

## BADANIA PORÓWNAWCZE DYNAMIKI WZROSTU I GROMADZENIA BIOMASY U DRZEW LEŚNYCH ROSNĄCYCH W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWADNIANIA I NAWOŻENIA

*Maria Kosińska*

### WSTĘP

Produkcja masy organicznej u drzew leśnych zależy między innymi od zaspokojenia ich wymagań wodnych i pokarmowych [8]. Prawidłowa gospodarka wodno-nawożeniowa powinna zatem opierać się na znajomości potrzeb danego gatunku i wieku roślin, uwzględniać przeznaczenie produkcyjne oraz warunki panujące w siedlisku. Większość powierzchni zajmowanych przez nasze lasy stanowią siedliska ubogie. Zmusza to do poszukiwania takich sposobów nawadniania i nawożenia, które byłyby optymalne dla roślin i opłacalne ekonomicznie.

Wykorzystanie komunalnych ścieków rzeki Ner, dostarczających jednocześnie wodę i składniki mineralne, jest od 1967 r. przedmiotem badań w Stacji Terenowej IBL w Puczniewie. Uzyskane wyniki pozwalają już na ustalenie dawek działających dodatnio na wiele gatunków drzew w różnej fazie wzrostu i rozwoju [3]. Racjonalne stosowanie ścieków miejskich wymaga jednak bardziej szczegółowych danych o wpływie, jaki ta forma nawadniania i nawożenia wywiera na organizm rośliny.

Celem podjętych w tym kierunku badań było określenie dynamiki wzrostu i gromadzenia biomasy, prześledzenie niektórych procesów fizjologicznych u roślin drzewiastych nawadnianych i nawożonych ściekami miejskimi i porównanie ich z reakcją roślin, zaopatrywanych w czystą wodę i żywionych mineralnie sposobem tradycyjnym. Do doświadczeń użyto trzy gatunki różniące się dość istotnie wymaganiami wodno-pokarmowymi: topolę, modrzew i sosnę.

## MATERIAŁY I METODY BADAŃ

Doświadczenie założono na izolowanych folią poletkach o wymiarach 5×5 w Stacji Terenowej IBL w Puczniewie. Bezpieńki topoli mieszańcowej (*Populus robusta* Schn.) wysadzono, a sosnę (*Pinus silvestris* L.) wysiano wiosną 1973 r., jednoroczne zaś sadzonki modrzewia (*Larix europea*) wprowadzono na poletka na początku okresu wegetacji 1974 roku. Wyjściowa liczba roślin na każdym poletku wynosiła: topoli — 361 drzewek, modrzewia — 1081, sosny — około 3000 roślin.

Zgodnie z założeniami i schematem doświadczenia [7] zabiegi wodno-nawożeniowe stosowano 4 razy w miesiącu, od maja do września włącznie, co odpowiada 20 polewom w okresie wegetacji. Częstotliwość ta dotyczy zarówno nawadniania, tj. wszystkich kombinacji nawadnianych ściekami lub wodą czystą, jak i nawożenia, czyli kombinacji nawożonych ściekopodobną dawką składników mineralnych. Obliczanie dawek N, P, K, Ca, Mg, Na i Cl odpowiadających zawartości tych pierwiastków w jednorazowym polewie ściekowym, oparto na danych z analiz ścieków miejskich, uzyskanych z Zakładu Gospodarki Wodnej IBL. Tak ustaloną dawkę nazwano umownie „dawką ściekopodobną”. Rośliny, którym starano się stworzyć optymalne warunki zaopatrzenia w składniki pokarmowe pod względem wysokości dawki [1, 2, 6, 8] i terminu jej stosowania („nawożenie mineralne klasyczne”), otrzymały wszystkie sole mineralne przed fazą silnego wzrostu w dwóch dozach — w maju i czerwcu. Ilości poszczególnych składników mineralnych, które otrzymały rośliny kombinacji klasycznych i ściekopodobnych w całym sezonie wegetacyjnym podano w tabeli 1. Topola, modrzew i sosna rosnące na poletkach nie nawadnianych i nie nawożonych stanowiły kontrolę.

