

MICHAŁ PIOTROWSKI, TOMASZ SKRZYDŁOWSKI

Pokrywa śnieżna jako czynnik wpływający na przeżywalność i kiełkowanie bukwi

The effect of snow cover on the survival and germination of beech seeds

ABSTRACT

Piotrowski M., Skrzydłowski T. 2007. Pokrywa śnieżna jako czynnik wpływający na przeżywalność i kiełkowanie bukwi. Sylwan 2: 59-68.

The effect of the snow cover on the survival of beech seeds from the time seeds fell onto the ground until the appearance of seedlings was investigated during two seasons at the study sites in the Babiogórski National Park and in the Ojcowski National Park. The obtained results show that snow cover has influence on the shaping of a spatial pattern of seed survival, and on the appearance of germinated seedlings. However, no decisive influence of snow cover was shown on the appearance of seedlings. The drying of the germinated seeds is the main cause of their mortality.

KEY WORDS

Fagus sylvatica, seed survival, beech seeds, snow

ADDRESSES

Michał Piotrowski – Wydział Ochrony Lasu; RDLP Toruń;
ul. Mickiewicza 20; 87-100 Toruń

Tomasz Skrzydłowski – Pracownia Naukowa; Tatrzański Park Narodowy;
ul. Chałubińskiego 42a; 34-500 Zakopane

Wstęp

Badania nad strukturą drzewostanów naturalnych wskazują na istnienie pewnej prawidłowości dotyczącej rozmieszczenia drzew względem siebie w różnych fazach rozwojowych. Przejawia się ona na ogół losowym rozmieszczeniem drzew dojrzałych oraz wyraźnie skupiskowym na etapie nalotów, podrostów, a szczególnie na etapie powstawania siewek [Szwagrzyk i in. 1997; Szewczyk 2001].

Mechanizmy decydujące o przestrzennej i czasowej zmienności pojawiania się siewek pozostają nadal mało poznane [Skrzydłowski 1998]. Zróżnicowanie zagęszczenia młodego pokolenia odbywa się już na etapie obsiewu nasion [Szewczyk 2001; Skrzydłowski 2002], który może znacznie różnić się nawet w obrębie korony pojedynczego drzewa [Suszka 1990]. Kolejnymi czynnikami modyfikującymi zagęszczenie i przestrzenne rozmieszczenie nasion, a w konsekwencji odnowienie naturalne, są: gryzonia [Madsen 1995; Skrzydłowski 2002], grzyby [Dubbel 1989; Homma i in. 1999; Stocka 1999], ptaki i pozostałe kręgowce [Skrzydłowski 2002]. Spośród czynników abiotycznych ważnym elementem decydującym o rozmieszczeniu odnowień jest pokrywa śnieżna [Maruta i in. 1997; Shimano, Masuzawa 1995; Homma i in. 1999; Pniak 2001]. Nakłada ona na proces odnowienia wiele potencjalnych czynników kontrolujących, takich jak: skrócenie okresu wegetacji, nacisk na grunt, warunki termiczne i insulacyjne, nasycenie wodą wierzchniej warstwy gleby, ochrona przed przesuszeniem, infekcje grzybowe i aktywność gryzoni.

Celem pracy jest określenie zależności pomiędzy przeżywalnością nasion buka, jego kiełkowaniem i powstawaniem siewek a grubością i trwałością zalegania pokrywy śnieżnej w warunkach regla dolnego (Babiogórski PN) i na wyżynie (Ojcowski PN). Podjęto także próbę określenia roli grzybów, których obecność wynika z warunków śnieżno-termicznych.

Material i metody

TEREN BADAŃ. Obserwacje prowadzono na powierzchni „Żarnówka” położonej w reglu dolnym Babiogórskiego Parku Narodowego (BPN) oraz powierzchni „Chełmowa Góra” w Ojcowskim Parku Narodowym (OPN). „Żarnówka” obejmuje kilkadziesiąt hektarów lasu o charakterze pierwotnym, należącego w przeważającej części do zespołu buczyny karpackiej *Dentario glandulosae-Fagetum* [Celiński, Wojterski 1983]. W drzewostanie gatunkiem dominującym jest buk (57%), obok niego występują jodła (18,9%) i świerk (23,9%) [Szewczyk 2001]. Na powierzchni „Chełmowa Góra” dominującym zespołem jest również buczyna karpacka *Dentario glandulosae-Fagetum* [Michalik 1987]. Drzewostan zdominowany jest przez buk (69,3%). Występuje również jodła, jawor, sosna pospolita, klon pospolity, brzoza brodawkowata i jesion [Skawiński 1987, Skrzydłowski 2002].

