

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA

VOL. XXII, 16

SECTIO C

1967

Z Katedry Botaniki Ogólnej Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS
Kierownik: doc. dr Jan Rydzak

Jan RYDZAK, Krystyna KRYSIAK

Flora porostów Tomaszowa Mazowieckiego

The Lichen Flora of Tomaszów Mazowiecki

WSTĘP

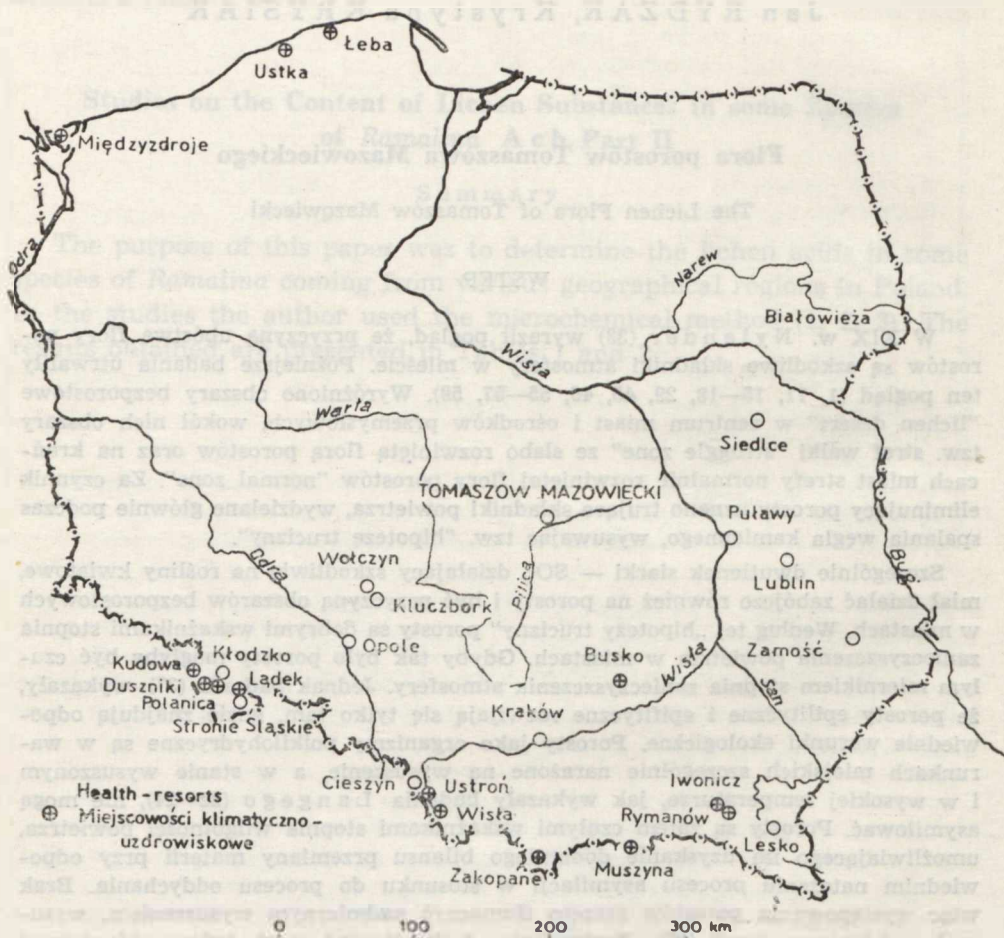
W XIX w. Nylander (33) wyraził pogląd, że przyczyną ubóstwa flory porostów są szkodliwe składniki atmosfery w mieście. Późniejsze badania utrwaliły ten pogląd (1, 11, 15—18, 29, 45, 46, 55—57, 59). Wyróżniono obszary bezporostowe "lichen desert" w centrum miast i ośrodków przemysłowych, wokół nich obszary tzw. stref walki "struggle zone" ze słabo rozwiniętą florą porostów oraz na krańcach miast strefy normalnie rozwiniętej flory porostów "normal zone". Za czynnik eliminujący porosty uznano trujące składniki powietrza, wydzielane głównie podczas spalania węgla kamiennego, wysuwając tzw. "hipotezę trucizny".

Szczególnie dwutlenek siarki — SO_2 , działający szkodliwie na rośliny kwiatowe, miał działać zabójczo również na porosty i być przyczyną obszarów bezporostowych w miastach. Według tej „hipotezy trucizny” porosty są dobrymi wskaźnikami stopnia zanieczyszczenia powietrza w miastach. Gdyby tak było porosty mogłyby być czułym miernikiem stopnia zanieczyszczenia atmosfery. Jednak badania (37) wykazały, że porosty epilityczne i epifityczne rozwijają się tylko tam, gdzie znajdują odpowiednie warunki ekologiczne. Porosty jako organizmy poikilohydryczne są w warunkach miejskich szczególnie narażone na wysuszenie, a w stanie wysuszonym i w wysokiej temperaturze, jak wykazały badania Langego (22—24), nie mogą asymilować. Porosty są zatem czułymi wskaźnikami stopnia wilgotności powietrza, umożliwiającego im uzyskanie dodatniego bilansu przemiany materii przy odpowiednim natężeniu procesu asymilacji w stosunku do procesu oddychania. Brak więc występowania porostów zaczęto tłumaczyć nadmiernym wysuszeniem, wysuwając „hipotezę suszy” (37). Zestawienie dyskusji nad tymi dwiema hipotezami przedstawił Barkman (2) w monografii o ekologii porostów.

Scieranie się poglądów na przyczyny zubożenia flory porostów w miastach zmobilizowało w ostatnim piętnastoleciu lichenologów do podjęcia nowych badań i włączenia się do dyskusji na ten temat (2—10, 12, 19, 20, 22—28, 30—32, 34—36, 38—44, 47—53). Ogólnie można stwierdzić, że jedni lichenolodzy podejmują „hipotezę suszy”, drudzy starają się podtrzymać „hipotezę trucizny”, a inni są zwolennikami obu hipotez. Niniejsza praca jest jeszcze jednym głosem w podjętej dyskusji.

CECHY ŚRODOWISKA

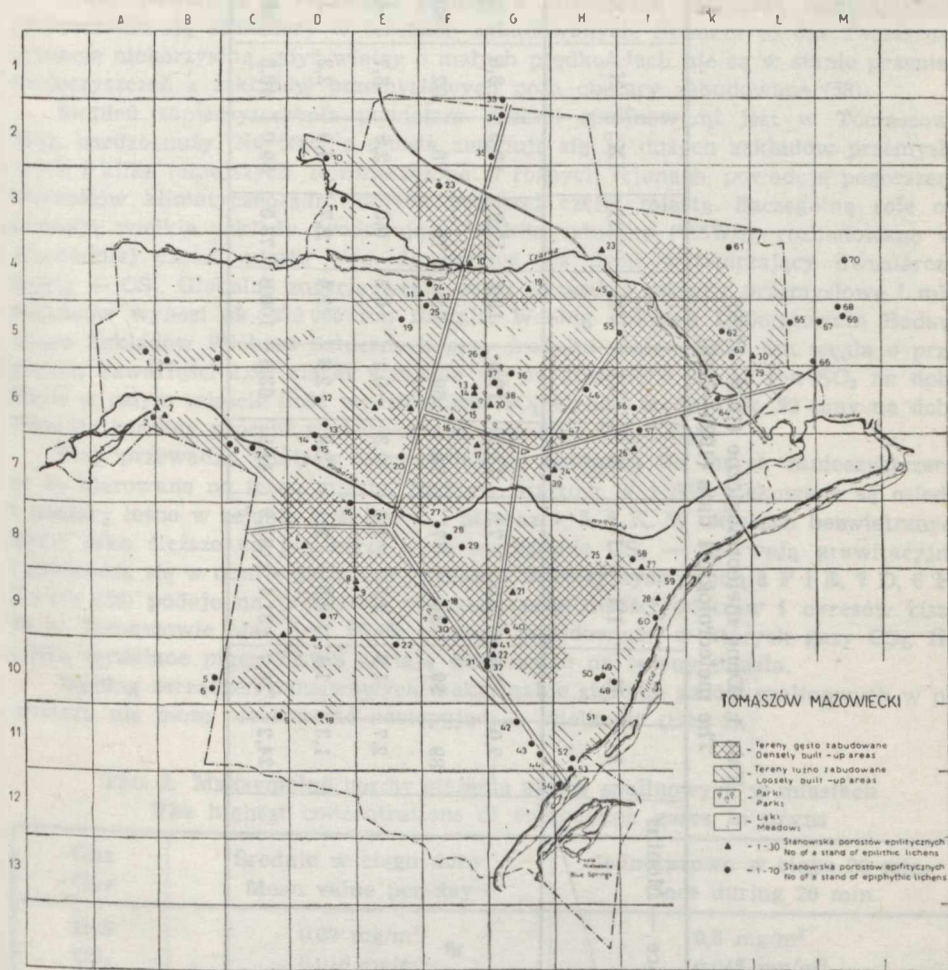
Terenem badań był Tomaszów Mazowiecki — niewielkie miasto, położone na lewym brzegu rzeki Pilicy (ryc. 1), na terenie o urozmaiconym ukształtowaniu pionowym przez doliny rzek Pilicy, Wolbórki, Czarnej i Strugi Luboszewskiej. Wzniesienia między dolinami opadają mniej lub bardziej stromymi i wyraźnymi krańcami ku dolinom. Najwyższe wzniesienie (175—179 m n.p.m.) znajduje się w części N i SW miasta — a najniższy punkt 149 m n.p.m. położony jest przy ujściu Wolbórki do Pilicy (M₆ — ryc. 2). Podłoże stanowią wapienie mezozoiczne



Ryc. 1. Miasta, w których zbadano florę porostów
Towns in which the lichen flora was investigated

przykryte cienkim pokładem osadów czwartorzędowych. Z budową geologiczną terenu mają związek liczne zjawiska krasowe, których przykładem jest okolica Niebieskich Źródeł, piękny wodny rezerwat przyrody (ryc. 2, H_{12/13}). Glebę stanowią przeważnie piaski słabo gliniaste, a w dolinach rzek gleby mułowo-piaszczyste.