W ciągu trzech okresów wegetacji dokonywano co tydzień pomiarów przyrostu pędu głównego topoli na 10 wytypowanych na każdym poletku drzewkach. Ocenę dynamiki wzrostu i gromadzenia biomasy przeprowadzono na podstawie pomiarów suchej masy tak całych roślin, jak i po-

Tabela 1

Dawka sezonowa składników mineralnych w kombinacjach nawożonych klasycznie i ściekopodobnie (w gramach, w czystym składniku na poletko)

Rodzaj nawożenia	Składniki						
	N	P	K	Mg	Ca	Na	Cl
Nawożenie klasyczne							
topola	240	300	350	90			
gatunki iglaste	240	270	240	90			
Nawożenie ściekopodobne							
topola i gatunki iglaste	153	30	120	72	690	900	2250

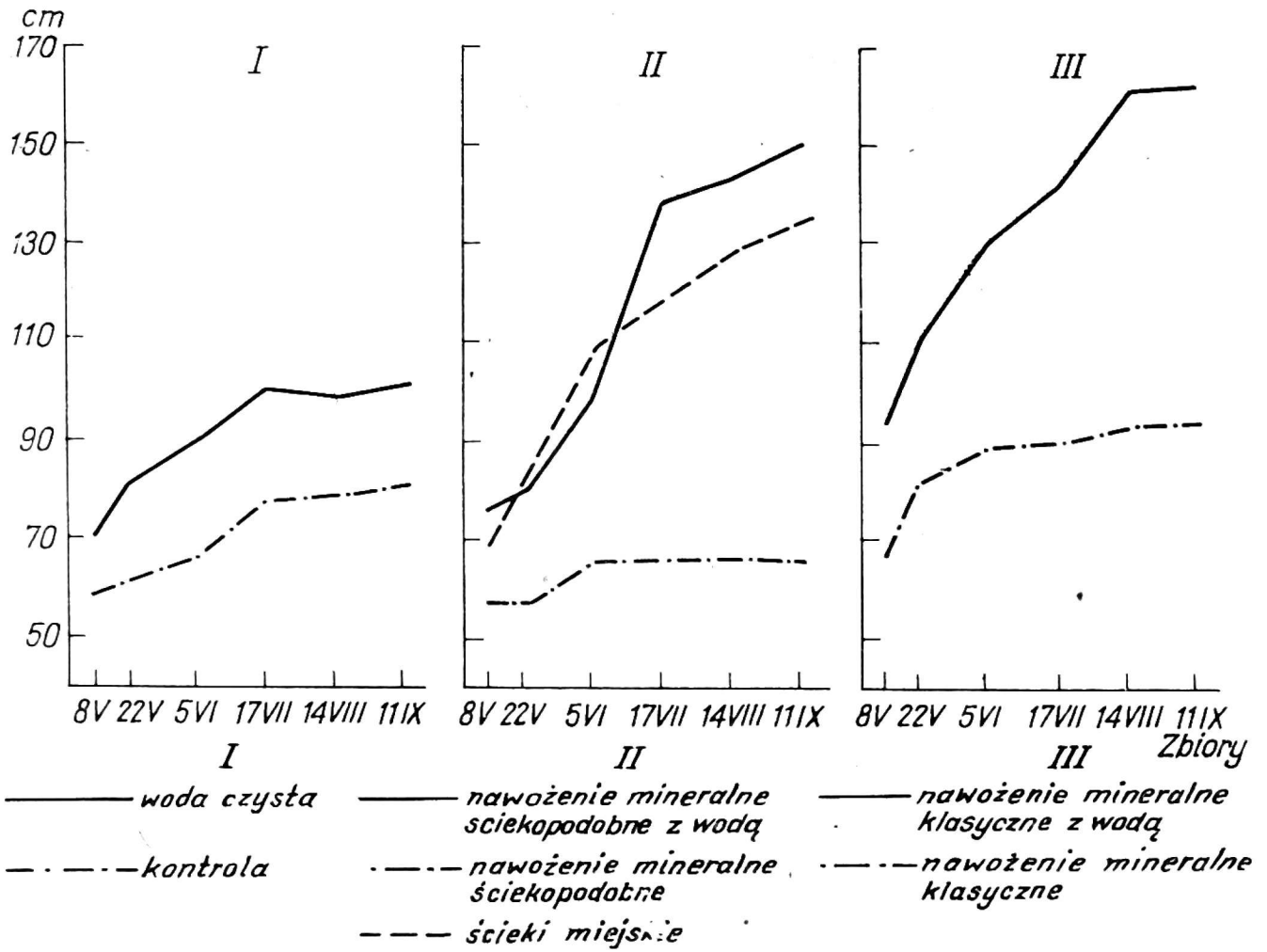
szczególnych organów, liczby i długości pędów bocznych, długości pędu głównego badanych gatunków drzew oraz powierzchni asymilacyjnej liści topoli. Do oznaczeń zbierano po 7 sadzonek topoli (część nadziemna) i 30 całych roślin modrzewia i sosny. W 1975 r. liczbę roślin iglastych w zbiorach ograniczono do 15. Mierzone parametry podano w postaci średnich arytmetycznych z prób o wyżej wskazanej liczebności. Zbiory wykonywane były od maja do września (z wyjątkiem 1973 r.) w odstępach dwutygodniowych, ostatni zaś — po zakończeniu sezonu — przypadał na początek listopada. Materiał do oznaczeń pobierany był zatem 11-krotnie w ciągu roku, a okres badawczy obejmował około 190 dni wegetacji.

