

ROMAN JASZCZAK, MARIUSZ MIOTKE

Defoliacja górnej części i całej korony drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.)

Defoliation of the top part and whole crown of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)

ABSTRACT

Jaszczak R., Miotke M. 2009. Defoliacja górnej części i całej korony drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Sylwan 153 (9): 607-616.

In 2007, crown defoliation of trees was observed in Scots pine stands in the Siemianice Experimental Forest District. The obtained results were used for the analysis of the mean size and variability of the top part and the whole crown of Scots pine in individual experimental plots as well as in the selected age and Kraft's classes.

KEY WORDS

Scots pine, defoliation, crown, biosocial classes, age classes

ADDRESSES

Roman Jaszczak – e-mail: romanj@up.poznan.pl
Mariusz Miotke – e-mail: mmiotke@up.poznan.pl

Zakład Urządzania Lasu; Katedra Urządzania Lasu; Uniwersytet Przyrodniczy; ul. Wojska Polskiego 71 C; 60-625 Poznań

Wstęp

Defoliacja koron drzew jest jednym z podstawowych wskaźników monitoringu lasu w Polsce i Europie. Zwykle jej ocena dotyczy jedynie górnej, oświetlonej części, gdyż przyjmuje się, że na ubytek aparatu asymilacyjnego w dolnej części korony mają wpływ takie czynniki jak brak światła, kwitnienie, owocowanie lub pozostawianie ostatnich najmłodszych roczników igieł u gatunków iglastych [Sierota 1995a, b]. Badania Ozolinčiusa i Stakénasa [1995] wykazały, że prześwietlenie całej korony jest najczęściej nieco wyższe (do 10%) i statystycznie istotnie różne od defoliacji tylko górnej części korony. Dla oceny ubytku aparatu asymilacyjnego istotna jest liczba roczników igieł [Gärtner 1987; Richtlinie... 1991]. Lemke i Woźniak [1991, 1992] stwierdzili, że z wiekiem w masie igieł całej korony sosny zwyczajnej maleje udział igieł typu słonecznego, a wzrasta udział igieł cienistych. Ozolinčius i Stakénas [1995] wykazali natomiast silny związek pomiędzy względną masą igliwia a defoliacją koron drzew.

Niniejsza praca jest analizą średniej wielkości i zmienności defoliacji górnej części i całej korony sosny zwyczajnej na poszczególnych powierzchniach badawczych w wybranych klasach wieku i Krafta. Ocenie poddano różnice pomiędzy:

- średnią defoliacją górnej części i całej korony, wyliczonymi dla poszczególnych powierzchni i klas wieku (III i IV) niezależnie od pozycji biosocjalnej drzew;
- średnią defoliacją górnej części oraz całej korony w III i IV klasie wieku niezależnie od pozycji biosocjalnej drzew;

- średnią defoliacją górnej części i całej korony drzew należących do poszczególnych (1, 2 i 3) klas Krafta;
- średnią defoliacją górnej części i całej korony drzew tych samych klas Krafta w różnych klasach wieku.

Obiekt i metoda badań

Nadleśnictwo Doświadczalne Siemianice położone jest na styku województw wielkopolskiego, opolskiego i łódzkiego. Wraz z nadleśnictwami Antonin i Syców wchodzi w skład Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Lasy Rychtałskie”. Pod względem przyrodniczo-leśnym znajduje się w mezoregionie Równiny Oleśnickiej dzielnicy Wrocławskiej V Krainy Śląskiej [Plan... 2003].

Badania prowadzone były na 12 powierzchniach, założonych w 1996 roku w drzewostanach sosnowych III i IV klasy wieku rosnących na siedlisku BMśw.

Dane do niniejszej pracy zebrano w sierpniu 2007 roku. Obserwację koron prowadzono z dwóch różnych kierunków, z odległości nie mniejszej niż wysokość drzewa, z wykorzystaniem lornetek i barwnych tablic ubytku aparatu asymilacyjnego [Müller, Stierlin 1990]. Oddzielnie oceniano defoliację górnej części i całej korony drzew. Końcową wartość ustalano w pięcioprocentowym odstopniowaniu.

Dane uzyskane w wyniku prac terenowych zostały pogrupowane dla każdej powierzchni, klasy wieku i klas Krafta. Następnie obliczone zostały podstawowe statystyki opisowe, tzn. minimum i maksimum, rozstęp, średnia, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności. W kolejnym etapie dokonano porównania różnic między przeciętną defoliacją za pomocą błędu standardowego różnicy dwóch średnich (dla $P=0,95$) w zakresie podanym w celu pracy.

Wyniki

Podstawowe charakterystyki opisowe defoliacji na poszczególnych powierzchniach i w klasach wieku prezentują tabele 1 (górna część korony) oraz 2 (cała korona). W przypadku III klasy

Tabela 1.

