

Dorota DOBROWOLSKA*

WARUNKI MIKROKLIMATYCZNE W LUKACH W DRZEWOSTANACH MIESZANYCH W REZERWACIE JATA

MICROCLIMATIC CONDITIONS IN GAPS IN MIXED STANDS
IN JATA RESERVE

***Abstract.** The study was carried out in mixed stands in the Jata reserve. The aim of the study was to know some parameters of microclimate in gaps and under stand canopy. Following parameters were measured: a light intensity, an air temperature and an air humidity. According to the study results, the light intensity was low in mixed stands. The highest intensity of light was observed in the middle of the day (11.00–15.00 hours). The average temperature was higher in gaps than under stand canopy. The relative humidity decreased with the increase in gap size.*

***Key words:** air relative humidity, air temperature, light, canopy's gap, silver fir.*

* Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ekologii Lasu i Łowiectwa, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn, e-mail: D.Dobrowolska@ibles.waw.pl

1. WSTĘP

Zjawiska przyrodnicze podlegają zaburzeniom. Forman (1987) definiuje zaburzenia jako „zdarzenia, które istotnie zmieniają istniejący wzorzec w ekosystemie”. Dla leśników i ekologów roślin zaburzenie często przekłada się na stres lub śmierć dominujących drzew, co wpływa na funkcjonowanie systemu. Najbardziej oczywistą i dobrze znaną reakcją ekosystemu na zaburzenia jest regeneracja. Podobnie jak zaburzenie, regeneracja występuje w różnej skali przestrzennej, od bardzo małej, niezauważalnej, do bardzo dużej, widocznej w makroskali. W latach osiemdziesiątych XX w. powstał nowy paradygmat w ekologii, nazywany „spojrzeniem dynamicznym”. Obecnie zakłócenia i reakcje na zaburzenia uważa się za naturalne procesy stanowiące podstawę dynamiki ekosystemów, koncepcję, którą wielu ekologów nazywa „dynamiką mozaik”, „zmieniającą się mozaiką krajobrazu” lub „cyklem mozaikowym”.

Najczęstszą formą zaburzeń w drzewostanach nie są katastrofy wielkoobszarowe (powodzie, wiatrolomy, gradacje owadów, pożary lasu), lecz zakłócenia w małej skali przestrzennej, które powstają wskutek zamarcia pojedynczego drzewa lub grupy drzew (Heinemann i in. 2000). Tworzące się wówczas w okapie luki wpływają na poziom światła w dolnych warstwach drzewostanu, dostępność składników odżywczych i wilgotność gleby, a także na jej aktywność mikrobiologiczną (Messier i Puttonen 1993; Nabuurs 1996). Rola luk w tworzeniu składu gatunkowego i struktury lasu jest wciąż słabo poznana (Rebertus i Veblen 1993). Nawet konkretne gatunki mogą w różny sposób rozwijać się w lukach w zależności od obecności towarzyszących drzew czy gatunków dolnych pięt, a także czynników abiotycznych (Rebertus i Veblen 1993).

Wiele czynników może w znaczny sposób wpływać na powstawanie i wzrost odnowienia w lukach. Na przykład, wielkość luki, jej kształt i położenie modyfikują panujący w niej mikroklimat, co razem z różnorodnymi czynnikami edaficznymi i topograficznymi powoduje powstawanie mozaiki mikrosiedlisk. O zmienności warunków w lukach decydują również gatunki tworzące luki, które mogą modyfikować czynniki edaficzne i topograficzne. Na warunki mikroklimatyczne w lukach wpływają też leżące szczątki martwych drzew, które są ważne dla odnowienia, ponieważ redukują niekorzystne oddziaływanie dolnej warstwy drzewostanu (Heinemann i in. 2000).

O przeżywalności i wzroście odnowienia przy minimalnym dostępie światła decydują prawdopodobnie niewielkie luki powstałe także w warstwie runa leśnego, krzewów, ściółki, strefie korzeni. Konkurencja z roślinami runa leśnego oraz z krzewami decyduje o tempie wypełniania luk przez odnowienie (Spies i Franklin 1989).

Celem badań* było poznanie zmienności wybranych parametrów określających warunki mikroklimatyczne w lukach i pod okapem drzewostanu oraz określenie wpływu tych warunków na odnowienie naturalne w drzewostanach mieszanym z udziałem jodły.