### WYNIKI I DYSKUSJA

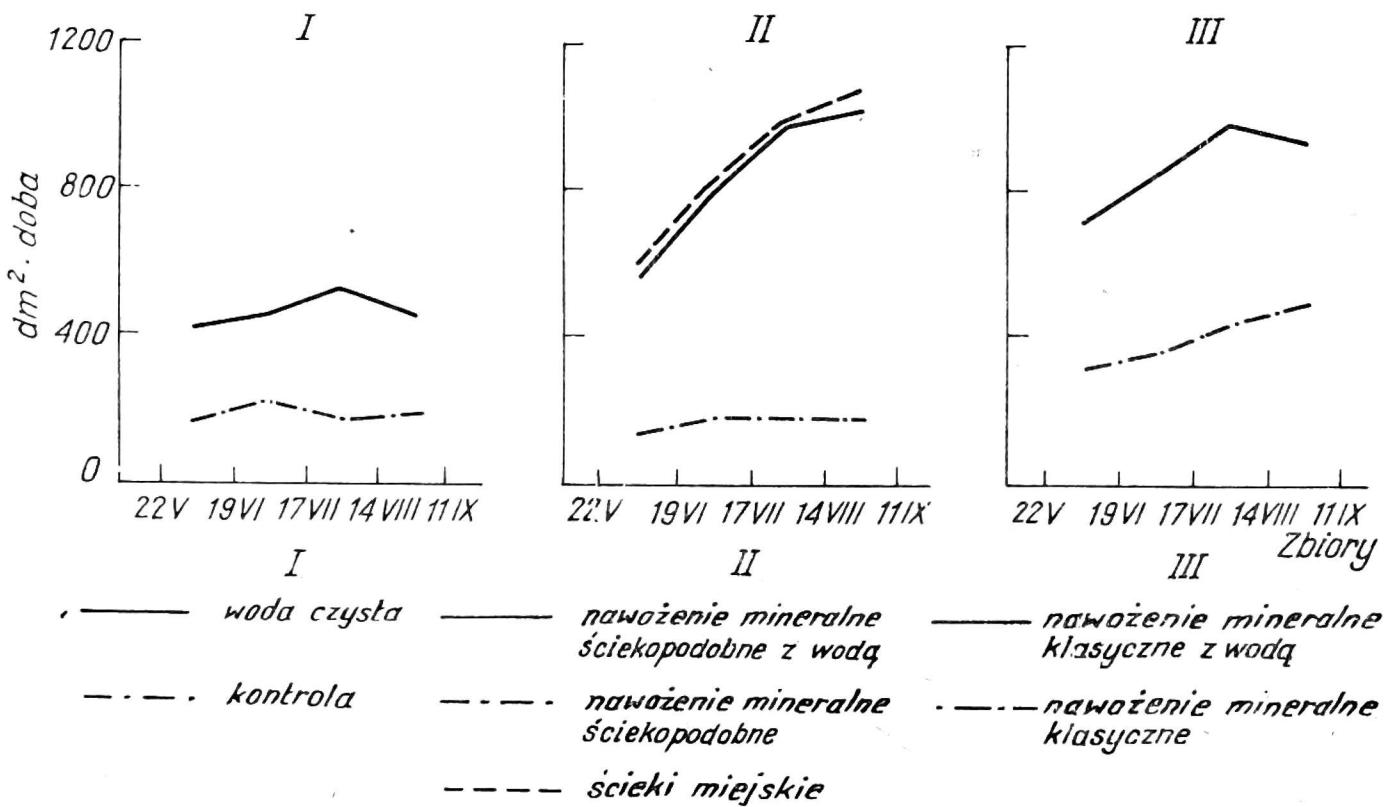
Omówienie wyników oparto o dane z lat 1974 oraz 1975. Pierwszy rok badań nie przyniósł bowiem spodziewanych rezultatów, a wyraźne różnice w reakcji roślin ujawniły się dopiero w okresie wegetacyjnym roku 1974. W tym też sezonie wprowadzono do badań modrzew, który wskutek trudności z uruchomieniem nawadniania nie udał się w pierwszym roku doświadczenia.