Podstawowe charakterystyki opisowe defoliacji górnej części koron sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na powierzchniach III i IV klasy wieku oraz ogółem dla tych klas wieku

Basic descriptive defoliation characteristics of the top part of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) crowns on plots of the IIIrd and IVth age classes and total for these age classes

Numer powierzchni	Defoliacja [%]				Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]
	minimum	maksimum	rozstęp	średnia		
1	15	50	35	26,20	6,97	26,60
3	20	40	20	27,00	5,48	20,29
5	15	35	20	26,20	4,31	16,44
7	15	40	25	29,58	6,11	20,65
9	25	65	40	38,26	10,07	26,31
11	10	50	40	27,40	7,23	26,38
Razem III kl. wieku	10	65	55	29,98	8,04	27,74
2	20	45	25	28,60	5,00	17,50
4	25	35	10	29,00	3,74	12,90
6	25	45	20	30,63	5,27	17,20
8	20	30	10	26,19	3,42	13,05
10	20	80	60	30,60	11,34	37,07
12	20	45	25	27,20	5,49	20,19
Razem IV kl. wieku	20	80	60	28,76	6,55	22,79

Tabela 2.

Podstawowe charakterystyki opisowe defoliacji całych koron sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na powierzchniach III i IV klasy wieku oraz ogółem dla tych klas wieku

Basic descriptive defoliation characteristics of the whole Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) crowns on plots of the IIIrd and IVth age classes and total for these age classes

Numer powierzchni	Defoliacja [%]				Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]
	minimum	maksimum	rozstęp	średnia		
1	20	60	40	32,00	8,25	55,77
3	20	50	30	33,20	7,47	22,49
5	20	45	35	31,60	6,12	19,36
7	20	55	35	37,29	9,01	24,16
9	25	75	50	48,26	11,29	23,39
11	15	60	45	33,20	8,59	25,87
Razem III kl. wieku	15	75	60	35,75	10,27	28,74
2	25	55	30	33,20	7,19	21,67
4	25	45	20	35,60	6,37	17,91
6	25	55	30	34,79	7,97	22,90
8	20	40	20	30,95	6,29	20,32
10	25	75	50	36,00	11,22	31,18
12	25	60	35	33,80	8,40	24,85
Razem IV kl. wieku	20	75	55	34,14	8,29	24,29

wieku średnia defoliacja górnej części korony wynosiła od 26,20% (powierzchnie nr 1 i 5) do 38,26% (powierzchnia nr 9); przeciętnie – 28,98%. Jej zmienność, wyrażona współczynnikiem zmienności, mieściła się w granicach od 16,44% (powierzchnia nr 5) do 26,60% (powierzchnia nr 1); przeciętnie – 27,74%. Minimalna wartość defoliacji wynosiła 10%, a maksymalna – 65%. Rozstęp wynosił w przypadku poszczególnych powierzchni od 20% (powierzchnie nr 3 i 5) do 40% (powierzchnie nr 9 i 11), a dla całej III klasy wieku – 55%. Średnia defoliacja górnej części korony w drzewostanach IV klasy wieku mieściła się w przedziale od 26,19% (powierzchnia nr 8) do 30,63% (powierzchnia nr 6); przeciętnie – 28,76%. Zmienność defoliacji zawarta była w granicach od 12,90% (powierzchnia nr 4) do 37,07% (powierzchnia nr 10); przeciętnie – 22,79%. Minimalna wartość defoliacji wynosiła 20%, maksymalna zaś 80%. Najmniejszy rozstęp wynosił 10% (powierzchnie nr 4 i 8), największy – 60% (powierzchnia nr 10), a dla IV klasy wieku – 60%. Średnia defoliacja całej korony drzewostanów III klasy wieku wyniosła od 31,60% (powierzchnia nr 5) do 48,26% (powierzchnia nr 9); przeciętnie – 35,75%. Współczynnik zmienności mieścił się w przedziale od 19,36% (powierzchnia nr 5) do 25,87% (powierzchnia nr 11), przeciętnie – 28,74%. Wielkość minimalna defoliacji wynosiła 15%, zaś największa – 75%. Najmniejszy rozstęp wynosił 30% (powierzchnia nr 3), największy – 50% (powierzchnia nr 9), a dla III klasy wieku ogółem – 60%. Średnia defoliacja całej korony w IV klasie wieku mieściła się w przedziale od 30,95% (powierzchnia nr 8) do 36,00% (powierzchnia nr 10); przeciętnie – 34,14%. Najmniejsza wartość współczynnika zmienności wynosiła 17,91% (powierzchnia nr 4), największa – 31,18% (powierzchnia nr 10); przeciętnie 24,29%. Rozstęp defoliacji wynosił od 20% (powierzchnie nr 4 i 8) do 50% (powierzchnia nr 10); przeciętnie dla IV klasy wieku ogółem – 55%.