* Badania wykonano w ramach tematu 530 969 zleconego i sfinansowanego przez U.S. Department of Agriculture ECCRA - 6/00

2. METODYKA

Badania przeprowadzono w rezerwacie ścisłym Jata. Szczegółowy opis metodyki badań dynamiki luk zamieszczono w pracy Dobrowolskiej (2006). Badania przeprowadzono w lukach o różnej wielkości. Wybrano luki o najmniejszej, średniej i największej powierzchni (tab. 1). Wybrane luki były zlokalizowane w drzewostanach mieszanych z udziałem jodły, rosnących na siedlisku lasu mieszanego świeżego i lasu mieszanego wilgotnego. Rośliny zielne pokrywały powierzchnie luk w 10–40%. Odnowienie zajmowało niewielką powierzchnię luk. Wyjątkiem była luka 17, w której odnowienie pokrywało 70% powierzchni.

W wybranych lukach prowadzono badania dotyczące warunków mikrosiedliskowych: światła, wilgotności i temperatury powietrza. Warunki świetlne w lukach scharakteryzowano na podstawie wyników pomiaru natężenia promieniowania fotosyntetycznie czynnego PAR. Takie pomiary wykonano także pod okapem drzewostanu. W każdej luce natężenie promieniowania fotosyntetycznie czynnego mierzono w centrum luki i na jej dwóch końcach. Czujniki punktowe oraz czujnik liniowy usytuowane były w luce na kierunku północ-południe i umieszczone na wysokości 1,5 m. Dobbowe pomiary natężenia promieniowania w wybranych lukach, na powierzchni podokapowej oraz poza drzewostanem prowadzono przez 5 dni za pomocą urządzenia Li-1000 firmy LI-COR, inc., złożonego z sensora oraz z rejestratora danych (Parent i Messier 1996). Badania przeprowadzono w lipcu 2001 r.

W dwóch lukach oraz na powierzchni pod okapem drzewostanu prowadzono pilotażowe dobowe pomiary temperatury i wilgotności powietrza. W centrum luk oraz pod osłoną drzewostanu usytuowano czujniki HOBO do pomiaru wilgotności i temperatury powietrza na wysokości 1,5 m. Rejestrowano dane dotyczące temperatury i wilgotności względnej powietrza co pół godziny. Pomiary czynników klimatycznych prowadzono od lipca do połowy października 2001 r.

Tabela 1. Charakterystyka powierzchni badawczych w rezerwacie Jata
Table 1. Characteristics of study plots in Jata reserve

Rodzaj powierzchni Type of area	Oddział Compartment	Typ siedliskowy lasu Forest site type	Powierzchnia Area	Ziola Herbs	Mchy Mosses	Podszycie underbrush	Odnowienie Regeneration	
			m ²	%	%	%	%	
Luka Gap	4	286c	LMśw	83	40	0	50	5
Luka Gap	13	286c	LMśw	213	40	20	30	30
Luka Gap	16	256h	LMw	45	20	0	0	10
Luka Gap	17	256h	LMw	113	10	30	30	70
D-stan Stand	1	286c	LMśw	–	–	–	0	5

Notes: LMśw – mixed fresh broadleaved forest, LMw – mixed moist broadleaved forest

Wpływ wielkości powierzchni na warunki świetlne oraz wilgotność i temperaturę powietrza w drzewostanach mieszanych zbadano wykorzystując test Kruskal-Wallis'a.

3. WYNIKI

3.1. Charakterystyka powierzchni badawczych

W tabeli 2 przedstawiono skład gatunkowy odnowienia na badanych powierzchniach badawczych w rozbiciu na nalot ($h \leq 0,50\text{m}$) i podrost ($h > 0,51\text{m}$ i $d < 7\text{cm}$). Nalot jodłowy występował we wszystkich badanych lukach. Nie stwierdzono obecności nalotu i podrostu omawianego gatunku pod okapem drzewostanu. Na wszystkich powierzchniach badawczych zarówno w lukach, jak i pod okapem drzewostanu występował nalot i podrost jarzębiny. Natomiast nalot i podrost świerka oraz osiki był obecny we wszystkich lukach poza luką 4.