Topola (*P. robusta* Schn.). Wzrost i gromadzenie masy zależne były od stopnia zaspokojenia wymagań wodnych i pokarmowych. Na rysunku 1 przedstawiono przebieg wzrostu pędu głównego topoli w sezonie wegetacyjnym 1975 roku. Jak widać, rośliny nawadniane i nawożone (w kombinacjach: klasyczne nawożenie mineralne z nawadnianiem, ścieki miejskie oraz ściekopodobne nawożenie mineralne z nawadnianiem) osiągnęły najwyższe wartości dynamiki wzrostu, czasu trwania fazy przyrostów i wysokości końcowej pędu głównego. Topole nawadniane, lecz pozbawione składników mineralnych, oraz nawożone ale nie nawadniane cechowała słaba dynamika i skrócona faza wzrostu, a wysokość pędu głównego pod koniec okresu wegetacji była 2-krotnie mniejsza, niż u roślin żywionych i zaopatrywanych w wodę. Ściekopodobne nawożenie mineralne bez wody powodowało zasychanie wierzchołków pędu i nekrozę liści, co już w 1974 r. doprowadziło do obumierania całych roślin.

Jednoczesne nawadnianie i nawożenie wpływało korzystnie na wielkość powierzchni asymilacyjnej liści (tab. 2). Efektywność ścieków miejskich nie ustępowała ściekopodobnej i klasycznej formie żywienia mineralnego (poletka 2 i 4). Zarówno całkowita powierzchnia asymilacyjna, jak i średnia powierzchnia jednego liścia były w tych kombinacjach największe. Nawadnianie i nawożenie topoli — zwłaszcza ściekami miejskimi — przedłużało czas trwania powierzchni liściowej (LAD) i opóźniało procesy starzenia się aparatu asymilacyjnego (rys. 2).



Rys. 1. Dynamika przyrostu pędu głównego u topoli w roku 1975 (średnie z 7 roślin)



Rys. 2. Czas trwania powierzchni liściowej (LAD) w różnych warunkach nawadniania i nawożenia (rok 1975)