PRACE TERENOWE. Badania prowadzono przez dwa sezony zimowo-wiosenne w latach 2001/2002-2002/2003. Do realizacji założonych w pracy celów wystawiono w BPN i w OPN po 30 klatek o wymiarach 40 × 40 × 6,5 cm wykonanych z metalowej siatki. Zadaniem wspomnianych konstrukcji była ochrona nasion przed zwierzętami. W klatkach umieszczono po 50 sztuk bukwi wymieszanych z lokalną świeżą ściółą tak, aby poszczególne orzeszki nie miały ze sobą bezpośredniego kontaktu. W eksperymencie wykorzystano wyłącznie nasiona pełne, których żywotność określona metodą barwienia tetrazoliną wyniosła w kolejnych sezonach: 87% i 84%. Nasiona wyłożono do klatek jesienią, pod koniec listopada. Pokrywę śnieżną mierzono za pomocą łąt z podziałką, umieszczoną przy każdej klatce. W BPN i OPN konstrukcje z siatki rozmieszczone były w trzech miejscach w każdym z obiektów, różniących się długością i grubością zalegania pokrywy. Analiza wyłożonych nasion miała miejsce wiosną, w okresie intensywnego występowania kiełkujących nasion.

PRACE KAMERALNE. Prace kameralne obejmowały zakwalifikowanie nasion wyjętych na wiosnę z klatek, do odpowiedniego stadium rozwojowego oraz ocenę ich żywotności. Część nasion poddano również badaniom na obecność w nich grzybów. Do określenia wpływu pokrywy śnieżnej na nasiona oraz siewki zastosowano współczynnik grubości i długości zalegania pokrywy śnieżnej W_{ps} (Pniak 2001). Zastosowanie współczynnika pozwoliło przede wszystkim wychwycić zmienność przestrzenną i czasową zalegania śniegu oraz nadać poszczególnym miejscom jego zalegania odpowiednią rangę.

$$W_{ps} = \sum_{n=1}^{n=N} \left(\frac{n \cdot s_n}{N} \right) = \sum_{n=1}^{n=N} (W_{kn} \cdot s_n)$$

gdzie:

- N – liczba dni zalegania pokrywy śnieżnej na danej powierzchni,
- n – numer kolejny dnia zalegania pokrywy śnieżnej,
- s_n – grubość pokrywy śnieżnej w n -tym dniu otrzymana z pomiaru lub interpolacji,
- W_{kn} – współczynnik korygujący.

Relacje pomiędzy współczynnikiem grubości i długości zalegania pokrywy śnieżnej W_{ps} a niektórymi parametrami związanymi z nasionami i formami ich rozwoju opisano za pomocą korelacji nieparametrycznej Spearmana [Łomnicki 2000].

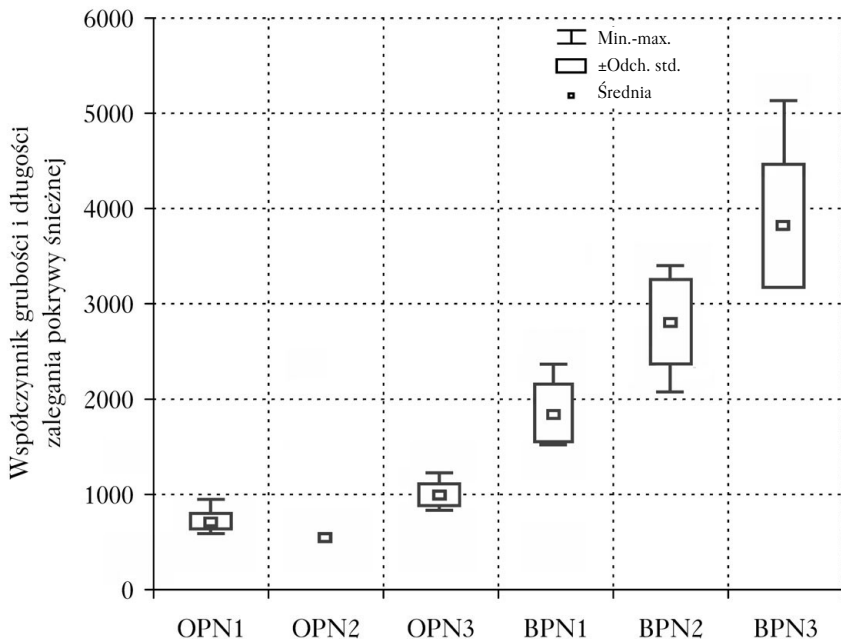
Wyniki

POKRYWA ŚNIEŻNA. Pokrywa śnieżna w Ojcowskim i Babiogórskim Parku Narodowym charakteryzowała się dużą zmiennością pod względem grubości, trwałości i czasu zalegania. Różnice uwidoczniły się zarówno między sezonami, jak i obiektami badań, wykazując jednak zdecydowanie dłuższe zaleganie śniegu w BPN w porównaniu z OPN.

W OPN w sezonie 2001/2002 śnieg zalegał nieprzerwanie przez 71 dni i stopniał 5 lutego 2002, z kolei w sezonie 2002/2003 zalegał w sposób nietrwały przez 101 dni i trwał do 10 kwietnia 2003. Dwa sezony badawcze różniły się także pod względem maksymalnych grubości pokrywy śnieżnej, które notowane były w różnych terminach. W sezonie 2001/2002 zanotowano maksymalną grubość 68 cm na OPN 3 (26.01.2002 r.), natomiast w sezonie 2002/2003 15 cm na OPN 1 i OPN 3 (8.03.2003 r.).