Tabela 2. Liczebność (N/ar) odnowienia w lukach i na powierzchni podokapowej w rezerwacie Jata
Table 2. Number of regeneration (no/are) in gaps and under stand canopy in Jata reserve

Nr pow. No. of plot	Faza Phase	brz	db	gb	jd	jrz	jw	kl	krusz	os	sw	suma total
Luka Gap 4	nalot seedlings	10	0	0	60	10	0	0	0	0	0	80
	podrost saplings	0	0	0	0	100	0	0	20	0	0	120
Luka Gap 13	nalot seedlings	7	0	10	157	0	3	0	0	7	3	184
	podrost saplings	0	0	3	7	3	3	0	7	17	3	43
Luka Gap 16	nalot seedlings	0	0	0	67	7	0	0	0	120	47	241
	podrost saplings	0	0	0	0	13	0	0	0	7	0	20
Luka Gap 17	nalot seedlings	8	4	0	16	0	0	0	0	4	40	72
	podrost saplings	0	4	0	12	48	0	0	0	28	68	160
Pod okapem Under the canopy	nalot seedlings	0	0	10	0	10	20	10	0	10	10	70
	podrost saplings	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	5

Designations: brz – birch, db – oak, gb – hornbeam, jd – fir, jrz – rowan, jw – ash, kl – maple, krusz – buckthorn, os – aspen, sw – spruce, suma – total

3.2. Natężenie napromieniowania w lukach

W tabeli 3 przedstawiono dobową charakterystykę natężenia promieniowania fotosyntetycznie czynnego na północnym skraju luki. Średnie dobowe natężenie PAR było niskie i nie przekraczało $90 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Najwyższe wartości odnotowano w godzinach południowych (godz. 11.00–15.00). Natomiast najniższe wartości zaobserwowano w godzinach wieczornych (godz. 17.00–20.00). Średnie dobowe PAR było najwyższe w luce o największej powierzchni, a najniższe w luce o najmniejszej powierzchni.

Tabela 3. Dobowa charakterystyka natężenia promieniowania fotosyntetycznie czynnego (PAR)
 Table 3. The twenty-four hours characteristics of photosynthetically active radiation (PAR)

Nr pow. No. plot	PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)					
	godz. 6–9 6–9 hour	godz. 9–11 9–11 hour	godz. 11–15 11–15 hour	godz. 15–17 15–17 hour	godz. 17–20 17–20 hour	godz. 6–20 6–20 hour
na północnym skraju luki at a northern gap edge						
13	22,11±6,11	61,74±22,37	150,68±73,80	59,57±11,35	25,60±4,08	71,36±21,17
4	12,22±2,98	24,90±8,26	149,01±77,47	23,17±2,68	6,21±2,55	55,40±23,77
16	8,04±4,43	13,18±4,35	15,54±6,92	13,87±6,62	4,10±0,66	11,18±4,35
17	8,50±1,85	46,58±12,26	34,45±9,21	18,30±6,92	7,35±1,48	21,88±2,74
na południowym skraju luki at a southern gap edge						
13	24,16±5,79	64,20±20,45	118,40±39,05	54,74±10,42	22,44±3,78	61,81±14,80
4	11,01±4,65	24,76±8,89	29,15±6,67	20,06±6,19	7,89±3,12	17,88±3,58
16	7,31±2,11	17,70±5,53	26,78±16,80	19,71±9,81	4,63±0,85	15,39±6,77
17	9,31±2,28	40,30±5,33	54,62±13,68	27,31±6,08	8,59±1,74	29,16±3,23
w centrum luki i pod okapem drzewostanu at the centre of gap and under stand canopy						
13	19,68±4,46	59,67±20,41	215,75±161,8	77,09±38,68	16,69±3,87	89,85±48,26
4	11,29±3,89	53,54±5,24	92,86±17,99	32,07±5,46	10,65±2,21	40,06±13,25
16	17,89±5,60	48,81±15,61	54,77±27,49	39,60±14,78	10,88±2,12	34,06±12,04
17	18,09±4,34	38,28±7,79	132,23±49,41	48,98±16,46	16,31±3,24	57,88±10,66
D1	9,33±1,43	24,30±7,79	25,67±2,08	85,79±47,89	7,08±1,26	26,26±7,17

Podobne zależności odnotowano na południowym skraju luki. Średnie dobowe PAR w lukach 13 i 4 było niższe niż na północnym skraju luki, natomiast w dwóch pozostałych lukach było nieco większe na południowym skraju luki. Najwyższe wartości średniego dobowego PAR zarejestrowano w centrum luk (tab. 3).

