

KONKURENCJA O ŚWIATŁO MIĘDZY BUKIEM ZWYCZAJNYM A CZEREMCHĄ AMERYKAŃSKĄ W PIERWSZYM ROKU ŻYCIA DRZEW

Marlena Baranowska✉, Adam Suwiczak, Robert Korzeniewicz

Katedra Hodowli Lasu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 71A, 60-625 Poznań

ABSTRAKT

Wstęp. Czeremcha amerykańska jest gatunkiem inwazyjnym w polskich lasach i konkuruje o zasoby siedliska m.in. z bukiem zwyczajnym.

Cel badań i metody. Celem pracy było zbadanie oddziaływania między czeremchą a bukiem w różnych warunkach świetlnych i różnych wariantach zmieszania. Przyjęto, że buki będą lepiej przystosowane do wzrostu w warunkach ocienienia niż czeremcha, która osiągnie przewagę nad bukiem w pełnym świetle. Przy większym dostępie światła czeremchy będą zacięć buki. Wysokości, średnice i przyrosty drzewek w wariantach bez konkurencji będą się różniły od wariantów z konkurencją.

Wyniki. Czeremcha charakteryzowała się intensywnym przyrostem we wszystkich wariantach oświetlenia. Buk przegrał konkurencję o światło z czeremchą w każdym wariantcie. Buki i czeremchy miały większe przyrosty wysokości w wariantach jednogatunkowych niż w kombinacjach dwóch wymienionych powyżej gatunków.

Podsumowanie. Najniższy przyrost czeremch odnotowano w wariantcie z dwoma sadzonkami buka, co świadczy o możliwości wykorzystania podszytu bukowego do ograniczenia przyrostu czeremchy. Oświetlenie, zagęszczenie i forma zmieszania wpływały na przyrost wysokości i grubości badanych roślin.

Słowa kluczowe: gatunki inwazyjne, podszyt, przebudowa drzewostanów, *Fagus sylvatica*, *Prunus serotina*

WSTĘP

Czeremcha amerykańska (*Prunus serotina* Ehrh.) należy do najwcześniej introdukowanych w Europie gatunków drzew (Páron i in., 2010). W XVII wieku była sprowadzana z Ameryki Północnej do ogrodów i parków (Namura-Ochalska, 2012), a następnie sadzona w lasach. Wykorzystanie czeremchy jako gatunku produkcyjnego, glebochronnego i fitomelioryacyjnego w lasach zakończyło się niepowodzeniem

(Danielewicz i Wiatrowska, 2014; Starfinger, 1997). Czeremcha występuje na terenie całej Polski (Bijak i in., 2014). Ze względu na zagrożenie dla ekosystemów rodzimych uzyskała status gatunku inwazyjnego (Gazda, 2013; Halarewicz i Nowakowska, 2005). Dynamiczny rozwój populacji czeremchy obserwuje się głównie w drzewostanach z udziałem sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), jej liczne występowanie

Finansowanie: Badania współfinansowane przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasów Państwowych, Generalną Dyрекcję Lasów Państwowych w Warszawie, program „Opracowanie metod zwalczania czeremchy w drzewostanach sosnowych” (numer projektu OR.271.3.13.2017).

✉ marlena.baranowska@up.poznan.pl, <https://orcid.org/0000-0001-9915-3776>

ogranicza odnawianie się rodzimych gatunków drzew (Starfinger i in., 2003). Mimo że w zwalczaniu czeremchy wykorzystywanie herbicydów przynosi skutki pozytywne, nie mogą one być stosowane powszechnie (Namura-Ochalska, 2012). Dlatego podjęto badania, które pozwolą wskazać inne możliwości ograniczenia występowania czeremchy (Marciszewska i in., 2018), m.in. metody hylotechniczne, oparte głównie na prawidłowym doborze składu gatunkowego drzewostanu (Korzeniewicz i in., 2018).

Konkurencja to antagonistyczna relacja zachodząca między populacjami, które rywalizują o ten sam czynnik środowiskowy (Brzeziecki, 2000). Jednym z podstawowych czynników, o które konkurują rośliny jest światło (Bielinis i in., 2012). W porównaniu z czeremchą bardziej tolerancyjny na ocienienie jest buk zwyczajny (*Fagus sylvatica* L.). W konkurencji ze światłozadną czeremchą pod gęstym i zwartym okapem drzewostanu buk osiąga przewagę, więc mógłby wypierać czeremchę spod okapu drzewostanu sosnowego (Korzeniewicz i in., 2018). Wkraczaniu czeremchy najlepiej przeciwstawiają się drzewostany, w których co najmniej w jednej z warstw dominują grab, buk czy dąb. Przebudowa litych drzewostanów sosnowych gatunkami silnie ocieniającymi glebę byłaby najlepszym sposobem na walkę z tym inwazyjnym gatunkiem (Rutkowski i in., 2002).

Dzięki badaniom nad strategiami życiowymi czeremchy wiemy, że zdolność do przeczekiwania niekorzystnych warunków świetlnych determinuje występowanie dojrzałych okazów tego gatunku w prześwietlonych miejscach drzewostanu (Halarewicz, 2011). Tymi miejscami mogą być luki i granice drzewostanów i to właśnie dla tych obszarów należy opracować odpowiednią metodykę działań, mającą zapewnić ograniczenie występowania czeremchy. Odpowiedni skład gatunkowy ekotonów może doprowadzić do zmniejszenia prześwietlenia brzegów drzewostanów, a w konsekwencji do ograniczenia wzrostu siewek czeremchy (Gamrat i Gałczyńska, 2014).

Celem pracy było zbadanie charakteru oddziaływania między czeremchą amerykańską a bukiem zwyczajnym w różnych warunkach świetlnych. Przyjęto, że buki będą lepiej przystosowane do wzrostu w warunkach ocienienia niż czeremcha, która osiągnie przewagę nad bukiem w pełnym świetle i w słabym ocienieniu. Przy większym dostępie światła czeremchy

będą zacieniać buki. Wysokości, średnice i przyrosty drzewek w wariantach bez konkurencji będą się różniły od wariantów z konkurencją.

