

**Instytut Badawczy Leśnictwa**

Mirosław Waniewski

**Siedliskowe i drzewostanowe uwarunkowania powstawania samosiewów  
dębowych (*Quercus L.*)  
w borach sosnowych Kotliny Sandomierskiej**

Autoreferat rozprawy doktorskiej

**Promotor:**

prof. dr hab. Tadeusz Andrzejczyk (SGGW)

**Recenzenci:**

Dr hab. Stanisław Drozdowski (SGGW)

Dr hab. Rafał Paluch, prof. IBL

Sękocin Stary, 2016 rok

## Wprowadzenie

Jednym z naturalnych zjawisk obserwowanych w polskich lasach, w tym również w lasach położonych w Kotlinie Sandomierskiej, jest wtórna sukcesja dębu w drzewostanach sosnowych w wyniku przenoszenia żołądźi przez sójkę zwyczajną (*Garrulus glandarius* L.).

Zachowania sójki, związane z tworzeniem rezerw pokarmowych z nasion dębu przyczyniają się pośrednio do propagacji tego gatunku. Samosiewne odnowienia dębu w miejscach oddalonych od obradzających drzew matecznych wg Bossemy (1979) są prawie w całości dziełem sójki. Według Vera (2000) odnowienia dębu genety ornitochorycznej występują głównie w terenach otwartych i w lasach sosnowych, co wynika z preferowania przez sójkę tych biotopów jako miejsc magazynowania żołądźi. Unika ona natomiast składania zapasów w lasach liściastych. Na wybór przez sójkę drzewostanów sosnowych wskazuje również wielu innych autorów (Kowalski, 1993, Fabijanowski, 1995, Mosandl i Kleinert, 1998). Proces ten ma istotne znaczenie zarówno ekologiczno-przyrodnicze, jak i gospodarcze. Sukces reprodukcyjny dębu jest wypadkową wielu czynników środowiskowych i biotycznych, z których jedne mają wpływ na produkcję i propagację żołądźi, a drugie na kiełkowanie żołądźi, przeżywalność i wzrost siewek. Według różnych danych, liczebność posójkowego odnowienia dębu sięga niejednokrotnie kilku tysięcy sztuk na hektarze (Vullmer i Hanstein 1995).

Dotychczas analizowano m.in. wpływ roślinności runa leśnego na kiełkowanie i przeżywalność siewek dębu. Z badań Bruinderinka i Hazebroeka (1996) wynika, że kiełkowanie zachodzi najlepiej w glebie wilgotnej, o pokrywie nagiej lub z niską roślinnością runa. Kiełkowaniu żołądźi dębu szypułkowego sprzyja także pokrywa złożona z mchów i borówki czernicy lub luźne skupienia orlicy, natomiast przy pokrywie jeżynowej odnowień dębowych nie stwierdzono (Widdicombe, 1999). Wielokrotnie wskazywano też na brak bezpośredniej zależności między rozmieszczeniem starych drzew dębu (źródeł nasion) a występowaniem odnowień dębu (Danielewicz i Pawlaczyk, 2006). Podkreśla się przy tym, że dąb gorzej odnawia się pod okapem własnych drzew matecznych, natomiast stosunkowo dobrze pod drzewostanami sosnowymi, pojawiając się nawet w dalekiej odległości od źródła nasion.

Wielu autorów skupia się na problemie wykorzystania odnowień posójkowych dębu w hodowli lasu, w szczególności w procesie przebudowy drzewostanów sosnowych na drzewostany sosnowo-dębowe. Na możliwość wykorzystania podrostów dębowych,

prawdopodobnie w części pochodzących z naturalnego odnowienia, w drzewostanach sosnowych w centralnej i w północno-wschodniej Polsce wskazuje Paluch (2012).

Mimo iż zjawisko powstawania odnowień dębowych z nasion przenoszonych przez sójkę jest ogólnie znane, to brakuje badań, zwłaszcza w naszym kraju, nad jego przebiegiem. Stosunkowo słabo poznany zagadnieniem są warunki i czynniki, które decydują o powstawaniu i rozwoju siewek. Rodzą się pytania czy są one związane z cechami siedliska, mającymi korzystny wpływ na kiełkowanie nasion i dalszy wzrost siewek, czy też są związane ze specyficznymi cechami biotopów preferowanych przez sójkę podczas gromadzenia zapasów żołądźi na okres zimowy i czy w analogicznych warunkach siedliskowych na powstawanie odnowień dębowych ma wpływ wiek drzewostanu sosnowego. Ostatni czynnik wydaje się być o tyle istotny, że w miarę starzenia się drzewostanu zmienia się także roślinność runa i stan ektopróchnicy, co może mieć wpływ na wybór miejsc magazynowania żołądźi przez sójkę. Odnowienia podokapowe dębu podlegają presji różnych czynników środowiskowych. Na obszarze prowadzonych badań w ramach niniejszej pracy (Puszcza Sandomierska i Puszcza Solska) zauważalnym czynnikiem wzrostu i rozwoju dębu są uszkodzenia wywoływane przez zwierzynę płową (głównie zgryzanie), które, jak się wydaje, istotnie modyfikują analizowany proces, hamując jego przebieg i ograniczając jego znaczenie przyrodniczo-gospodarcze. Stąd powstaje pytanie odnośnie wpływu zwierzyny płowej na wzrost i rozwój odnowień w dalszych latach ich życia.

Powyższe pytania skłoniły do podjęcia badań w tym zakresie w ramach niniejszej pracy doktorskiej. Zostały one przeprowadzone w drzewostanach sosnowych na terenie lasów Kotliny Sandomierskiej.

## **Cel i zakres pracy, hipotezy badawcze**

Głównym celem pracy jest wskazanie czynników i warunków mających istotny wpływ na występowanie i rozwój odnowień naturalnych dębu, powstałych na drodze ornitochorii, z żołądźki przenoszonych przez sówkę zwyczajną (*Garrulus glandarius* L.), w drzewostanach sosnowych.

Szczegółowe cele pracy są następujące:

- 1) określenie wpływu warunków siedliskowych, a ściślej typu pokrywy glebowej, na występowanie i rozwój odnowień dębu;
- 2) określenie wpływu wieku drzewostanu sosnowego na występowanie i rozwój nalotów dębowych;
- 3) określenie roli zwierzyny płowej w kształtowaniu zagęszczenia i wzrostu odnowień dębu.

Przyjęto następujące hipotezy badawcze:

1. Powstanie odnowień dębu genezy ornitochorycznej w borach sosnowych zależy od typu pokrywy glebowej;
2. Różnice w zagęszczeniu odnowień naturalnych dębu w różnych warunkach siedliskowo-drzewostanowych są zarówno wynikiem preferencji biotopowych sówki w okresie zimowego magazynowania żołądźki, jak i wynikiem różnych warunków kiełkowania żołądźki i przeżywania siewek dębu;
3. Wzrost i rozwój odnowień jest ograniczany z powodu uszkodzeń ze strony zwierzyny płowej.