Wraz ze wzrostem wielkości luki rosła też ilość światła. Najwyższe wartości odnotowano w godzinach południowych, a najniższe po zachodzie słońca. Pod okapem drzewostanu średnie dobowe natężenie promieniowania wynosiło 26,26 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ i było niższe niż w centrum luk.

Względne natężenie promieniowania było niewielkie nie tylko na skrajach luk, ale także w centrum luki (tab. 4). Średnie dobowe wartości względnego natężenia promieniowania nie przekroczyły 13% światła pełnego. Wielkość luki wpływała na warunki świetlne na północnym i południowym skraju luk, a także w centrum luki (tab. 5). Wraz ze wzrostem wielkości luki rosło nie tylko natężenie promieniowania PAR, ale także względne natężenie w centrum, jak i na skraju luk. W drzewostanach z dużym udziałem gatunków liściastych średnie dobowe natężenie PAR było większe na północnym niż południowym skraju luki. Natomiast w drzewostanach z przewagą gatunków iglastych stwierdzono zależność odwrotną –

Tabela 4. Dobowa charakterystyka względnego natężenia promieniowania fotosyntetycznie czynnego

Table 4. The twenty-four hours characteristics of relative photosynthetically active radiation

Nr pow. No. plot	Względne natężenie promieniowania fotosyntetycznie czynnego (%) Relative radiation (%)					
	godz. 6–9 6–9 hour	godz. 9–11 9–11 hour	godz. 11–15 11–15 hour	godz. 15–17 15–17 hour	godz. 17–20 17–20 hour	godz. 6–20 6–20 hour
na północnym skraju luki at a northern gap edge						
13	9,02±4,63	11,61±5,20	16,87±2,55	10,48±2,72	10,65±2,21	12,28±1,35
4	2,45±1,18	2,17±1,08	10,55±3,29	3,80±1,56	4,00±2,59	5,37±1,38
16	2,71±0,45	2,13±0,68	2,84±0,40	2,66±0,49	2,56±1,08	2,70±0,42
17	1,71±0,71	4,26±0,54	3,42±0,58	3,38±1,64	4,17±1,37	3,28±0,72
na południowym skraju luki at a southern gap edge						
13	8,81±3,76	11,36±4,24	13,75±1,67	9,59±2,27	9,45±2,08	10,97±1,44
4	3,01±1,73	3,01±1,74	3,52±2,18	3,82±2,34	4,69±2,64	3,34±1,65
16	3,03±1,15	2,92±1,03	4,39±0,49	3,36±0,46	2,93±1,52	3,51±0,51
17	1,94±0,33	3,93±1,15	5,24±1,02	4,46±1,19	4,82±1,38	4,14±1,02
w centrum luki i pod okapem drzewostanu at the centre of gap and under stand canopy						
13	7,19±3,13	10,08±3,20	20,92±8,21	11,35±1,85	8,00±1,75	12,34±1,61
4	2,33±1,41	4,44±0,28	7,22±1,11	5,05±1,70	4,89±2,54	4,85±1,21
16	7,28±2,52	7,65±1,98	9,64±0,55	7,96±1,90	6,45±3,32	7,97±1,35
17	3,73±1,58	4,40±2,49	12,42±1,62	8,50±3,53	8,98±2,87	8,09±1,81
D1	3,26±0,81	3,24±1,08	2,93±1,52	12,37±3,33	3,72±1,24	4,46±0,92

Tabela 5. Wpływ warunków wzrostu na względne natężenie światła w lukach

Table 5. Influence of growth conditions on relative light intensity in gaps

Godzina pomiaru Measurement hour	Zmienna zależna (położenie czujnika w luce) Dependent variable (sensor localization in gap)					
	północny skraj luki a northern gap edge		południowy skraj luki a southern gap edge		centrum luki the centre of gap	
	H	p	H	p	H	p
06.00–09.00	222,2	0,000***	188,64	0,000***	56,11	0,000***
09.05–11.00	262,4	0,000***	229,5	0,000***	49,79	0,000***
11.05–15.00	556,58	0,000***	486,26	0,000***	123,45	0,000***
15.00–17.00	238,14	0,000***	157,23	0,000***	72,96	0,000***
17.05–20.00	361,70	0,000***	343,84	0,000***	136,93	0,000***