MATERIAŁY I METODY

W doświadczeniu wykorzystano roczne sadzonki buka zwyczajnego i czeremchy amerykańskiej, które dla wyeliminowania startowych różnic wzrostu były standaryzowane, tzn. do założenia doświadczenia użyto przesortowanych sadzonek o podobnych wymiarach. Sadzonki buka pochodziły ze szkółki leśnej Nadleśnictwa Trzciel, natomiast czeremchy ze szkółki komercyjnej. Doświadczenie założono w Ogrodzie Dendrologicznym Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Wybrany obszar przykryto agrowłókniną ściółkującą przeciwko chwastom. Następnie ustawiono dwa stelaże tuneli 8×3 m, które przewleczoneo dzianinami cieniującymi (40% i 60%). Część powierzchni doświadczałnej znajdowała się w pełnym świetle. W kwietniu 2018 roku przygotowano 108 plastikowych donic o pojemności 7,5 l. Donice wypełniono substratem skomponowanym z próchnicy, torfu i piasku w stosunku 1:1:1, w którym 1 maja posadzono drzewka. W każdej donicy sadzono 1 lub 3 sadzonki w różnych kombinacjach:

2Bk_Czam: 2 buki w centrum doniczki, 1 czeremcha

Bk_2Czam: 1 buk w centrum doniczki, 2 czeremchy

Bk_3: 3 buki

Bk_1: 1 buk

Czam_3: 3 czeremchy

Czam_1: 1 czeremcha.

Każdy wariant doświadczenia miał sześć powtórzeń. Wszystkie warianty testowano w trzech stopniach natężenia światła (100%, 60% i 40%). W maju i we wrześniu 2018 roku mierzono wysokość drzewek i ich średnicę przy szyi korzeniowej (dokładność do 1 cm i 1 mm, odpowiednio). Do pomiarów wykorzystano suwmiarkę elektroniczną i taśmę mierniczą.

Analizę statystyczną uzyskanych wyników wykonano w programie STATISTICA. Do analizowania efektów pierwszego rzędu dwóch niezależnych zmiennych (wpływu światła i konkurencji) wykorzystano ANOVA dla układów czynnikowych, a po odrzuceniu hipotezy o braku różnic badanych zmiennych – test „post hoc” Duncana.

WYNIKI

Najwyższą średnią wysokość we wrześniu (tab. 1), po zakończeniu sezonu wegetacyjnego, osiągnęły buki rosnące w warunkach 60% oświetlenia w wariancie Bk_3 (33,01 cm), a najniższą – w wariancie 2Bk_Czam w tych samych warunkach świetlnych (23,08 cm). Przeciętna wysokość buków, niezależnie od wariantu zmieszania (skupienia) i oświetlenia, oscylowała na zbliżonym poziomie. Potwierdziła to przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji, która nie pozwoliła na odrzucenie hipotezy o braku różnic w wysokości, tzn. nie potwierdzono wpływu formy zmieszania – skupienia ($F = 0,970$, $p = 0,4255$) ani światła ($F = 0,337$, $p = 0,7144$) na wysokość, jaką osiągnęły buki w doświadczeniu po pierwszym sezonie wegetacyjnym.

W przypadku czeremchy amerykańskiej sytuacja była odmienna (tab. 2), ponieważ stwierdzono statystycznie istotne różnice w wysokości badanych wariantów. W wyniku przeprowadzonej dwuczynnikowej analizy wariancji wskazano, że źródłem zmienności jest forma zmieszania – skupienia ($F = 3,3415$, $p = 0,0218$), natomiast na wysokość czeremchy nie wpłynęły zmieniające się warunki oświetlenia ($F = 0,1723$, $p = 0,8419$). Największą średnią wysokość po zakończeniu sezonu wegetacyjnego uzyskały czeremchy w warunkach pełnego oświetlenia (100% oświetlenia) w wariancie Czam_1 (50,43 cm), a najniższą w Bk_2Czam w 60% oświetlenia (30,86 cm). Za pomocą testu Duncana, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, wyodrębniono trzy istotnie różniące się statystycznie grupy (rys. 1). W doświadczeniu zaobserwowano,

Tabela 1. Charakterystyka statystyczna wysokości buka (wrzesień) w różnych wariantach oświetlenia i skupienia, cm
Table 1. Statistical characteristics tree height in beech (September) under different lighting and mixing variants, cm

Wariant Variant	\bar{X}	Me	Min.	Max.	MS	SD	V
Oświetlenie 100% – Light 100%							
2Bk_Czam	28,28	30,90	17,80	36,80	50,00	7,07	25,01
Bk_2Czam	24,83	27,15	12,60	37,50	103,19	10,16	40,91
Bk_1	29,77	32,25	20,90	33,10	23,52	4,85	16,29
Bk_3	26,19	27,00	18,30	37,20	25,67	5,07	19,35
Oświetlenie 60% – Light 60%							
2Bk_Czam	23,08	23,65	8,50	33,50	39,89	6,32	27,36
Bk_2Czam	30,33	28,25	20,50	46,30	95,98	9,80	32,30
Bk_1	27,98	27,70	22,40	33,60	22,48	4,74	16,94
Bk_3	33,01	34,90	20,20	44,00	47,96	6,93	20,98
Oświetlenie 40% – Light 40%							
2Bk_Czam	28,00	26,00	15,10	43,20	81,38	9,02	32,22
Bk_2Czam	25,68	25,25	11,30	38,50	90,62	9,52	37,07
Bk_1	29,02	27,60	22,50	39,50	42,34	6,51	22,42
Bk_3	27,22	27,15	15,50	36,50	37,98	6,16	22,64

N – liczba prób, \bar{X} – średnia, Me – mediana, Min. – minimum, Max. – maksimum, MS – wariancja, SD – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności.

N – number of samples, \bar{X} – average, Me – median, Min. – minimum, Max. – maximum, MS – variance, SD – standard deviation, V – coefficient of variation.