Podstawowe charakterystyki opisowe defoliacji dla poszczególnych klas Krafta w analizowanych klasach wieku prezentują tabele 3 (górną część korony) oraz 4 (całą koronę). W przypadku III klasy wieku średnia defoliacja górnej części korony była najmniejsza u drzew 1 klasy Krafta (25,71%), a największa w 3 klasie Krafta (31,79%). Zmienność mieściła się w przedziale

Tabela 3.

Podstawowe charakterystyki opisowe defoliacji górnej części koron sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) kolejnych klas Krafta III i IV klasy wieku

Basic descriptive defoliation characteristics of the top part of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) crowns of consecutive Kraft classes of the IIIrd and IVth age classes

Klasa Krafta	Defoliacja [%]				Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]
	minimum	maksimum	rozsztęp	średnia		
III klasa wieku						
1	20	40	20	25,71	5,83	22,68
2	10	55	45	27,00	6,57	24,33
3	20	65	45	31,79	9,37	29,49
IV klasa wieku						
1	20	30	10	26,15	3,19	12,22
2	20	45	25	26,64	4,55	17,15
3	20	40	20	29,81	3,79	12,72

Tabela 4.

Podstawowe charakterystyki opisowe defoliacji całych koron sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) kolejnych klas Krafta III i IV klasy wieku

Basic descriptive defoliation characteristics of the whole Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) crowns of consecutive Kraft classes of the IIIrd and IVth age classes

Klasa Krafta	Defoliacja [%]				Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]
	minimum	maksimum	rozsztęp	średnia		
III klasa wieku						
1	20	50	30	30,71	7,28	23,72
2	15	65	50	33,21	8,70	26,20
3	25	75	50	39,76	11,44	28,77
IV klasa wieku						
1	25	35	10	28,65	3,55	12,39
2	20	55	35	31,83	6,43	20,21
3	25	50	25	35,67	5,87	16,73

od 22,68% (1 klasa Krafta) do 29,49% (3 klasa Krafta). Najmniejszy rozsztęp dotyczył koron drzew 1 klasy Krafta (20%), a dla pozostałych uwzględnianych klas Krafta wynosił 45%. W przypadku IV klasy wieku średnia defoliacja górnej części korony wynosiła od 26,15% (1 klasa Krafta) do 29,81% (3 klasa Krafta). Zmienność wyrażona współczynnikiem zmienności była najmniejsza u drzew 1 klasy Krafta (12,22%), zaś największa w 2 klasie Krafta (17,15%). Rozsztęp wynosił od 10% (1 klasa Krafta) do 25% (2 klasa Krafta). W przypadku III klasy wieku średnia defoliacja całej korony wynosiła od 30,71% (1 klasa Krafta) do 39,76% (3 klasa Krafta). Współczynnik zmienności mieścił się w przedziale od 23,72% (1 klasa Krafta) do 28,77% (3 klasa Krafta). Najmniejszy rozsztęp dotyczył drzew 1 klasy Krafta (30%), natomiast dla pozostałych klas biosocjalnych wynosił 50%. Średnia defoliacja całej korony klas Krafta w IV klasie wieku była najmniejsza u drzew 1 klasy Krafta (28,65%), a największa w 3 klasie Krafta (35,67%). Najmniejsza zmienność defoliacji stwierdzona została u drzew 1 klasy Krafta (12,39%), zaś największa u drzew 2 klasy Krafta (20,21%). Rozsztęp mieścił się w przedziale od 10% (1 klasa Krafta) do 35% (2 klasa Krafta).

Ocenę istotności bezwzględnych różnic defoliacji górnej części korony i całej korony przedstawia tabela 5. Wartości bezwzględnych różnic średniej defoliacji górnej części korony i całej korony drzew III klasy wieku mieszczą się w przedziale od 5,40% (powierzchnia nr 5) do

Tabela 5.

Bezwzględne różnice między średnią defoliacją górnej części i całej korony oraz ich ocena dokonana za pomocą błędu standardowego ($P=0,95$) dla poszczególnych powierzchni oraz ogółem dla III i IV klasy wieku Absolute differences between mean defoliation of the top part and the whole crown and their assessment conducted with of the standard error ($P=0,95$) for individual plots and for whole the IIIrd and IVth age classes

Numer powierzchni	Różnica [%]	Znak różnicy	Numer powierzchni	Różnica [%]	Znak różnicy
1	5,80*	<	2	4,60*	<
3	6,20*	<	4	6,60*	<
5	5,40*	<	6	4,17*	<
7	7,71*	<	8	4,76*	<
9	10,00*	<	10	5,40*	<
11	5,80*	<	12	6,60*	<
Razem III kl. wieku	6,77*	<	Razem IV kl. wieku	5,38*	<

* – różnica istotna statystycznie, $P=0,95$; < – średnia defoliacja górnej części korony niższa od średniej defoliacji całej korony

* – difference statistically significant, $P=0,95$; < – mean defoliation of the top part of the crown lower than the mean defoliation of the whole crown

Tabela 6.