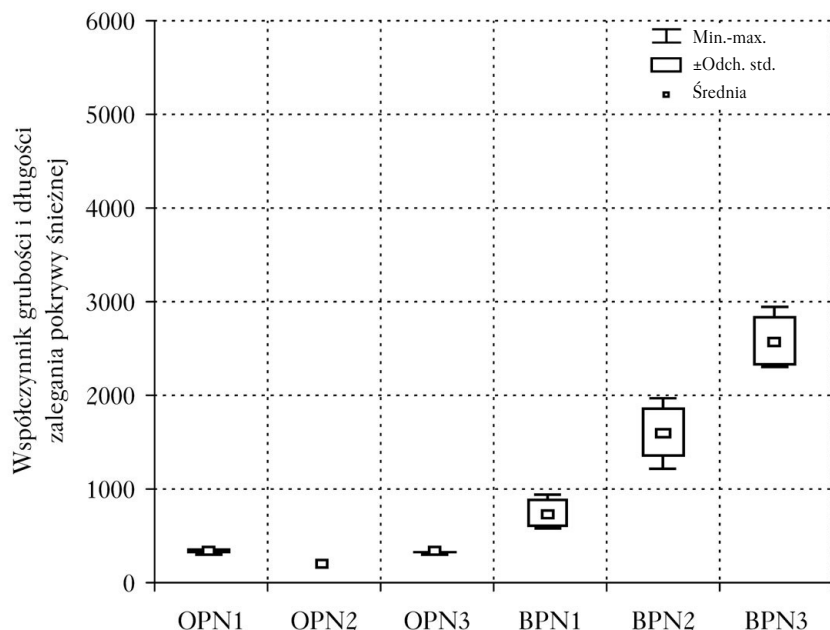
W BPN zanotowano ciągłą pokrywę śnieżną z wyjątkiem powierzchni BPN 1, na której w obu sezonach klatki uległy krótkotrwałemu odsłonięciu. W sezonie 2001/2002 śnieg zalegał od 156 dni na BPN 1 i BPN 2 do 170 dni na BPN 3, przyjmując 12.01.2002 r. maksymalną grubość 97 cm na BPN 3. W sezonie 2002/2003 śnieg o grubości powyżej 1 cm pojawił się około miesiąca później, zalegał jednak do 27.04.2003 r. i przyjął wartości maksymalne (54 cm) na jednej z powierzchni BPN 3 dopiero 16.04.2003 r. Dwa sezony badawcze różniły się także intensywnością topnienia śniegu na powierzchniach.

WARTOŚĆ WSPÓŁCZYNNIKA W_{ps} . Zróżnicowanie pokrywy śnieżnej wyrażone w wartościach współczynnika W_{ps} było większe między powierzchniami niż wewnątrz nich (ryc. 1, 2).



Ryc. 1.

Wartość współczynnika W_{ps} (min., max., s, \bar{X}) w obrębie powierzchni badawczych w sezonie 2001/2002
Coefficient value for snow cover duration and thickness (min., max., s, \bar{X}) within the study areas in the 2001/2002 season



Ryc. 2.

Wartość współczynnika W_{ps} (min., max., s , \bar{X}) w obrębie powierzchni badawczych w sezonie 2002/2003
Coefficient value for snow cover duration and thickness (min., max., s , \bar{X}) within the study areas in the 2002/2003 season

WPLYW POKRYWY ŚNIEŻNEJ NA POJAWIANIE SIĘ SIEWEK. Na wiosnę w roku 2002 w obydwóch obiektach stwierdzono niewielką liczbę siewek. W 22 klatkach (nieuszkodzonych) na terenie BPN wykształciło się łącznie 46 siewek (zbiór 12.05.2002 r.), co stanowiło 4,9% nasion. Średnio na jedną klatkę przypadło 2,1 siewki buka. Na terenie OPN w 18 klatkach zanotowano 14 siewek (zbiór 9.05.2002 r.), co stanowiło tylko 2% nasion. Na jedną klatkę przypadało średnio 0,8 siewki. Powierzchnie w BPN charakteryzowały się ogólnie większym udziałem powstałych siewek, szczególnie BPN 3 (7,4%), niż powierzchnie w OPN, gdzie maksymalnie pojawiło się 2,7% (OPN 3) siewek w stosunku do wyłożonych nasion.

Zaobserwowano także większą zmienność w pojawianiu się siewek w obrębie poszczególnych klatek w BPN wahającą się w granicach od 0 do 14 sztuk i od 0 do tylko 3 sztuk w OPN.

Stosując korelację rang Spearmana sprawdzono wpływ śniegu, wyrażony współczynnikiem grubości i długości zalegania pokrywy śnieżnej na powstawanie siewek. Otrzymany wynik okazał się jednak nieistotny statystycznie.

Na wiosnę drugiego sezonu badań siewki nie wykształciły się na żadnej powierzchni (zbiór 30.05.2003 r.).