Miasto liczy 53 500 mieszkańców, zajmuje obszar 2 002 ha, w tym tereny zabudowane 1 080 ha, pola uprawne i zadrzewienia ok. 849 ha, resztki lasów sosnowych ok. 65 ha i rezerwat 7,4 ha (A—B na ryc. 2 wynosi 0,5 km). Wokół miasta ciągną się rozległe kompleksy suchych i widnych borów sosnowych z domieszką miejscami dębów, brzoza, a w dolinach rzecznych olch.



Ryc. 2. Stanowiska badań w Tomaszowie Mazowieckim
Stands examined in Tomaszów Mazowiecki

Tomaszów Maz. leży na obszarze klimatycznym środkowoeuropejskim, w strefie klimatu Polski środkowej. Niektóre dane meteorologiczne dla stacji Tomaszów—Wilanów z lat 1929—1939 przedstawia tab. 1 (58). Wiatry przeważają z kierunków zachodnich i wschodnich. Osłabienie lokalne wiatrów spowodowane jest układem ulic, konfiguracją terenu i rozmieszczeniem zieleni. Krawędź Wyżyny Łódzkiej osłabia prędkość i zmniejsza częstotliwość wiatrów zachodnich. Obniżenie Wyżyny

Tab. 1. Dane meteorologiczne (1929—1939)
The meteorological data (1929—1939)

Miesiące — Months	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Wartości średnie: Average values of:													
Temperatura w °C Temperature in °C	-2,0	-1,2	2,0	7,3	14,2	17,4	19,1	17,8	13,5	8,6	3,6	-1,2	8,2
Wilgotność względna w % Relative humidity in %	89	89	84	77	72	69	73	75	78	82	88	90	80
Dni mgliste Foggy days	2,7	1,9	2,5	1,2	0,3	0,1	0,2	0,5	2,5	3,7	4,6	4,0	19,9
Dni pogodne Fair days	1,3	1,1	3,3	2,1	2,8	2,8	1,4	2,7	4,9	2,3	1,5	1,1	28,6
Opad w mm Rainfall in mm	24,2	26,7	31,1	33,9	41,9	63,8	100,8	73,5	59,0	46,5	25,4	25,7	491,1

Łódzkiej w kierunku wschodnim i układ SW—NE szerokiej doliny Pilicy umożliwiają swobodniejszy dopływ wiatrom wschodnim w rejon miasta.

Na terenie miasta przeważają wiatry słabe. Wiatrów o prędkości od 0 do 2 m/sek. wieje tu 47,4%, o prędkości od 2 do 5 m/sek. — 32,8%. Bardzo rzadko notowano wiatry silne od 7 do 10 m/sek. — 1,9%, a najmniej, bo tylko 0,3% wiatrów od 10 do 15 m/sek.

Prądy powietrza o szybkości poniżej 3 m/sek. nie sprzyjają samoczynnemu oczyszczaniu się atmosfery w terenach zabudowanych. Stwarza to dla Tomaszowa sytuację niekorzystną, gdyż wiatry o małych prędkościach nie są w stanie przenieść zanieczyszczeń z zakładów przemysłowych poza obszary zabudowane (58).

Stopień zanieczyszczenia powietrza gazami spalinowymi jest w Tomaszowie Maz. bardzo duży. Na terenie miasta znajduje się 10 dużych zakładów przemysłowych i kilka mniejszych. Rozmieszczone w różnych rejonach, powodują pogorszenie warunków klimatyczno-zdrowotnych większej części miasta. Szczególną rolę odgrywają wielkie zakłady produkujące włókna sztuczne (TZWS), rozbudowane we wschodniej części miasta (ryc. 2), mające też dział wytwarzający dwusiarczek węgla — CS_2 . Globalne zużycie węgla przez wszystkie zakłady przemysłowe i mieszkańców wynosi ok. 270 000 ton rocznie. Według obliczeń Laboratorium Badawczego Zakładów Włókien Sztucznych przy średnim spalaniu 600 ton węgla o przeciętnej zawartości 1,5% siarki wydziela się do atmosfery ok. 18 ton SO_2 na dobę. Czyli w całym mieście ilość wydzielonego SO_2 wynosi średnio ok. 22 tony na dobę. Ponadto znaczny procent zanieczyszczeń powoduje CS_2 i H_2S .

Przy przewadze wiatrów wschodnich od listopada do marca zanieczyszczenia te są kierowane na teren miasta. Podczas wiatrów W i SW atakowane są osiedla i obszary leśne w rejonie 3, 4, 5, 6 L i M oraz 4, 5, 6 K. W okresach bezwietrznych gazy, jako cięższe od powietrza — a szczególnie CS_2 — spływają grawitacyjnie i gromadzą się w obniżeniach, tzw. terenach inwersyjnych (rejon 8 F i E, 7 D, 6 H). Zych (28) podaje na podstawie obliczeń częstotliwości wiatrów i okresów ciszy, że w Tomaszowie Maz. jest 55,4% sytuacji pogodowych, w których gazy CS_2 , H_2S i SO_2 wydalone przez TZWS zostają skierowane na tereny miasta.

Według zarządzeń państwowych maksymalne stężenie gazów spalinowych w powietrzu nie może przekraczać następujących wielkości (tab. 2).

Tab. 2. Maksymalne normy stężenia gazów spalinowych w miastach
The highest concentrations of combustion gases in towns

Gaz Gas	Średnio w ciągu doby Mean value per day	Jednorazowo w ciągu 20 min. Once during 20 min.
H_2S	0,02 mg/m ³	0,6 mg/m ³
CS_2	0,015 mg/m ³	0,045 mg/m ³
SO_2	0,3 mg/m ³	0,9 mg/m ³

Analizy powietrza wykonane w różnych punktach miasta wykazały następujące stężenia gazów w mg/m³ (tab. 3, 4, 5). Badania Instytutu Medycyny Pracy przeprowadzone w centrum miasta w odległości 3 km od fabryki wykazały często stężenia tych gazów przekraczające 3-, a nawet 4-krotnie maksymalne średnie normy dobowe dopuszczalne według zarządzeń państwowych (tab. 2). Toteż mieszkańcy rejonów L 4, 5, 6 są stopniowo ewakuowani do dzielnic mniej skażonych tymi gazami. Badania lekarskie wykazały u mieszkańców tej dzielnicy licznie występujące

schorzenia psychiczne, schorzenia układu krążenia, nerwowego, trawienneego, krwionośnego oraz przewlekłe zatrucia. Woda w studniach zawiera związków siarki i w stanie surowym nie nadaje się do spożycia.

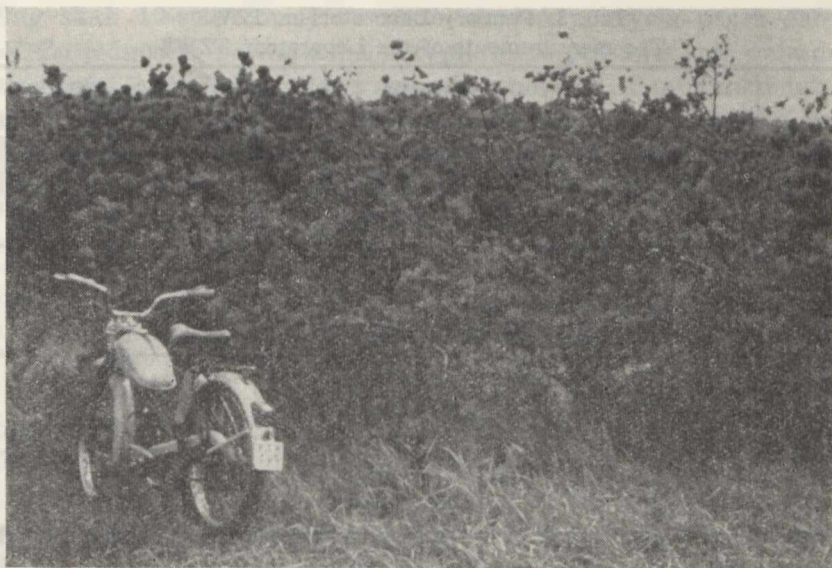
Szkodliwy wpływ gazów daje się wyraźnie zauważyć na roślinności. W rejonie 4, 5, 6 L i 4 K wg danych Instytutu Badawczego Leśnictwa drzewa owocowe były pozbawione liści, owoce na drzewach karłowate, o pomarszczonej powierzchni i zmienionym smaku, liście warzyw z licznymi plamami, żółte i zwiędłe, warzywa znacznie mniejsze niż w innych dzielnicach miasta.

