

# Wpływ różnych warunków ocienienia na biomasę siewek dębu bezszypułkowego rosnącego w interakcji z inwazyjną czeremchą amerykańską

*Ernest Bielinis, Piotr Robakowski, Bartosz Bułaj*

**Abstrakt.** W maju 2011 roku założono randomizowane doświadczenie doniczkowe, polegające na hodowli tegorocznych siewek dębu bezszypułkowego i inwazyjnej czeremchy amerykańskiej w kontrolowanych warunkach światła (100%, 25% i 5% światła pełnego), konkurencji i allelopatii (3Db+6Cz; 3Db+6Cz+L) oraz allelopatii (3Db+L, gdzie L – liście czeremchy dodane do substratu). Kontrolę stanowiły doniczki z trzema siewkami dębu (3Db) lub trzema siewkami czeremchy (3Cz).

Konkurencja wpływała niekorzystnie na biomasę obu gatunków. Dodane do substratu liście czeremchy stymulująco wpłynęły na biomasę dębu, a w wariancie konkurencji zmniejszyły negatywny wpływ wzajemnego oddziaływania gatunków. Pod koniec sezonu wegetacyjnego w 100 i 25% światła pełnego siewki czeremchy osiągały nawet o połowę większą całkowitą masę niż siewki dębu mimo, że przed rozpoczęciem doświadczenia ta proporcja była odwrotna. W wariancie 5% światła pełnego (silne ocienienie) dąb górował pod względem masy nad czeremchą. Ten wynik sugeruje, że w początkowej fazie wzrostu, w silnym ocienieniu, dąb bezszypułkowy ma większe szanse w konkurencji o światło z czeremchą amerykańską.

**Słowa kluczowe:** allelopatia, biomasa siewek, konkurencja międzygatunkowa, światło

**Abstract. The influence of different shade conditions biomass of sessile oak seedlings growing in interaction with invasive black cherry.** In May of 2011 a randomized pot study was established. The current year sessile oak and invasive black cherry seedlings were grown in controlled light (100, 25 and 5% of full light), competition and allelopathy (3 oaks + 6 cherries; 3 oaks + 6 cherries + cherry leaves) and allelopathy (3 oaks + cherry leaves) conditions. Pots with three oak and three cherry seedlings accounted for the control treatment.

The competition had a negative effect on biomass of both species. Black cherry leaves added to substrate stimulated biomass production of oak's seedlings. In the treatment of competition the cherry leaves decreased negative influence of the species on each other. In the end of the vegetative season in 100 and 25% of full light cherry seedlings had larger total biomass of about a half than oak seedlings. In 5% of full light, inversely, oak had larger biomass than cherry. This result suggests that in strong shade, sessile oak seedlings are able to compete for light with black cherry more effectively compared with the moderate and high light environments.

**Keywords:** allelopathy, seedlings biomass, interspecific competition, light

## Wstęp

Czeremcha amerykańska *Prunus serotina* Ehrh. została po raz pierwszy sprowadzona do Europy w 1623 lub 1629 (Starfinger 1997), a do Polski w 1813 roku (Podbielkowski 1995). Po niespełna stu latach od pierwszej introdukcji zakładano pierwsze powierzchnie z jej udziałem. Uznano ją za gatunek łatwy w uprawie i odpowiedni do wzbogacania ubogich siedlisk borowych poprzez wytwarzanie intensywnego opadu ścióły. Udokumentowanym przykładem wprowadzania czeremchy do drzewostanów sosnowych jest teren leżącej w Wielkopolsce Puszczy Zielonki, gdzie obserwowano zwiększenie jej udziału w składzie gatunkowym drzewostanów (Danielewicz 1994, Rutkowski i in. 2002, Grajewski i in. 2012). W latach 70. XX wieku nastąpiła zdecydowana zmiana podejścia leśników do wprowadzania czeremchy amerykańskiej. We wskazaniach hodowlanych pojawiły się pierwsze zalecenia dotyczące usuwania tego gatunku (Danielewicz 1994). Intruz nie okazał się gatunkiem lepiej wzbogacającym siedlisko, niż gatunki rodzime (Kowalski 1988), za to w niekontrolowany sposób odnawiał się na uprawach i zrębach, przerstając cenniejsze gatunki stanowiące cel hodowlany.