POKRYWA ŚNIEŻNA A LICZBA NASION ZDROWYCH ORAZ NASION SKIEŁKOWANYCH. Wiosną każdego roku stwierdzono część nasion nieskiełkowanych, pomimo że nie wykazywały żadnych oznak chorobowych. W roku 2002 na powierzchniach w OPN takich nasion pozostało 5,5% (od 2,3% na OPN 2 do 6,8% na OPN 3). W BPN nasion zdrowych, nieskiełkowanych było zdecydowanie mniej – 0,5%. Zaistniała także statystycznie istotna odwrotna relacja ze współczynnikiem W_{ps} ($R_{Spearmana} = -0,380$; $p = 0,013$). Po drugim sezonie badań na powierzchniach w OPN nie

znaleziono żadnego zdrowego nieskiełkowanego nasiona. W BPN takich nasion pozostało od 3,1% na BPN 1 do 10,3% na BPN 3, średnio 7,8% dla trzech powierzchni. W sezonie 2002/2003 zaistniała także statystycznie istotna relacja ze współczynnikiem W_{ps} , lecz o charakterze dodatnim ($R_{Spearmana}=0,867$; $p=0,000$).

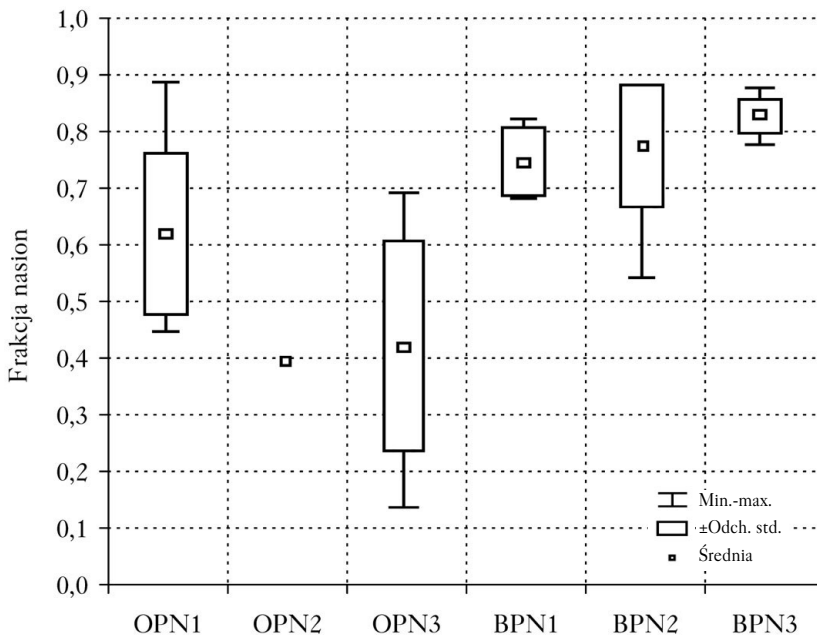
Kiełkowanie nasion stwierdzono w obydwóch sezonach na wszystkich powierzchniach badawczych. W roku 2002 w BPN zanotowano zdecydowanie większą średnią liczbę skiełkowanych orzeszków bukowych (74,6%) w porównaniu z powierzchnią w OPN (48,3%). Jednocześnie w BPN zaobserwowano bardzo zbliżony poziom frakcji nasion skiełkowanych między powierzchniami. W OPN wystąpiła większa rozbieżność (ryc. 3, 4).

W drugim sezonie badawczym liczba skiełkowanej bukwi była wyraźnie mniejsza; na powierzchniach w OPN skiełkowało 20% nasion, podczas gdy w BPN – 47,4% nasion.

Analiza korelacji rang Spearmana wykazała statystyczną istotność relacji między współczynnikiem długości zalegania pokrywy śnieżnej a frakcją nasion skiełkowanych w BPN i OPN i wyniosła w sezonie 2001/2002: 0,584, $p=0,000$ oraz w sezonie 2002/2003: 0,805, $p=0,000$.

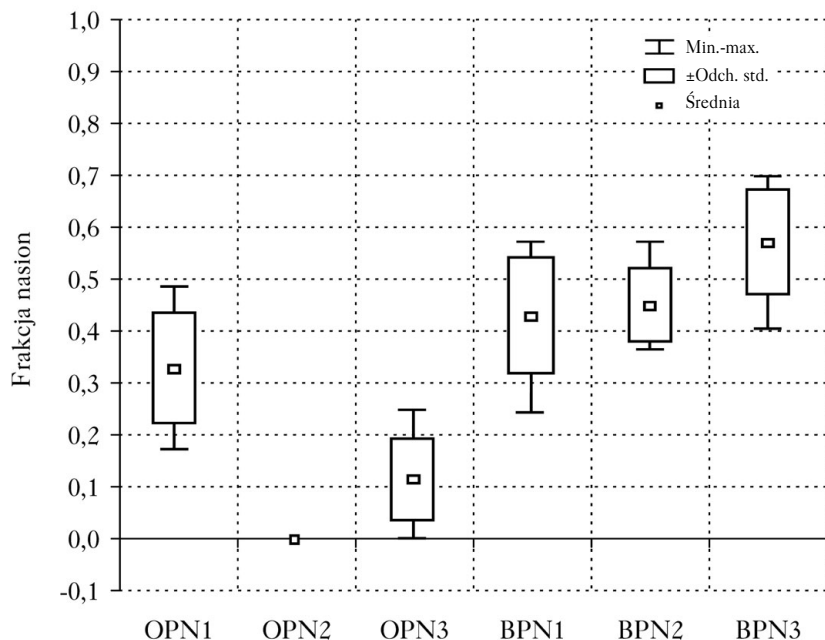
Między dwoma sezonami badawczymi zaistniała również statystycznie istotna powtarzalność wzorca przestrzennego obfitości kiełkowania nasion w poszczególnych kłatkach ($R_{Spearmana}=0,629$; $p=0,000$).