Bezwzględne różnice średniej defoliacji górnej części i całej korony pomiędzy III i IV klasą wieku i ich ocena dokonana za pomocą błędu standardowego ($P=0,95$)

Absolute differences of mean defoliation of the top part and the whole crown between the IIIrd and IVth age classes and their assessment conducted with of the standard error ($P=0,95$)

Defoliacja górnej części korony			Defoliacja całej korony		
pary powierzchni	różnica [%]	znak różnicy	pary powierzchni	różnica [%]	znak różnicy
1 a 2	2,40*	<	1 a 2	1,20	<
3 a 4	2,00*	<	3 a 4	2,40*	<
5 a 6	4,43*	<	5 a 6	3,19*	<
7 a 8	3,39*	>	7 a 8	6,34*	>
9 a 10	7,66*	>	9 a 10	12,60*	>
11 a 12	0,20	>	11 a 12	0,60	<
III a IVkl. wieku	0,22	>	III a IVkl. wieku	1,61*	>

* – różnica istotna statystycznie, $P=0,95$; < – średnia defoliacja koron drzew III klasy wieku niższa od średniej defoliacji koron drzew IV klasy wieku; > – średnia defoliacja koron drzew III klasy wieku wyższa od średniej defoliacji koron drzew IV klasy wieku

* – difference statistically significant, $P=0,95$; < – mean crown defoliation of trees of the IIIrd age class lower than mean crown defoliation of trees of the IVth age class; > – mean crown defoliation of trees of the IIIrd age class higher than mean crown defoliation of trees of the IVth age class

10,00% (powierzchnia nr 9), ogółem dla omawianej kasy wieku – 6,77%. W każdym przypadku jest to różnica statystycznie istotna ($P=0,95$), a średnia defoliacja górnej części korony była zawsze niższa od średniej defoliacji całej korony. W IV klasie wieku wartość bezwzględnych różnic średniej defoliacji górnej części korony i całej korony drzew mieści się w granicach od 4,17% (powierzchnia nr 6) do 6,60% (powierzchnia nr 12), ogółem dla IV klasy wieku – 5,38%. W każdym przypadku była to różnica statystycznie istotna ($P=0,95$). Średnia defoliacja górnej części korony była zawsze niższa od średniej defoliacji całej korony.

Wartości bezwzględnych różnic średnich defoliacji górnej części i całej korony pomiędzy III i IV klasą wieku oraz wyniki ich oceny dokonanej za pomocą błędu standardowego ($P=0,95$) zawiera tabela 6. W przypadku górnej części korony różnica ta wynosiła od 0,20% (powierzchnie nr 11 i 12) do 7,66% (powierzchnie nr 9 i 10), zaś pomiędzy klasami wieku ogółem – 0,22%. W pięciu z sześciu przypadków stwierdzono różnice statystycznie istotne. Jedynie

różnica defoliacji górnej części korony między powierzchniami 11 i 12 była statystycznie nieistotna. Dla trzech par powierzchni (1 i 2, 3 i 4 oraz 5 i 6) średnia defoliacja górnej części korony była niższa na powierzchniach III klasy wieku. Dla pozostałych par powierzchni sytuacja była odwrotna. Ogółem różnica średniej defoliacji górnej części korony pomiędzy klasami wieku była nieistotna statystycznie, a wartość średniej defoliacji była wyższa dla powierzchni III klasy wieku. W przypadku całej korony różnica defoliacji mieści się w przedziale od 0,60% (powierzchnie nr 11 i 12) do 12,26% (powierzchnie nr 9 i 10); pomiędzy klasami wieku ogółem różnica wynosiła 1,61%. W czterech przypadkach stwierdzono różnice statystycznie istotne. W pozostałych dwóch przypadkach (powierzchnie nr 1 i 2 oraz 11 i 12) różnice były nieistotne. W przypadku czterech par powierzchni (1 i 2, 3 i 4, 5 i 6 oraz 11 i 12) średnia defoliacja całej korony była wyższa na powierzchniach IV klasy wieku, zaś dla pozostałych dwóch par powierzchni średnia defoliacja całej korony była wyższa w drzewostanach III klasy wieku. Ogółem różnica średnich defoliacji całej korony pomiędzy klasami wieku była statystycznie istotna, a wartość średniej defoliacji całej korony była wyższa na powierzchniach III klasy wieku.