Oznaczenia: H – wielkość statystyki, p – prawdopodobieństwo

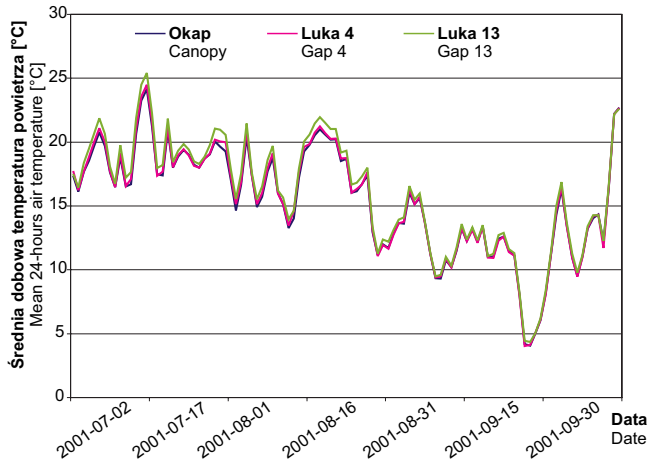
Notes: H – statistics quantity, p – probability

najwięcej natężenia PAR docierało z reguły do centrum luk, a względne natężenie w centrum luki było wyższe niż na skrajach luk.

W luce o najmniejszej powierzchni względne natężenie promieniowania na północnym skraju wynosiło tylko 2,7% światła pełnego i było niższe niż pod okapem drzewostanu (4,46%).

3.3. Warunki termiczno-wilgotnościowe

Średnia temperatura powietrza na badanych powierzchniach w sezonie wegetacyjnym wahała się od 15,5 do 16,0°C (ryc. 1). Stwierdzono nieznaczny wzrost temperatury wraz ze wzrostem wielkości luki. Najniższe wartości średniej temperatury odnotowano pod okapem drzewostanu, a najwyższe w luce o największej powierzchni (tab. 6). Największe różnice średniej temperatury na powierzchniach badawczych zaobserwowano w lipcu. Różnice pomiędzy wartościami maksymalnymi wynosiły ponad 1°C. Nie stwierdzono tak dużych wahań w przypadku



Ryc. 1. Średnia dobowa temperatura powietrza w lukach i pod okapem drzewostanu w rezerwacie Jata

Fig. 1. Mean 24-hours air temperature in gaps and under stand canopy in Jata reserve

Tabela 6. Średnia temperatura powietrza (°C) w sezonie wegetacyjnym na powierzchniach badawczych

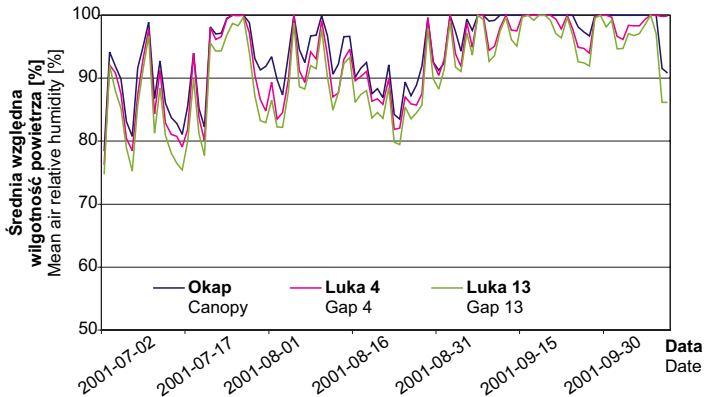
Table 6. Mean air temperature (°C) in vegetation season on study plots

Nr pow. No. plot	lipiec July		sierpień August		wrzesień September		październik October	
	\bar{x}	zakres range	\bar{x}	zakres range	\bar{x}	zakres range	\bar{x}	zakres range
1	19,0	16,1–24,2	16,8	11,2–21,0	11,1	4,1–16,0	14,4	9,5–22,7
4	19,2	16,2–24,5	17,0	11,1–21,2	11,1	4,0–16,3	14,4	9,6–22,7
13	19,7	16,4–25,4	17,5	11,3–21,9	11,3	4,3–16,6	14,6	9,8–22,6