Najbardziej wrażliwe na działanie gazów okazały się drzewa iglaste. Schorzenia sosen są wyraźnie widoczne w rejonach 3, 4, 5 L; 4, 5 M. Objawy schorzeń to: wstrzymanie rozwoju koron, zahamowanie przyrostu masy drzewnej, karłowatość drzewostanu, usychanie igieł i pędów, a następnie powolne zamieranie drzew (ryc. 3). Młodnik *Pinus silvestris*, znajdujący się w odległości 500 m na E



Ryc. 3. Bór sosnowy blisko TZWS (stanowisko 67, rejon M₅)
The wood of *Pinus silvestris* near by TZWS (station 67, region M₅)

od fabryki, ma wyraźnie zahamowany wzrost (ryc. 4). Przeciętna wysokość 18-letnich sosen wynosi 2—2,5 m, podczas gdy drzewa w tym samym wieku poza zasięgiem gazów są 3—4 razy wyższe. Drzewostany *Pinus banksiana* Lam b. w wieku 40 lat mają zaledwie 3 m wysokości, a przy prawidłowym rozwoju powinny



Ryc. 4. Młodnik sosnowy o silnie zahamowanym wzroście (nr 65, L₅)
A young wood of *Pinus silvestris* highly inhibited in its growth (No 65, L₅)

osiągnąć 20—25 m. Osłabione drzewostany stają się obiektem inwazji organizmów pasożytniczych. Stwierdzono masowe pojawianie się *Exroteleia dodecella* L. w zasięgu gazów.

W tych warunkach stosunkowo najbardziej odporne okazały się drzewa liściaste, topole, wierzby, a w miejscach wilgotnych — olchy.

METODA

W latach 1966—1967 przeprowadzono badania nad stanem flory porostów w Tomaszowie Maz. — mieście o wysokim stopniu zanieczyszczenia powietrza gazami spalinowymi.

Przeprowadzono dokładne poszukiwania stanowisk porostów na drzewach i na podłożu mineralnym w mieście i w najbliższej okolicy*.

* Materiały na terenie miasta zbierała Krystyna Krysiak w ramach pracy dyplomowej na stopień magistra botaniki. Materiały z okolic do 5 km od granic miasta zebrał oraz całość opracował i sprawdził Jan Rydzak. Autorzy wyrażają podziękowanie Panom mgr inż. S. Ostrouchowi i S. Jaśkowowi oraz Dyrekcji Tomaszowskich Zakładów Włókien Sztucznych oraz Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej za udzielenie danych o mieście i wyników pomiarów zanieczyszczeń powietrza, a Panu J. Sosnowskiemu za wykonanie zdjęć fotograficznych.

Tab. 3. Pomiary Laboratorium TZWS
The measurements of the Laboratory TZWS

Data Date	Rejon Region	Stężenie Concentration mg/m ³		Tempera- tura Tempera- ture °C	Wilgotność względna Relative humidity %	Wiatr Wind
		CS ₂	H ₂ S			
1961						
10 VII	K ₂ —w lesie	1,1	0,75	17	85,5	W
20 VII	K ₂ — in forest	1,25	0,5	20	64,8	W
15 VII	M ₄	± 0,0	0,15	19	68,6	S
14 VII	H ₈	0,12	0,15	19	86,9	W
20 VII	H ₈	0,66	0,5	20	64,8	W
1967						
17 V	K ₆	0,45	2,28	17,2	—	N
22 V	K ₆	0,46	—	23,2	—	N
27 VI	K ₆	—	0,104	30,2	—	NE
14 VII	K ₆	0,26	—	34,0	—	NE
18 VIII	K ₆	—	0,10	20,0	—	N
27 VI	K ₅	0,24	0,30	20,0	—	NW
27 VII	K ₅	—	—	24,0	—	W
18 VIII	K ₅	—	0,10	18,8	—	N
17 V	L ₄	0,78	0,156	19,8	—	W
22 V	L ₄	0,39	0,294	15,2	—	W
27 VII	L ₄	—	—	26,0	—	W
18 VIII	L ₄	—	0,12	20,2	—	N
17 V	K ₄	0,069	—	19,8	—	N
27 VI	K ₄	—	0,104	30,2	—	NE
14 VII	K ₄	—	—	30,0	—	NE
12 V	K ₈	0,011	—	20,8	—	E
20 V	K ₈	0,060	—	14,4	—	NE
27 VI	K ₆	0,20	0,25	26,6	—	NE
14 VII	K ₆	0,12	—	30,3	—	NE
13 V	I ₅ Dworzec Kolej.	0,053	—	19,0	—	SE
27 VI	I ₅ Railway Station	—	0,26	25,6	—	NE
27 VII	I ₅	—	—	26,0	—	W
28 VIII	I ₅	± 0,0	± 0,0	17,8	—	N
13 V	I ₈	1,2	0,072	18,0	—	N
22 V	I ₈	—	—	21,6	—	NE
29 VI	I ₈	—	0,14	26,0	—	NW
14 VII	I ₈	0,26	—	34,0	—	NE
28 VIII	I ₈	± 0,0	± 0,0	17,8	—	N
22 V	I ₇	0,70	—	18,0	—	NE
29 VI	I ₇	—	0,11	26,0	—	NW
29 VII	I ₇	± 0,0	± 0,0	20,2	—	SE
28 VIII	I ₇	± 0,0	± 0,0	15,8	—	N

Według skali 10-stopniowej oceniano stopień pokrycia przez dany gatunek. Za jednostkę powierzchni przyjmowano powierzchnię pnia drzewa do wysokości 2 m, jedną ścianę słupa betonowego, 1 m² tynku lub część płotu najbardziej porośniętą. Zwracano szczególną uwagę na rozmieszczenie porostów na danym stanowisku oraz na warunki oświetlenia i wilgotności podłóża. Mierzono obwód pnia drzewa na wysokości 130 cm, a w tab. 6 i 7 podano w przybliżeniu średnicę pnia w cm.

Tab. 4. Pomiary Wojewódzkiej Stacji Sanit.-Epidemiologicznej w Łodzi
The measurements of Sanitary-Epidemiologic Laboratory

Data Date	Rejon Region	Stężenie Concentration mg/m ³		Tempera- tura Tempera- ture °C	Wilgotność względna Relative humidity %	Wiatr Wind
		CS ₂	H ₂ S			
1965 4 IX	L ₄	0,06	0,50	20	88	SW
	K ₆	0,05	0,50			SW
	E ₈	—	—			SW
14 IX	L ₄	—	—	19	73	SW
	K ₆	0,12	0,14			SW
	L ₅	—	0,16			SW
9 XI	L ₅	0,08	0,14	8	88	SW
	K ₆	—	0,12			SW
	L ₄	—	—			SW
1966 7 VI	L ₅	0,10	0,15	18	80	W
	K ₆	—	0,10			W
	L ₄	—	0,14			W
3 VII	I ₅ Dworzec Kolej.	—	—	23	82	NW
	I ₅ Railway Station	0,26	—			
3 XI	L ₄	—	—	10	88	—
	L ₅	—	—			—
	K ₆	0,10	0,16			—

W poszukiwaniu porostów przebadano ponad 2 000 stanowisk (pojedynczych drzew, murów, słupów betonowych itd.). Na wielu stanowiskach nie stwierdzono zupełnie obecności porostów. W miejscach ocenionych często spotykano glony. Zarejestrowano i oznaczono na planie miasta te stanowiska, na których znaleziono więcej niż jeden okaz danego gatunku. Takich stanowisk zbadano 617, w tym 374 drzewa, 76 — martwe drewno, 147 — podłoże mineralne.

Wyniki i wnioski oparto na całości badań i obserwacji. Do szczegółowego opisu wybrano tylko część najbardziej charakterystycznych stanowisk porostów: tj. 70 epifitycznych (tab. 7) i 30 epilitycznych (tab. 6). Położenie tych stanowisk zaznaczono na planie (ryc. 2), układając nume-

Tab. 5. Ilość opadającego pyłu w mieście (Wojew. Stacja Sanitarно-Epidemiologiczna w Łodzi)

Quantity of dust falling down in the city

Rejon Region	Rok 1965 Year 1965 ton/km ² /rok ton/km ² /year	Rok 1966 Year 1966 ton/km ² /rok ton/km ² /year
I ₇	74	91
L ₅	265	226
G ₁₀	113	110
H ₆	114	190
E ₈	136	146
F ₆	318	220
E ₇	135	128
E ₈	157	106
D ₇	3527	2431
I ₅ Dworzec Kolejowy Railway Station	230	190

rację kolejno według rejonów pionowych. Poza granicami miasta zbadano wiele drzew w lasach dookoła miasta w odległości do 5 km. Częstotliwość występowania na wszystkich rejestrowanych stanowiskach 35 gatunków epifitycznych przedstawiono w tab. 8, a 19 gatunków epilitycznych w tab. 6.

OPIS WAŻNIEJSZYCH STANOWISK

Według tab. 6 i 7 na szczególną uwagę zasługują następujące stanowiska:

1. W rejonie C₇ — nawet na terenie kompleksu zabudowań — spotykano stanowiska porostów o dość dużym stopniu pokrycia, np. na *Populus*, rosnącej przy placu węglowym i kotłowni, pokrycie od strony rzeki dochodziło do 90%. Występowały nawet pojedynczo okazy *Evernia prunastri*.

2. W części SW miasta (B, C, D — 10, 11) — mimo bliskości lasu i bardzo luźnej zabudowy flora porostów epifitycznych była dość uboga. Jednak na słupach betonowych *Xanthoria parietina* tworzyła duże płyty — do 8 cm średnicy (nr 3, C₉ — tab. 6. ryc. 5).