Porównanie stopnia redukcji aparatu asymilacyjnego między kolejnymi klasami biosocjalnymi, tj. między 1 i 2, 1 i 3 oraz 2 i 3 klasą Krafta, w odniesieniu do górnej części i dla całej korony, przedstawia tabela 7. W przypadku oświetlonej części korony statystycznie istotna różnica wystąpiła między drzewami 1 i 3 oraz 2 i 3 klasy Krafta. We wszystkich porównaniach średnia defoliacja górnej części korony wyższej klasy biosocjalnej była niższa od średniej defoliacji górnej części korony niższej klasy biosocjalnej. Różnice we wszystkich porównywanych przypadkach były istotne statystycznie, a wartość średniej defoliacji całej korony była wyższa dla niższych klas biosocjalnych. Wartości bezwzględnych różnic defoliacji górnej części korony między poszczególnymi klasami Krafta na powierzchniach IV klasy były nieistotne statystycznie tylko przypadku 1 i 2 klasy Krafta. We wszystkich przypadkach wartość średniej defoliacji górnej części korony była niższa dla wyższej klasy biosocjalnej. Dla całej korony różnice defoliacji były statystycznie istotne dla wszystkich rozpatrywanych porównań. Średnia defoliacja całej korony wyższej klasy biosocjalnej była niższa od średniej defoliacji całej korony niższej klasy biosocjalnej.

Tabela 7.

Bezwzględne różnice średniej defoliacji między poszczególnymi klasami Krafta na powierzchniach III i IV klasy wieku oraz ich ocena dokonana za pomocą błędu standardowego ($P=0,95$)

Absolute differences of mean defoliation between individual Kraft's classes on plots of the IIIrd and IVth age classes and their assessment conducted with of the standard error ($P=0.95$)

Porównanie klas Krafta	Defoliacja górnej części korony		Defoliacja całej korony	
	różnica [%]	znak różnicy	różnica [%]	znak różnicy
III klasa wieku				
1 klasa Krafta a 2 klasa Krafta	1,29	<	2,50*	<
1 klasa Krafta a 3 klasa Krafta	6,07*	<	9,05*	<
2 klasa Krafta a 3 klasa Krafta	4,79*	<	6,55*	<
IV klasa wieku				
1 klasa Krafta a 2 klasa Krafta	0,38	<	3,17*	<
1 klasa Krafta a 3 klasa Krafta	3,65*	<	7,02*	<
2 klasa Krafta a 3 klasa Krafta	3,27*	<	3,85*	<

* – różnica istotna statystycznie, $P=0,95$; < – średnia defoliacja koron drzew wyższej klasy Krafta niższa od średniej defoliacji koron drzew niższej klasy Krafta

* – difference statistically significant, $P=0.95$; < – mean crown defoliation of trees of higher Kraft's class lower than mean crown defoliation of trees of lower Kraft's class

Tabela 8.

Bezwzględne różnice średnich defoliacji między poszczególnymi klasami Krafta na powierzchniach III i IV klasy wieku oraz ich ocena dokonana za pomocą błędu standardowego (P=0,95)

Absolute differences of mean defoliations between individual Kraft classes on surfaces of the IIIrd and IVth age classes and their assessment conducted with the assistance of the standard error (P=0.95)

Porównanie klas Krafta	Defoliacja górnej części korony		Defoliacja całej korony	
	różnica [%]	znak różnicy	różnica [%]	znak różnicy
		1 klasa Krafta		
III a IV klasa wieku	0,44	<	2,06*	>
		2 klasa Krafta		
III a IV klasa wieku	0,46	>	1,39*	>
		3 klasa Krafta		
III a IV klasa wieku	1,98*	>	4,09*	>

* – różnica istotna statystycznie, P=0,95; < – średnia defoliacja koron drzew III klasy wieku niższa od średniej defoliacji koron drzew IV klasy wieku; > – średnia defoliacja koron drzew III klasy wieku wyższa od średniej defoliacji koron drzew IV klasy wieku;

* – difference statistically significant, P=0.95; < – mean crown defoliation of trees of the IIIrd age class lower than mean crown defoliation of trees of the IVth age class; > – mean crown defoliation of trees of the IIIrd age class higher than mean crown defoliation of trees of the IVth age class

Porównanie defoliacji koron drzew odpowiednich klas Krafta między III a IV klasą wieku przedstawia tabela 8. W przypadku oświetlonej części korony istotne statystycznie różnice wystąpiły tylko przy porównaniu drzew 3 klasy Krafta. Różnice w obrębie 1 i 2 klasy Krafta obu klas wieku były zbliżone i statystycznie nieistotne. W 1 klasie Krafta wartość średniej defoliacji górnej części korony była większa dla powierzchni IV klasy wieku, u pozostałych klas Krafta sytuacja była odwrotna. Różnice defoliacji całych koron we wszystkich przypadkach okazały się statystycznie istotne, a wartość średniej defoliacji całej korony była wyższa na powierzchniach III klasy wieku.