Obserwacje terenowe nalotu wskazują, że siewki dębu mogą konkurować z czeremchą o przestrzeń, światło i sole mineralne. Symulując różne warunki świetlne postanowiliśmy sprawdzić, czy istnieją takie, w których wolno rosnące siewki dębu mogłyby pod względem całkowitej biomasy dorównać dynamicznej czeremsze. Zakładaliśmy, że warunki świetlne wzrostu będą modyfikować wpływ międzygatunkowej konkurencji i allelopatycznych interakcji na całkowitą biomasę siewek dębu i czeremchy amerykańskiej.

## Materialy i metody

Układ doświadczenia. W maju 2011 roku w Ogrodzie Dendrologicznym Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu założono randomizowane doświadczenie doniczkowe, polegające na hodowli tegorocznych siewek dębu bezszypułkowego i czeremchy amerykańskiej w następujących wariantach konkurencji międzygatunkowej i allelopatii: 3 siewki dębu + 6 siewek czeremchy (3Db+6Cz), 3 siewki dębu + 6 siewek czeremchy + liście czeremchy (3Db+6Cz+L) oraz w wariacie: 3 siewki dębu + liście czeremchy (3Db+L). Kontrolę stanowiły doniczki z trzema siewkami dębu (3Db) lub trzema siewkami czeremchy (3Cz). W czasie zakładania doświadczenia rozdrobione liście, źródło związków o charakterze allelopatycznym, zmieszano z substratem w ilości 10g świeżej masy na doniczkę, a następnie co miesiąc dodawano ich świeżą porcję na powierzchni doniczkowego substratu. W doświadczeniu było 675 doniczek. Po piętnaście doniczek z każdego wariantu (traktowanych jako jednostka eksperymentalna) ustawiono na powierzchni otwartej lub w tunelach pokrytych jedną lub dwiema warstwami siatki ocieniającej, uzyskując w ten sposób interakcję wariantów konkurencji i allelopatii z trzema poziomami światła (światło pełne, 25 i 5% światła pełnego). Zaplanowano trzy powtórzenia kombinacji wariantów świetlnych z wariantami konkurencji i allelopatii. Doniczki podlewano do pełnej pojemności połowej oraz zapewniono optymalną ilość składników mineralnych stosując wolno uwalniający się nawóz „Osmocote”.

## Pomiar masy siewek

Sucha masa siewek to popularnie używany w doświadczalnictwie oraz łatwy w zastosowaniu parametr określający reakcję rośliny na dany czynnik (Cornelissen i in. 2003).

W maju, przed założeniem doświadczenia, zważono po 9 siewek dębu i czeremchy pochodzących ze szkółki, co stanowiło punkt startowy analizy alokacji biomasy. Po przesadzeniu i hodowli w warunkach eksperymentu, co miesiąc do pomiarów suchej masy siewek przeznaczano trzy doniczki z każdej jednostki eksperymentalnej. Pomiary zakończono w październiku. Trzy siewki dębu i/lub czeremchy wyciągano z doniczki, płukano pod bieżącą wodą, aby oczyścić korzenie z pozostałości substratu, a następnie suszono przez 48 godzin w temperaturze 65°C. Tak przygotowany materiał zważono na wadze analitycznej z dokładnością ±0.1mg.