Tabela 2. Charakterystyka statystyczna wysokości czeremchy amerykańskiej (wrzesień) w różnych wariantach oświetlenia i skupienia, cm

Table 2. Statistical characteristics of tree height in black cherry (September) in different lighting and mixing variants, cm

Wariant Variant	\bar{X}	Me	Min.	Max.	MS	SD	V
Oświetlenie 100% – Light 100%							
2Bk_Czam	33,95	32,00	23,70	44,80	62,56	7,91	23,30
Bk_2Czam	34,22	34,35	21,50	46,80	65,63	8,10	23,68
Czam_1	50,43	48,50	43,50	64,40	63,44	7,97	15,79
Czam_3	40,22	39,40	20,30	68,20	143,15	11,96	29,75
Oświetlenie 60% – Light 60%							
2Bk_Czam	35,08	36,05	22,20	44,90	63,30	7,96	22,68
Bk_2Czam	30,86	32,70	10,50	40,10	76,91	8,77	28,42
Czam_1	46,90	47,30	30,50	67,20	176,94	13,30	28,36
Czam_3	39,78	35,80	23,60	117,50	451,92	21,26	53,44
Oświetlenie 40% – Light 40%							
2Bk_Czam	33,43	28,50	24,50	52,50	128,91	11,35	33,96
Bk_2Czam	44,32	42,40	33,10	68,00	101,85	10,09	22,77
Czam_1	41,07	42,35	23,30	52,30	95,16	9,76	23,75
Czam_3	33,95	30,70	23,20	65,30	117,61	10,84	31,95

N – liczba prób, \bar{X} – średnia, Me – mediana, Min. – minimum, Max. – maksimum, MS – wariancja, SD – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności.

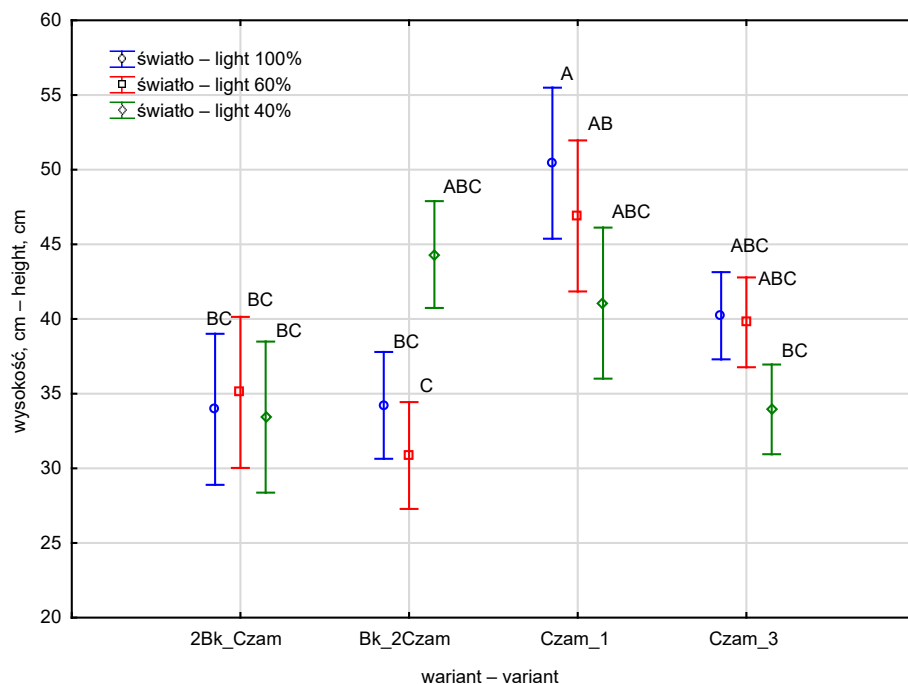
N – number of samples, \bar{X} – average, Me – median, Min. – minimum, Max. – maximum, MS – variance, SD – standard deviation, V – coefficient of variation.

że obecność buka i większe zagęszczenie czeremchy ogranicza jej wysokość.

Porównanie przyrostu buka dla badanych wariantów doświadczenia po sezonie wegetacyjnym przedstawiono na rysunku 2. Dwuczynnikowa analiza wariancji nie pozwoliła na odrzucenie hipotezy o braku różnic w przyroście buka. Źródłem zmienności był zmieniający się dostęp światła ($F = 3,1996$, $p = 0,0063$), natomiast w przypadku formy skupienia wynik był statystycznie nieistotny ($F = 1,6039$, $p = 0,1923$). Stwierdzono interakcję między badanymi czynnikami ($F = 3,1996$, $p = 0,0063$). W teście Duncana, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, wyodrębniono trzy istotnie różniące się statystycznie grupy (rys. 2). Buki rosnące w pełnym oświetleniu z domieszką czeremchy