## **Teren badań**

Badania przeprowadzono na obszarze Kotliny Sandomierskiej w dwóch lokalizacjach powierzchni badawczych, położonych od siebie w odległości 15 km; pierwsza w Nadleśnictwie Janów Lubelski, Leśnictwo Ludian, druga w Nadleśnictwie Rudnik, Leśnictwo Zatyki. Według regionalizacji przyrodniczo-leśnej obszar ten położony jest w Krainie Małopolskiej (VI), Dzielnicy Niziny Sandomierskiej, w mezoregionach Puszczy Solskiej (pierwsza lokalizacja) i Puszczy Sandomierskiej (druga lokalizacja) (Trampler i in., 1990), a według Kondrackiego (2002) w mezoregionach fizyczno-geograficznych Równiny Biłgorajskiej i Równiny Tarnobrzesckiej, rozdzielonych Doliną Dolnego Sanu. W strukturze siedlisk tego obszaru dominują siedliska borowe (Operat U.L. Janów Lubelski 2010, Operat U.L. Rudnik 2012).

## Material i metody

Badania przeprowadzono w dwóch różnych kompleksach drzewostanów sosnowych, położonych na świeżych i wilgotnych siedliskach borowych (Bśw, BMśw, BMw).

- Wpływ typu pokrywy glebowej i wieku drzewostanu na powstanie i wzrost odnowień dębowych określono na podstawie jednorazowej inwentaryzacji, przeprowadzonej na dwóch seriach powierzchni próbnych w wytypowanych drzewostanach na terenie wymienionych nadleśnictw.

Pierwsza seria reprezentowała cztery drzewostany w wieku 50-60 lat, różniące się typem pokrywy glebowej, a tym samym warunkami troficzno-wilgotnościowymi gleby. Były to drzewostany o pokrywie mszystej (MSZ), czernicowej (CZR), orlicowej (ORL) i trzęślicowej (TRZ). W typologicznej klasyfikacji siedlisk pokrywy te odpowiadały odpowiednio następującym typom siedliskowym lasu: Bśw, BMśw1, BMśw2, BMw.

Druga seria reprezentowała po trzy drzewostany rosące w analogicznych warunkach glebowo-siedliskowych (na siedliskach Bśw i BMśw), które różniły się między sobą wiekiem. Były to drzewostany w wieku 30-40 lat (I grupa), 60-70 lat (II grupa) i 90-100 lat (III grupa).

Łącznie w każdej lokalizacji do badań wytypowano po 10 drzewostanów. W każdym drzewostanie odnowienia dębu inwentaryzowano na 30 powierzchniach próbnych, założonych w sieci kwadratów lub prostokątów o wymiarach 20-50 x 20-40 m, zależnie od powierzchni drzewostanu. Pojedyncza powierzchnia próbna miała kształt prostokąta o wymiarach 5x10 m (50 m<sup>2</sup>).

Na każdej powierzchni próbnej określono liczbę odnowień dębu, w następujących klasach wieku: 1) siewki 1-roczone i dwuletnie, 2) 3-5 lat, 3) 6-10 lat, 4) 11-20 lat i 5) powyżej 20 lat. Wiek poszczególnych dębów określano szacunkowo na podstawie uprzednio wykonanej szczegółowej analizy wieku dla próby drzewek, reprezentujących cały zakres zmienności wysokości i żywotności odnowień. Wiek drzewek próbnych został określony po ich ścięciu, na podstawie policzenia słoików na przekroju szyi korzeniowej.

Na podstawie wyników inwentaryzacji odnowień na powierzchniach próbnych obliczono ich średnie zagęszczenie oraz strukturę wiekową. Istotność różnic pod względem zagęszczenia odnowień różnych kategorii wiekowych w drzewostanach różniących się typem pokrywy glebowej i wiekiem określono na podstawie analizy wariancji i testu jednorodności Tukeya.

- Wpływ zwierzyny płowej na wzrost i przeżywalność odnowień określono na podstawie danych zebranych w ciągu czterech kolejnych sezonów wegetacyjnych na trzech stałych powierzchniach próbnych, składających się z części ogrodzonej (izolowanej przed zwierzyną) i części nieogrodzonej (dostępnej dla zwierzyny).

Powierzchnie stałe zlokalizowano w Leśnictwie Ludian (oddz. 209a,h,j) w średniowiekowych (III klasa wieku) drzewostanach sosnowych na siedliskach BMśw i BMw, o pokrywach czernicowej, trzęślicowej i mszystej. Każda powierzchnia składała się z trzech kwadratów o boku 12,5 m (156,25 m<sup>2</sup>), położonych w bliskiej odległości od siebie. Kwadrat środkowy został zabezpieczony przed ingerencją zwierzyny płowej poprzez ogrodzenie siatką leśną, natomiast dwa pozostałe (porównawcze) cechowały się wolnym dostępem.

Na stałych powierzchniach pomierzono wysokość wszystkich dębów, rosnących w kolejnych 1-metrowych kwadratach, co pozwoliło na identyfikację poszczególnych drzew w kolejnym pomiarze. Pierwszy pomiar (stan wyjściowy) wykonano jesienią 2010 roku, bezpośrednio po założeniu powierzchni, a następne pomiary w czterech kolejnych latach (2011, 2012, 2013 i 2014 r.).

Na podstawie pomiarów na stałych powierzchniach próbnych obliczono w kolejnych latach średnie wartości zagęszczenia, wysokości i przyrostu wysokości odnowień dębu w analizowanych typach pokrywy glebowej, pozostających pod presją (powierzchnie bez ogrodzenia) i bez presji (powierzchnie ogrodzone) zwierzyny płowej.

- Ocenę możliwości skielkowania żołądźi i przeżycia siewek dębu na siedliskach o różnym typie pokrywy glebowej dokonano na podstawie wyników uzyskanych z kontrolowanego wysiewu nasion w ramach eksperymentu badawczego.

Eksperyment założono jesienią 2011 roku. Wytypowano cztery średniowiekowe drzewostany, różniące się typem pokrywy glebowej (mszysta, czernicowa, orlicowa, trzęślicowa). W każdym drzewostanie założono 5 ogrodzonych poletek o wymiarach 2,5x2,5 m, na których wysiano żołądźie. Każde poletko zostało podzielone na dwie części: z przygotowaniem i bez przygotowania gleby. Następnie każda z nich została podzielona na cztery dalsze części (dwa gatunki dębu: szypułkowy i bezszypułkowy oraz dwa sposoby przysposobienia nasion: z i bez zaprawiania). W rezultacie każde poletko obejmowało 8 wariantów doświadczenia. W każdym wariacie wysiewano 20 żołądźi na głębokość 4-5 cm.