ZAMIERANIE NASION. W trakcie badań zaobserwowano dużą liczbę nasion nieskiełkowanych, które posiadały niekorzystne zmiany morfologiczne (przesuszone, przemrożone, zainfekowane przez grzyby i o cechach pośrednich). W roku 2002 na powierzchniach w OPN takich bukwi było 44,2%, natomiast w BPN 20,7%. Korelacja ze współczynnikiem W_{ps} wyniosła – 0,597; $p=0,000$.



Ryc. 3.

Frakcja nasion skiełkowanych (min., max., s, \bar{X}) w obrębie powierzchni badawczych w sezonie 2001/2002. Fraction of germinated beech seeds (min., max., s, \bar{X}) within the study areas in the 2001/2002 season



Ryc. 4.

Frakcja nasion skielkowanych (min., max., s , \bar{X}) w obrębie powierzchni badawczych w sezonie 2002/2003
 Fraction of germinated beech seeds (min., max., s , \bar{X}) within the study areas in the 2002/2003 season

Udział nasion wykazujących wymienione objawy w roku 2003 był zdecydowanie większy, przyjmując średnio na powierzchniach w BPN wartość 44,8% i aż 79,7% w OPN. Także korelacja ze współczynnikiem W_{ps} była bardzo wysoka i wyniosła $-0,888$; $p=0,000$. Między dwoma sezonami badawczymi zaistniała statystycznie istotna powtarzalność względem występowania nieskielkowanych nasion o niekorzystnych zmianach ($R_{Spearmana}=0,581$, przy $p=0,000$). Badając różnicę między frakcjami nasion o tych cechach dla BPN i OPN w obu sezonach, otrzymano wyniki istotne statystycznie $p=0,000$.

Orzeszki bukowe, które skielkowały, w dużym stopniu obumarły. Udział takich nasion w roku 2002 na powierzchniach w OPN wyniósł 94% i był większy niż w BPN (74%), gdzie zaobserwowano także duże zróżnicowanie między powierzchniami. W drugim sezonie obumarło mniej skielkowanych orzeszków (OPN – 75,8% i BPN – 57,6%).

Frakcje nasion skielkowanych między powierzchniami w OPN i BPN w obu sezonach różniły się istotnie statystycznie ($p=0,000$). Zaistniała także statystycznie istotna korelacja między śniegiem wyrażonym współczynnikiem W_{ps} i obumarłymi skielkowanymi nasionami: sezon 2001/2002 ($R_{Spearmana}=-0,502$; $p=0,000$) i sezon 2002/2003 ($R_{Spearmana}=-0,356$; $p=0,026$).

W obu sezonach badań stwierdzono duży udział skielkowanych nasion, które uległy przesuszeniu. Nasiona takie charakteryzowały się organami najczęściej koloru brązowego i czarnego, bez zewnętrznych, wyraźnych oznak infekcji grzybowej. Pomimo zróżnicowanej średniej liczby skielkowanej i przesuszonej bukwi między sezonami i powierzchniami dla OPN i BPN (sezon 2001/2002: OPN – 45,9%; BPN – 71,8%; sezon 2002/2003: OPN – 84,1%; BPN – 54,1%) zachowała się hierarchia pod względem obfitości występowania tych nasion w klatkach w latach 2002 i 2003.

W OPN w sezonie 2001/2002 frakcja nasion przesuszonych była mniejsza ze względu na fakt, że część orzeszków sklasyfikowano jako posiadające oznaki przesuszenia i jednocześnie wyraźnie zainfekowane przez grzyby. Relacja ze współczynnikiem W_{ps} w pierwszym sezonie badań dała wynik nieistotny statystycznie ($R_{Spearmana}=0,104$; $p=0,522$). Analizując jednak OPN i BPN oddzielnie uzyskano wysoką istotną korelację dla BPN: $R_{Spearmana}=-0,623$; $p=0,002$ i $-0,437$; $p=0,069$ dla OPN. Drugi sezon badań charakteryzował się wysoką istotną korelacją między W_{ps} i frakcją przesuszonych, skielkowanych nasion ($R_{Spearmana}=-0,594$; $p=0,000$).

Odmienne kształtował się natomiast udział nasion skielkowanych, które zostały zainfekowane przez grzyby. Do tej klasy zaliczano wyłącznie nasiona o wyraźnych oznakach bytowania grzybów w postaci całkowicie porażonego rozwijającego się nasiona. Frakcja nasion porażonych wynosiła w OPN średnio 8,2% w pierwszym sezonie i tylko 1,3% w drugim. Podobna sytuacja zaistniała w BPN, gdzie frakcja nasion porażonych przez grzyby wyniosła odpowiednio 1,2% i 3,8%. W obydwóch sezonach relacja między W_{ps} i frakcją nasion zainfekowanych była nieistotna statystycznie ($R_{Spearmana}=0,102$; $p=0,532$ i $0,283$; $p=0,089$). Warto jednak zauważyć, że powierzchnie BPN analizowane oddzielnie dały odmienne wyniki: 0,521; $p=0,013$ w sezonie 2001/2002 i 0,391; $p=0,072$ w sezonie 2002/2003.