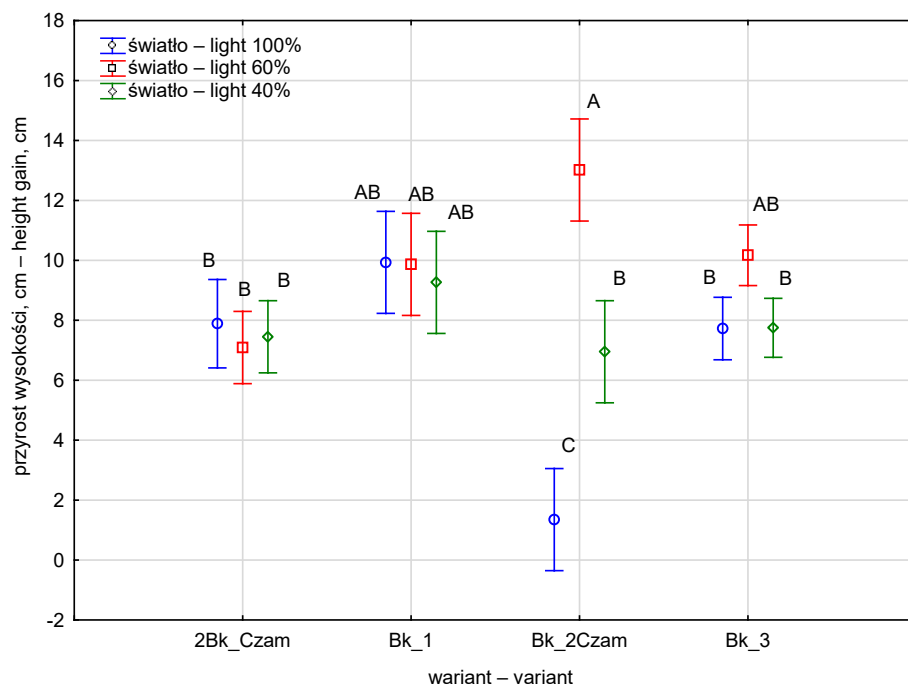
w wariancie Bk_2Czam znalazły się w niezależnej grupie (najmniejszy przyrost), natomiast buki w tym samym wariancie zmieszania (Bk_2Czam) rosnące z ograniczonym dostępem światła do 60% utworzyły także niezależną grupę o największym przyroście.

Analiza przyrostu wysokości czeremchy amerykańskiej wykazała, że istnieją statystycznie istotne różnice pomiędzy badanymi w doświadczeniu wariantami. Źródłem zmienności w tym przypadku była zastosowana forma zmieszania – skupienia ($F = 3,6357$, $p = 0,0151$), natomiast zmiana warunków oświetlenia nie wpłynęła na wynik ($F = 0,0526$, $p = 0,9488$). Największy średni przyrost wysokości odnotowano dla wariantu Czam_1 (22,11 cm) oraz Czam_3 (15,87 cm), co także ma odzwierciedlenie w wyniku grupowania



Rys. 1. Przeciętna wysokość \pm błąd standardowy czeremch rosnących w różnych wariantach skupienia. Literami zaznaczono grupy statystycznie jednorodne (test Duncana; $\alpha = 0,05$)

Fig. 1. The average height \pm standard error of black cherries growing in different mixing variants. Statistically homogeneous groups are marked with letters (Duncan test; $\alpha = 0.05$)



Rys. 2. Przeciętny przyrost wysokości \pm błąd standardowy buka zwyczajnego rosnącego w różnych wariantach oświetlenia. Literami zaznaczono grupy statystycznie jednorodne (test Duncana, $\alpha = 0,05$)

Fig. 2. Average height gain \pm standard error in beech trees growing in different lighting variants. Statistically homogeneous groups are marked with letters (Duncan test, $\alpha = 0.05$)

przeprowadzonego testem Duncana (rys. 3). Wykazano istotny wpływ konkurencji ze strony buka i zagęszczenia na przyrost czeremchy. Krzewy czeremchy rosnące pojedynczo w donicach, przy dostępie światła

pełnym oraz nieznacznie ograniczonym (do 60%), charakteryzowały się przyrostem statystycznie istotnie lepszym, tworząc niezależną grupę wyznaczoną testem Duncana.

Tabela 3. Charakterystyka statystyczna średnicy buka (wrzesień) w różnych wariantach oświetlenia i skupienia, cm
Table 3. Statistical characteristics of diameter in beech (September) in different lighting and mixing variants, cm

Wariant Variant	\bar{X}	Me	Min.	Max.	MS	SD	<i>V</i>
Oświetlenie 100% – Light 100%							
2Bk_Czam	6,55	6,50	3,50	9,50	3,69	1,92	29,34
Bk_2Czam	6,10	6,70	3,20	8,50	4,50	2,12	34,76
Bk_1	8,35	8,70	6,20	9,40	1,30	1,14	13,63
Bk_3	6,82	6,80	4,50	9,10	1,54	1,24	18,23
Oświetlenie 60% – Light 60%							
2Bk_Czam	6,79	7,70	2,20	9,00	5,09	2,26	33,21
Bk_2Czam	7,03	6,95	4,90	9,80	2,97	1,72	24,52
Bk_1	8,58	8,55	6,90	10,60	2,12	1,46	16,95
Bk_3	8,24	8,15	6,20	10,40	1,76	1,33	16,11
Oświetlenie 40% – Light 40%							
2Bk_Czam	6,24	6,40	3,10	8,30	2,24	1,50	24,00
Bk_2Czam	6,65	6,95	2,50	10,40	7,72	2,78	41,77
Bk_1	7,73	8,15	6,20	8,80	1,25	1,12	14,44
Bk_3	7,11	7,15	3,80	10,10	2,54	1,59	22,42

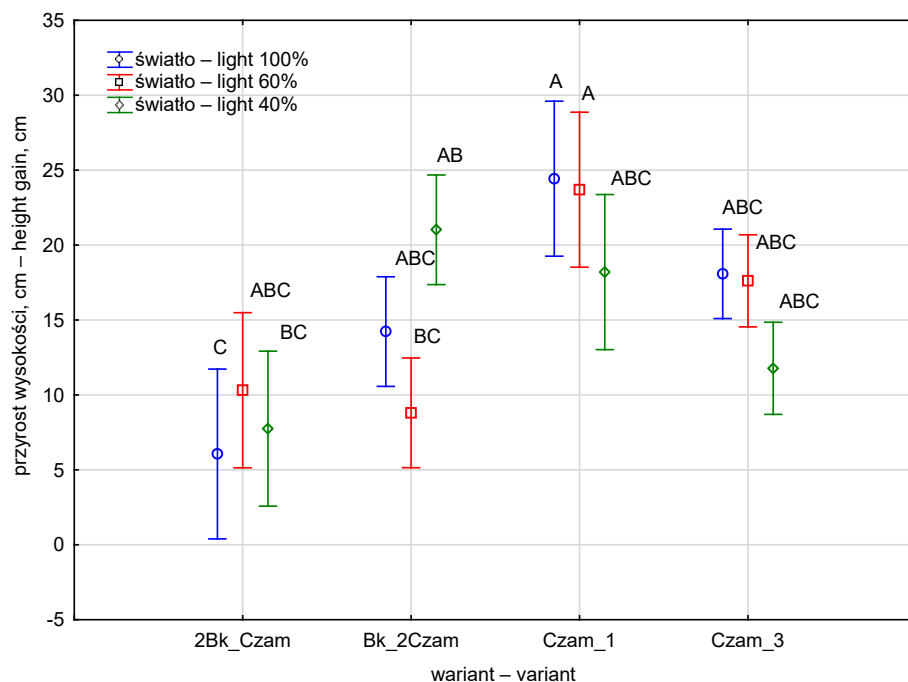
N – liczba prób, \bar{X} – średnia, Me – mediana, Min. – minimum, Max. – maksimum, MS – wariancja, SD – odchylenie standardowe, *V* – współczynnik zmienności.

