

DYNAMIKA WZROSTU UPRAW LEŚNO-PLANTACYJNYCH NAWADNIANYCH ŚCIEKAMI MIEJSKIMI

Feliks Białkiewicz, Józef Boćko, Stanisław Nowiński

W ośrodku wrocławskim z inicjatywy prof. Stanisława Baca rozpoczęto badania prowadzone przez prof. Jana Wierzbickiego, a następnie przez dra Wiktora Draguna nad wykorzystaniem ścieków miejskich do produkcji drewna. Omawiane tutaj doświadczenie jest kontynuacją wcześniej rozpoczętych eksperymentów. Wykorzystanie wód w gospodarce leśnej powinno — podobnie jak nawadnianie użytków rolnych — zapewnić oczyszczanie ścieków w środowisku glebowym. Z tego też względu w naszym doświadczeniu zwróciliśmy także uwagę nie tylko na reakcję drzew na nawodnienie ściekami, ale i na wypracowanie metod nawadniania możliwych do zastosowania w różnych warunkach terenowych. Drzewostany w tym względzie mają wyższość nad użytkami rolnymi, ponieważ nie występują tutaj utrudnienia znane w przypadku upraw rolnych, jak np. potrzeba stosowania okresów karencji, wyłączenie z nawodnień pól w czasie sprzętu roślin itd. Dotychczasowe badania wykazały, że na nawadniania ściekami bardzo dobrze reagują drzewa szybko rosnące, w szczególności topole [1, 2, 5-9]. Na powierzchniach nawadnianych ściekami miejskimi w porównaniu z powierzchniami kontrolnymi stwierdzono kilkakrotnie większy przyrost masy drzewnej, który wynosił średnio w ciągu roku ponad 20 m³ grubizny na ha [7]. Również uzyskano dobre wyniki przy nawadnianiu ściekami miejskimi wierzby koszykarskiej i wierzby przeznaczonej na faszynę do robót melioracyjnych — ubezpieczeniowych [1].

W dotychczasowych badaniach sprawdzono reakcję nielicznej grupy drzew na nawodnienie ściekami. Biorąc pod uwagę ważność gospodarczą leśnego wykorzystania ścieków i potrzebę wielokierunkowego przebadania elementów związanych z nawadnianiem ściekami plantacji drzew leśnych, postanowiono zorganizować obiekt doświadczalny do tych celów w Osobowicach pod Wrocławiem. Badania są prowadzone wspólnie przez Akademię Rolniczą we Wrocławiu (Instytut Melioracji Rolnych i Leś-

nych), Instytut Badawczy Leśnictwa w Warszawie (Zakład Gospodarki Wodnej) i Zakład Ochrony Przyrody PAN we Wrocławiu. Obiekt został zlokalizowany w pradolinie Odry w obrębie wrocławskich pól irygowanych (rysunek).

Doświadczenie założono w dwóch rzutach: A — w roku 1970 (kwatery 1-22) i B — w 1972 (kwatery 23-42). Na pierwszej części obiektu (A) zalega piasek słabo gliniasty o poziomie wody gruntowej 2-3 m. Wskutek kilkudziesięcioletniego nawadniania ściekami miejskimi w wierzchniej warstwie gleby nagromadziła się substancja organiczna, której zawartość w sąsiedztwie rowu nawadniającego waha się w granicach 2-6⁰/₀, a na końcowych odcinkach kwater nawadnianych obniża się do 1-2⁰/₀ s.m. gleby. Natomiast na kwaterach drugiego rzutu (doświadczenie B) zalega gleba zwięźlejsza, którą zaliczyć można do glin lekkich. Odznacza się jednak ona dużą zmiennością, co opisano w jednej z poprzednich prac [1].