3. Nr 13, 14, 15 w rejonach D_{6/7}, gdzie wiatry od W przynosiły wilgoć z pól i lasów, niektóre pnie *Salix* i *Populus* do wysokości 1,5 m były miejscami pokryte w 100%, przeważnie przez *Physcia ascendens*.

Tab. 6. Stanowiska gatunków epilitycznych
Station of epilithic species

Nr No.	Gatunek porostu Lichen species	Rejon, numery stanowisk, rodzaj podłoża, stopień pokrycia Region, No. stations, substratum, degree of cover																										Ilość wszystkich stanowisk of all stations																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN	HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB	JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	JJ	JK	JL	JM	JN	JO	JP	JQ	JR	JS	JT	JU	JV	JW	JX	JY	JZ	KA	KB	KC	KD	KE	KF	KG	KH	KI	KJ	KL	KM	KN	KO	KP	KQ	KR	KS	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LI	LJ	LK	LL	LM	LN	LO	LP	LQ	LR	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MI	MJ	MK	ML	MN	MO	MP	MQ	MR	MS	MT	MU	MV	MW	MX	MY	MZ	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH	NI	NJ	NK	NL	NM	NN	NO	NP	NQ	NR	NS	NT	NU	NV	NW	NX	NY	NZ	OA	OB	OC	OD	OE	OF	OG	OH	OI	OJ	OK	OL	OM	ON	OO	OP	OQ	OR	OS	OT	OU	OV	OW	OX	OY	OZ	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PO	PP	PQ	PR	PS	PT	PU	PV	PW	PX	PY	PZ	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH	QI	QJ	QK	QL	QM	QN	QO	QP	QQ	QR	QS	QT	QU	QV	QW	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG	RH	RI	RJ	RK	RL	RM	RN	RO	RP	RQ	RR	RS	RT	RU	RV	RW	RX	RY	RZ	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SI	SJ	SK	SL	SM	SN	SO	SP	SQ	SR	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ	TK	TL	TM	TN	TO	TP	TQ	TR	TS	TT	TU	TV	TW	TX	TY	TZ	UA	UB	UC	UD	UE	UF	UG	UH	UI	UJ	UK	UL	UM	UN	UO	UP	UQ	UR	US	UT	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	VA	VB	VC	VD	VE	VF	VG	VH	VI	VJ	VK	VL	VM	VN	VO	VP	VQ	VR	VS	VT	VU	VV	VW	VX	VY	VZ	WA	WB	WC	WD	WE	WF	WG	WH	WI	WJ	WK	WL	WM	WN	WO	WP	WQ	WR	WS	WT	WU	WV	WW	WX	WY	WZ	XA	XB	XC	XD	XE	XF	XG	XH	XI	XJ	XK	XL	XM	XN	XO	XP	XQ	XR	XS	XT	XU	XV	XW	XX	XY	XZ	YA	YB	YC	YD	YE	YF	YG	YH	YI	YJ	YK	YL	YM	YN	YO	YP	YQ	YR	YS	YT	YU	YV	YW	YX	YY	YZ	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE	ZF	ZG	ZH	ZI	ZJ	ZK	ZL	ZM	ZN	ZO	ZP	ZQ	ZR	ZS	ZT	ZU	ZV	ZW	ZX	ZY	ZZ	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN	HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB	JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	JJ	JK	JL	JM	JN	JO	JP	JQ	JR	JS	JT	JU	JV	JW	JX	JY	JZ	KA	KB	KC	KD	KE	KF	KG	KH	KI	KJ	KL	KM	KN	KO	KP	KQ	KR	KS	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LI	LJ	LK	LM	LN	LO	LP	LQ	LR	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MI	MJ	MK	ML	MN	MO	MP	MQ	MR	MS	MT	MU	MV	MW	MX	MY	MZ	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH	NI	NJ	NK	NL	NM	NN	NO	NP	NQ	NR	NS	NT	NU	NV	NW	NX	NY	NZ	OA	OB	OC	OD	OE	OF	OG	OH	OI	OJ	OK	OL	OM	ON	OO	OP	OQ	OR	OS	OT	OU	OV	OW	OX	OY	OZ	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PO	PP	PQ	PR	PS	PT	PU	PV	PW	PX	PY	PZ	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH	QI	QJ	QK	QL	QM	QN	QO	QP	QQ	QR	QS	QT	QU	QV	QW	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG	RH	RI	RJ	RK	RL	RM	RN	RO	RP	RQ	RR	RS	RT	RU	RV	RW	RX	RY	RZ	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SI	SJ	SK	SL	SM	SN	SO	SP	SQ	SR	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ	TK	TL	TM	TN	TO	TP	TQ	TR	TS	TT	TU	TV	TW	TX	TY	TZ	UA	UB	UC	UD	UE	UF	UG	UH	UI	UJ	UK	UL	UM	UN	UO	UP	UQ	UR	US	UT	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	VA	VB	VC	VD	VE	VF	VG	VH	VI	VJ	VK	VL	VM	VN	VO	VP	VQ	VR	VS	VT	VU	VV	VW	VX	VY	VZ	WA	WB	WC	WD	WE	WF	WG	WH	WI	WJ	WK	WL	WM	WN	WO	WP	WQ	WR	WS	WT	WU	WV	WW	WX	WY	WZ	XA	XB	XC	XD	XE	XF	XG	XH	XI	XJ	XK	XL	XM	XN	XO	XP	XQ	XR	XS	XT	XU	XV	XW	XX	XY	XZ	YA	YB	YC	YD	YE	YF	YG	YH	YI	YJ	YK	YL	YM	YN	YO	YP	YQ	YR	YS	YT	YU	

Objaśnienia (Explanation): B—L — rejon (patrz ryc. 2) — region (see Fig. 2), b — cegła (brick), c — beton (concrete), p — tynk (plaster); 1 = 10% powierzchni (of area), + oznacza więcej niż jeden okaz gatunku porostu (indicates more than one specimen of the lichen species)

Tab. 8. Liczba stanowisk porostów na różnych gatunkach drzew
Number of all lichens stations on the tree species

No.	Gatunek porostu Lichen species	Utunek drzewa Tree species	A	Ac	Al	B	C	P	M	P	Ph	Pe	Po	Pr	Q	R	S	Sc	Sy	T	U	f	Sum
1	<i>Buellia punctata</i> /Hoffm./ Mass.		2	1	6											4	51			1	3		79
2	<i>Candelaria concolor</i> /Dickes./ Stein.															2				2	1		7
3	<i>Candelariella xanthostigma</i> /Ach./ Lett.		4	4	1	6											15			1		26	62
4	<i>Cleonia coniocraea</i> /Floerke/ Spreng.												2										4
5	<i>Evernia prunastri</i> /L./ Ach.			1	3																1		4
6	<i>Lecanora carpinata</i> /L./ Vain.		5	21	2				1							2	2						13
7	<i>Lecanora intumescens</i> /Rehm./ Rabenh.		2	6	1								8			2	20			4	2		68
8	<i>Lecanora caliginea</i> /Schrad./ Zahlbr.				3	1							7				5			2			23
9	<i>Lecanora subfusca</i> Wagn.				1																	31	35
10	<i>Lecanora chloroma</i> /Ach./ Nyl.				12	1							2				1						5
11	<i>Lecanora varia</i> /Hoffm./ Ach.		6	2	3	21	19	5		30	8	2	24			2	3				2		13
12	<i>Lecanora muralis</i> /Schreb./ Rabenh.																					75	206
13	<i>Lecidea olivacea</i> /Hoffm./ Mass.		4	9									6				16				1		2
14	<i>Lecidea scalaris</i> /Ach./ Ach.								3	21	2											18	45
15	<i>Lepraria aspruginosa</i> /Wigg./ Sm.		1	1		1	3			1						1					1		13
16	<i>Lepraria chlorina</i> /Ach./ Ach. ex. Sm.					12																14	4
17	<i>Parmelia glabratula</i> /Lam./ Nyl.																						17
18	<i>Parmelia furfuracea</i> /L./ Ach.			1	10	2			3								1						63
19	<i>Parmelia physodes</i> /L./ Ach.		2	1	1	10	2			8	5						25				3		21
20	<i>Parmelia sulcata</i> Teyl.		6	10	1				1												4	2	3
21	<i>Pertusaria albocana</i> /Audin./ Choisy	Wern.																					1
22	<i>Phlyctis argens</i> /Ach./ Flot.																						14
23	<i>Physcia adscendens</i> /Th. Fr./ Oliv.		20	26	4	3	9	1	1	1							60			5	2	2	163
24	<i>Physcia farrea</i> /Ach./ Badv.																						17
25	<i>Physcia grisea</i> /Lam./ Zahlbr.		17	34	2	3	6	5	1	2							17				9	3	1
26	<i>Physcia orbicularis</i> /Neck./ Poetech.		2	4			1										44			1			183
27	<i>Physcia pulverulenta</i> /Schreb./ Hampa		1	1													4			2	1		21
28	<i>Physcia tellaria</i> /L./ Nyl.		3	19	1	2																	7
29	<i>Physcia tenella</i> /Scop./ DC.					1			1								17				1		67
30	<i>Ramalina fraxinea</i> /L./ Ach.																2						7
31	<i>Rinodina erigena</i> /Ach./ Gray																3						7
32	<i>Ulexia hirsuta</i> /L./ Wigg.		1	1																			3
33	<i>Xanthoria candelaria</i> /L./ Th. Fr.																8						13
34	<i>Xanthoria parietina</i> /L./ Th. Fr.		6	32	1	1			2								27			1	3	1	123
35	<i>Xanthoria polycarpa</i> /Hoffm./ Oliv.			11		1											14						30

Objaśnienia (Explanation): gatunek drzewa patrz tab. 7 (tree species see Table 7)

4. Nr 34, 35 w rejonie G_2 — drzewa *Acer negundo* były pochylone ku E. Na ukośnych powierzchniach od W i od strony miasta, tj. od S stopień pokrycia przez porosty dochodził miejscami do 100%. Plechy *Xanthoria parietina* zrastały się i tworzyły plechy do 10 cm średnicy. Bujnie rosły też *Physcia stellaris*.