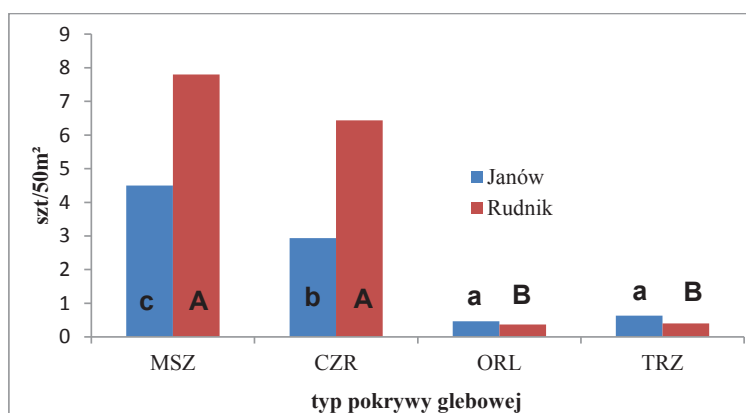
W pierwszym roku po wysiewie żołądzi (2012 r.) określono liczbę siewek dębu na poszczególnych powierzchniach próbnych. W kolejnych dwóch latach (2013 i 2014 r.) mierzono wysokość siewek. Dane te pozwoliły na określenie średniej udatności kiełkowania żołądzi i przeżywalności siewek w poszczególnych wariantach doświadczenia. Istotność wpływu typu pokrywy glebowej w powiązaniu z innymi czynnikami (przygotowanie gleby, przysposobienie nasion, gatunek dębu) na wynik kiełkowania określono za pomocą analizy wariancji.

Wszystkie obliczenia statystyczne wykonano w programie STATISTICA.

## Wyniki

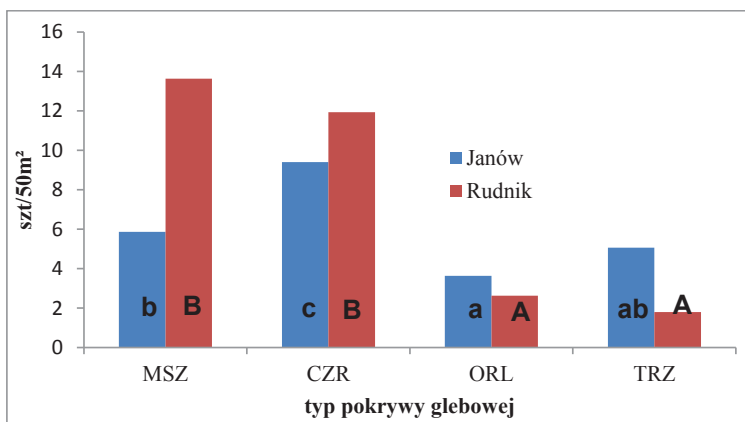
### Zagęszczenie odnowień dębu w drzewostanach o różnym typie pokrywy glebowej

Pod względem zagęszczenia siewek (ryc.1) zaznaczył się podział na dwie (Rudnik) lub trzy (Janów) jednorodnie statystycznie grupy drzewostanów. W obiekcie Rudnik pierwszą grupę stanowiły drzewostany z pokrywami mszystą i czernicową, w których stwierdzono kilkakrotnie więcej siewek (odpowiednio 7,8 i 6,4 szt./50 m<sup>2</sup>) niż w drzewostanach drugiej grupy, z pokrywami orlicową i trzęślicową (zagęszczenie ok. 0,4-0,5 szt./50 m<sup>2</sup>). W obiekcie Janów największe zagęszczenie siewek było w drzewostanie z pokrywą mszystą (4,5 szt./50 m<sup>2</sup>; pierwsza jednorodna grupa statystyczna), średnie – w drzewostanie z pokrywą czernicową (2,9 szt./50 m<sup>2</sup>; druga grupa) i najmniejsze w drzewostanach o pokrywach orlicowej i trzęślicowej (0,4-0,6 szt./50 m<sup>2</sup>; trzecia grupa).



Ryc.1. Średnie zagęszczenie siewek w zależności od typu pokrywy glebowej; te same litery oznaczają brak istotnych różnic przy poziomie  $\alpha=0,05$  (małe litery dotyczą wyników serii Janów, duże – serii Rudnik)

Pod względem zagęszczenia odnowień starszych (ryc. 2) w obiekcie Rudnik zaznaczył się, analogiczny jak w przypadku siewek, podział na dwie jednorodne grupy drzewostanów ( $p=0,0000$ ). Pierwsza, o dużym zagęszczeniu odnowień, obejmowała drzewostany z pokrywami mszystą i czernicową; druga, o małym zagęszczeniu, obejmowała drzewostany z pokrywami orlicową i trzęślicową. W przypadku lokalizacji Janów stwierdzono podział na trzy jednorodne grupy drzewostanów ( $p=0,0000$ ), które nie były jednak tak wyraźnie wyodrębnione jak w poprzedniej lokalizacji. Największe zagęszczenie nalotów (pierwsza grupa) stwierdzono na pokrywie czernicowej, pośrednie zagęszczenie (druga grupa) na pokrywie mszystej i najmniejsze zagęszczenie (trzecia grupa) na pokrywie orlicowej, zagęszczenie nalotów na pokrywie trzęślicowej znalazło się w pośredniej grupie między drugą a trzecią (brak istotnych różnic między nimi).

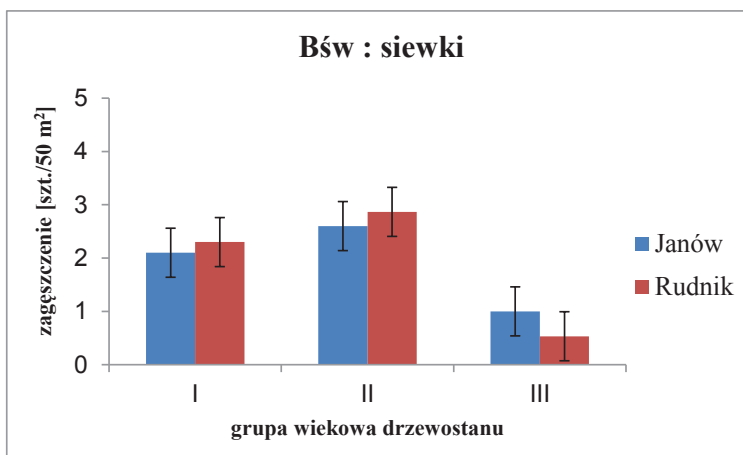


Ryc.2. Zagęszczenie odnowień starszych (nalotów) w zależności od typu pokrywy glebowej; te same litery oznaczają brak istotnych różnic przy poziomie  $\alpha=0,05$  (małe litery dotyczą wyników serii Janów, duże – serii Rudnik)

### Zagęszczenie odnowień dębu w drzewostanach różnego wieku

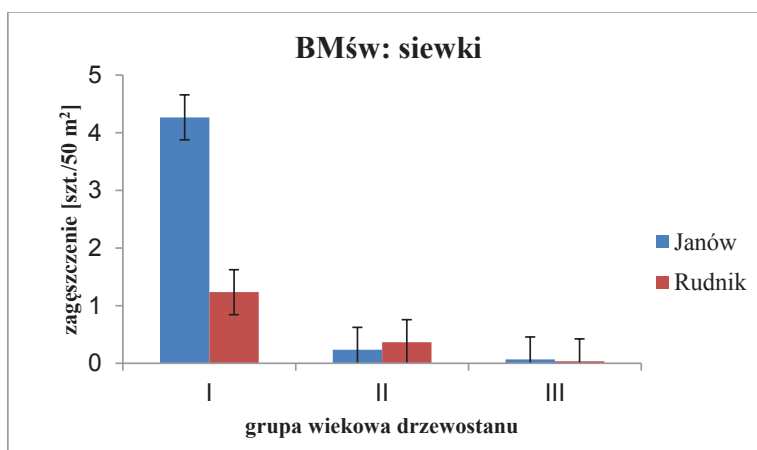
Zagęszczenie siewek na siedlisku Bśw w poszczególnych grupach wiekowych drzewostanów w obu lokalizacjach było podobne (ryc. 3). Najwięcej siewek stwierdzono w drzewostanach średniowiekowych (II) i drzewostanach młodych (I); tworzą one jednorodną grupę pod względem statystycznym. Natomiast istotnie mniej siewek w obu lokalizacjach wystąpiło w drzewostanach najstarszych (III).