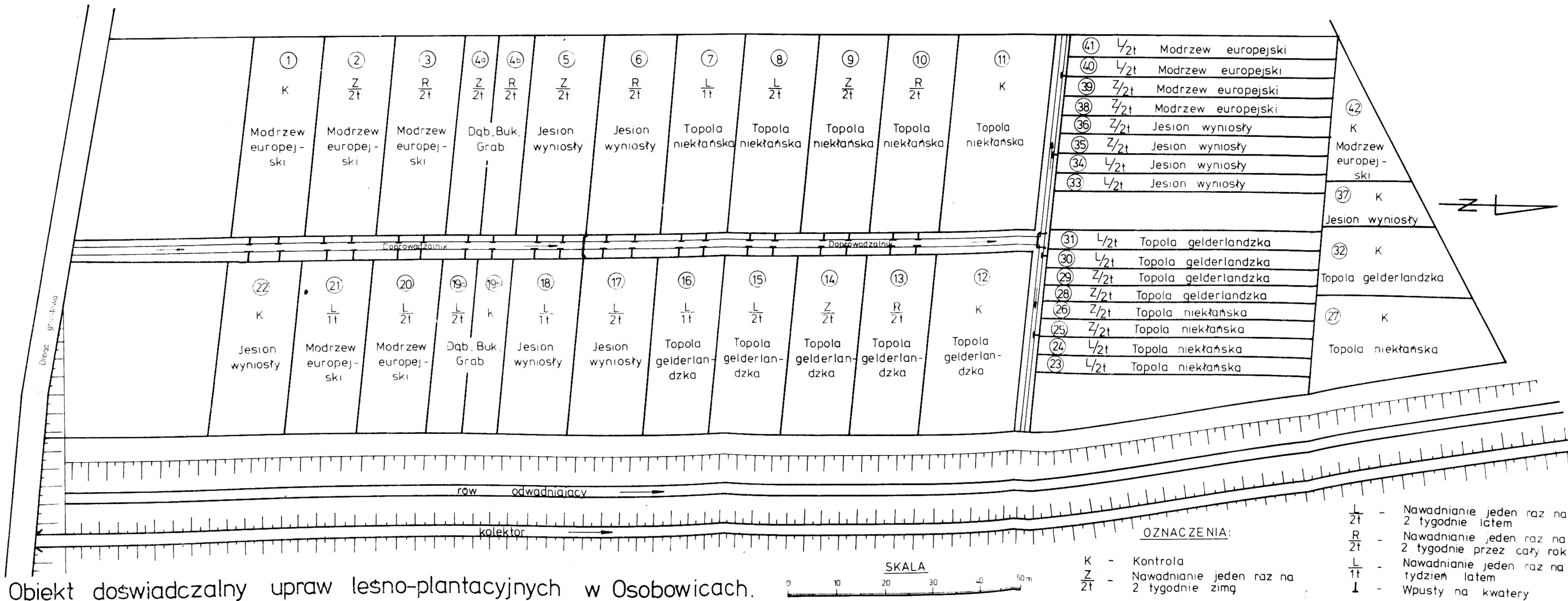
W doświadczeniu pierwszym (rok założenia 1970 r.) objęto badaniami następujące gatunki drzew:

topolę niekłańską (*Populus robusta*),
 topolę gelderlandzką (*Populus gelrica*),
 jesion wyniosły (*Fraxinus excelsa*),
 modrzew europejski (*Larix europea*).

Na poletkach plantacji topolowych zastosowano więźbę sadzenia 3,6 × 3,6 m. Natomiast modrzew i jesion sadzono w więźbie 1,8 × 1,8 m. Obiekt przystosowano do nawodnienia bruzdowego przy rozstawie bruzd 1,8 m i głębokości 0,2-0,3 m. Na plantacjach prowadzono zabiegi pielęgnacyjne — w pierwszych latach motykowanie placówek i wykaszanie roślinności trawiastej. Ponadto dwukrotnie wykonano podkrzesywanie, w 1973 i 1974 roku. W doświadczeniu tym dla wszystkich wymienionych gatunków drzew wprowadzono pięć kombinacji nawodnień (rysunek):

- kontrola (nie nawadniana),
- nawadnianie całoroczne w odstępach 2-tygodniowych,
- nawadnianie wegetacyjne w odstępach 1-tygodniowych,
- nawadnianie wegetacyjne w odstępach 2-tygodniowych,
- nawadnianie pozawegetacyjne w odstępach 2-tygodniowych.