Dyskusja

W buczynach babiogórskich i Ojcowa grubość i długość zalegania pokrywy śnieżnej jest silnie zróżnicowana i zależy od wyniesienia nad poziom morza, orografii terenu, ale również od budowy przestrzennej lasu [Holeksa, Parusel 1989; Brett, Klinka 1998]. Pomiar pokrywy śnieżnej wykazał ponadto, że istnieją miejsca w drzewostanie, w których śnieg zalega grubszą warstwą przez dłuższy czas i zjawisko to wykazuje powtarzalność między latami [Pniak 2001].

Wyniki eksperymentu, podobnie jak wcześniejsze obserwacje Pniaka [2001] prowadzone na tych samych powierzchniach, nie dały jednoznacznej odpowiedzi na pytanie czy zachodzi relacja między pokrywą śnieżną a ilością powstających siewek. Badaną zależność udało się natomiast wykazać naukowcom japońskim [Homma i in. 1999], co ma prawdopodobnie związek ze specyficznymi warunkami śnieżnymi w Japonii. Specyfika ta przejawia się znaczną różnicą w grubości pokrywy śnieżnej (od 0 do 3 m) i długości jej zalegania w różnych częściach kraju objętych badaniami.

Chociaż zależność między siewkami a współczynnikiem W_{ps} była statystycznie nieistotna to jednak w roku 2002 więcej siewek pojawiło się w reglu dolnym niż na wyżynie, tam gdzie śniegu było więcej i zalegał on dłużej. W drugim sezonie badań siewki nie wykształciły się w ogóle pomimo pozornie bardziej sprzyjających warunków. Przyczyna może leżeć w zdecydowanie niższej temperaturze zimą; w lutym zanotowano -22°C , natomiast w marcu -10°C (dane z Ojcowa). Niska temperatura mogła mieć już wpływ na liczbę skielkowanych nasion. W roku 2003 w OPN skielkowało tylko 20% orzeszków w porównaniu z 56% w poprzednim sezonie, kiedy to nie zanotowano mrozów w okresie wczesnowiosennym. Mniejsza różnica między udziałem skielkowanych nasion w obu sezonach była w BPN, ale tutaj z kolei występowała duża pokrywa śnieżna zabezpieczająca nasiona przed przemarzaniem.

Wśród czynników mogących mieć wpływ na zamieranie bukwi w okresie ich przelegiwania wymienia się często przesuszenie [Homma i in. 1999] i infekcje grzybów [Chodnik 1980; Dubel 1989; Stocka 1999, 2001; Haczek 2002], powstające zwykle w efekcie przemrożenia. Teoria przesychnienia bukwi nie znajduje jednak potwierdzenia w badaniach. W eksperymencie na terenie całej Japonii, tylko w jednym miejscu na dwanaście stwierdzono przesuszenie orzeszków [Homma i in. 1999]. Maruta [1997] sugeruje, że orzeszki *Fagus crenata* wykazują silny

opór przeciw utracie wody przed kiełkowaniem, ale opór ten wyraźnie słabnie w okresie kiełkowania. Badania japońskie potwierdzają także genetyczną odporność na przesuszanie orzeszków *Fagus crenata* wytworzonych w lasach o cienkiej pokrywie śniegu [Maruta i in. 1997].

Duże znaczenie mogą mieć natomiast grzyby patogeniczne. Homma i in. [1999] zanotowali do 60% „rozłożonych” orzeszków. Stocka [1999] napisała o wszechobecnym występowaniu zarodników grzybowych, które nazywa „patogenami słabości”, gdyż pomimo swojego głównie saprofitycznego sposobu życia mogą stać się w chwili osłabienia gospodarza pasożytami. Dubbel [1989] wykazał, że bukiew zebrana z ziemi mineralnej skiełkowała w 87%, natomiast z powierzchni ścióły w 54%. W warunkach Babiogórskiego i Ojcowskiego PN przyczyny zamierania orzeszków nie zostały jednak do końca wyjaśnione. Wynik uzyskany w badaniach można podsumować jedynie wnioskiem, że ilość martwej bukwi różni się istotnie między powierzchniami OPN i BPN, a także jej ilość jest odwrotnie skorelowana z pokrywą śnieżną wyrażoną współczynnikiem W_{ps} .

W przeciwieństwie do siewek, zależność pomiędzy śniegiem i liczbą orzeszków, które skiełkowały jest istotna w obydwóch sezonach. Potwierdzają to także badania prowadzone przez Homma i in. [1999] i Pniaka [2001].