N – number of samples, \bar{X} – average, Me – median, Min. – minimum, Max. – maximum, MS – variance, SD – standard deviation, *V* – coefficient of variation.

Największą średnią średnicę po zakończeniu sezonu wegetacyjnego uzyskały buki rosnące z dostępem światła 60% w wariantcie Bk_1 (8,58 mm), a najmniejszą – w 2Bk_Czam z dostępem światła 100% (6,10 mm). Zaobserwowano, że buki rozwijające się w pełnym świetle charakteryzują się mniejszą średnicą w porównaniu z rosnącymi w ocienieniu, jednak owo spostrzeżenie nie zostało udowodnione statystycznie (tab. 3). Dwuczynnikowa analiza wariancji nie pozwoliła na odrzucenie hipotezy o braku różnic w grubości w szyi korzeniowej buków rosnących w doświadczeniu. Ustalono, że na grubość buka wpłynęła istotnie statystycznie forma zmieszania ($F = 5,135, p = 0,0023$), natomiast wpływ światła okazał się statystycznie nieistotny ($F = 2,079, p = 0,1298$). Testem Duncana, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, wyodrębniono trzy

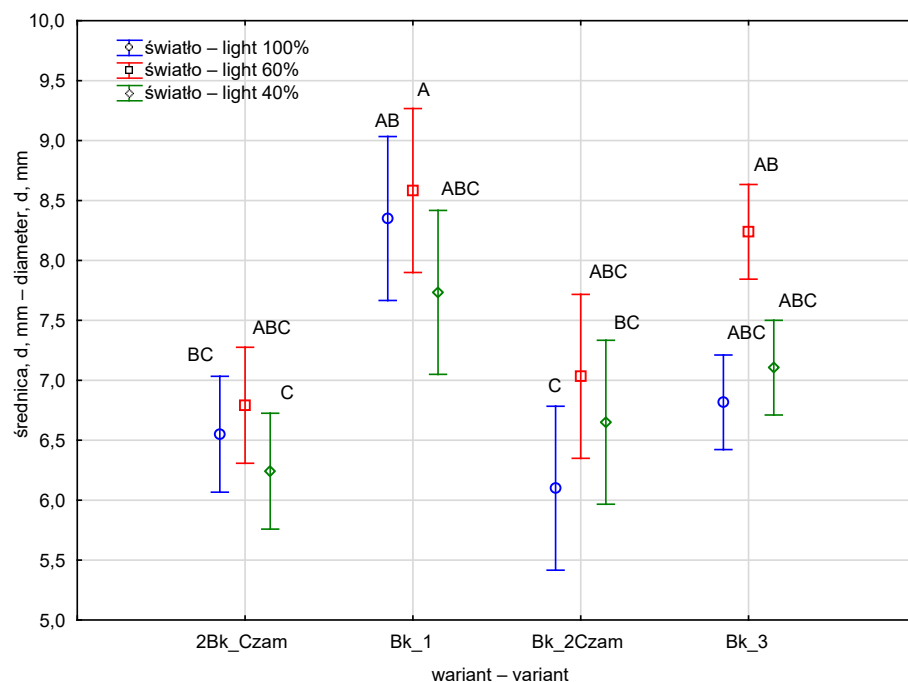
istotnie różniące się grupy. Niezależne grupy tworzą dwa skrajne pod względem grubości warianty: z najgrubszymi bukami – Bk_1 rosnący w warunkach świetlnych 60% (grupa A) i z najcieńszymi bukami rosnącymi z domieszką czeremchy (grupa C).

Największą średnią średnicę we wrześniu uzyskały czeremchy rosnące w 100% oświetlenia w wariantcie Czam_1 (7,92 mm), a najniższą – w 2Bk_Czam przy 40% oświetlenia (4,18 mm). Najgrubsze krzewy osiągały grubość 10,80 mm, a najcieńsze – 1,50 mm (tab. 4). Dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała statystycznie istotne różnice dla grubości czeremch w badanych wariantach doświadczenia. Na średnicę czeremchy okazał się statystycznie istotny wpływ obu uwzględnionych w doświadczeniu czynników: skupienia – zmieszania ($F = 4,262, p = 0,0068$)



Rys. 3. Przeciętny przyrost wysokości \pm błąd standardowy czeremchy rosnącej w różnych wariantach skupienia. Literami zaznaczono grupy statystycznie jednorodne (test Duncana, $\alpha = 0,05$)

Fig. 3. Average height gain \pm standard error of black cherries growing in different mixing variants. Statistically homogeneous groups are marked with letters (Duncan test, $\alpha = 0.05$)



Rys. 4. Przeciętna średnica \pm błąd standardowy buka o rosnącego w różnych wariantach skupienia. Literami zaznaczono grupy statystycznie jednorodne (test Duncana, $\alpha = 0,05$)