Tabela 2

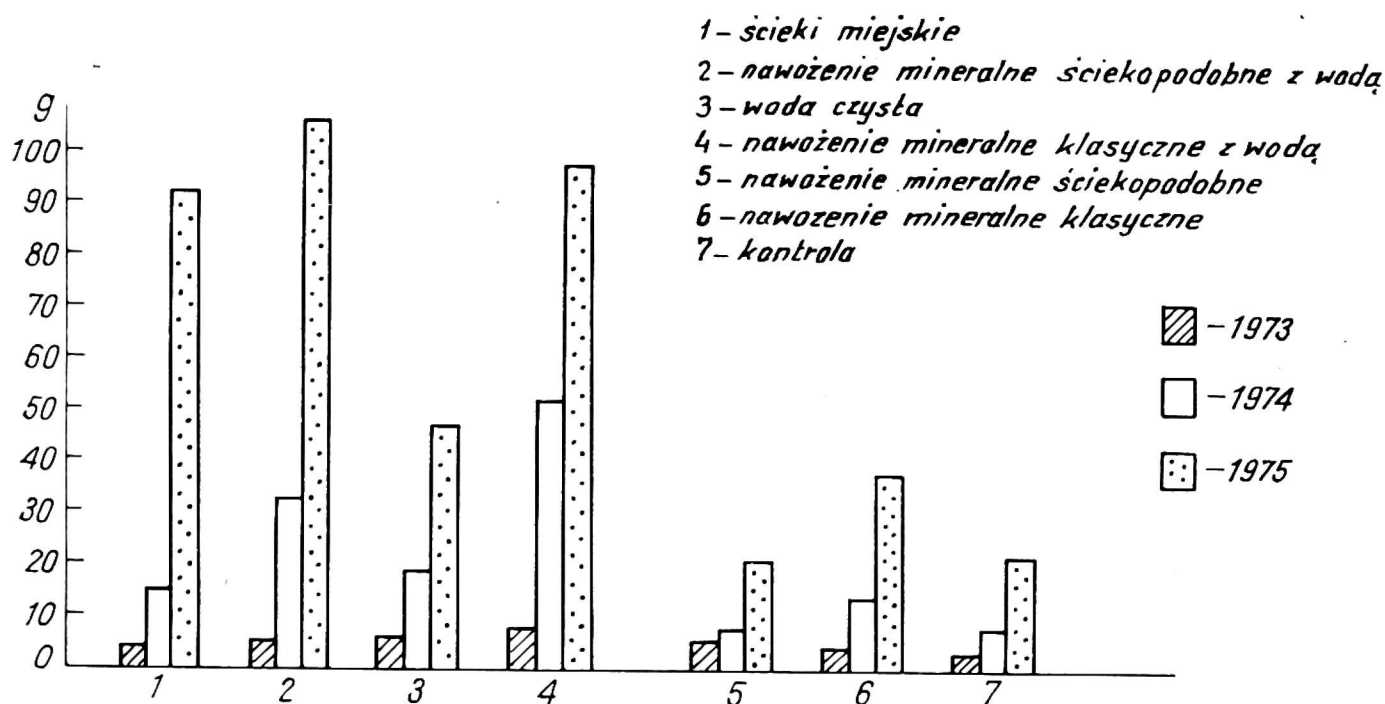
Powierzchnia asymilacyjna liści jednej rośliny i średnia powierzchnia jednego liścia u topoli w pełni sezonu wegetacyjnego 1975 (w dm<sup>2</sup> — średnie z 7 roślin)

	Kombinacje						
	1	2	3	4	5	6	7
Powierzchnia asymilacyjna	ścieki miejskie	nawożenie mineralne ściekopodobne z wodą	woda czysta	nawożenie mineralne klasyczne z wodą	nawożenie mineralne ściekopodobne	nawożenie mineralne klasyczne	kontrola
Powierzchnie:							
całkowita	36,50	38,00	17,50	32,10	7,10	13,50	9,00
jednego liścia	0,21	0,25	0,17	0,27	0,15	0,15	0,13