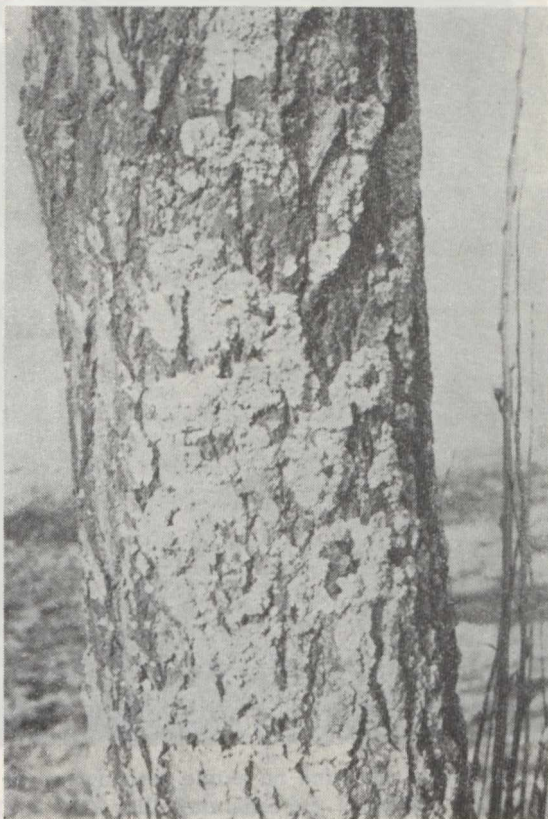
Ryc. 5. *Xanthoria parietina* na słupie betonowym (nr 3, C_3)
Xanthoria parietina on concrete pillar (No 3, C_3)

5. W parku (rej. 8 F) na drzewach stanowiska porostów były nieliczne, choć teren jest obniżony, wilgotny, zacieniony od S•stromym zboczem doliny rzeki. Natomiast na topoli rosnącej na wzniesieniu (nr 29, F 8) pokrycie przez *Xanthoria parietina* i *Physcia ascendens* wynosiło 30%.

6. W centralnej części miasta na wzniesieniu znajduje się cmentarz (rej. $F_3/6$, $G_3/6$), leżący w zasięgu dużych stężeń gazów przy ciszy i przy wiatrach od E (ryc. 2). Na murze cmentarnym *Lecanora albescens* tworzyła duże, zwarte skupienia. Liczne nagrobki były pokryte obficie przez gatunki skorupiaste i listkowate. Plechy *Lecanora muralis* dochodziły do 5 cm średnicy, a *Physcia caesia* miejscami pokrywała nagrobki w 100%. Na drzewach oprócz gatunków skorupiastych spotykano gatunki listkowate z rodzajów *Xanthoria*, *Physcia*, *Parmelia*. Pojedynczo wystę-

powołał też *Evernia prunastri*. Z tego terenu zarejestrowano 54 stanowiska o dobrze rozwiniętej florze porostów epilitycznych i epifitycznych (przykłady nr 26, 13, 14 — $F_{5/6}$, 36, 37, 38 — $G_{5/6}$).

7. Bujną florę porostów stwierdzono na wierzbach i topolach w dolinie rzeki Pilicy. Plechy *Xanthoria parietina* dochodzą do 10 cm średnicy. Spotykano też pojedynczo występujące okazy *Ramalina fraxinea* (nr 42 — G_{11} — ryc. 6; nr 51 — H_{11} — ryc. 7).



Ryc. 6. *Xanthoria parietina* na (on) *Populus* (nr 42, G_{11})

Fot. G. Matysiak

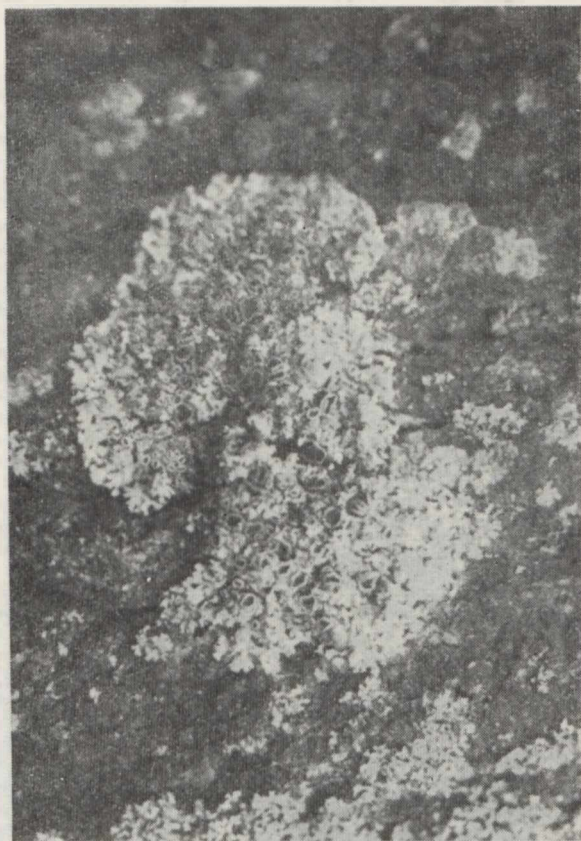
8. Na *Alnus glutinosa* w rej. H_{10} (nr 48—50) rosły obficie gatunki *Lecanora* oraz *Parmelia physodes* i *Parmelia furfuracea* oraz pojedynczo *Usnea hirta* (ryc. 8 i 9 — nr 49, 50, H_{10}). Odległość od TZWS — 2,5 km.

9. Na *Populus* (nr 57, J_6) w odległości ok. 0,6 km od TZWS *Xanthoria parietina* porastała pień w 20% od strony NE.

10. Nisko na pniu *Acer negundo* *Physcia adscendens* zajmowała powierzchnię 20×20 cm², a kilka plech *Xanthoria parietina* posiadało średnicę do 3 cm (nr 64, K_6). Odległość od stanowiska 64 ok. 200 m.

11. Na topolach (nr 62, 63 — K₅), których liście były pożółkłe od SO₂, nisko na pniu rosły obficie *Lecanora varia*, a nawet kilka małych okazów *Xanthoria parietina*.

12. W odległości ok. 200 m na E od terenów badanych nad stawem, gdzie spotkano zamierające olchy (ryc. 10, rej. L₅), dolne części ich pni pokrywały *Lecanora varia* i *Lecanora saligna*.



Ryc. 7. *Physcia stallaris* na (on) *Acer negundo* (nr 51, H₁₁)

13. Las sosnowy w odległości ok. 500 m na E od budynków wykazał wyraźne zahamowanie wzrostu (nr 65 w rej. L₅, ryc. 4), jednak gałęzie i pnie pokrywały *Lecanora varia* — 50%, a miejscami nawet 100% powierzchni.

14. W lesie w odległości ok. 1,5 km na E i NE od zabudowań (nr 67—70, rej. M_{4, 5}, ryc. 3), na pniach sosen, których korony były częściowo zniszczone przez gazy, rosły *Parmelia physodes*, *Lecanora varia*, *Lecidea scalaris*.

15. W kierunku NE w odległości 1,5 km od rejonu M₅ przy szosie do Spały *Parmelia physodes* porastała pnie *Pinus silvestris* w ok. 20% (ryc. 11), a usychający *Carpinus betulus* był pokryty w 70% przez *Pertusaria albescens*, *Parmelia sulcata* —

2 okazy, *Parmelia physodes* — 1 okaz (ryc. 12). Na dwóch okazach *Betula verrucosa* o średnicy 60 cm — *Lecidea scalaris* 100%, *Parmelia physodes* nielicznie. Nieco dalej na terenie wilgotnym wiele drzew *Alnus glutinosa* było porośniętych w 50% przez *Evernia prunastri* i *P. physodes*.

16. W kierunku N w odległości 2 km od rejonu G₁ na sosnach i brzozech znaleziono *P. physodes* — 20% (ryc. 13), a na gałęziach *Cetraria sepincola* (Ehrh.) Ach. z licznymi apotecjami oraz 20% *Lecanora chlarona* (Ach.) Nyl.