Fig. 4. The average diameter \pm standard error of beech growing in various mixing variants. Statistically homogeneous groups are marked with letters (Duncan test, $\alpha = 0.05$)

oraz ograniczonego dostępu światła ($F = 7,6770$, $p = 0,0007$). Przeprowadzona analiza wpływu badanych źródeł zmienności na grubość czeremchy nie wykazała między nimi interakcji. Grupowanie

z użyciem testu Duncana na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ wykazało, że pod względem przeciętnej średnicy czeremchy rosnące pojedynczo (w wariantcie Czam_1) w pełnym świetle różnią się istotnie statystycznie od

Tabela 4. Charakterystyka statystyczna średnicy czeremch (wrzesień) w różnych wariantach oświetlenia i skupienia, cm
Table 4. Statistical characteristics of diameter in black cherry (September) in different lighting and mixing variants, cm

Wariant Variant	\bar{X}	Me	Min.	Max.	MS	SD	<i>V</i>
Oświetlenie 100% – Light 100%							
2Bk_Czam	5,75	5,30	3,60	9,50	4,52	2,13	36,99
Bk_2Czam	5,25	5,30	2,50	7,10	1,88	1,37	26,15
Czam_1	7,92	7,75	5,60	10,30	3,34	1,83	23,09
Czam_3	5,07	4,50	2,50	8,90	2,60	1,61	31,79
Oświetlenie 60% – Light 60%							
2Bk_Czam	5,42	5,35	3,30	7,60	2,21	1,49	27,47
Bk_2Czam	4,78	4,45	3,20	8,60	2,45	1,57	32,73
Czam_1	6,12	6,55	4,50	7,20	1,13	1,06	17,41
Czam_3	4,91	4,40	1,50	10,80	4,30	2,07	42,21
Oświetlenie 40% – Light 40%							
2Bk_Czam	4,18	4,05	3,20	5,60	0,86	0,93	22,19
Bk_2Czam	4,75	4,45	3,80	6,90	1,10	1,05	22,09
Czam_1	4,77	4,75	3,50	6,20	0,74	0,86	18,03
Czam_3	4,31	3,70	2,20	7,20	2,52	1,59	36,89

N – liczba prób, \bar{X} – średnia, Me – mediana, Min. – minimum, Max. – maksimum, MS – wariancja, SD – odchylenie standardowe, *V* – współczynnik zmienności.

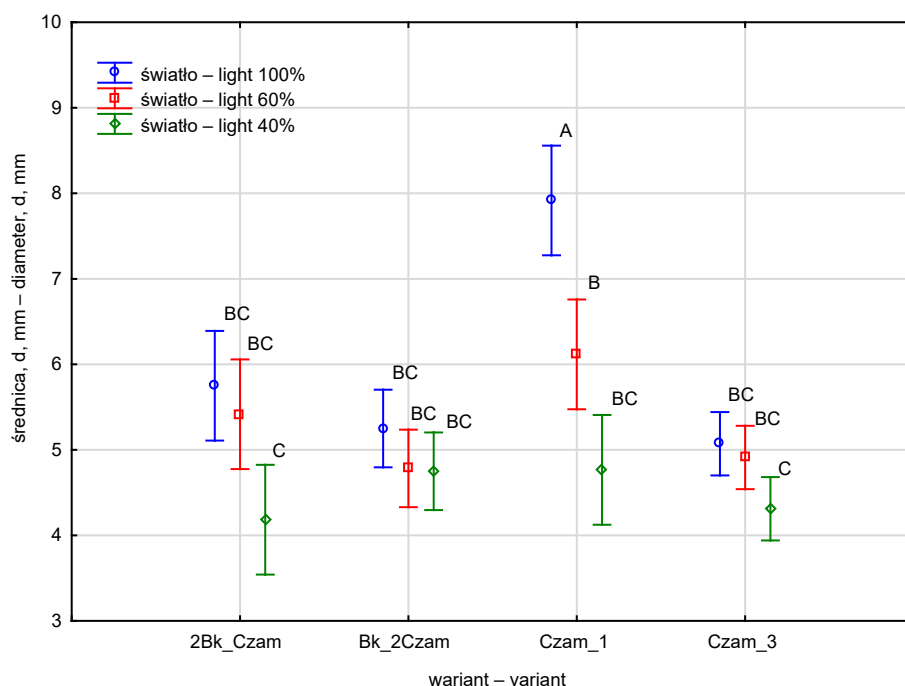
N – number of samples, \bar{X} – average, Me – median, Min. – minimum, Max. – maximum, MS – variance, SD – standard deviation, *V* – coefficient of variation.

pozostałych badanych wariantów, tworząc niezależną grupę krzewów najgrubszych (rys. 5).

DYSKUSJA

Rozpoznanie optymalnych warunków świetlnych umożliwia przeprowadzenie w efektywny sposób procesu odnowienia danego gatunku drzew (Bielinis i in., 2012). Założono, że czeremcha z większym dostępem do światła wygra z bukiem w konkurencji o światło, a przy dostępie światła mniejszym buk zdominuje czeremchę. Przyjęto także, że w warunkach silnej konkurencji z bukiem (konkurencja międzygatunkowa) będzie możliwe wskazanie możliwości wykorzystania tego gatunku do ograniczenia występowania gatunku inwazyjnego, jakim jest czeremcha

amerykańska. Wstępnie przeprowadzone proste badania w postaci jednoczynnikowej analizy wariancji wykazały, że czeremchy amerykańskie rosnące w pełnym oświetleniu były istotnie statystycznie wyższe od buków rosnących w tych samych warunkach oświetleniowych ($F = 32,9297$, $p = 0,0000$). Biorąc pod uwagę wysokość samych buków, wyróżniały się one największą średnią wysokością w oświetleniu 60%. Potwierdzenie tezy, że buk cierpi w pełnym słońcu można znaleźć w opracowaniu Kucaby (1979). Wyniki jego pracy potwierdzają podział gatunków na światłoządne i cienioznośne. W każdym stopniu oświetlenia buk wykazywał większe wartości średnic niż czeremcha. W oświetleniu 60% u buka zanotowano najwyższe wartości średnich. Pomiedzy dwoma pozostałymi wariantami oświetlenia nie wykazano