Ryc.3. Średnie zagęszczenie siewek na siedlisku Bśw (pionowe słupki oznaczają przedziały ufności wartości średniej,  $1-\alpha = 0,95$ )

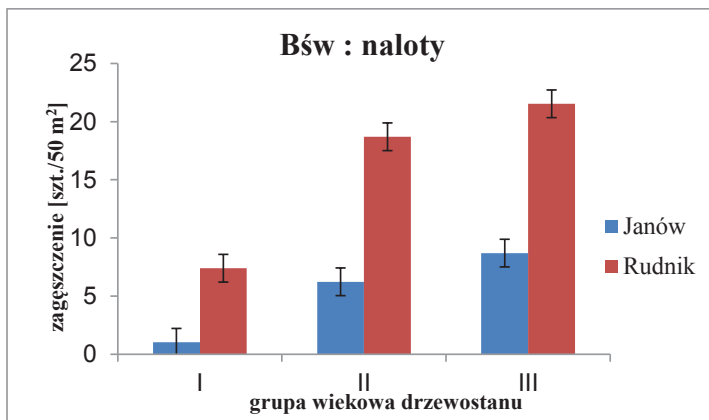
Zagęszczenie siewek na siedlisku BMśw w drzewostanach II i III grupy wiekowej w obu lokalizacjach tworzy jednorodną grupę, charakteryzującą się bardzo niskimi wartościami średnich (poniżej 0,5 szt./50 m<sup>2</sup> – ryc. 4). W drzewostanach I grupy zagęszczenie siewek było wyraźnie większe i jednocześnie różniło się istotnie między lokalizacjami (ryc. 4).



Ryc. 4. Średnie zagęszczenie siewek na siedlisku BMśw (pionowe słupki oznaczają przedziały ufności wartości średniej,  $1-\alpha = 0,95$ )

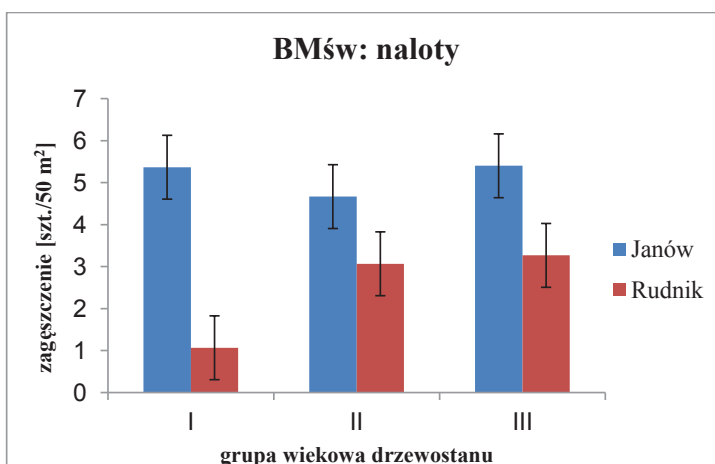
Zagęszczenie odnowień w wieku ponad 2 lat na siedlisku Bśw wzrastało wraz z wiekiem drzewostanu (ryc. 5). Różnice między wartościami średnimi w grupach wiekowych

drzewostanu w obu lokalizacjach były istotne statystycznie. Jednocześnie stwierdzono istotne różnice między lokalizacjami na korzyść drzewostanów w Nadleśnictwie Rudnik.



Ryc. 5. Średnie zagęszczenie nalotów na siedlisku Bśw (pionowe słupki oznaczają przedziały ufności wartości średniej,  $1-\alpha = 0,95$ )

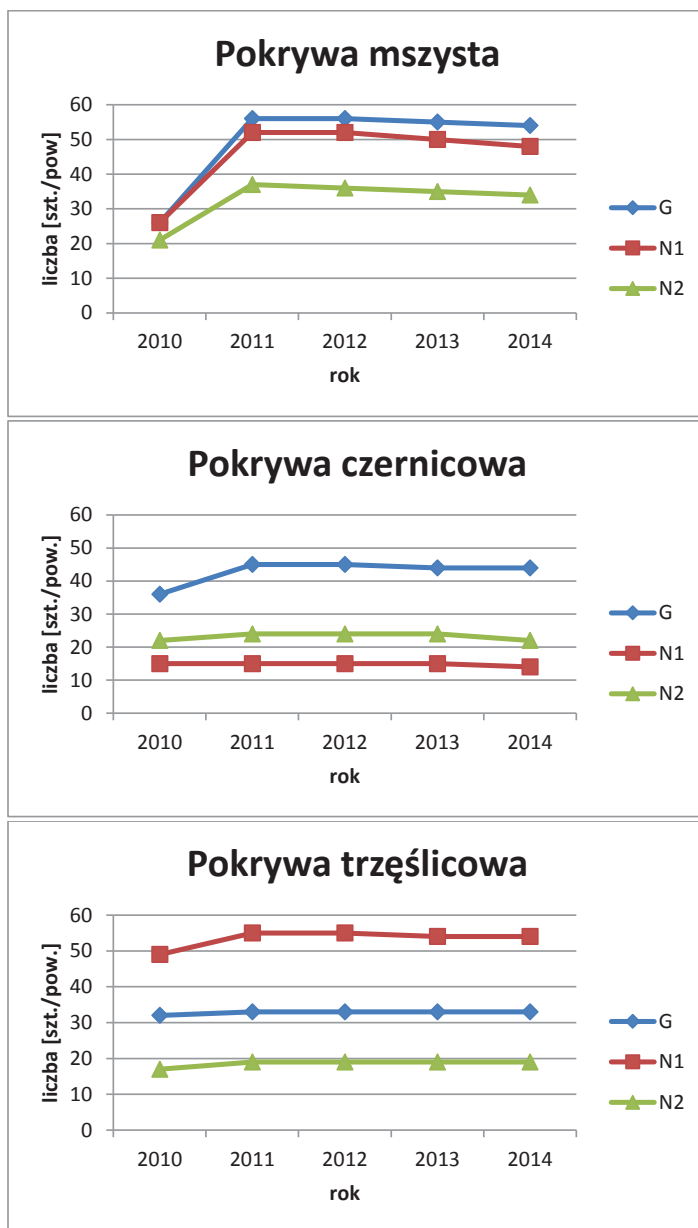
Średnie zagęszczenie nalotów w BMśw w analizowanych grupach wiekowych drzewostanów w lokalizacji Janów było stosunkowo wyrównane i tworzyło jednorodną grupę pod względem statystycznym (ryc. 6). Natomiast w lokalizacji Rudnik, przy ogólnie mniejszych wartościach średnich, stwierdzono istotne różnice w zagęszczeniu nalotów w grupach wiekowych drzewostanów. W drzewostanach najmłodszych (I) było istotnie mniejsze niż w drzewostanach średniowiekowych (II) i najstarszych (III).