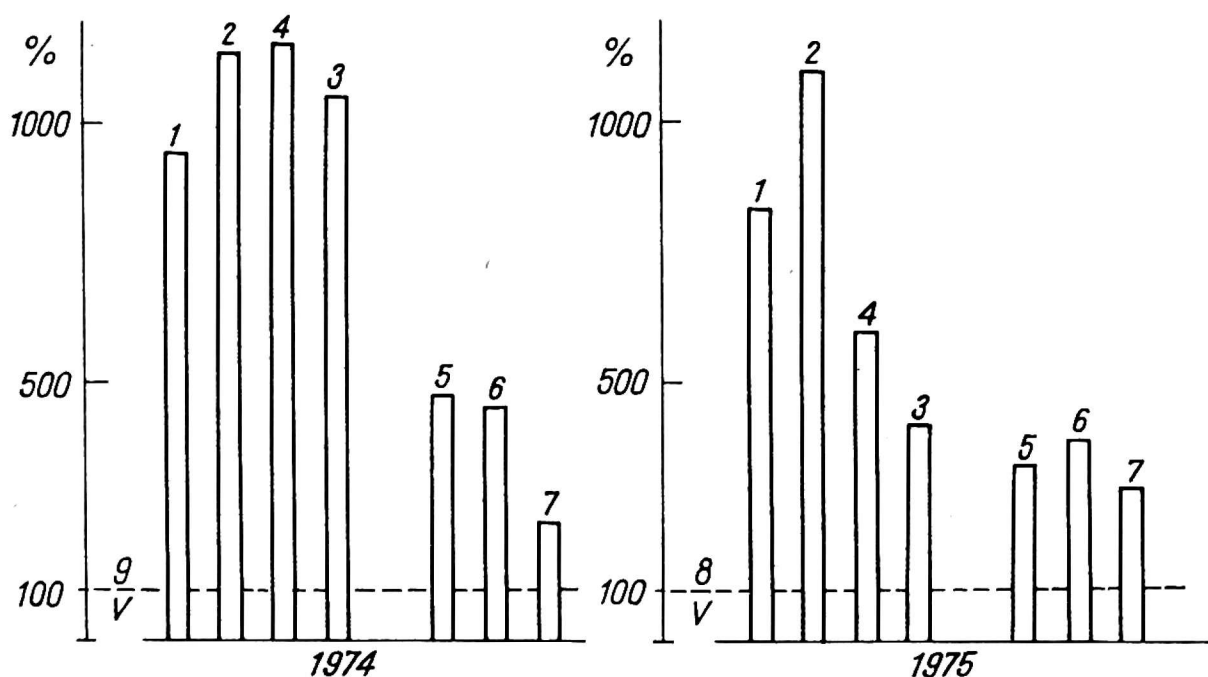
Gromadzenie suchej masy w części nadziemnej topoli w ciągu trzech sezonów wegetacji obrazuje rysunek 3. Nawet w sprzyjających warunkach wilgotnego lata [10] produkcja biomasy u roślin nie nawadnianych była mniejsza, niż u topoli zaopatrywanych w wodę. W trzecim sezonie różnice w gromadzeniu substancji organicznej znacznie się pogłębiły. Pod koniec okresu wegetacji w 1975 r. stwierdzono również ujemny wpływ niedoboru składników mineralnych (poletko 3 — woda czysta). Równoważne znaczenie obu czynników spowodowało, że w warunkach doświadczenia rośliny nawadniane a nie nawożone (komb. 3), podobnie jak nawożone ale nie nawadniane (komb. 6). wytworzyły dwukrotnie mniejszą masę, niż topole zaopatrywane w wodę wraz ze składnikami mineralnymi (komb. 1, 2 i 4).

Proces gromadzenia biomasy przebiegał zatem najlepiej przy współdziałaniu zabiegów wodno-nawożeniowych, a wpływ ścieków miejskich był równie dodatni jak ściekopodobna i klasyczna forma żywienia mineralnego. Wyrażony w procentach przyrost masy (za 100 przyjęto suchą masę części nadziemnej 1 rośliny na danym poletku w pierwszym zbiorze) był różny w poszczególnych kombinacjach i w kolejnych okresach wegetacji. Mimo to pod koniec sezonu 1975 r. topole na trzech stosowanych formach nawadniania i nawożenia osiągnęły bardzo zbliżone masy części nadziemnej (rys. 3 i 4).