W założeniach przyjęto wysokość pojedynczych dawek polewowych 100 mm. Jednakże w określonych warunkach (duża przepuszczalność gleby i mały spadek powierzchni, około 2⁰/₀) nie udało się przeprowadzić nawodnienia tak stosunkowo niskimi dawkami. W praktyce, w doświad-



Rys. Obiekt doświadczalny upraw leśno-plantacyjnych w Osobowicach

zeniach pierwszego rzutu, dawki nawadniające okazały się przeszło dwukrotnie wyższe. Nie zrealizowano również ściśle ilości nawodnień według założonego harmonogramu. Rzeczywistą ilość nawodnień w ciągu roku, a także dynamikę przyrostu wysokości i grubości drzew zestawiono w tabeli 1.

ANALIZA WYNIKÓW

Przedstawione w pracy wyniki badań wpływu nawadniania ściekami na wzrost niektórych gatunków drzew obejmują niepełny (początkowy) cykl rozwojowy; na glebie piaszczystej 6-letni, a na glinie lekkiej jeszcze krótszy, 4-letni od daty posadzenia sadzonek. Mimo krótkiego okresu trwania doświadczenia stwierdzono wyraźnie dodatni wpływ nawadniania ściekami na rozwój wszystkich gatunków drzew objętych doświadczeniem (tab. 1, 2).

Na pierwszej części obiektu (A), na glebie piaszczystej nie udało się w pełni wyeliminować przesieków z rowu nawadniającego na kwatery, w tym także na kwaterę kontrolną. Tak więc kombinacja kontrolna nie jest w pełni wyłączona od działania ścieków (podsiąki), a tym samym przedstawione wyniki badań w tabeli 1 nie odzwierciedlają w pełni różnic we wzroście drzew, jakie miałyby miejsce na kwaterach nawadnianych ściekami i na całkowicie odizolowanych od działania ścieków. Poza tym zaobserwowano na kwaterach doświadczenia A znacznie intensywniejszy wzrost drzew w pobliżu rowu nawadniającego i to we wszystkich kombinacjach nawadniania.

Zjawisko to należy tłumaczyć, oprócz wspomnianym dodatkowym działaniem ścieków w postaci podsiąku z doprowadzalnika, również większą żyznością gleby w pobliżu rowu nawadniającego. Jak już stwierdziliśmy przy opisie gleb, kwatery w pobliżu wypustów posiadają kilkakrotnie większą zawartość substancji organicznej w wierzchniej warstwie gleby, niż kwatery końcowe. Nie wyklucza się też tutaj wpływu nierównomiernego nawadniania wzdłuż bruzd nawilżających, co należy przebadać w dalszym ciągu trwania doświadczenia. Przedstawione wyniki badań w tabeli 1 i 2 są wartościami średnimi obliczonymi na podstawie wszystkich egzemplarzy z całych powierzchni kwater poszczególnych kombinacji.

WNIOSKI

1. Nawadnianie ściekami miejskimi wpłynęło dodatnio na wzrost wszystkich badanych gatunków drzew — topolę niekłańską, topolę gelderlandzką, jesion wyniosły i modrzew europejski.

T a b e l a 1

Dynamika wzrostu upraw plantacyjnych na madach lekkich nawadnianych ściekami miejskimi w Osobowicach

Rodzaj uprawy*	Kwatura nr	Kombinacje (okresy nawodnień)	Wysokość drzewek, cm								Wzrost` Grubość pierśnicowa, mm					
			1970		1971		1972		1973		1974		1975		Wzrost grubości XI	Wzrost grubości XI
			XI	XI	XI	XI	XI	XI	XI	XI	XI	XI	XI	XI		
Topola niekłańska (<i>Populus robusta</i>)	11	kontrola	174	305	473	636	804	996	100	100	74	97	123	100	100	
	10	rok — 24 nawod- nień	183	380	571	786	929	1085	109	109	103	123	143	116	116	
	7	lato — 20 nawod- nień	158	371	460	656	809	979	98	98	82	108	126	102	102	
	8	lato — 10 nawod- nień	168	370	535	732	861	1002	101	101	90	112	131	106	106	
	9	zima — 10 nawod- nień	160	320	476	635	771	910	91	91	71	91	107	87	87	
Topola gelderlandzka (<i>Populus gerlica</i>)	12	kontrola	108	142	216	278	—	—	100	100	25	34	51	100	100	
	13	rok — 24 nawod- nień	105	167	267	531	—	—	191	191	58	91	123	241	241	
	16	lato — 20 nawod- nień	110	166	332	529	—	—	190	190	62	91	126	247	247	
	15	lato — 10 nawod- nień	113	147	301	472	—	—	169	169	49	78	109	214	214	
	14	zima — 10 nawod- nień	102	133	224	355	—	—	127	127	31	54	79	155	155	