Sukces skiełkowanych nasion zależy więc w największym stopniu od trwałości pokrywy śnieżnej. W dużej skali przejawia się to mniejszą śmiertelnością skiełkowanych siewek w warunkach regła dolnego niż na stanowiskach wyżynnych, natomiast w małej skali różnicami w przeżywaniu w obrębie danego obiektu. Przykładowo spośród powierzchni babiogórskich najwięcej skiełkowanej bukwi obumarło na powierzchni BPN 1, gdzie śnieg występował w sposób nieciągły i topniał najwcześniej.

Prowadzone w BPN i OPN badania potwierdzają sugestię Homma i in. [1999], że głównym czynnikiem zamierania skiełkowanych nasion jest przesuszanie, podczas gdy rola grzybów patogenicznych jest nieznaczna. W pracy dotyczącej regionu nadbałtyckiego Chodnik [1980] stwierdza, że wschody są najlepsze, jeśli kiełki wnikały do gleby mineralnej. Ważną rolę wilgotności w okresie kiełkowania bukwa przedstawiają także badania Jensen'a [1982]. Zdaniem tego autora szanse na skiełkowanie bukwi w ściółce są znacznie mniejsze w porównaniu z nasionami umieszczonymi kilka centymetrów pod ziemią. Autor ten sugeruje nawet, że w warunkach duńskich buk być może nie odnowiłby się, gdyby gryzonie nie chowały nasion pod ziemią i nie chroniły ich w ten sposób przed przesuszaniem w okresie kiełkowania.

O przesuszeniu nasion w lasach dolnoregłowych i wyżynnych decydują prawdopodobnie różne mechanizmy. Na powierzchniach OPN wynika ono z wcześniejszej pory topnienia śniegu, co wystawia nasiona na oddziaływanie słońca w bardzo prześwietlonych drzewostanach, jakimi są buczyny wczesną wiosną. W warunkach dolnoregłowych śnieg zalega zdecydowanie dłużej i tutaj czynnikiem decydującym o przesuszeniu mogą być wiatry halne, które topią nawet metrową warstwę śniegu w dwa tygodnie [Holeksa, Parusel 1989]. Taka sytuacja wystąpiła także u Pniaka [2001] i podczas obecnych badań, kiedy to najwcześniej odsłoniła się powierzchnia BPN 1 i tam właśnie zanotowano najwięcej przesuszonych orzeszków, które zdążyły skiełkować.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że o sukcesie bukwi w przeżywaniu w okresie od jej opadu na powierzchnię gleby do okresu wykształcenia się siewki w dużym stopniu decyduje pokrywa śnieżna. Jej wpływ zmienia się jednak w zależności od jej grubości, trwałości i czasu zalegania oraz od etapu rozwoju kiełkujących nasion. Uzyskanym wynikiom najbliższe jest podsumowanie Burschel'a [1961, za Suszką 1990], dotyczące bukwi: „...zima nie będzie zbyt łagodna, sprzyjająca rozwojowi pleśni, wiosna natomiast będzie na tyle wilgotna by kiełkujące nasiona i siewki nie zasychały...”.

Podsumowanie

Przelegiwanie i kiełkowanie bukwi w środowisku naturalnym odbywa się w bardzo zmiennych warunkach, często stresowych. W lasach babiogórskich i ojcowskich śnieg jest czynnikiem modyfikującym wpływ warunków termicznych i wilgotnościowych, głównie w sposób korzystny przez oddziaływanie ochronne, chociaż wyraźnie inne dla obu obiektów. Nasiona podczas przechodzenia okresu stratyfikacji ulegają prawdopodobnie głównie infekcjom grzybowym (mogącym być skutkiem przemrożenia lub zbyt dużej wilgotności) i w małym stopniu przesuszeniu. Gdy dotrąją do momentu kiełkowania, najważniejszym czynnikiem ograniczającym ich ilość staje się przesuszenie, przy wyraźnie mniej znaczącej roli grzybów. Wszystkie te czynniki mogą współwystępować ze sobą i powodować trudności, które bukiew musi pokonać, aby odnieść sukces w postaci w pełni wykształconej siewki. W warunkach dolnoregłowych i wyżynnych bukiew narażona jest na oddziaływanie niekorzystnych czynników, szczególnie w okresie zimy przy braku pokrywy śnieżnej oraz wczesną wiosną po zejściu śniegu.

Wnioski

- ✦ Pokrywa śnieżna jest ważnym czynnikiem zwiększającym przeżywalność bukwi, szczególnie w okresie jej kiełkowania. Nie stwierdzono natomiast jej bezpośredniego wpływu na powstawanie siewek.
- ✦ Podstawową przyczyną zamierania skiełkowanej bukwi jest przesuszenie. W przypadku nasion, które nie skiełkowały, czynnik ten nie ma prawdopodobnie istotnego znaczenia. Jako element strategii zwiększającej szanse przeżycia skiełkowanej bukwi można uznać rozpoczęcie jej kiełkowania jeszcze pod śniegiem.
- ✦ Patogeniczny wpływ grzybów na skiełkowane nasiona jest niewielki.