Ryc. 8. *Parmelia furfuracea* na (on) *Acer glutinosa* (nr 49, H₁₀)

17. W kierunku SW w odległości 1 km od rejonu C₁₂ na sosnach *Parmelia physodes* porastała pnie w 30% do wysokości 1 m.

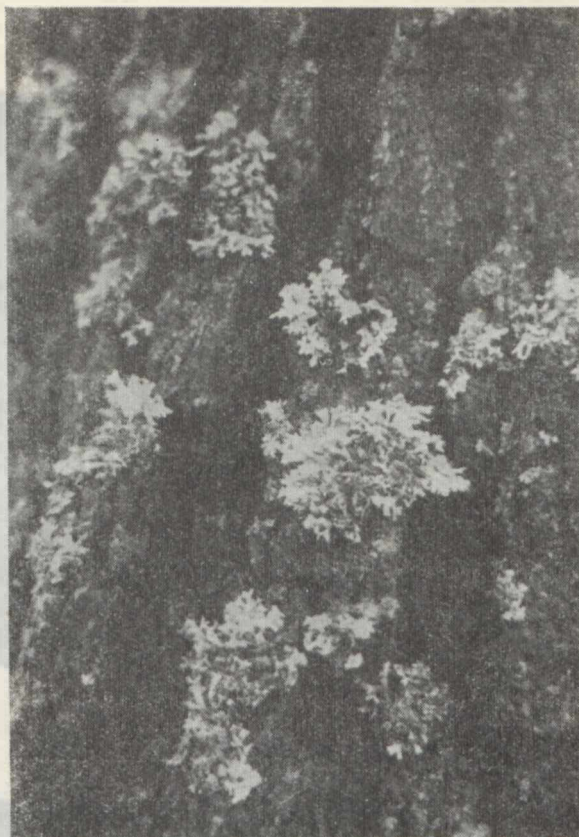
W kierunku SE — w odległości 1 km od rejonu K₉ — w lesie sosnowym *Lecidea scalaris* — 10%, nielicznie *Parmelia physodes* i *P. furfuracea* oraz pojedyncze okazy *Usnea hirta*.

18. W rezerwacie Niebieskie Źródła (rej. H₁₃) na *Alnus glutinosa* rosło kilka dużych okazów *Parmelia caperata* (L.) Ach. Odległość od TZWS wynosi 3,5 km.

Tab. 7. Stanowiska gatunków epifitycznych
Stations of epiphytic species

		Rejon, numer stanowiska, gatunek drzewa, średnica pnia w cm, stopień pokrycia Region, No. of stations, species and diameter of tree in cm, degree of cover																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
No	Gatunek porostu Lichen species	A																		B																		C																		D																		E																		F																		G																		H																		I																		J																		K																		L																		M																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66		67		68		69		70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		A	S	B	R	Pr	Po	B	An	Po	Al	S	S	S	S	S	f	U	Pt	Po	S	f	Ae	Po	An	An	B	C	Po	f	An	An	P	An	An	Q	U	Q	Pb	Sa	f	Po	S	Po	B	f	Po	Al	Al	Al	An	Po	S	f	Po	P	Po	T	An	S	f	Po	Po	An	P	P	P	Pb	P	B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		39	35	38	30	23	25	30	34	54	43	30	49	57	55	53	58	-	35	38	54	76	-	39	64	22	26	43	25	40	-	30	35	13	23	21	57	38	33	9	7	-	42	36	10	54	-	43	60	45	42	21	57	42	38	10	25	30	64	25	64	-	42	50	42	4	18	25	19	18	14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	Buellia punctata /Hoffm./ Mass.	+																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

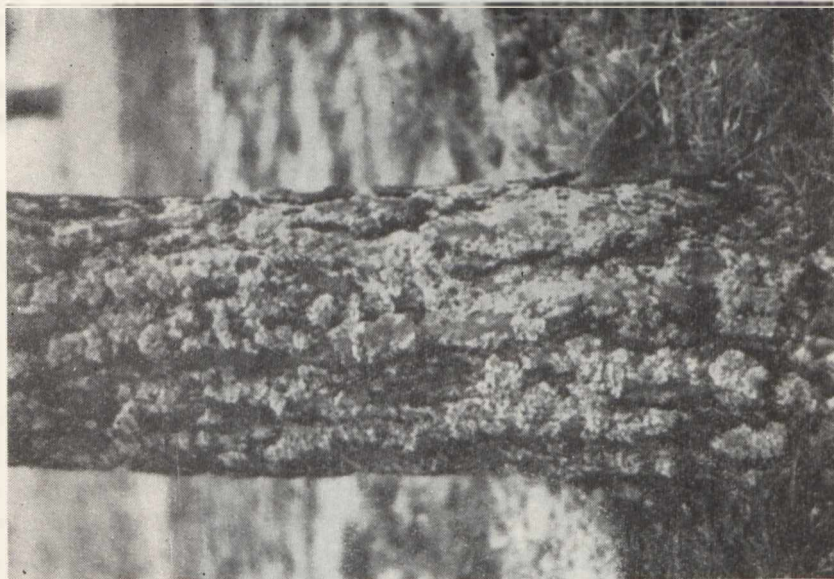
Objaśnienia (Explanation): A—M — rejon (patrz ryc. 2) — region (see Fig. 2), A — *Acer platanoides* L., An — *Acer negundo* L., Ae — *Aesculus hippocastanum* L., Al — *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., B — *Betula verrucosa* Ehrh., C — *Carpinus betulus* L., F — *Fraxinus excelsior* L., M — *Morus alba* L., P — *Pinus silvestris* L., Pb — *Pinus banksiana* Lamb., Pc — *Pirus communis* L., Po — *Populus* sp., Pr — *Prunus cerasus* L., Pt — *Populus tremula* L., Q — *Quercus* sp., R — *Robinia pseudacacia* L., S — *Salix* sp., Sa — *Sambucus nigra* L., Sy — *Syringa vulgaris* L., T — *Tilia cordata* Mill., U — *Ulmus* sp., f — plot (fence); 1 = 10% powierzchni (of area), + oznacza więcej niż jeden okaz gatunku porostu (indicates more than one specimen of the lichen species)



Ryc. 9. *Parmelia furfuracea* na (on) *Acer glutinosa*
(nr 50, H₁₀)



Ryc. 10. Zamierające olchy na brzegu stawu (L₅)
Dying alders (*Alnus glutinosa*) at the border of a pond (L₅)



Ryc. 11. *Parmelia physodes* na pniu sosny
w odległości 1 km od TZWS na NE
Parmelia physodes on the trunk of *Pinus sil-*
vestris at a distance of 1 km from TZWS in NE



Ryc. 12. Pień usychającego grabu w odległości
ok. 1,5 km od rejonu M₅ w kierunku NE
The trunk of dying *Carpinus betulus* at
a distance of 1.5 km from the region M₅ in NE



Ryc. 13. *Parmelia physodes* na (on) *Betula verrucosa* (G₁)

WYNIKI I DYSKUSJA

Z porównania wszystkich stanowisk zbadanych na terenie całego miasta wynika, że nie ma większych obszarów bezporostowych ani stref walki w Tomaszowie Mazowieckim, mimo znacznego zanieczyszczenia powietrza gazami spalinowymi. Chociaż na wielu drzewach w rejonach gęsto zabudowanych nie znaleziono porostów listkowatych, to jednak na niektórych drzewach znajdowano różne gatunki przynajmniej w niewielkiej liczbie okazów. Podobny stan stwierdzono też na krańcach miasta. Przeciętnie flora porostów nadrzewnych w centralnych rejonach gęsto zabudowanych jest uboższa niż na peryferiach, gdzie dochodzi wilgotne powietrze z pobliskich pól i lasów. Natomiast w całym mieście, w miejscach gdzie warunki wilgotności są odpowiednie, znajdowano dobrze rozwinięte porosty listkowate na drewnianych ogrodzeniach oraz porosty epilityczne na starych murach i betonowych słupach ogrodzeń (nr 3, C₉, ryc. 5).

Wobec rozmieszczenia zakładów przemysłowych w różnych punktach miasta nie stwierdzono wpływu zanieczyszczeń powietrza na porosty w zależności od kierunków najczęściej wiejących wiatrów. Wynika to z tab. 6 i 7, w których zestawiono stanowiska z różnych rejonów miasta, wybrane ze względu na najbardziej charakterystyczną florę porostów. Stanowiska porostów spotykano też na terenie zakładów przemysłowych i w najbliższym ich sąsiedztwie na terenie całego miasta, nawet na drzewach wyraźnie uszkodzonych przez gazy spalinowe (nr 65—70). Do rzadkości na tych terenach należały stanowiska porostów krzaczastych (nr 5, 7, 11, 34, 49, 52).

W borach sosnowych poza miastem w promieniu ok. 5 km, gdzie drzewostan był częściowo uszkodzony przez gazy spalinowe, pokrycie drzew przez porosty dochodziło miejscami do 40% (nr 33 — G₁).

Można ogólnie stwierdzić, że 54 gatunki porostów epifitycznych i epilitycznych żyją na wielu stanowiskach w atmosferze zanieczyszczonej przez SO₂, CS₂ i H₂S. Wynika stąd, że stężenie gazów spalinowych nie jest zabójcze dla nich, skoro mogą rozwijać się w tych warunkach nie gorzej niż w środowisku wolnym od zanieczyszczeń.

Szczególnie niekorzystny dla porostów jest kompleks czynników powodujących zmniejszenie wilgotności (22—24). Najbardziej wrażliwe na wysuszenie są gatunki krzaczaste nadrzewne, mniej listkowate, a najmniej skorupiaste. Z tego względu przyczyn nielicznych stanowisk porostów w miastach należy szukać w braku dostatecznej wilgotności. Wobec tego „hipoteza suszy” jest dla autora bardziej przekonująca niż „hipoteza trucizny”. Przeciwno tej ostatniej przemawiają liczne fakty:

1. Na peryferiach miast przemysłowych stężenie SO₂ w powietrzu jest znacznie większe niż wewnątrz małych miast, jednak flora porostów na peryferiach dużych miast jest bogatsza niż w centrum małych miast (3, 30—32, 37—44, 51—53).

2. W dużych miastach na niektórych miejscach bardziej wilgotnych żyją porosty i gazy ich nie zabijają, chociaż dla plech wilgotnych SO₂ jest rzekomo bardziej szkodliwy.