Rys. 5. Przeciętna średnica, \pm błąd standardowy czeremch w różnych wariantach skupienia. Literami zaznaczono grupy statystycznie jednorodne (test Duncana, $\alpha = 0,05$)

Fig. 5. The average diameter, \pm standard error of black cherry in different mixing variants. Statistically homogeneous groups are marked with letters (Duncan test, $\alpha = 0.05$)

większej różnicy w wielkości średnic. U czeremchy wartości przeciętnych średnic zmniejszały się wraz ze zwiększeniem się stopnia ocienienia, co sugeruje, że buk w większym ocienieniu może wygrać konkurencję z czeremchą, biorąc pod uwagę strategię życiową buka. Brzeziecki (2000) zaliczył buka do drzew o mieszanej strategii tolerowania stresu i konkurencji (C-S). Buk toleruje stres zwłaszcza w okresie młodocianym, znosząc ocienienie, w pierwszej fazie życia przyrasta wolno i inwestuje duże nakłady energii na zabezpieczenie tkanek (Brzeziecki, 2000). Wyniki naszych badań wskazują, że czeremcha amerykańska toleruje zarówno ocienienie, jak i warunki pełnego nasłonecznienia, a podobne rezultaty uzyskali inni autorzy (Halarewicz, 2011; Namura-Ochalska, 2012; Starfinger, 1991; Vanhellefont i in., 2010).

Przeprowadzone badania potwierdziły, że wysokości drzewek w wariantach bez konkurencji będą się różniły od wariantów z konkurencją. Buk i czeremcha wykazywały większą wysokość średnią w wariantach, w których rośliny były zestawione w kombinacji jednogatunkowej. Oba gatunki osiągały największe wysokości i przyrost w wariantach z jedną sadzonką, co potwierdza, że konkurencja wewnątrzgatunkowa oraz zagęszczenie ograniczają wzrost badanych siewek.

Buk przegrywał konkurencję o światło z czeremchą w każdym badanym wariantach. W żadnym zestawieniu buk nie przerósł czeremchy. Sadzonki buka wykazywały większy przyrost wysokości w wariantach z dwoma sadzonkami buka i jedną czeremchą w porównaniu z wariantem, w którym było większe zagęszczenie czeremchy (Bk_2Czam). Z kolei czeremcha w wariantach 2Bk_Czam, pomimo uzyskanej dominacji nad bukiem, wykazywała najmniejszy przyrost wysokości, co w kontekście konkurencji z czeremchą jako gatunkiem inwazyjnym może być najważniejszym spostrzeżeniem uzyskanym z przeprowadzonych badań. Prawdopodobnie buk może hamować przyrost czeremchy i ograniczać jej ekspansywność. Bielinis i in. (2012) prowadzili badania nad konkurencją oddziaływaniem allelochemicznym między siewkami dębu bezszypułkowego (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) a czeremchą amerykańską w różnych stopniach oświetlenia. Bielinis i in. (2012) zastosowali podobne warianty zmieszania dębu z czeremchą oraz warianty oświetlenia (100%, 25% i 10%). Podobnie jak buk, grupę kontrolną dębu (Bielinis i in., 2012) charakteryzował największy przyrost wysokości w średnim stopniu ocienienia (25%), a najmniejszy dla oświetlenia 100%. W zestawieniu z czeremchą

dąb wykazywał istotnie mniejszy przyrost wysokości. Różnica między tymi gatunkami pojawia się także w przyroście grubości. Czeremcha amerykańska w doświadczeniu z dębem wykazuje podobne zależności jak w zestawieniu z bukiem, co stanowi o wiarygodności uzyskanych wyników opisywanej pracy.

Na podstawie analizy wzrostu czeremchy w różnych wariantach skupienia (rys. 3) można przypuszczać, iż ekspansję czeremchy amerykańskiej ograniczą skutecznie drzewostany z rozwiniętym podszytem liściastym składającym się z gatunków drzew silnie ocieniających. Przypuszczenie to znajduje potwierdzenie w pracy Rutkowskiego i in. (2002), którzy wskazują, że wkraczaniu czeremchy skutecznie przeciwstawiają się drzewostany, w których grab, buk lub dąb dominuje przynajmniej w jednej z warstw.

PODSUMOWANIE

Czeremcha charakteryzowała się intensywnym przyrostem wysokości zarówno w pełnym oświetleniu, jak i w warunkach ograniczonego dostępu światła. Buk wykazywał najlepsze przystosowanie do warunków przy oświetleniu 60%. Buki i czeremchy wyróżniały istotnie większe przyrosty wysokości w wariantach jednogatunkowych niż w kombinacjach dwóch wymienionych powyżej gatunków. Najmniejszy przyrost czeremchy odnotowano w wariantcie z dwoma sadzonkami buka i jednej czeremchy, co świadczy o możliwości wykorzystania podszytu bukowego do ograniczenia przyrostu czeremchy. Wyniki badań wskazują, że oświetlenie, zagęszczenie oraz forma zmieszania mają istotny wpływ na przyrost wysokości i grubości badanych roślin. Konieczne jest powtórzenie doświadczenia w przyszłych okresach wegetacyjnych, co pozwoli sformułować wnioski, które mogą mieć zastosowanie w długofalowych działaniach w walce przeciwko czeremsze amerykańskiej.

PIŚMIENICTWO

Bielinis, E., Robakowski, P., Bułaj, B. (2012). Wpływ różnych warunków ocienienia na biomasę siewek dębu bezszypułkowego rosnącego w interakcji z inwazyjną czeremchą amerykańską [The effect of different shading conditions on biomass of sessile oak seedlings growing in the interaction with invasive black cherry]. Stud. Mater. CEPL Rogow., 33(4), 201–206 [in Polish].

Bijak, S., Czajkowski, M., Ludwisiak, Ł. (2014). Występowanie czeremchy amerykańskiej (*Prunus serotina* Ehrh.) w Lasach Państwowych [Occurrence of black cherry (*Prunus serotina* Ehrh) in the State Forests]. Leśn. Pr. Bad., 75(4), 359–365 [in Polish].