Literatura

- Brett B. R., Klinka K. 1998. A transition from gap to tree – island regeneration patterns in the subalpine forest of south – coastal British Columbia. *Canadian Journal Forest Research* 12: 1825-1831.
- Celiński F., Wojterski T. 1983. Szata roślinna Babiej Góry. W: Zabierowski K. [red.]. Park Narodowy na Babiej Górze. Przyroda i człowiek. PWN, Warszawa. 121-178.
- Chodnik T. 1980. Przygotowanie gleby pod odnowienia naturalne buka w regionie nadbałtyckim. *Sylwan* 124: 11-17.
- Dubbel V. 1989. Die Bedeutung des Bodenkontaktes für die Qualität des Buchensaatgutes. *Forst und Holz*. 44: 512-516.
- Haczek M. 2002. Ocena zasiedlenia przez grzyby wybranych partii nasion buka (*Fagus sylvatica* L.) przechowywanych w Nadleśnictwie Bielsko. Praca magisterska wykonana w Katedrze Fitopatologii Leśnej AR w Krakowie. 33.
- Holeksa J., Parusel B. J. 1989. Snow cover in the forest zones of the Babia Gora massif. *Acta Biol. Mont.* (IX): 341-352.
- Homma K., Akashi N., Abe T., Hasegawa M., Harada K., Hirabuki Y., Irie K., Kaji M., Miguchi H., Mizoguchi N., Mizunaga H., Nakashizuka T., Natume S., Niiyama K., Ohkubo T., Sawada S., Sugita H., Takatsuki S., Yamanaka N. 1999. Geographical variation in the early regeneration process of Siebold's Beech (*Fagus crenata* BLUME) in Japan. *Plant Ecology* 140: 129-138.
- Jensen T. S. 1982. Seed ecological interactions of rodents and European beech. – Dissertation, Inst. of Zoology and Zoophysiology, Aarhus Univ., Denmark.
- Łomnicki A. 2000. Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Madsen P. 1995. Effects of seedbed type on wintering of beech nuts (*Fagus sylvatica*) and deer impact on sprouting seedlings in natural regeneration. *Forest Ecology and Management* 73: 37-43.
- Maruta E., Kamitani T., Okabe M., Ide Y. 1997. Desiccation – tolerance of *Fagus crenata* Blume Seeds from Localities of Different Snowfall in Central Japan. *J. For. Res.* 2: 45-50.
- Michalik S. 1987. Zbiorowiska roślinne stałej powierzchni badawczej „Chełmowa Góra” w Ojcowskim Parku Narodowym. *Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody*: 79-88.
- Pniak P. 2001. Czynniki ograniczające pojawianie się siewek buka w buczynie karpackiej. Praca magisterska wykonana w Katedrze Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody AR w Krakowie.

- Shimano K., Masuzawa T. 1995. Comparison of Seed Preservation of *Fagus crenata* BLUME. under Different Snow Conditions. 1995. Journal of the Japanese Forestry Society. 77: 79-82.
- Skawiński P. 1987. Budowa i struktura drzewostanu na powierzchni badawczej „Chełmowa Góra” w Ojcowskim Parku Narodowym. Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody. 69-77.
- Skrzydłowski T. 1998. Odnowienia lasu w naturalnych drzewostanach dolnoregłowych w Karpatach. Sylwan 11: 43-54.
- Skrzydłowski T. 2002. Analiza mechanizmów kształtujących zmienność przestrzenną i czasową pojawiania się odnowienia w naturalnych lasach bukowych. Praca doktorska wykonana w Katedrze Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody AR w Krakowie.
- Stocka T. 1999. Grzyby występujące na nasionach i owocach drzew leśnych. Biblioteka Leśniczego zeszyt 121, Wydawnictwo Świat, Warszawa.
- Stocka T. 2001. Choroby grzybowe i niepasżytnicze w szkółkach leśnych. Biblioteka Leśniczego zeszyt 161, Wydawnictwo Świat, Warszawa.
- Suszka B. 1990. Rozmnażanie generatywne. W: Białobok S. [red.]. – Buk zwyczajny. PWN, Warszawa-Poznań. 375-498.
- Szewczyk J. 2001. Uwarunkowania procesu odnowienia lasu w naturalnych drzewostanach bukowych. Praca doktorska. Katedra Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody AR w Krakowie.
- Szwańgrzyk J., Szewczyk J., Bodziarczyk J. 1997. Spatial Variability of a Natural Stand in the Babia Góra National Park. Folia Forestalia Polonica 39.61-78.

SUMMARY

The effect of snow cover on the survival and germination of beech seeds

Observations carried out in natural Carpathian beech forests confirm certain regularity that in the youngest development phases of forest, that is, at the stage of seedling and regeneration growth, trees occur mainly in clusters. The aim of the undertaken studies was to explain the role of forest cover in the development of a cluster-type pattern of beech seedling distribution and to establish the causes of decline of beech germinants.

The research was carried out during two seasons in the Carpathian beech forests of the lower montane zone in the Babiogórski National Park and in the highland of the Ojcowski National Park. At both sites, beech nuts were exposed to unfavourable environmental factors, particularly during winters with no snow cover, or in early spring, when snow already melted away.

The obtained results show that snow cover has influence on the shaping of a spatial pattern of seed survival, and on the appearance of germinated seedlings. However, no decisive influence of snow cover was shown on the appearance of seedlings. The drying of the germinated seeds is the main cause of their mortality.