Jesion wyniosły (<i>Fraxinus excelsa</i>)		22	kontrola	66	75	89	125	155	198	100	—	10	15	100
6	rok — 24 nawod- nień	68	79	126	228	341	482	243	—	—	—	34	49	327
18	lato — 20 nawod- nień	70	83	117	169	260	349	176	—	—	—	24	35	233
17	lato — 10 nawod- nień	74	88	131	204	308	423	214	—	—	—	28	42	280
5	zima — 10 nawod- nień	73	85	108	171	266	363	183	—	—	—	25	37	247
Modrzew europejski (<i>Larix europaea</i>)		1	kontrola	28	43	81	121	153	205	100	—	—	—	—
3	rok — 24 nawod- nień	23	48	90	148	210	296	144	—	—	—	—	—	—
21	lato — 20 nawod- nień	28	55	93	148	202	283	138	—	—	—	—	—	—
20	lato — 10 nawod- nień	25	44	78	122	169	255	124	—	—	—	—	—	—
2	zima — 10 nawod- nień	29	55	106	163	212	289	141	—	—	—	—	—	—

* Termin sadzenia — wiosna 1970 r.

Tabela 2

Dynamika wzrostu upraw plantacyjnych na madzie średniej nawadnianej ściekami miejskimi w Osobowicach

Rodzaj uprawy*	Kwatera nr	Okres nawodnień	Wysokość drzewek, cm						Wzrost		Grubość piersni- cowa, mm		Przyrost %
			1972	1972	1973	1974	1975	%	1974	1975			
			IV	XI	XI	XI	XI						
Topola niekłańska (<i>Populus robusta</i>)	27 23, 24 25, 26	kontrola lato zima	161 183 163	190 236 209	206 384 402	259 566 570	353 813 777	100 230 220	18 66 66	26 92 91	100 354 350		
Topola gelderlandzka (<i>Populus gelrica</i>)	32 31, 30 29, 28	kontrola lato zima	165 162 158	193 215 209	216 307 365	284 450 525	365 603 724	100 165 198	18 49 58	28 79 89	100 282 318		
Jesion wyniosły (<i>Fraxinus excelsa</i>)	37 33, 34 35, 36	kontrola lato zima	78 76 79	87 92 94	116 133 138	148 227 215	186 300 292	100 161 157	— — —	14 28 29	100 200 207		
Modrzew europejski (<i>Larix europaea</i>)	42 41, 40 39, 38	kontrola lato zima	15 18 22	24 34 42	38 62 70	50 81 98	— 143 159	100** 162 196	— — —	— — —	— — —		

* Termin sadzenia — wiosna 1972 r.

** Obliczenia przyrostu dotyczą pomiarów z listopada 1974 roku.

a) Małe zróżnicowanie we wzroście topoli niekłańskiej w poszczególnych kombinacjach nawadniania na glebie lekkiej jest wynikiem stosunkowo dużych przyrostów na rzekomej zerówce, spowodowanych podsiąkiem z rowu nawadniającego — kwatery 9. Ten sam gatunek topoli w drugim rzucie doświadczenia na glinie lekkiej na kwaterach nawadnianych wykazuje przyrosty wysokości przeszło dwukrotnie większe w porównaniu z kontrolą (tab. 2). Grubość przyrostu pierśnicy była nawet trzykrotnie większa.