### **Analiza danych**

Aby uzyskać comiesięczną skumulowaną średnią całkowitą biomasę dla danego gatunku, wariantu konkurencji i poziomu ocienienia, do średniej z masy siewek punktu startowego dodano średnią z masy siewek zważonych w czerwcu. Następnie do sum mas startowych i czerwcowych dodano średnią masę siewek uzyskaną w lipcu itd. W październiku uzyskano sumę z wszystkich średnich comiesięcznych pomiarów. W celu przedstawienia przebiegu zmian skumulowanych średnich w czasie dopasowywano różne modele funkcji znajdujące się w bazie programu „SigmaPlot 12”. Parametry funkcji estymowano metodą regresji nieliniowej i dla danego trendu wybierano model o najwyższej jakości dopasowania, którą oceniano przy pomocy współczynnika determinacji  $R^2$ . W celu ustalenia istotności wpływu poziomów światła i wariantów konkurencji oraz ich wzajemnej interakcji średnie wartości otrzymane w październiku poddano dwuczynnikowej analizie wariancji. Obliczenia wykonano w pakiecie statystycznym „Statistica 9.0”.

### **Wyniki**

Do przebiegu w czasie skumulowanych średnich wartości suchej masy dla dębu bezszypułkowego oraz dla czeremchy amerykańskiej dopasowano funkcję logistyczną z czterema parametrami (wz. 1).

$$f = y_0 + \frac{a}{1 + e^{-\frac{(x-x_0)}{b}}}$$

(Wz. 1.)

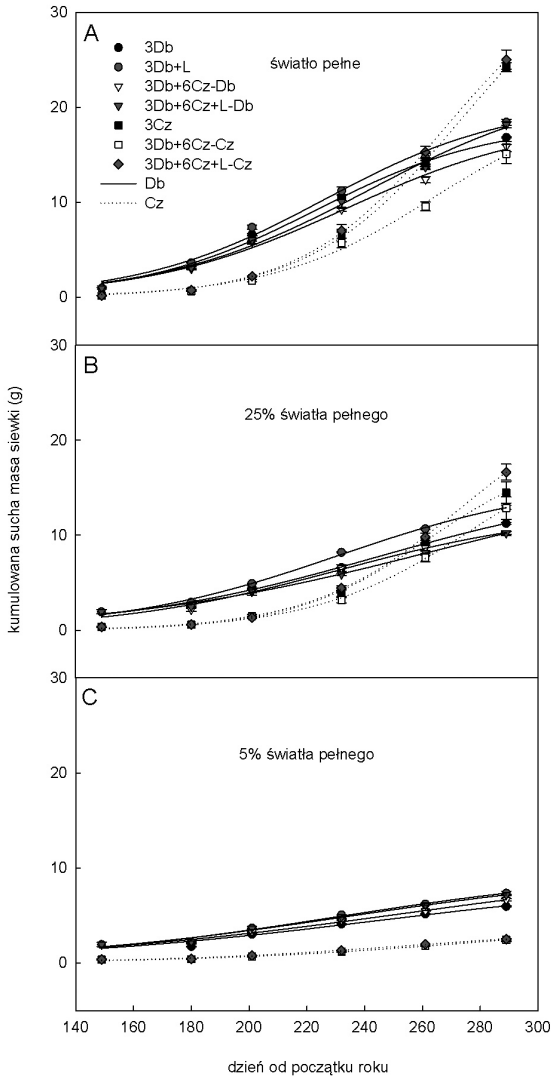
We wszystkich poziomach światła, wariantach konkurencji i/lub allelopatii zastosowany model w wysokim stopniu wyjaśnia przebieg badanej cechy (współczynnik determinacji  $R^2 = 0,98 \pm 0,01$ ). Przebieg dopasowanych funkcji zależał od gatunku. We wrześniu krzywe dla dębu osiągają punkt przegięcia, a w przypadku czeremchy dalej rosną nie osiągając tego punktu w okresie pomiarów (ryc. 1).

Pochodzące ze szkółki i zważone w maju siewki dębu miały większą masę niż siewki czeremchy. Ta przewaga utrzymywała się w świetle pełnym i w 25% światła pełnego do 230 dnia w roku (ryc. 1A, B). W tych poziomach światła skumulowana wrześniowa masa czeremchy dorównała masie dębu, a w październiku znacznie ją przewyższała. Przewaga dębu utrzymywała się do końca sezonu tylko w poziomie 5% światła pełnego (ryc. 1C).