Ryc. 6. Średnie zagęszczenie nalotów na siedlisku BMśw (pionowe słupki oznaczają przedziały ufności wartości średniej,  $1-\alpha = 0,95$ )

## Zagęszczenie i wzrost odnowień dębu w warunkach presji zwierzyny płowej

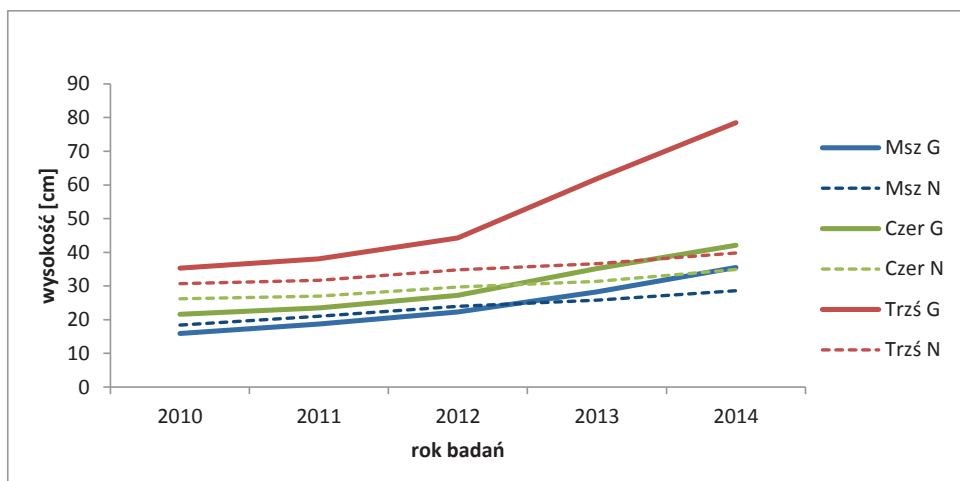
Z porównania liczebności odnowień na powierzchniach ogrodzonych i bez ogrodzenia wynika, że w okresie prowadzonych badań nie stwierdzono negatywnego wpływu zwierzyny na zagęszczenie nalotów dębu w badanych drzewostanach sosnowych (ryc. 7).



Ryc. 7. Zagęszczenie 2-letnich i starszych odnowień dębu w drzewostanach różniących się typem pokrywy glebowej w latach 2010-2014 (G: powierzchnia ogrodzona; N1, N2: powierzchnie nie ogrodzone)

Na większości powierzchni, a zwłaszcza w warunkach pokrywy mszystej, zaznaczył się wzrost liczebności nalotów w 2011 roku, jako rezultat procesu odnowienia z poprzedniego roku. W kolejnych latach zagęszczenie nalotów na ogół nie zmieniało się. Wyjątek stanowiły powierzchnie z pokrywą mszystą, gdzie liczebność odnowień stopniowo się zmniejszała. Wydaje się, że główną przyczyną ubytków w tych warunkach był niedobór wilgoci w glebie.

Kształtowanie się średniej wysokości odnowień dębu powstałych przed 2010 r. w kolejnych latach badań na stałych powierzchniach próbnych ogrodzonych i bez ogrodzenia na różnych typach pokrywy glebowych przedstawiono na rycinie 8.



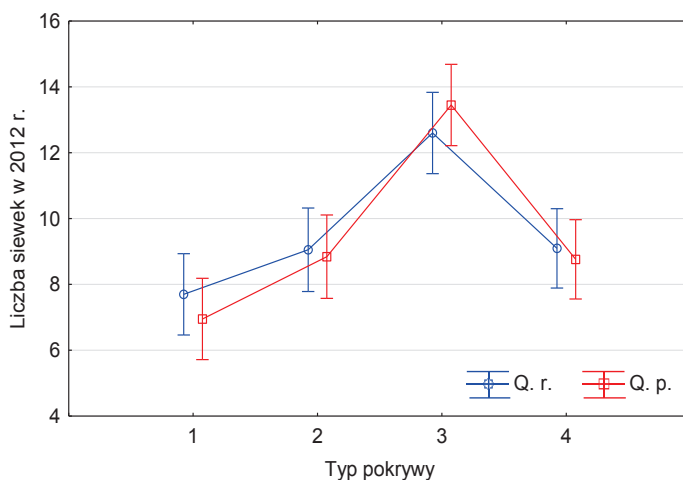
Ryc. 8. Średnia wysokość odnowień dębu powstałych przed 2010 rokiem w kolejnych latach badań na powierzchniach grodzonych (G) i nie grodzonych (N) różniących się typem pokrywy glebowej

Na powierzchniach wyłączonych spod presji zwierzyny płowej zaznacza się stopniowy wzrost wysokości odnowień dębu w analizowanym okresie. Na podkreślenie zasługuje powolność reakcji wzrostowej i różne jej tempo w zależności od rodzaju pokrywy glebowej. Wyrażna poprawa wzrostu zaznacza się dopiero w trzecim roku po ogrodzeniu (2013 r.), podczas gdy w poprzednich latach wysokość odnowień pozostawała niemal na poziomie z 2010 roku. Może to świadczyć o dużej utracie żywotności odnowień na skutek wcześniejszej presji zwierzyny i konieczności odbudowy ich potencjału wzrostowego. Po tym okresie największy przyrost wysokości miał miejsce u odnowień rosnących w warunkach pokrywy trzęślicowej, a w mniejszym stopniu w warunkach pokryw czernicowej i mszystej.

W warunkach presji zwierzyny (na powierzchniach bez ogrodzenia) średnia wysokość odnowień dębu po 4-letnim okresie badań niemal się nie zmieniła.