3. Badania Rao i Le Blanca (36) wykazały, że SO₂ w dużym stężeniu powoduje degradację chlorofilu w gonidiach porostów do feofityny. Nie stwierdzono natomiast szkodliwego działania tego gazu na chlorofil w gonidiach porostów rosnących w miastach. Gaz ten nie szkodził również chlorofilowi w glonach *Pleurococcus viridis*, obficie rosnących na drzewach w miastach o dużym stężeniu SO₂, jak Londyn (25), New York (8) ani w wielu innych roślinach w miastach. W zbędnych dotychczas miastach różni badacze znaleźli ponad 100 gatunków porostów. Przypuszczenie, że wszystkie te gatunki są odporne na dzia-

łanie gazów (toxitolerant), jest nieuzasadnione. Albowiem, gdyby wytworzyły się ekotypy odporne na gazy, wówczas mogłyby rozrastać się obficie i pokrywać duże powierzchnie stanowisk w miastach. Znana jest wielka dynamika rozwojowa pospolitych gatunków porostów. Przy braku konkurencji innych roślin nie byłoby czynników ograniczających rozprzestrzenianie się tych ekotypów. A w miastach stwierdzono występowanie porostów tylko na niektórych stanowiskach i w małej liczbie okazów. Widocznie nie są to ekotypy odporne na zanieczyszczenia powietrza, lecz okazy, które osiedliły się w odpowiednich dla nich niszach ekologicznych. Zajmowanie innych stanowisk uniemożliwiają tym gatunkom nie gazy, lecz nieodpowiednie warunki ekologiczne. W lasach pierwotnych również stan flory porostów nie jest jednakowy na wszystkich stanowiskach. Są też stanowiska ubogie w porosty. Zależne to jest tylko od kompleksu warunków ekologicznych. Z powodu podobnych przyczyn flora porostów w miastach nie może być bogata.

4. Le Blanc i Rao (26) działali na porosty przez 24 godziny dwutlenkiem siarki o stężeniu 5 ppm, a Pearson i Skye (34) badali porosty w stężeniach SO_2 od 0,01 do 10,0%, czyli od 100 do 100 000 ppm. Badania wykazały hamujący wpływ SO_2 na proces asymilacji. Z tych badań nie można jednak wyciągać wniosków o ekologii porostów w miastach, w których takich stężeń SO_2 nigdy nie stwierdzano (54). Nawet w Londynie w wyjątkowych warunkach w r. 1952 (54) najwyższe stężenie SO_2 przez krótki czas wynosiło 1,3, a średnio 0,7 ppm, czyli było 6 razy większe niż w normalnych okresach i to było powodem śmierci wielu ludzi. W doświadczeniach wyżej wymienionych autorów porosty w tak silnych stężeniach żyły, co przeczy poglądom, że porosty są szczególnie wrażliwe nawet na ślady SO_2 . Natomiast Lange (22) wykazał, że porosty w stanie wysuszenia nie asymilują. W miastach rzeczywiście istnieją warunki powodujące wysuszenie plech i one głównie utrudniają życie porostom.

5. Gilbert (14) stwierdził, jak podaje Brodo (8), że w *Parmelia saxatilis* zawartość siarki była 1 000 razy większa niż w otaczającym powietrzu. Widocznie działanie SO_2 trwało kilka lat, a jednak badany okaz był żywy.

6. Brodo (6) oraz Le Blanc i Rao (26), posługując się metodą transplantacji porostów z okolic wiejskich do miejskich, stwierdzili, że jedne gatunki porostów zginęły szybciej, inne później. Sądzę, że przenoszenie porostów żyjących w odpowiednich dla nich warunkach ekologicznych do okolic, gdzie tych warunków nie ma, z góry skazane jest na niepowodzenie bez względu na obecność SO_2 w powietrzu.

7. Badania w Tomaszowie Mazowieckim wykazują, że w atmosferze bardzo zanieczyszczonej gazami stan flory porostów nie jest gorszy niż

w małych miastach uzdrowiskowych, jak np. Zakopane (40) lub Międzyzdroje (43).

8. Badania (8, 25, 29), wskazujące na ubożenie flory porostów w miarę powiększania się obszaru miast, dowodzą pogarszania się warunków ekologicznych utrudniających życie porostom. Podobne zjawisko stwierdza się bowiem daleko od miast, w lasach bardzo eksploatowanych gospodarczo, gdzie ubożeje flora porostów i giną niektóre gatunki, zwłaszcza nadrzewne krzaczaste, chociaż powietrze jest tam wolne od gazów spalinowych. Można stąd wnioskować, że głównym czynnikiem umożliwiającym rozwój porostom są odpowiednie warunki ekologiczne środowiska.

WNIOSKI

1. Stan flory porostów w Tomaszowie Mazowieckim — mieście o znacznym zanieczyszczeniu powietrza gazami spalinowymi — jest podobny do stanu w małych miastach uzdrowiskowych w Polsce, w których powietrze nie jest zanieczyszczone. Wobec tego można wnioskować, że stan tej flory nie jest uzależniony od ilości SO_2 w powietrzu, jak wynika z „hipotezy trucizny”.

2. Porosty występują tylko na takich stanowiskach, gdzie ich plechy nie są narażone zbyt często na długo trwające nadmierne wysuszenie i gdzie kompleks czynników mikroklimatycznych danego siedliska umożliwia zdobycie wody w ilości odpowiedniej dla danego gatunku, co przemawia za „hipotezą suszy”. Brak porostów na miejscach sąsiadujących ze stanowiskami dobrze rozwiniętych porostów można wytłumaczyć tylko brakiem odpowiednich warunków ekologicznych.

3. Porosty nie są zatem wskaźnikami zanieczyszczeń powietrza gazami spalinowymi w miastach, lecz wskaźnikami kompleksu czynników mikroklimatycznych, które umożliwiają im w ciągu całego życia utrzymanie na danym stanowisku dodatniego bilansu w procesach asymilacji i oddychania.

PIŚMIENNICTWO

1. Arnold F.: Zur Lichenflora von München. München 1901.
2. Barkman J. J.: On the Ecology of Cryptogamic Epiphytes. Assen 1958.
3. Beschel R.: Flechtenvereine der Städte, Stadtflechten und ihr Wachstum. Ber. d. Naturwiss. — Med. Ver., 52, 1, 1958.
4. Bortenschlager S., Schmidt H.: Luftverunreinigung und Flechtenverbreitung in Linz. Ber. d. Naturwiss.—Med. Ver., 53, 1963.
5. Brightman F. H.: Some Factors Influencing Lichen Growth in Towns. Lichenologist, 1, 1959.
6. Brodo I. M.: Transplant Experiments with Corticolous Lichens Using a New Technique. Ecology, 42, 1961.

7. Brodo I. M.: Field Studies of the Effects of Ionizing Radiation on Lichens. *The Bryologist*, **67**, 1964.
8. Brodo I. M.: Lichen Growth and Cities, a Study on Long Island, New York. *The Bryologist*, **69**, 1966.
9. Butin H.: Physiologisch-Ökologische Untersuchungen über den Wasserhaushalt und die Photosynthese bei Flechten. *Biol. Zentralbl.*, **73**, 1954.
10. Degelius G.: Biological Studies of the Epiphytic Vegetation on Twigs of *Fraxinus excelsior*. *Acta Horti Gotoburgensis*, **27**, 1964.
11. Felföldy L.: A városi levegő hatása az epiphyton-zuzmó-vegetációra Debrecenben (Über den Einfluss der Stadtluft auf die Flechtenvegetation der Bäume in Debrecen). *Acta Geobot. Hung.* **4**, 1942.
12. Fenton A. F.: Lichens as Indicators of Atmospheric Pollution. *Irish Nat. Jour.*, **13**, 1960.
13. Geiger R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht, 3 Aufl. Braunschweig 1950.
14. Gilbert O. L.: Lichens as Indicators of Air Pollution in the Tyne Valley. Pp. 35—47 in "Ecology and the Industrial Society". Oxford 1965.
15. Haugsjå P. K.: Über den Einfluss der Stadt Oslo auf die Flechtenvegetation der Bäume. *Nyt. Mag. Naturvidensk.*, **68**, 1930.
16. Höeg O. A.: Zur Flechtenflora von Stockholm. *Nyt. Mag. f. Naturv.*, **72**, 1934.
17. Jones E. W.: Some Observations on the Lichen Flora of Tree Boles, with Special Reference to the Effect of Smoke. *Rev. Bryol.-Lichenol.*, **21**, 1952.
18. Kajanus B.: Morphologische Flechtenstudien. *Ark. f. Bot.*, **10**, 1911.
19. Klement O.: Zur Flechtenflorula des Kölner Domes. *Decheniana*, **109**, 1956.
20. Klement O.: Die Flechtenvegetation der Stadt Hannover. *Beitr. z. Naturkunde Niedersachsens*, **3**, 1958.
21. Kratzer R. A.: Das Stadtklima. *Wissenschaft*, **90**, 1937.
22. Lange O. L.: Hitze- und Trockenresistenz der Flechten in Beziehung zu ihrer Verbreitung. *Flora*, **140**, 1953.
23. Lange O. L.: Einige Messungen zum Wärmehaushalt poikilohydrer Flechten und Moose. *Arch. f. Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Ser. B.* **5**, 2, 1954.
24. Lange O. L.: Die Photosynthese der Flechten bei tiefen Temperaturen und Frostperioden. *Ber. d. Deutschen Bot. Gesel.*, **45**, 9, 1963.
25. Laundon J. R.: A Study of the Lichen Flora of London. *The Lichenologist*, **3**, 3, 1967.
26. LeBlanc F., Rao D. N.: Réaction de quelques lichens et mousses épiphytiques à l'anhydride sulfureux dans la région de Sudbury. *The Bryologist*, **69**, 1966.
27. Lüdi W., Zoller H.: Mikroklimatische Untersuchungen an einem Birnbaum. *Ber. Geob. Forsch.-Inst. Rübel*, **27**, 1953.
28. Mägdefrau K.: Flechtenvegetation und Stadtklima. *Naturwis. Rundschau*, **6**, 1960.
29. Mattick F.: Die Veränderungen der Flechtenflora von Dresden seit 1799. *Fed. Rep. sp. nov. reg. veg.*, **91**, 1937.
30. Natho Von G.: Zur Verbreitung rindenbewohnender Flechten in Kleinstädten — Ostseebad Kühlungsborn. *Wiss. Zeit. Humboldt-Univ. Math.-Nat. R.*, **13**, 1964.
31. Natho Von G.: Die Verbreitung der epixylen Flechten und Algen im Demokratischen Berlin. *Wiss. Z. Humboldt — Univ. Math.-Nat. R.* **13**, 1964.