Dyskusja

Zbadano i przeanalizowano defoliację na powierzchniach badawczych należących do III i IV klasy wieku. Po porównaniu średnich wartości defoliacji górnej części korony obu wymienionych klas wieku okazało się, że różnica między nimi była niewielka, a sama defoliacja była niższa u drzew IV klasy wieku. W przypadku całej korony sytuacja wyglądała podobnie, przy czym różnica między średnimi wartościami defoliacji całej korony była nieco większa niż w poprzednim przypadku. Badania Boreckiego i Wójcika [1996], Jaszczaka [2003, 2005a, b] oraz Jaszczaka i in. [2003] wykazały, że drzewostany do 60. roku życia są mniej uszkodzone w porównaniu do drzewostanów powyżej tego wieku. Przyczyn innych wyników prezentowanych w niniejszej pracy można szukać w zwarciu koron drzew. Jaszczak [2005a] podaje, że w drzewostanach w wieku 71-80 lat występuje trwale przerwanie zwarcia koron, co zwiększa ilość światła i wpływa na liczbę roczników igieł, zmniejszając obraz wielkości ubytku aparatu asymilacyjnego wywołanego przez czynniki zewnętrzne.

Zmienność defoliacji zarówno górnej części korony, jak i całej korony w IV klasie wieku, była mniejsza niż w III klasie wieku. Wynikało to z faktu, że drzewostanach młodszych występowały drzewa z aparatem asymilacyjnym zredukowanym w bardzo niewielkim stopniu, jak i drzewa o znacznej defoliacji. Po analizie bezwzględnych różnic defoliacji między górną częścią korony a całą koroną w drzewostanach III i IV klasy wieku okazało się, że wszystkie różnice są statystycznie istotne. Sytuacja taka wynika z faktu, iż ocena defoliacji całej korony obejmuje również dolną partię korony, która ze względu na niedobór światła i stopniowe naturalne zamieranie charakteryzuje się wyższym stopniem redukcji aparatu asymilacyjnego.

Analiza bezwzględnych różnic defoliacji górnej części korony między drzewostanami III a IV klasy wieku wykazała, że są one niemal w każdym przypadku (za wyjątkiem jednej pary powierzchni) statystycznie istotne. Natomiast różnice defoliacji całej korony między drzewostanami III i IV klasy wieku okazały się istotne statystycznie dla czterech z sześciu par powierzchni badawczych oraz przy porównaniu obu klas wieku. Zwraca uwagę fakt, że znak różnicy nie jest taki sam dla wszystkich par powierzchni zarówno dla defoliacji górnej części korony, jak i całej korony. Przyczyną jest to, że drzewostany starsze charakteryzowały się mniejszym zwarciem, a więc liczba roczników igieł w wyniku większej dostępności światła była większa. Inną przyczyną mogły być także indywidualne cechy drzewostanów.

W przypadku klas biosocjalnych najbardziej uszkodzone były drzewa współpanujące, co potwierdzają także wyniki badań Wójcika [2000] i Jaszczaka [2000a, b, 2005a, b]. Różnica pomiędzy średnią defoliacją drzew 3 klasy Krafra a drzewami 1 i 2 klasy Krafra jest znaczna i istotna statystycznie zarówno dla górnej części, jak i dla całej korony. Wykazano, że im niższa była pozycja biosocjalna drzewa, tym większa była redukcja jego aparatu asymilacyjnego. W odniesieniu do górnej części korony potwierdzają to wyniki badań Dobbertina i Branga [2001], Jaszczaka i in. [2003] oraz Jaszczaka [2005a, 2008]. Jednak wyniki Jaszczaka [2002a, 2007] nie były tak jednoznaczne. Jaszczak [2005a] dodaje też, że stan aparatu asymilacyjnego sosny najlepiej oddają korony drzew panujących i to one powinny być jedyną klasą poddawaną ocenie defoliacji w ramach badań monitoringowych. Wyraźne różnice między drzewami 3 klasy oraz 1 i 2 klasy Krafra mogą świadczyć o tym, że na defoliację drzew 3 klasy wpływają nie tylko czynniki zewnętrzne, które mają także istotne znaczenie dla stanu koron drzew 1 i 2 klasy Krafra, ale także gorsze usytuowanie ich korony w drzewostanie, co powoduje zmniejszoną dostępność światła, a tym samym gorsze warunki wzrostowe. Przy badaniach tylko wpływu czynników zewnętrznych na stan koron drzew uwzględnianie 3 klasy Krafra może spowodować zniekształcenie wyników oceny defoliacji. Stąd postulat Bekera [1993, 1994], Jaszczaka [2000b, 2005a, 2008] i Wójcika [2000], by drzew 3 klasy Krafra nie uwzględniać w trakcie obserwacji defoliacji, jest jak najbardziej słuszny. Jeśli jednak nie wykluczać drzew 3 klasy Krafra z oceny defoliacji, to zdaniem Jaszczaka [2005a], należałoby w wynikach podawać informacje o strukturze biosocjalnej ocenianego drzewostanu, wyrażonej wskaźnikiem biosocjalnym lub podawaniem danych dotyczących drzew poszczególnych klas Krafra.