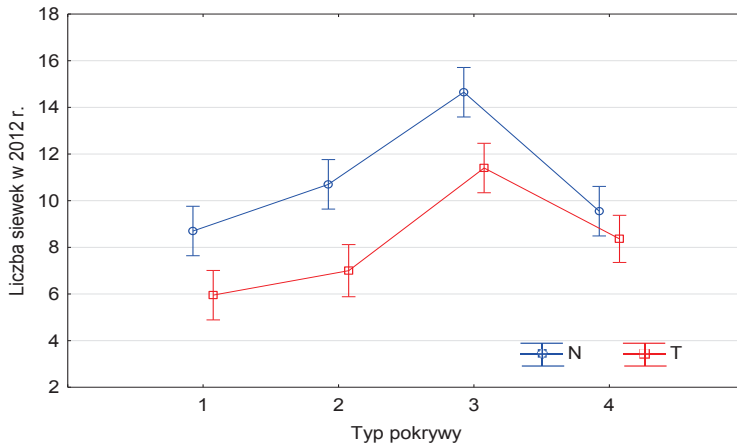
## Wyniki eksperymentu ze sztucznym wysiewem żołądzi

Wiosną 2012 roku najwięcej siewek obu gatunków dębu stwierdzono na pokrywie trzęślicowej, a najmniej na pokrywie mszystej. Na pozostałych pokrywach (czernicowej i orlicowej) wystąpiły wartości pośrednie (ryc.9). Z dwuczynnikowej analizy wariancji wynika, że u obu gatunków dębu średnia liczba siewek na pokrywie trzęślicowej była istotnie większa niż na pozostałych pokrywach glebowych, pomiędzy którymi różnic statystycznych nie stwierdzono (ryc. 9).



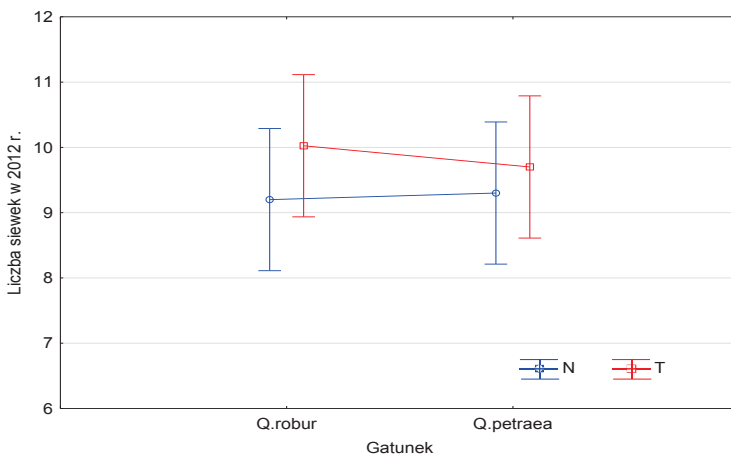
Ryc.9. Średnia liczba siewek dębu szypułkowego (Q. r.) i dębu bezszypułkowego (Q. p.) (szt./próbę) na różnych typach pokryw glebowych (1-mszysta, 2-czernicowa, 3-trzęślicowa, 4- orlicowa) w 2012 roku

Zagęszczenie siewek powstałych z żołądzi wysianych do gleby bez skaryfikacji (symulacja warunków ukrywania żołądzi przez sójkę) oraz do gleby z odsłoniętą pokrywą i przekopaną na głębokość ok. 20 cm w poszczególnych typach pokryw glebowych łącznie dla obu gatunków dębu przedstawiono na rycinie 10. Generalnie istotnie większe zagęszczenie siewek uzyskano w warunkach bez przygotowania gleby. Dotyczy to wszystkich typów pokrywy, lecz w przypadku pokrywy orlicowej różnice nie były istotne statystycznie.



Ryc.10. Średnia liczba siewek dębu (szt./próba) w typach pokrywy glebowej (1-mszysta, 2-czernicowa, 3-trzęślicowa, 4-orlicowa) w 2012 roku w zależności od przygotowania gleby (N: bez przygotowania; T: z przygotowaniem).

Liczebność siewek w 2012 roku dębu szypułkowego i bezszypułkowego w zależności od zaprawiania nasion przed wysiewem (tak/nie) przedstawiono na rycinie 11. Analiza wariancji wykazała, że oba czynniki (gatunek dębu i zaprawianie) nie miały istotnego wpływu na liczbę siewek.



Ryc.11. Średnia liczba siewek dębu szypułkowego i bezszypułkowego w zależności od zaprawiania żołądź (N: bez zaprawiania; T: z zaprawianiem)

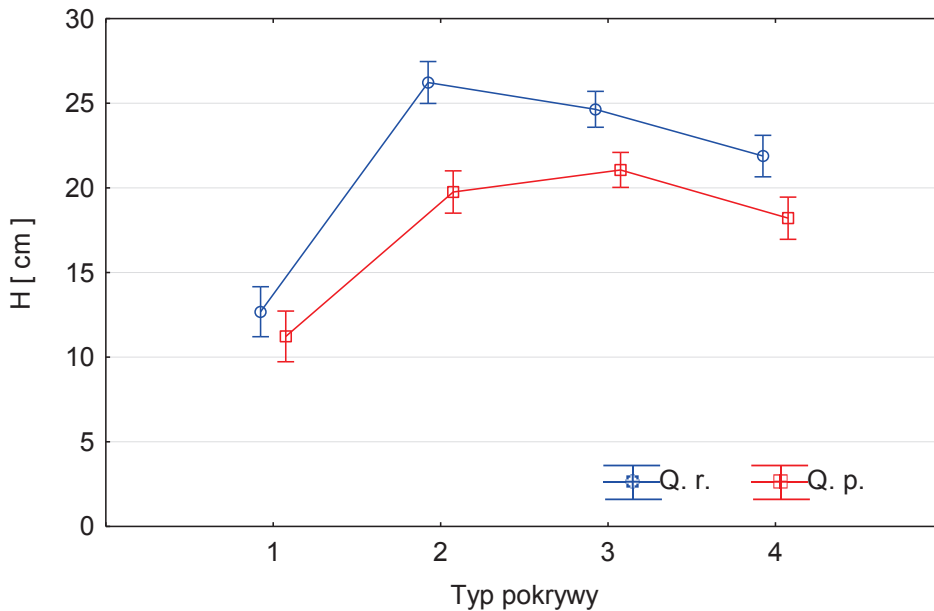
Wydajność wschodów żołądzi w zależności od wariantu doświadczenia wahała się od 36,6% na pokrywie mszystej do 65,1% na pokrywie trzęślicowej (tab.1). Na pokrywach czernicowej i orlicowej odnotowano niemal identyczne wyniki (45%). Uwagę zwraca też wyraźnie większa wydajność wschodów w wariantcie bez przygotowania gleby i mniejsza w wariantcie z glebą skaryfikowaną. Pozostałe analizowane czynniki (gatunek dębu i zaprawianie żołądzi fungicydem) nie wpłynęły w istotny sposób na wyniki doświadczenia.

Na kształtowanie się przeżywalności siewek po trzech latach doświadczenia największy wpływ miał typ pokrywy glebowej (tab. 1). Na pokrywie mszystej przeżywalność siewek była wyraźnie mniejsza (75,7%) niż na pozostałych pokrywach (91-95%). Pozostałe czynniki nie miały istotnego wpływu na badaną cechę.