Brzeziecki, B. (2000). Strategie życiowe drzew leśnych. Sylwan, 144(8), 5–14.

Danielewicz, W., Wiatrowska, B. (2014). Inwazyjne gatunki drzew i krzewów w lasach Polski [Invasive tree and shrub species in Polish forests]. Peckania, 9, 59–67 [in Polish].

Gamrat, R., Gałczyńska, M. (2014). Wpływ budowy strefy ekotonowej lasu na fitoróżnorodność [The effect of the ecotone forest zone structure on phytodiversity]. Sylwan, 158(1), 34–40 [in Polish].

Gazda, A. (2013). Występowanie drzew obcego pochodzenia na tle zróżnicowania lasów Polski południowej [Occurrence of alien trees in view of diversification of forests in southern Poland]. Zesz. Nauk. UR Krak., 512(389), 164 [in Polish].

Halarewicz, A. (2011). Przyczyny i skutki inwazji czeremchy amerykańskiej *Prunus serotina* w ekosystemach leśnych [Causes and effects of invasion of black cherry *Prunus serotina* in forest ecosystems]. Leśn. Pr. Bad., 72(3), 267–272 [in Polish].

Halarewicz, A., Nowakowska, K. M. (2005). Stan badań nad inwazyjnym charakterem *Prunus serotina* Ehrh [The current status of research on the invasive *Prunus serotina* Ehrh.]. Ann. Siles., 34, 39–44 [in Polish].

Korzeniewicz, R., Barzdajn, W., Łakomy, P., Behnke-Borowczyk, J., Baranowska, M., Łukowski, A., Sakowicz, T. (2018). Opracowanie sposobów zwalczania czeremchy amerykańskiej w drzewostanach sosnowych [A report on the development of control methods of black cherry in pine stands]. Sprawozdanie z badań finansowanych przez PGL LP. Poznań [in Polish].

Kucaba, S. (1979). Wpływ składu gatunkowego i zagęszczenia podrostów liściastych w drzewostanie sosnowym na cechy poziomów akumulacji biologicznej [The effect of species composition and density of deciduous undergrowth in a pine stand on characteristics of biological accumulation levels]. Roczn. Glebozn., 30(1), 172–187 [in Polish].

Marciszewska, K., Szczepkowski, A., Otręba, A., Oktaba, L., Kondras, M., Zaniewski, P., ..., Wojtan, R. (2018). The dynamics of sprouts generation and colonization by macrofungi of black cherry *Prunus serotina* Ehrh. eliminated mechanically in the Kampinos National Park. Fol. For. Pol. Ser. A, 2, 60(1), 34–51.

Namura-Ochalska, A. (2012). Walka z czeremchą amerykańską *Padus serotina* (Ehrh.) Borkh. – Ocena skuteczności

- wybranych metod w karpinoskim parku narodowym [Control of black cherry *Prunus serotina* (Ehrh.) Borkh. – Assessment of efficacy of selected methods in the Kampinos National Park]. *Stud. Mater. CEPL Rogow.*, 33(4), 190–199 [in Polish].
- Pairon, M., Petitpierre, B., Campbell, M., Guisan, A., Broennimann, O., Baret, P.V., ..., Besnard, G. (2010). Multiple introductions boosted genetic diversity in the invasive range of black cherry (*Prunus serotina*; Rosaceae). *Ann. Bot.*, 105, 881–890.
- Rutkowski, P., Maciejewska-Rutkowska, I., Łabędzka, M. (2002). Właściwy dobór składu gatunkowego drzewostanów, jako jeden ze sposobów walki z czerechą amerykańską (*Prunus serotina* Ehrh.) [Appropriate selection of stand species composition as a method to control black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.)]. *Acta Sci. Pol. Silv. Colend. Ratio Ind. Lignar.*, 1(2), 59–73 [in Polish].
- Starfinger, U. (1991). Population biology of an invading tree species – *Prunus serotina*. W: A. Seitz, V. Loeschke (red.), *Species conservation: A population-biological approach* (s. 171–184). Basel: Birkhauser.
- Starfinger, U., Kowarik, I., Rode, M., Schepker, H. (2003). From desirable ornamental plant to pest to accepted addition to the flora? The perception of an alien tree species through the centuries. *Biol. Invas.*, 5, 323–335.
- Starfinger, U. (1997). Introduction and naturalization of *Prunus serotina* in Central Europe. W: J.H., Brock, M., Wade, P., Pysek, D., Green (red.), *Plant invasions: Studies from North America and Europe* (s. 161–171). Leiden: Backhuys Publ.
- Vanhellemont, M., Verheyen, K., Staelens, J., Hermy, M. (2010). Factors affecting radial growth of the invasive *Prunus serotina* in pine plantations in Flanders. *Eur. J. For. Res.*, 129, 367–375.

COMPETITION FOR LIGHT BETWEEN BEECH TREE AND BLACK CHERRY IN THE FIRST YEAR OF TREE LIVES

ABSTRACT

Background. Black cherry is an invasive species in Polish forests and competes for habitat resources with native species, including beech.

Material and methods. The aim of the study was to investigate the interaction between black cherry and beech under different light conditions and different mixing variants. It was assumed that beeches will be better adapted to growth in shaded conditions than black cherry, which will gain an advantage over beech in full light. With more light black cherry will surpass beeches. Tree heights, diameters and increments in variants without competition will differ from those with competition.

Results. Cherry was characterized by intensive growth in all lighting variants. Beech lost the competition for light with cherry in each variant. Beeches and black cherry trees showed higher increases in single-species varieties than in combinations of the two species mentioned above.

Conclusions. The lowest growth in black cherry was recorded in the variant with two beech seedlings, which indicates the potential of using a beech pod to limit growth of black cherry. Lighting, compaction and form of species mixing influenced growth in height and diameters of the studied trees.

Keywords: invasive species, underwood, reconstruction of stands, *Fagus sylvatica*, *Prunus serotina*