Tabela 7. Średnia wilgotność względna (%) powietrza w sezonie wegetacyjnym na powierzchniach badawczych

Table 7. Mean relative humidity (%) in vegetation season on study plots

Nr pow. No. plot	lipiec July		sierpień August		wrzesień September		październik October	
	\bar{x}	zakres range	\bar{x}	zakres range	\bar{x}	zakres range	\bar{x}	zakres range
1	91,0	78,4–100	92,1	83,5–100	99,9	92,4–100	93,4	69,6–100
4	89,1	76,2–100	89,8	81,9–100	97,8	91,9–100	94,3	69,9–100
13	86,8	74,7–99,7	87,8	79,5–98,8	96,7	91,1–100	90,1	66,2–100



Ryc. 2 Średnia dobowa wilgotność względna powietrza w lukach i pod okapem drzewostanu w rezerwacie Jata

Fig. 2 Mean 24-hours air relative humidity in gaps and under stand canopy in Jata reserve

miesięcznej temperatury minimalnej. Różnice pomiędzy powierzchniami nie przekraczały 0,35°C.

Stwierdzono istotny wpływ wielkości powierzchni na wilgotność względną powietrza ($H=18,383$ $p<0,001$). Średnia wilgotność względna w lukach i pod okapem drzewostanu była w granicach 90,3–94,0% (tab. 7). Najwyższą wilgotnością charakteryzowała się powierzchnia usytuowana pod okapem drzewostanu, a najniższą luka o największej powierzchni (ryc. 2). Różnice wilgotności pomiędzy powierzchnią podokapową a dużą luką wynosiły w lipcu i sierpniu ponad 4%, a w wrześniu i październiku ponad 3%. Zaobserwowano również duże różnice pomiędzy miesięcznymi wartościami minimalnymi. Nie stwierdzono zróżnicowania pomiędzy wartościami maksymalnymi.

4. DYSKUSJA

W drzewostanach mieszanych z udziałem jodły stwierdzono niekorzystne warunki świetlne nie tylko pod okapem drzewostanu, ale również w lukach. Za względne minimum natężenia promieniowania świetlnego dla jodły w fazie nalotu przyjmuje się 10–33% (Dobrowolska 1998). Wyniki badań wskazują, że wartości względnego natężenia były niższe od względnego minimum. Luki były zazwyczaj wąskie (średnia szerokość luk wynosiła 11,7 m), wydłużone w kierunku N–S. Tylko w centrum luki, szczególnie w godzinach południowych, panowały korzystniejsze warunki świetlne (53–214 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$). Natomiast na skraju luk promieniowanie fotosyntetycznie czynne nie przekraczało w ciągu doby 71 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (12% światła słonecznego).

Również Canham (1989) wykazał, że w małych lukach ilość światła przenikającego przez okap drzewostanu do dna lasu wynosiła zaledwie 1% światła pełnego w sezonie wegetacyjnym. Poziom światła pod zwartym okapem drzewostanu często wynosi 1–2% światła słonecznego, a dodatkowe natężenie PAR przenikające przez lukę zwiększa promieniowanie pod okapem drzewostanu. Dodatkowe 1–2% światła słonecznego pojawiające się w lukach może nie wywołać reakcji gatunków światłoządnych, natomiast gatunki cienioznośne wykorzystują to dodatkowe światło i zwiększają przyrost wysokości. W taki sposób zareagował klon cukrowy (*Acer saccharum* Marsh.) i buk wielkolistny (*Fagus grandifolia* Ehrh.). Taką reakcję zaobserwowano również u młodych dębów. Klon cukrowy i buk wielkolistny rosły wyraźnie szybciej nawet w bardzo małych lukach niż pod zwartym drzewostanem (Canham 1989). Podobnie reaguje jodła pospolita, wykorzystując dodatkowe porcje światła. Jodła jest gatunkiem plastycznym, wykazującym szybszy wzrost w lukach niż pod okapem drzewostanu (Dobrowolska 2006).