Tabela 1. Wydajność siewów i przeżywalność siewek po trzech latach doświadczenia

Czynnik	wariant	Wydajność wschodów (%)	Przeżywalność siewek (%)
Gatunek	Q.r	48,1	88,4
	Q.p.	47,5	89,8
Zaprawianie nasion	tak	49,3	90,2
	nie	46,2	88,0
Przygotowanie gleby	tak	41,1	88,8
	nie	54,5	89,4
Typ pokrywy glebowej	mszysta	36,6	75,7
	czernicowa	44,7	94,5
	trzęślicowa	65,1	91,0
	orlicowa	44,6	95,1

Na kształtowanie się wysokości 3-letnich siewek (2014 rok) istotny wpływ miał typ pokrywy glebowej i gatunek dębu (ryc. 12). Dąb szypułkowy uzyskał większą wysokość niż dąb bezszypułkowy. Największą wysokość uzyskały siewki na pokrywach czernicowej i trzęślicowej (jednorodna grupa statystyczna), następnie na pokrywie orlicowej (druga grupa), a najmniejszą na pokrywie mszystej (trzecia grupa). Wysokość siewek była także istotnie większa na glebie nieskaryfikowanej w porównaniu z glebą skaryfikowaną.



Ryc. 12. Średnia wysokość siewek (w cm) dębu szypułkowego (Q. r.) i dębu bezszypułkowego (Q. p.) w poszczególnych typach pokrywy glebowej (1-mszysta, 2-czernicowa, 3-trzęślicowa, 4-orlicowa)

## Dyskusja

W obu lokalizacjach badań (Janów, Rudnik) istotnie większe zagęszczenie odnowień dębu stwierdzono na pokrywach mszystej i czernicowej, w porównaniu z pokrywami trzęślicową i orlicową. Prawidłowość ta dotyczyła zarówno siewek (odnowienia w wieku 1-2 lata), jak i nalotów (odnowienia w wieku 3 lata i więcej). U tych ostatnich, w lokalizacji Janów różnice w zagęszczeniu na badanych pokrywach stawały się jednak mniej ostre, niż w przypadku siewek. Wyniki te w powiązaniu z wynikami eksperymentu z siewem żółodzi potwierdzają przyjętą hipotezę badawczą wskazując, że typ pokrywy glebowej jest istotnym czynnikiem decydującym o wyborze przez sójkę miejsc składania żółodzi w drzewostanach sosnowych. Wyraźnie preferuje siedliska z pokrywą mszystą i pokrywą czernicową. Gdyby takiej preferencji nie było, zagęszczenie dębu przynajmniej w fazie siewek powinno być na wszystkich siedliskach podobne, a nawet wyższe w przypadku pokrywy trzęślicowej i orlicowej, gdzie siewki charakteryzowały się nieco większą przeżywalnością w ciągu 3-letniego okresu eksperymentu.

Analiza zagęszczenia siewek i nalotu dębu w różnych fazach rozwojowych drzewostanu (drągowina, drzewostan dojrzewający i drzewostan dojrzały) w dwóch typach



siedliskowych lasu (Bśw i BMśw) wykazała, że wiek drzewostanu i siedlisko są czynnikami mającymi istotny wpływ na występowanie odnowień dębu genety orniotochorycznej w borach sosnowych. Z uzyskanych danych wynika, że najlepsze warunki do powstawania siewek na siedlisku oligotroficznym (Bśw) występowały w fazie drągownicy i drzewostanu dojrzewającego, a więc w drzewostanach II–IV klasy wieku, natomiast na siedlisku mezotroficznym (BMśw) tylko w fazie drągownicy (II klasa wieku). Bardzo możliwe, że w BMśw warunki takie istnieją także w drzewostanach III klasy wieku, jednak w badaniach nie były one uwzględniane. Niska liczba siewek świadczy, że wyraźne pogorszenie warunków do powstawania odnowień dębu w Bśw ma miejsce w drzewostanach dojrzałych (V klasa wieku), a w BMśw już w drzewostanach dojrzewających (IV klasa wieku). Wydaje się, że jest ono związane z przekształcaniem się wraz z wiekiem drzewostanu pokryw glebowych w kierunku m.in. bardziej zwartych i gęstych łańców czernicowych, pojawianiem się podszytów innych gatunków drzew oraz akumulacją ektopróchnicy (Stefańska-Krzaczek, 2012; Sławski 2014). Z kolei zagęszczenie odnowień 3-letnich i starszych, w obu analizowanych typach siedliskowych lasu generalnie cechowało się stopniowym wzrostem w miarę starzenia się drzewostanu, uzyskując większe wartości na uboższym siedlisku. Wzrost zagęszczenia nalotów i podrostów z wiekiem drzewostanu może wskazywać na kumulujący efekt procesu odnowienia zachodzącego we wcześniejszych fazach rozwojowych drzewostanu.

Wyniki uzyskane na stałych powierzchniach próbnych dostarczyły informacji związanych z powstawaniem, przeżywalnością i wzrostem siewek w warunkach izolowanych i pozostających pod oddziaływaniem zwierzyny płowej. Ze względu na stosunkowo małą liczbę powierzchni próbnych uzyskane dane są orientacyjne, wskazują na pewne zjawiska i tendencje, lecz nie pozwalają na formułowanie jednoznacznych wniosków. W analizowanym okresie zarysowały się pewne różnice w zmianie liczebności dębu w zależności od typu pokrywy gleby. Na pokrywie mszystej stwierdzono stopniowe zmniejszanie się liczby odnowień dębu, podczas gdy na powierzchniach z pokrywami czernicową, a zwłaszcza trzęślicową zmiany były bardzo niewielkie. Nie stwierdzono przy tym większych różnic między powierzchniami grodzonymi i bez ogrodzenia, tj. z dostępem zwierzyny. Uzyskane wyniki wskazują, że zwierzyna płowa nie spowodowała znaczącej redukcji odnowień dębu w analizowanym okresie. Zmiana liczebności siewek (lub jej brak) była podobna zarówno na powierzchniach ogrodzonych, jak i bez ogrodzenia. Negatywne oddziaływanie zwierzyny płowej wyraziło się natomiast w postaci zahamowania przyrostu wysokości i deformacji pokroju drzewek na skutek zgryzania pędów i pączków. Odnowienia na powierzchniach

ogrodzonych zareagowały zwiększonym przyrostem wysokości w porównaniu z nalotami rosnącymi na powierzchniach bez ogrodzenia. Warto jednak zauważyć, że reakcja ta nastąpiła dopiero w trzecim sezonie wegetacyjnym po ogrodzeniu. Po okresie regeneracji przyrost wysokości dębu na pokrywie trzęślicowej był znacznie większy niż na pokrywach mszystej i czernicowej. Różnice we wzroście są wynikiem odmienności warunków siedliskowych, w tym głównie wilgotnościowych.

Wyniki eksperymentu z wysiewem żołądzi wskazują, że typ pokrywy glebowej, a tym samym warunki siedliskowe, miały istotny wpływ na udatność wschodów żołądzi, przeżywalność i wzrost siewek dębu. W odróżnieniu od warunków naturalnych wyraźnie więcej siewek i większą ich przeżywalność stwierdzono na mocniej rozwiniętych pokrywach (trzęślicowa, czernicowa i orlicowa), w porównaniu z pokrywą mszystą. Rezultat ten może potwierdzać przyjętą hipotezę badawczą. Liczniejsze naloty dębu obserwowane w drzewostanach z pokrywami mniej rozwiniętymi (mszysta, czernicowa) są zatem pochodną częstszego ich wyboru przez sójkę jako miejsc składania żołądzi.