Przy porównaniu odpowiednich klas Krafra w dwóch obserwowanych klasach wieku zauważyć można było wyraźnie większe wartości bezwzględnych różnic defoliacji całej korony. W przypadku górnej części korony różnice te są mniejsze, a nawet w dwóch przypadkach statystycznie nieistotne. Wyraźne różnice defoliacji całej korony mogą wynikać z uwzględniania w ocenie dolnej jej części. Uwagę zwraca także znak różnicy przy tym porównaniu. Tylko dla drzew 1 klasy Krafra wartość średniej defoliacji była wyższa na powierzchniach starszej z klas wieku, zaś dla pozostałych klas biosocjalnych wartość średniej defoliacji górnej części korony, jak i całej korony, były wyższe dla powierzchni III klasy wieku. Nie w pełni jednoznaczne wyniki prezentowanych badań potwierdzają inne prace. Niektóre z nich dowodzą, że wiek może mieć istotne znaczenie dla średniej defoliacji koron drzew tych samych klas Krafra [Jaszczak 2005a, b, 2007], w innych natomiast nie stwierdzano tego jednoznacznie [Jaszczak 2002a, b].

Wnioski

✦ W obu rozpatrywanych klasach wieku i na poszczególnych powierzchniach średnia defoliacja górnej części korony była statystycznie istotnie niższa od defoliacji całej korony.

- ✚ W większości przypadków różnice średniej defoliacji górnej części i całej korony rozpatrywane pomiędzy klasami wieku i poszczególnymi parami drzewostanów były statystycznie istotne.
- ✚ W obu analizowanych klasach wieku różnice średniej defoliacji górnej części koron drzew 1 i 2 klasy Krafta były statystycznie nieistotne, natomiast dla 1 i 3 oraz 2 i 3 klas Krafta były one statystycznie istotne. Natomiast w przypadku różnic prześwietlenia całej korony drzew poszczególnych par klas Krafta były one statystycznie istotne.
- ✚ Różnice średniej defoliacji górnej części koron drzew tych samych klas biosocjalnych, ale różnych klas wieku, były statystycznie nieistotne dla drzew górujących i panujących, a statystycznie istotne dla drzew współpanujących. W odniesieniu do całej korony różnice jej defoliacji pomiędzy klasami wieku były w przypadku każdej z klas biosocjalnych statystycznie istotne.
- ✚ Otrzymane wyniki potwierdzają, że przy ocenie defoliacji koron drzew sosny zwyczajnej słusznie pomija się dolną część korony. Jej uwzględnianie powoduje zmianę końcowej oceny ubytku aparatu asymilacyjnego.
- ✚ Znacznie wyższa defoliacja koron drzew 3 klasy Krafta wskazuje, że aby nie zniekształcać wyników monitoringu lasu, należałoby drzewa tej klasy pomijać przy ocenie bądź w wynikach obserwacji podawać informacje o strukturze biosocjalnej obserwowanych drzewostanów.