Uzyskane wyniki były zgodne z wcześniejszymi badaniami prowadzonymi w różnych drzewostanach w rezerwacie Jata (Dobrowolska 1998). Najmniej korzystne warunki świetlne panowały w drzewostanach mieszanych z udziałem gatunków liściastych.

Abies alba jest typowym mezofitem. Występowanie jej jest ściśle związane z określoną ilością opadów. Północna granica zasięgu przebiega w pobliżu izohiety wynoszącej 600 mm rocznie. Na terenie rezerwatu Jata panują niekorzystne warunki wilgotnościowe powietrza. Zdolność jodły do wzrostu w warunkach stosunkowo niskich opadów wynika ze zmienności fizjologicznej gatunku lub z korzystnego układu innych czynników ekologicznych (Jaworski i Zarzycki 1983). Jodła jest uważana za drzewo o największych wymaganiach wilgotnościowych powietrza. Lepiej rośnie w warunkach podwyższonej wilgotności powietrza. Średnia wilgotność powietrza w drzewostanach mieszanych z udziałem jodły była wysoka i wyższa niż wilgotność względna dla naszego kraju, która wynosi około 75–80% (Włoczewski 1968). W lesie wilgotność względna powietrza zwiększa się wskutek transpiracji, zacienienia, niższej temperatury i małego ruchu powietrza.

Takie warunki wilgotnościowe w drzewostanach mieszanych mają istotne znaczenie dla jej rozwoju na granicy zasięgu.

Każdy drzewostan ma swój szczególny mikroklimat o charakterystycznych dla niego właściwościach, które stwarzają różne warunki dla odnowienia, wzrostu i rozwoju roślinności. W drzewostanach mieszanych rezerwatu Jata stwierdzono różnice warunków mikroklimatycznych. Mimo, że powierzchnie badawcze były usytuowane w niewielkiej odległości od siebie (50–200 m), zaobserwowano znaczne różnice temperatury i wilgotności powietrza pomiędzy nimi. Wilgotność pod okapem drzewostanu była najwyższa, natomiast niższe wartości osiągała w lukach. Im większa była luka, tym mniejsza wilgotność powietrza. Amplituda wilgotności w lesie jest bardziej wyrównana niż na otwartej powierzchni (Włoczewski 1968). W drzewostanie mieszanym stwierdzono różnice minimalnej wilgotności pomiędzy powierzchnią podokapową a luką, które w miesiącach letnich wynosiły ponad 4%. Występująca w miesiącach letnich wyższa wilgotność powietrza sprzyja rozwojowi siewek.

Ciepło jest jednym z głównych czynników, od których zależą procesy odbywające się w roślinach. Jednym z procesów uzależnionych od temperatury jest kiełkowanie nasion (Włoczewski 1968). Temperatura w badanym drzewostanie ulegała pewnym zmianom pod wpływem różnego zwarcia koron. Średnie temperatury miesięczne były wyższe w lukach niż pod zwartym okapem drzewostanu. Różnice te dotyczyły nie tylko wartości średnich, ale także wartości skrajnych. Im większa była luka, tym wyższa była temperatura powietrza. Niższa wilgotność powietrza, jak i wyższa temperatura w lukach, a tym samym większy dostęp światła w centrum luk mogą działać stymulująco na kiełkowanie nasion, a także na wzrost siewek drzew leśnych (Ashton i Garson 1996).

Dotychczas nie prowadzono badań dotyczących warunków mikrosiedliskowych w drzewostanach mieszanych z udziałem jodły. Nadal niewiele wiadomo na temat mechanizmów, które kontrolują kiełkowanie nasion, pojawianie się i wzrost siewek jodły oraz ich odporność na czynniki biotyczne i abiotyczne. Drzewostan i ściółka mogą bezpośrednio wpływać na kiełkowanie nasion, a także na pojawianie się odnowienia poprzez zmianę warunków mikrosiedliskowych. Zbyt zwarte, pozbawione luk drzewostany tworzą niekorzystne warunki do pojawiania się i wzrostu nowych drzew (Caccia i Ballare 1998). Powstawanie luk zwiększa amplitudę termiczną w glebie oraz zwiększa intensywność światła na powierzchni gleby.