b) Topola gelderlandzka na glebach lekkich nawadnianych ściekami dała przyrosty wysokości prawie dwukrotnie wyższe w stosunku do kontroli, a przyrost grubości pierśnicowej przeszło dwukrotnie większy (tab. 1). Podobnie kształtowały się przyrosty wysokości tego gatunku drzewa i grubości pierśnicowej w wyniku nawadniania ściekami na glinie lekkiej (tab. 2).

c) Jesion wyniosły na glebach lekkich również dobrze rozwijał się wskutek nawadniania ściekami. W porównaniu z kontrolą przyrosty wysokości były średnio dwukrotnie większe, a przyrosty grubości pierśnicowej około trzykrotnie większe. Natomiast na lekkiej glinie przyrosty jesionu na kombinacjach nawadnianych, chociaż były wyraźnie lepsze niż w przypadku kontroli, to jednak mniej zróżnicowane. Stwierdzono przyrosty wysokości około 50%, a grubości pierśnicowej o 100% większe w stosunku do kwater nie nawadnianych (tab. 2). Stosunkowo mniej wyraźne przyrosty jesionu wyniosłego w wyniku nawadniania na glinie lekkiej należy tłumaczyć tym, że ten gatunek drzewa dobrze rozwija się na tej glebie bez nawodnienia.

d) Modrzew europejski na glebie piaszczystej wskutek nawodnienia ściekami dawał wyraźne przyrosty wysokości, które jednak nie osiągały 50% w stosunku do kontroli (tab. 1). Natomiast na glinie lekkiej przyrosty wysokości modrzewia europejskiego przekraczały 50% w porównaniu z kombinacją nie nawadnianą.

2. Stwierdzono dodatnie działanie ścieków na rozwój drzew nie tylko w wyniku nawodnień wegetacyjnych, ale również całorocznych, a nawet wyłącznie pozawegetacyjnych. Nawadniania zimowe ściekami wpłynęły dodatnio na wzrost wszystkich badanych gatunków drzew, z wyjątkiem topoli niekłańskiej na glebie piaszczystej. Przyczyną było jednak nie ujemne oddziaływanie nawodnień zimowych na wzrost tego gatunku drzewa a skażenie obrazu w wyniku działania podsiąku na zerówce, o czym wspomniano na początku tego rozdziału.

3. Badania, mimo że nie są jeszcze zakończone, nie obejmują pełnego cyklu wzrostu drzew. Wskazują, że plantacje topoli niekłańskiej i gelderlandzkiej, modrzewia europejskiego i jesionu wyniosłego mogą odegrać poważną rolę w całorocznym odbiorze ścieków miejskich.

LITERATURA

1. Białkiewicz F., Nowiński S.: Wpływ nawodnień nawożących ściekami na wysokość i jakość plonu wierzb krzewiastych. Prace IBL, Warszawa 1968.
2. Białkiewicz F.: Możliwości wykorzystania ścieków miejskich w gospodarstwie leśnym (doświadczenia lizymetryczne). Prace IBL, Warszawa 1974.
3. Białkiewicz F.: Oczyszczanie i wykorzystanie w gospodarstwie leśnym ścieków z produkcji płyt pilśniowych. Badania lizymetryczne. Prace IBL, Warszawa 1974.
4. Boćko J.: Gleba jako środowisko oczyszczania ścieków. Roczn. glebozn. t. XV, z. 2, 1935.
5. Czyżyk W.: Oczyszczanie ścieków celulozowo-papierniczych posiarczynowych za pomocą rolniczego wykorzystania na polach nawadnianych. Praca doktorska, Wrocław 1972.
6. Dragun W.: Korzyści z nawodnienia plantacji topolowych wodami ściekowymi. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 47, 1964.
7. Dragun W.: Nawodnienie plantacji topoli jako element całorocznego rolniczego wykorzystania miejskich wód ściekowych. Praca doktorska, Wrocław 1973.
8. Kosturkiewicz A., Nowiński S.: Badania wpływu nawadniania miejskimi wodami ściekowymi na wzrost drzewostanu sosnowego. Zesz. nauk. WSR Wroc., 13, 1958.
9. Wierzbicki J., Dragun W.: Wykorzystanie wód ściekowych do nawodnienia plantacji topolowych. Roczn. Nauk rol. t. 72, ser. F, z. 4, 1968.