Literatura

- Beker C. 1993. Ocena defoliacji drzew jako podstawowe kryterium klasyfikacji stanu zdrowotnego lasu. Pr. Inst. Bad. Leśn. Ser. B. 18: 89-94.
- Beker C. 1994. Ocena korony sosny zwyczajnej dla potrzeb określania stanu zdrowotnego drzew. Pr. Kom. Nauk Roln. Kom. Nauk Leśn. PTPN 78: 15-19.
- Borecki T, Wójcik R. 1996. Ocena stanu uszkodzeń drzewostanów Nadleśnictwa Krotoszyn. Sylwan 140 (7): 9-15.
- Dobbertin M., Brang P. 2001. Crown defoliation improves tree mortality models. Forest Ecology and Management 141: 271-284.
- Gärtner E. J. 1987. Beobachtungseinrichtungen des hessischen Untersuchungs-programmes „Waldbelastungen durch Immissionen – WdI[®] (Konzeption und Aufbau). Hess. Forstliche Versuchsanstalt, Hann. Münden.
- Jaszczak R. 2000a. Pozycja biosocjalna drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) a zmiana wskaźników uszkodzenia ich koron określonych metoda drzewostanową. Sylwan 144 (8): 103-115.
- Jaszczak R. 2000b. Charakterystyka wskaźników uszkodzenia koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) różnych klas biosocjalnych. Sylwan 144 (9): 65-76.
- Jaszczak R. 2002a. Charakterystyka defoliacji koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) różnych klas biosocjalnych. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 1(2): 13-24.
- Jaszczak R. 2002b. Zmiana stanu koron sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Nadleśnictwie Doświadczalnym Siemianice. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 1 (1): 35-43.
- Jaszczak R. 2003. The conditions of tree crowns of the mains stand of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in 2002 in some selected forest division of Poznań Regional Direction of State Forests. Sci. Pap. Agric. Univ. Pozn., Forestry 6: 11-22.
- Jaszczak R. 2005a. Defoliacja koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wybranych klas biosocjalnych w monitoringu lasu. Roczn. AR Pozn. 370.
- Jaszczak R. 2005b. Defoliation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) crowns of the IIIrd and IVth age classes and its significance for the interpretation of results of forest monitoring in Poland. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 4 (2): 25-34.
- Jaszczak R. 2007. Wiek a defoliacja koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wybranych klas biosocjalnych. Sylwan 151 (10): 16-24.
- Jaszczak R. 2008. Defoliacja koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wybranych klas biosocjalnych niezależnie od strefy uszkodzenia, klasy wieku i typu siedliskowego lasu. Sylwan 152 (4): 13-20.
- Jaszczak R., Jankowski P., Maliszak Ł. 2003. Wpływ pozycji biosocjalnej i wieku drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na defoliację ich koron w strefie uszkodzeń słabych. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 2(1): 27-45.
- Lemke J., Woźniak A. 1991. Szacowanie masy igieł nasłonecznionej i oświetlonej części korony sosny zwyczajnej. Sylwan 135 (2): 25-32.
- Lemke J., Woźniak A. 1992. Charakterystyka niektórych ilościowych cech igieł nasłonecznionej i oświetlonej części korony sosny zwyczajnej. Sylwan 136 (1): 7-13.

- Müller E., Stierlin H. R. 1990. Sanasilva. Kronenbilder mit Nadel- und Blattverlustprozenten. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.
- Ozolinčius R., Stakėnas V. 1995. Defoliation, needle mass and crown mass density of conifers: relations and reliability of visual assessment. *Miškininkystė* 36: 6-23.
- Plan urzędzenia lasu Nadleśnictwa Doświadczalnego Siemianice na okres od 01.01.2004 do 31.12.2013 roku. Brzeg, 2003.
- Richtlinie zur Waldschadenserhebung (WSE-Richtlinie). 1991. Brandenburg und Berlin,.
- Sierota Z. 1995a. Zdrowotność a żywotność – próba definicji. *Sylvan* 139 (2): 105-118.
- Sierota Z. 1995b. Przerzedzenie koron drzew jako efekt stresu i źródło stresu. *Sylvan* 139 (8): 5-24.
- Wójcik R. 2000. Analiza zmian ilościowych aparatu asymilacyjnego w drzewostanach sosnowych nadleśnictwa Wyszków. *Sylvan* 144 (8): 39-46.

SUMMARY

Defoliation of the top part and whole crown of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)

This article presents the analysis of the mean crown defoliation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees. The analysis was elaborated on the basis of investigations carried out in 2007 in the Siemianice Experimental Forest District. The aim of the performed experiments was to determine significant defoliation differences between individual crown parts, age classes and the biosocial position.

It was found that in the case of both considered age classes and on individual study plots, the mean defoliation of the top part of the crown was statistically significantly lower than the defoliation of the whole crown (table 5). In most cases, differences between the mean defoliation of the top part and the whole crown viewed from the perspective of age classes and individual pairs of stands were statistically significantly different (table 6). In both age classes, differences of the mean defoliation of the top part of the crowns in the 1st and 2nd Kraft's classes were not statistically significant, whereas for the 1st and 3rd as well as 2nd and 3rd Kraft's classes these differences were statistically significant. On the other hand, in the case of differences in the degree of illumination of the whole tree crown of individual pairs of Kraft's classes, these differences were statistically significant (table 7).

Differences of mean defoliation of the top part of the crowns from the same biosocial class but of different age were not statistically significant for predominant and dominant trees and statistically significant for co-dominant trees. With regard to the whole crown, differences in its defoliation between age classes were statistically significant for all analysed biosocial class (table 8).

The obtained results corroborate the practice, which is common among foresters when assessing the crown defoliation of Scots pines, of excluding from considerations the bottom, unlighted part of the crown. Its inclusion leads to changes in the final assessment of the loss of assimilation apparatus. Considerably higher crown defoliation observed for trees from the 3rd Kraft's class indicates that in order not to misrepresent results of forest monitoring, it is advisable to exclude trees of this class from assessment or to provide information about the biosocial structure of the monitored stands as an integral part of the assessment.