Przedstawione wyniki mają charakter wstępny i wskazują na potrzebę dalszych badań w celu poznania warunków mikrosiedliskowych i ich wpływu na odnowienie jodły.

5. WNIOSKI

1. Drzewostany mieszane charakteryzowały się niekorzystnymi dla odnowienia warunkami świetlnymi w lukach i pod okapem drzewostanu.

2. Wielkość luki wpływa na warunki świetlne w centrum oraz na północnym i południowym skraju luk.

3. Temperatura powietrza w lukach była wyższa niż pod okapem drzewostanu.

4. Wilgotność powietrza malała wraz ze wzrostem wielkości luki.

5. Wyniki przeprowadzonych badań mają charakter wstępny i wymagają kontynuacji w celu poznania wpływu warunków mikrosiedliskowych na odnowienie jodły.

Praca została złożona 9.02.2006 r. i przyjęta przez Komitet Redakcyjny 14.03. 2006 r.

MICROCLIMATIC CONDITIONS IN GAPS IN MIXED STANDS IN JATA RESERVE

Summary

The aim of the study was to know the influence of microclimate in gaps and under stand canopy on growth of natural regeneration. The study was conducted in the Jata reserve, which is the furthest natural silver fir (*Abies alba* Mill.) location in north-eastern Europe. To study the microclimate conditions in mixed stands with the share of fir some gaps of different size were chosen. In gaps and under stand canopy following parameters were measured: a light intensity, an air temperature and a humidity. The light conditions in mixed stands were unfavorable both under stand canopy and in gaps. The highest intensity of light was observed in the centre of gaps. The average air temperature was higher in gaps than under stand canopy. The relative humidity decreased with the increase in gap size. The paper presents the initial results of the study. It was concluded that the investigation should be continued.

LITERATURA

- Ashton M. S., Larson B. C. 1996: Germination and seedling growth of *Quercus* (section *Erythrobalanus*) across openings in a mixed-deciduous forest of southern New England, USA. For. Ecol. Manage, 80: 81-94.
- Caccia F. D., Ballaré C. L. 1998: Effects of tree cover, understory vegetation, and litter on regeneration of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) in southwestern Argentina. Can. J. For. Res., 28: 683-692.
- Canham Ch. D. 1989: Different response to gaps among shade-tolerant tree species. Ecology, 70, 3:548-550.

- Dobrowolska D. 1998: Struktura drzewostanu głównego jako czynnik kształtujący warunki świetlne w odnowieniu naturalnym jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.). Prace Inst. Bad., Leś., 850: 173-188.
- Dobrowolska D. 2006: Rola luk w odnawianiu drzewostanów mieszanych w rezerwacie Jata. Sylwan (w druku).
- Forman T. T. 1987: The ethics of isolation, the spread of disturbance, and landscape ecology. [W:] Landscape heterogeneity and Disturbance (M. G. Turner red.). New York, Springer-Verlag.
- Heinemann K., Kitzberger T., Veblen T. T. 2000: Influences of gap microheterogeneity on the regeneration of *Nothofagus pumilio* in a xeric old-growth forest of northwestern Patagonia, Argentina. Can. J. For. Res., 30:25-31.
- Jaworski A., Zarzycki K. 1983: Ekologia. [W:] Jodła pospolita *Abies alba* Mill. PWN, Warszawa-Poznań.
- Messier C., Puttonen P. 1993: Coniferous and non-coniferous fine-root and rhizome production in Scots pine stands using the ingrowth bag method. Silva Fenn., 27: 209-217.
- Parent S., Messier C. 1996: A simple and efficient method to estimate microsite light availability under a forest canopy. Can. J. For. Res., 26: 151-154.
- Nabuurs G. J. 1996: Quantification of herb layer dynamics under tree canopy. For. Ecol. Manage., 88: 143-148.
- Rebertus A. J., Veblen T. T. 1993: Structure and tree-fall gap dynamics of old-growth *Nothofagus* forests in Tierra del Fuego, Argentina. J. Veg. Science, 4: 641-654.
- Spies T. A., Franklin J. F. 1989: Gap characteristics and vegetation response in coniferous forests of the Pacific Northwest. Ecology, 70: 543-545.
- Włoczewski T. 1968: Ogólna hodowla lasu. PWRiL, Warszawa.