds in a KL-3 calorimeter. The results were statistically analysed. The data obtained concerning the energetic value of seeds from the five species of herbaceous and five species of woody plants of the *Quercus-Carpinetum* indicate that these species differ widely from one another as regards this character (tables 1 and 2). The range of variability between the species investigated varied within the limits of 3428—6709 cal/g.

Changes in the calorific value of the seeds from the ground layer plants connected with their provenience from a given community could be established for three species of the five investigated, viz., in *Asperula odorata*, *Anemone nemorosa* and *Hepatica nobilis* (fig. 3).

The period of seed falling from the trees lasts generally several months (fig. 4B). Samples from the earlier part of the period of seed dissemination generally have a lower calorific value. The highest energetic values are noted in tree seeds in September and October (table 2, fig. 4A).

The observed seasonal variability in the calorific values of the seeds of *Carpinus betulus* is probably connected with physiological ageing of the seeds, strictly speaking with the deposition of storage substances.

On the basis of literature data and of the author's own observations in the Białowieża *Quercus-Carpineta*, the conclusion may be advanced that the data concerning the calorific values of seeds should be referred to a given community, the definite year in which the seeds were collected and the geographical situation.

LITERATURA

- Andrzejewski R., Borowski S., Olszewski J., 1968, Powierzchnia chwytacza opadu organicznego dla lasu liściastego, *Sylvan* 112, (8): 55—58.
 Drożdż A., 1966, Food habits and food supply of rodents in the beech forest, *Acta theriol.* 11: 363—384.

* „Seeds” — proper seeds and other generative dispores, e.g. the achene, the nut and so on.

- Falińska K., 1969, Produkcja nasion wybranych gatunków runa różnych postaci grądu (*Querco-Carpinetum*) w Białowieskim Parku Narodowym, Acta Soc. Bot. Pol. 38(1): 195—203.
- Golley F. B., 1961, Energy values of ecological materials, Ecology 42: 581—584.
- Gorham E., Sanger J., 1967, Caloric values of organic matter in woodland, swamp and lake soils, Ecology 48: 492—494.
- Górecki A., Gębczyńska Z., 1962, Food conditions for small rodents in a deciduous forest, Acta theriol. 6: 275—295.
- Górecki A., 1965, Kalorymetr w badaniach ekologicznych, Ekol. Pol. B, 2: 145—158.
- Kendeigh S. Ch., and West G. C., 1965, Caloric values of plants seeds eaten by birds, Ecology 46: 553—555.
- Turček F. J., 1961 Ökologische Beziehungen der Vögel und Gehölze, Bratislava.
- Tyszkiewicz S., 1949, Nasiennictwo leśne, IBL, Warszawa.