32. Natho Von G.: Flechtenentwicklung in Städten (Ein Überblick). *Drudea*, 4, 1965.
33. Nylander W.: Les lichens du Jardin du Luxembourg. *Bull. Soc. Bot. de France*, 13, 1866.
34. Pearson L., Skye E.: Air Pollution Affects Pattern of Photosynthesis in *Parmelia sulcata*, a Corticolous Lichen. *Science*, 148, 1965.
35. Piśút I.: Bemerkungen zur Wirkung der Exhalationsprodukte auf die Flechtenvegetation in der Umgebung von Rudňany (Nordostslowakei). *Biológia*, 17, 1962.
36. Rao D. N., LeBlanc F.: Effects of Sulfur Dioxide on the Lichen Algae, with Special Reference to Chlorophyll. *The Bryologist*, 69, 1, 1966.
37. Rydzak J.: Rozmieszczenie i ekologia porostów miasta Lublina. (Dislocation und Ökologie von Flechten der Stadt Lublin). *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C*, vol. VIII, 9, Lublin 1953.
38. Rydzak J.: The Influence of Small Towns on Lichen Vegetation. Part I. Dolny Śląsk — Kluczbork, Wolczyn, Opole, Cieszyn. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C*, vol. X (1955), 1, Lublin 1956.
39. Rydzak J.: The Influence of Small Towns on Lichen Vegetation. Part II. The West Beskidy: Wisła, Ustroń, Muszyna, Iwonicz, Rymanów, Lesko. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C*, vol. X (1955), 2, Lublin 1956.
40. Rydzak J.: The Influence of Small Towns on Lichen Vegetation. Part III. The Tatra. Zakopane. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C*, vol. X (1955), 7, Lublin 1957.
41. Rydzak J.: The Influence of Small Towns on the Lichen Flora. Part IV. The regions of Lublin, Kielce, Podlasie: Puławy, Zamość, Busko, Siedlce, Białowieża. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C*, vol. X (1955), 14, Lublin 1957.
42. Rydzak J.: The Influence of Small Towns on the Lichen Vegetation. Part V. The Valley of Kłodzko: Kłodzko, Kudowa Zdrój, Duszniki Zdrój, Polanica Zdrój, Łądek Zdrój, Stronie Śląskie. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C*, vol. XI (1956), Lublin 1959.
43. Rydzak J.: The Influence of Small Towns on the Lichen Vegetation. Part VI. The region — Międzyzdroje, Ustka, Łeba. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C*, vol. XI (1956), 16, Lublin 1959.
44. Rydzak J.: Influence of Small Towns on the Lichen Vegetation. Part VII. Discussion and General Conclusions. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C*, vol. XIII (1958), 16, Lublin 1959.
45. Sauberer A.: Die Verteilung rindenbewohnender Flechten in Wien, ein bioklimatisches Großstadtproblem. *Wetter und Leben*, 3, (5/7), 1951.
46. Sernander R.: Stockholms natur.-Uppsala und Stockholm. — (wg Höeg 16).
47. Skye E.: Luftföroreningars inverkan på busk-och bladlavfloran kring skifferoljeverket i närkes Kvarntorp. *Svensk Bot. Tidsk.*, 52, 1, 1958.
48. Skye E.: Epifytfloran och luftföroreningarna (The Epiphyte Flora and Air Pollution). *Statens Natur. Forsk.*, Stockholm 1964.
49. Skye E.: Botanical Indications of Air Pollution. *Acta Phytogeogr. Suecica*, 50, 1965.
50. Schubert R., Fritzsche W.: Beitrag zur Einwirkung von Luftverunreinigungen auf xerische Flechten. *Arch. f. Naturschutz.*, 52, 1965.

51. Steiner M., Schulze-Horn D.: Über die Verbreitung und Expositionsabhängigkeit der Rindenepiphyten in Stadtgebiet von Bonn. *Decheniana*, **108**, 1, 1955.
52. Steiner M.: Rindenepiphyten als Indikatoren des Stadtklimas. *Medizin u. Städtebau*, München 1957.
53. Steiner M.: Wachstums- und Entwicklungsphysiologie der Flechten. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, vol. **XV**, part 1, Springer, Berlin 1959.
54. Thomas M. D.: Die Verunreinigung der Luft. *World Health Organization*, Weinheim 1964.
55. Waarna V. V.: Helsingin kaupungin puinden ja pensaiden Jäkäläkasvisto (Ueber die epiphytische Flechtenflora der Stadt Helsinki). *Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn.*, **5**, 6, 1934.
56. Vareschi V.: Die Epiphytenvegetation von Zürich. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.*, Festband Rübel. **46**, 1936.
57. Vareschi V.: La influencia de las bosques y parques sobre el aire de la ciudad de Caracas. *Acta Cientifica Venezolana*, **4**, 3, 1953.
58. Zawadzka A., Zych St.: Klimat i bioklimat Tomaszowa Mazowieckiego. *Biuletyn Służby Sanitarnej-Epidemiologicznej woj. katowickiego*, nr 3, 1960.
59. Zurzycki J.: Badania nad nadrzewnymi porostami Krakowa i okolicy. *PAU, Documenta Physiographica Poloniae*, nr 24, Kraków 1950.

Флора лишайников Томашува Мазовецкого

Резюме

Томашув Мазовецкий — это небольшой промышленный город (площадь 2002 га, 53 500 жителей). Атмосфера этого города сильно загрязнена газами SO_2 , CS_2 , H_2S , которые замедляют рост и развитие деревьев и даже вызывают их засыхание (рис. 3, 4, 10). Однако состояние флоры лишайников не является там худшим, чем флора лишайников в курортных местах Польши, где воздух не загрязнен этими газами.

Установлено наличие 35 видов эпифитических и 19 эпилитических лишайников на несколько сот местообитаний. Часть этих местообитаний представлена на рис. 2 и табл. 6, 7.

Проведенные исследования показывают, что лишайники не являются организмами, чувствительными к отравляющему действию дымовых газов, а состояние флоры лишайников в городах не зависит от содержания этих газов в воздухе.

В природных условиях состояние флоры в разных местообитаниях неодинаково. Лишайники растут только там, где они находят соответствующие экологические условия. Лишайники, как пойкилогидрильные организмы, могут жить только в таких местах, где соответствующая влажность окружающей среды позволяет им сохранять активный баланс в процессе ассимиляции и дыхания. В городах таких мест мало. Поэтому флора лишайников в городах бедна.

В Томашуве Мазовецком во многих местах лишайники отсутствуют.

ют. Но в соответствующих местах лишайники живут, невзирая на присутствие в воздухе отравляющих газов.

Проведенные исследования противоречат „гипотезе отравляющего вещества”, но подтверждают „гипотезу суши”.

Лишайники являются не показателями загрязнения воздуха газами, а показателями комплекса микроклиматическо-экологических факторов, способствующих их развитию как в городах, так и в природных условиях.

The Lichen Flora of Tomaszów Mazowiecki

Summary

The atmosphere of Tomaszów Mazowiecki — a small industrial town in Poland (area: 2,002 ha, inhabitants: 53,500) — is greatly polluted by gases such as SO_2 , CS_2 and H_2S . These gases inhibit the growth and development of trees and they even cause their withering (Figs. 3, 4, 10). The state of the lichen flora, however, is not less satisfactory under those conditions than that of the lichen flora in spas examined in Poland where the air is not polluted with the gases.

35 species of epiphytic and 19 species of epilithic lichens were found to occur in several stands. Some of them are presented in Fig. 2 and Tables 6 and 7.

The investigations show that lichens are not susceptible to the toxic action of gases and that the state of the lichen flora in towns does not depend on the amount of these gases in the air.

In natural environment the state of the lichen flora is not uniform in various stands. The species of lichens grow only where they find suitable ecological conditions. Lichens as poikilohydric organisms can live only in such sites in which proper humidity of the environment allows them to keep a positive balance of assimilation and respiration process. Such sites are rare in towns.

No lichens were found in many places at Tomaszów Mazowiecki. In suitable stands lichens live despite the presence of "toxic gases".

These investigations disagree with the "toxic gas hypothesis" but they confirm the "drought hypothesis".

Lichens are indicators of a complex of microclimatic-ecological factors stimulating their development in towns as well as under natural conditions.