Dwuczynnikowa analiza wariancji wykonana na danych zebranych w październiku wykazała wysoce istotny wpływ poziomów, wariantów i ich wzajemnej interakcji na masę siewek. Również interakcja tych czynników okazała się wysoce istotna (tab. 1).

Skumulowana biomasa obu gatunków była mniejsza w warunkach konkurencji niż

w kontroli. Dodanie liści w wariancie 3Db+6Cz+L wywołało efekt znoszący negatywny wpływ wzajemnego oddziaływania gatunków, zarówno na biomasę dębu, jak i czarernchy. Dodane liście stymulowały wzrost siewek dębu w wariancie 3Db+L.



**Ryc. 1.** Przebieg w czasie skumulowanych średnich wartości suchej masy siewek dębu bezszypułkowego i czarernchy amerykańskiej  
*Fig. 1. Cumulative means of sessile oak and black cherry seedlings dry mass as a function of time*

**Tab. 1.** Wyniki dwuczynnikowej analizy wariancji  
*Table 1. Results of two-way analysis of variance*

Źródła zmienności	Sumy kwadratów (SS)	Stopnie swobody (df)	Oszacowanie wariancji (MS)	F	P
Całkowita	100,6705	134			
grupy	82,4329	15			
poziomy	18,3172	2	9,1586	60,262	P < 0,001
warianty	56,3746	4	14,0937	92,733	P < 0,001
interakcja	7,7411	8	0,9676	6,367	P < 0,001
błąd	18,2377	120	0,152		

## Omówienie wyników

Model funkcji logistycznej pojawia się w literaturze opisując m.in. zależności związane ze wzrostem roślin (Hunt 1982). Wobec tego, dobre dopasowanie modelu do przyrostu masy siewek dębu bezszypułkowego i czeremchy amerykańskiej nie jest zaskoczeniem (ryc. 1). Przedstawione krzywe wnoszą nową informację o dynamice przyrostu biomasy tych gatunków w ciągu sezonu. Wynika z nich, że dąb szybko kończy przyrost całkowitej biomasy, w odróżnieniu od czeremchy amerykańskiej, która zwiększa biomasę przez cały okres wegetacyjny.

Zaobserwowany fakt uzyskania przez czeremchę mniejszej masy w warunkach silnego ocienienia jest zbieżny z wcześniejszymi doniesieniami (Closset-Kopp i in. 2007), a tym samym wspiera hipotezę o możliwości redukcji dynamiki naturalnego odnowienia czeremchy w drzewostanach poprzez zacienianie dna lasu (Rutkowski i in. 2002). W takich warunkach dąb bezszypułkowy ma szansę dorównać czeremsze, a nawet osiągnąć wzrostową przewagę (fot. 1).

Wzrost w warunkach konkurencji negatywnie wpływa na oba gatunki. Dodanie do substratu liści czeremchy niweluje ten efekt. Przypuszczalnie podobne zjawisko może występować w drzewostanie, gdzie ściółka z liści czeremchy pełniłaby rolę regulatora wzrostu. Czeremchę podejrzewa się o allelopatyczne oddziaływanie na inne gatunki (Drogoszewski i Barzdajn 1988), jednak ujemne oddziaływanie zostało stwierdzone jedynie na podstawie doświadczenia z ekstraktami z liści czeremchy, które hamowały kiełkowanie nasion sosny zwyczajnej. Wyniki naszych badań sugerują, że świeże liście czeremchy, które podlegają naturalnym procesom rozkładu mogą powodować efekt nawożeniowy, który w okresie sezonowego doświadczenia przeważa nad potencjalnym, negatywnym efektem allelochemicznym. Z drugiej strony, na obecnym etapie badań nie wykluczamy pozytywnego działania allelopatycznego, chociaż może ono być krótkotrwałe. Wieloletnia akumulacja w glebie substancji zawartych w liściach czeremchy amerykańskiej może doprowadzić do ujawnienia się ujemnego oddziaływania allelopatycznego, jednak ta hipoteza nie została potwierdzona. Za pozytywnym efektem allelopatycznym przemawia argument, że rośliny były nawożone, a zatem substancje odżywcze z rozkładających się liści czeremchy nie były konieczne do zapewnienia optymalnych warunków wzrostu.