Ф. Бялкевич, Ю. Боцько, С. Новиньски

ДИНАМИКА РОСТА ЛЕСНЫХ ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУР ОРОШАЕМЫХ ГОРОДСКИМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Резюме

В особовицах около Вроцлава основано плантации деревьев *Populus robusta*, *Populus gelrica*, *Fraxinus excelsa* и *Larix europaea* чтобы исследовать какое воздействие на эти породы имеет орошение городскими сточными водами.

Деревца посажено на двух видах почв: на песках и суглинках. Испытания показали, что все указанные породы хорошо принимают орошение сточными водами — так на песчаных как и глинистых почвах. Обе породы тополя (*P. robusta*, *P. gelrica*) в комбинациях орошаемых сточными водами имели прирост по высоте два раза больше чем на контрольных площадях, а прирост по диаметру даже в три раза больше. В комбинациях орошаемых сточными водами не констатировано основных различий прироста на песках и суглинках.

Ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsa*) на песчаных почвах в результате орошения сточными водами имел такой большой прирост как и тополи — по высоте два раза больше а по диаметру три больше по сравнению с контролем. На суглинках приросты ясеня не отличались так сильно — в комбинациях орошаемых сточными водами, по сравнению с контролем прирост по высоте был на 50% больше а по диаметру на 100%.

Лиственница европейская (*Larix europaea*) на песчаных почвах имела при-

росты около 50% больше по сравнению с неорошаемой площадью, а на суглинках незначительно больше.

Сконстатировано положительное влияние городских сточных вод на развитие испытываемых деревьев не только в результате вегетационного орошения но тоже после вегетационного периода.

F. Białkiewicz, J. Boćko, S. Nowiński

GROWTH DYNAMICS OF FOREST PLANTATIONS IRRIGATED WITH MUNICIPAL SEWAGE

Summary

Plantations of *Populus robusta*, *Populus gelrica*, *Fraxinus excelsior*, and *Larix europaea* were established at Osobowice near Wrocław in order to examine the response of trees mentioned upon the irrigation with municipal sewage.

Seedlings were planted on two kinds of soil — sands and sandy loams. Studies indicated that all tree species mentioned positively respond to irrigation with sewage, both on sandy soils and sandy loams. Both poplar species (*P. robusta* and *P. gelrica*) gave height growths more than twice greater in combinations irrigated with sewage when compared to control areas, and d.b.h. growth even three times greater. No significant differences in growth were found in combinations irrigated with sewage between those on sands and sandy loams.

European ash (*Fraxinus excelsior*) on sandy soils as a result of irrigation with sewage gave similarly great growth as poplars, by twice greater in height and thrice in d.b.h. increment, when compared to control. On sandy loam the growth of ash was not so differentiated; in combinations irrigated with sewage, heights were by 50% greater and d.b.h. by 100% greater than in control.

In the European larch (*Larix europaea*) on sandy soils height growth was by about 50% greater when compared to unirrigated are, while on sandy loam is was only slightly greater.

Favourable impact of municipal sewage upon the development of the trees studied was found not only as a result of irrigation during vegetation season, but also outside it.

Doc. dr *Feliks Białkiewicz*

Instytut Badawczy Leśnictwa — Zakład Gospodarki Wodnej
ul. Wery Kostrzewy 3, 02-362 Warszawa
Kierownik Zakładu: doc. dr *Feliks Białkiewicz*

Prof. dr hab. *Józef Boćko*

Akademia Rolnicza, Instytut Melioracji Rolnych i Leśnych
Pl. Grunwaldzki 24, Wrocław
Dyrektor Instytutu: prof. dr hab. *Stanisław Marcilonek*

Dr inż. *Stanisław Nowiński*

Zakład Ochrony Przyrody PAN — Stacja Sudecka
ul. Rynek 60, Wrocław

Kierownik Zakładu: prof. dr hab. *Kazmierz Zabierowski*