W eksperymencie odnotowano też większą udatność wschodów żołądzi na glebie bez przygotowania w porównaniu z glebą po skaryfikacji. Taki wynik może wskazywać, że nienaruszona warstwa ściółki i próchnicy stwarza żołądziom lepsze zabezpieczenie przed niekorzystnymi czynnikami meteorologicznymi, w tym zwłaszcza przed mrozem, niż przykrycie tylko warstwą gleby mineralnej. Przeżywalność siewek w obu przypadkach była podobna. Stanowi to przesłankę do rezygnacji w praktyce hodowlanej ze skaryfikacji gleby przy siewie żołądzi w warunkach podokapowych.

Przeprowadzone badania świadczą, że odnowienia dębowe powstałe w wyniku rozsiewania nasion przez sójkę zwyczajną w borach sosnowych Kotliny Sandomierskiej występują generalnie tylko w warstwie nalotów i niskich podrostów. Ich wzrost i awansowanie do wyższych warstw drzewostanu w analizowanych warunkach są ograniczone głównie przez czynniki siedliskowe, konkurencję ze strony drzewostanu osłaniającego i szkody od zwierzyny płowej.

## Wnioski

1. Zagęszczenie siewek i nalotów dębu w drzewostanach sosnowych, powstałych w wyniku ornitochorii, ma ścisły związek z typem pokrywy glebowej: istotnie więcej odnowień było w drzewostanach o pokrywach mszystej i czernicowej niż w drzewostanach o pokrywach trawiastej (trzęślicowej) i orlicowej. Stanowi to pośredni dowód na preferowanie przez sójkę borów sosnowych o słabo rozwiniętych pokrywach glebowych jako miejsc gromadzenia zapasów żołądzi na zimę.
2. Nasilenie procesu i długość okresu naturalnego odnowienia dębu w drzewostanach sosnowych zależy od ich wieku i typu siedliska. W młodszych drzewostanach (II klasa wieku) i na siedliskach uboższych (Bśw) proces zachodzi intensywniej i dłużej niż w drzewostanach starszych (V kl. w.) i na siedliskach żyźniejszych (BMśw). Warunki do propagacji dębu w drzewostanach różniących się wiekiem i siedliskiem mają bezpośredni związek z typem pokrywy glebowej i tempem zmian roślinności runa wraz z wiekiem drzewostanu.
3. Przeżywalność odnowień dębu w warunkach podokapowych jest uzależniona od warunków siedliskowych; wzrasta wraz z poprawą żyzności i wilgotności gleby.
4. Wzrost i żywotność odnowień dębu są silnie hamowane z powodu uszkodzeń powodowanych przez zwierzynę płową. Pozytywna reakcja wzrostowa odnowień na wyeliminowanie presji zwierzyny zaznaczyła się dopiero po okresie ich regeneracji, który trwał dwa lata.
5. Eksperyment z wysiewem żołądzi wykazał, że wyraźnie więcej żołądzi kiełkuje na pokrywie trzęślicowej i więcej siewek przeżywa na pokrywach trzęślicowej, czernicowej i orlicowej niż na pokrywie mszystej. Rezultat ten zatem potwierdza przyjętą hipotezę, że liczniejsze naloty dębu w drzewostanach z pokrywą mszystą lub czernicową są pochodną częstszego ich wyboru przez sójkę jako miejsc składania żołądzi.
6. W lasach Kotliny Sandomierskiej odnowienia dębu powstałe z nasion przenoszonych przez sójkę w borach sosnowych na siedliskach oligo- i mezotroficznym (Bśw, BMśw i BMw) ze względu na niską żywotność i presję zwierzyny mają czasowy charakter, tworząc głównie warstwę nalotów i niskich podszytów.
7. Wyniki udatności i wzrostu sztucznych siewów żołądzi przy zastosowaniu różnych rozwiązań hodowlano-ochronnych wskazują na możliwość stosowania w praktyce leśnej siewu nasion dębu pod okapem drzewostanów sosnowych bez przygotowania gleby i bez przysposobienia nasion.

## Literatura

- Bossemma I. 1979. Jays and oaks: an eco-ethological study of a symbiosis. *Behaviour* 1-117.
- Bruinderink G., Hazebroek E. 1996. Wild boar (*Sus strofa* L.) rooting and forest regeneration on podzolic soils in the Netherlands. *For. Ecol. Man.* 88:71-80.
- Danielewicz W., Pawlaczyk P. 2006. Rola dębów w strukturze i funkcjonowaniu fitocenozy. W: Bugała W. (red.), Dęby *Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., T. 11. Instytut Dendrologii PAN. Poznań- Kórnik: 474-564.
- Fabijanowski J. 1995. Znaczenie ptaków dla naturalnego odnawiania lasu. *Post. Techn. Leśn.*, 57: 77-82
- Kondracki J. 2002. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- Kowalski M. 1993. O sukcesji ekologicznej w lasach Jasionina. *Sylwan*, 9: 37-45.
- Mosandl R., Kleinert A. 1998. Development of oaks (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) emerged from bird-dispersed seeds under old-growth pine (*Pinus silvestris* L.) stands. *For. Ecol. Manage.* 106: 35-44.
- Operat Urządzenia Lasu dla Nadleśnictwa Janów lubelski na lata 2010-2019.
- Operat Urządzenia Lasu dla Nadleśnictwa Rudnik na lata 2012-2021.
- Paluch R. 2012. Dolne warstwy dębów (*Quercus robur* L., *Q. petraea* Liebl.) w drzewostanach sosnowych w północno-wschodniej Polsce – występowanie, wzrost, rozwój i gospodarcze wykorzystanie. *Prace IBL, ser. Rozprawy i Monografie.* Warszawa.
- Sławski M. 2014. Zmiany struktury lasu w szeregu rozwojowym drzewostanów sosnowych zagospodarowanych sposobem zrębowym. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, ss. 124.
- Stefańska-Krzaczek E. 2012. Species diversity across the successional gradient of manager Scots pine stands in oligotrophic sites (SW Poland). *Journal of Forest Science*, 58 (8): 345-356.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A., Matuszkiewicz W. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa.
- Vera F. 2000. *Grazing ecology and forest history.* Cabi Publishing, New York.
- Vullmer H., Hanstein U. 1995. Der Beitrag des Eichelhäher zur Eichenverjüngung in einem naturnah bewirtschafteten Wald in der Luneburger Heide. *Forst und Holz.* 50(20): 643-646.
- Widdicombe R.C. 1999. A comparative study of the regeneration of beech (*Fagus silvatica* L.) and sessile oak (*Quercus petraea* [(Matt.) Liebl.]) in Kent and Cornwall. *Arboricult. J.* 23: 125-137.