**Fot. 1.** Dąb rosnący w interakcji z czeremchą w warunkach 5% światła pełnego  
*Photo 1. Oak growing in interaction with black cherry in 5% level of light*

## **Wnioski**

W silnym ocienieniu dąb bezszypułkowy nie jest zdominowany przez czeremchę amerykańską i ma większe szanse, aby konkurować z nią o światło w porównaniu do warunków konkurencji między tymi gatunkami w średnim ocienieniu i w świetle pełnym.

Domieszka liści czeremchy amerykańskiej spowodowała prawdopodobnie efekt nawożeniowy, który ujawnił się poprzez zwiększenie całkowitej biomasy siewek dębu bezszypułkowego. Nie można jednak wykluczyć, że obserwowana stymulacja produkcji biomasy mogła być spowodowana przez rozłożone w glebie związki allelopatyczne.

## **Podziękowania**

Badania zostały sfinansowane w ramach grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr N N309 026939. Autorzy artykułu są wdzięczni za pomoc techniczną dyplomantom Katedry Hodowli Lasu: Pani Urszuli Maciejewskiej, Pani Marcie Sierakowskiej i Panu Mateuszowi Czerniawskiemu.

## Literatura

- Danielewicz W. 1994. Rozsiedlenie czeremchy amerykańskiej (*Prunus serotina* Ehrh.) na terenie nadleśnictwa doświadczalnego Zielonka. Prace komisji nauk rolniczych i komisji nauk leśnych, LXXVIII: 35-41.
- Drogoszewski B., Barzdajn W. 1984. Wpływ ekstraktów wodnych z tkanek *Prunus serotina* Ehrh. na kiełkowanie nasion *Pinus silvestris* L. Prace komisji nauk rolniczych i komisji nauk leśnych, LVIII: 33-38.
- Closset-Kopp D., Chabrierie O., Valentin B., Delachapelle H., Decocq G. 2007. When Oskar meets Alice: Does a lack of trade-off in r/K-strategies make *Prunus serotina* a successful invader of European forest? *Forest Ecology and Management* 247: 120-130.
- Cornelissen J. H. C., Lavorel S., Garnier E., Díaz S., Buchmann N., Gurvich D. E., et al. 2003. Handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51: 335-380.
- Hunt R. 1982. *Plant Growth Curves. The Functional Approach to Plant Growth Analysis*. Edward Arnold, London.
- Kowalski M. 1988. Lipa i czeremcha amerykańska w przekształcaniu siedliska borów sosnowych. Wpływ gospodarki leśnej na środowisko. Seminarium naukowe, Sękocin 10-11 listopada 1988: 149-156.
- Rutkowski P., Maciejewska-Rutkowska I., Łabędzka M. 2002. Właściwy dobór składu gatunkowego drzewostanów jako jeden ze sposobów walki z czeremchą amerykańską (*Prunus serotina* Ehrh.). *Silvarum Colendorum Ratio et Industria Lignaria* 1(2): 59-73.
- Grajewski S., Jankowski K., Licznierski M. 2012. Czeremcha amerykańska *Prunus serotina* Ehrh. w polskich lasach na przykładzie drzewostanów nadleśnictwa doświadczalnego Zielonka oraz nadleśnictwa państwowego Szubin. *Wyższa Szkoła Zarządzania Środowiskiem w Tucholi. Zarządzanie ochroną przyrody w lasach. Tom IV*: 38-55.

**Ernest Bielinis, Piotr Robakowski, Bartosz Bulaj**

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,

Katedra Hodowli Lasu,

Zakład Ekologicznych Podstaw Hodowli Lasu

pierrot@up.poznan.pl