Modrzew europejski (*L. europea*). Wzrost i gromadzenie masy kształtowały się najkorzystniej pod wpływem klasycznego żywienia mineralnego z wodą oraz ścieków miejskich. O dodatnim oddziaływaniu tych form nawadniania i nawożenia wydaje się świadczyć podobieństwo w dynamice wzrostu roślin. Przy zbliżonych wartościach długości strzałki, osiągniętych u schyłku okresu wegetacji 1975, przebieg krzywych



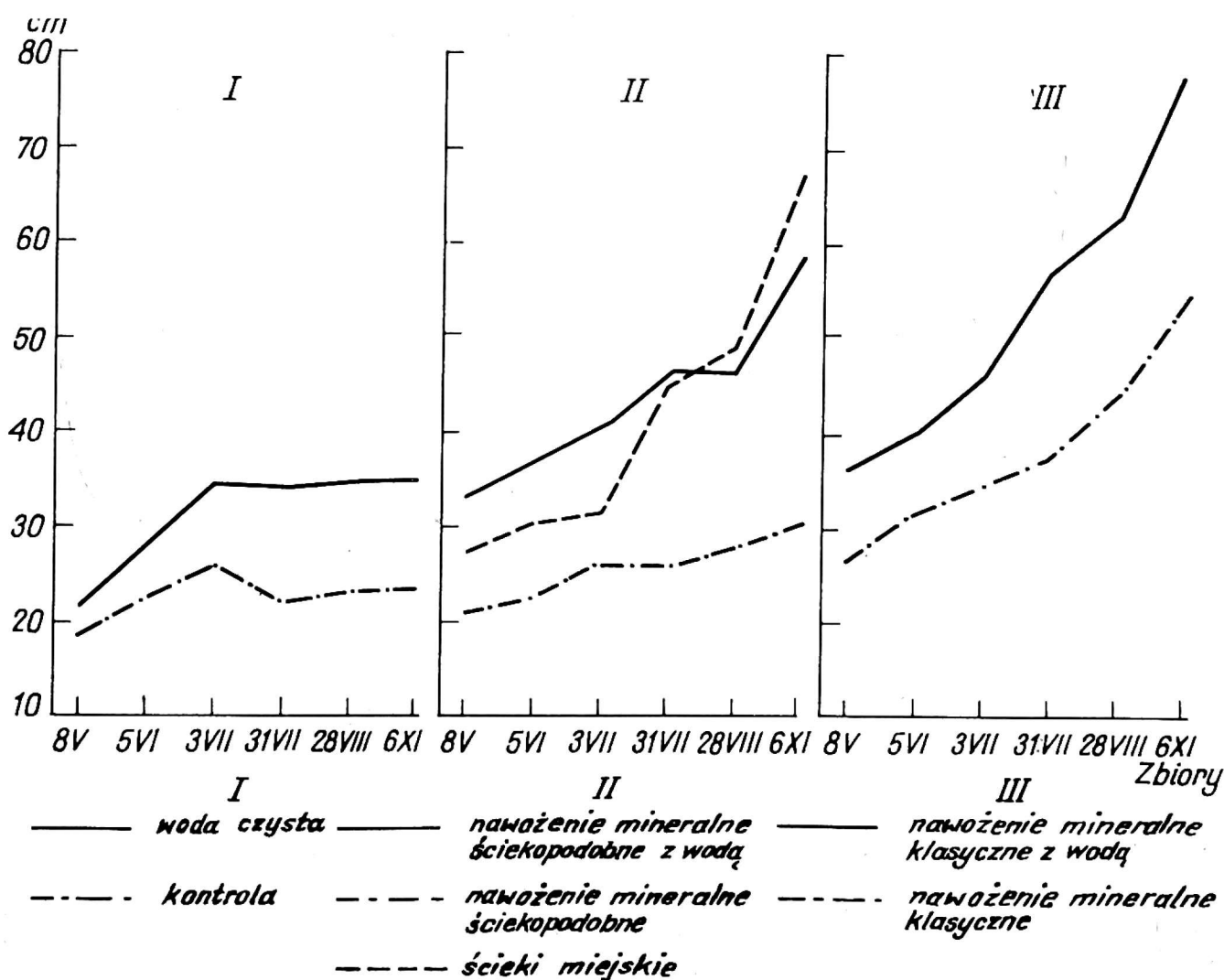
Rys. 3. Sucha masa części nadziemnej topoli pod koniec trzech kolejnych sezonów wegetacji (w gramach)



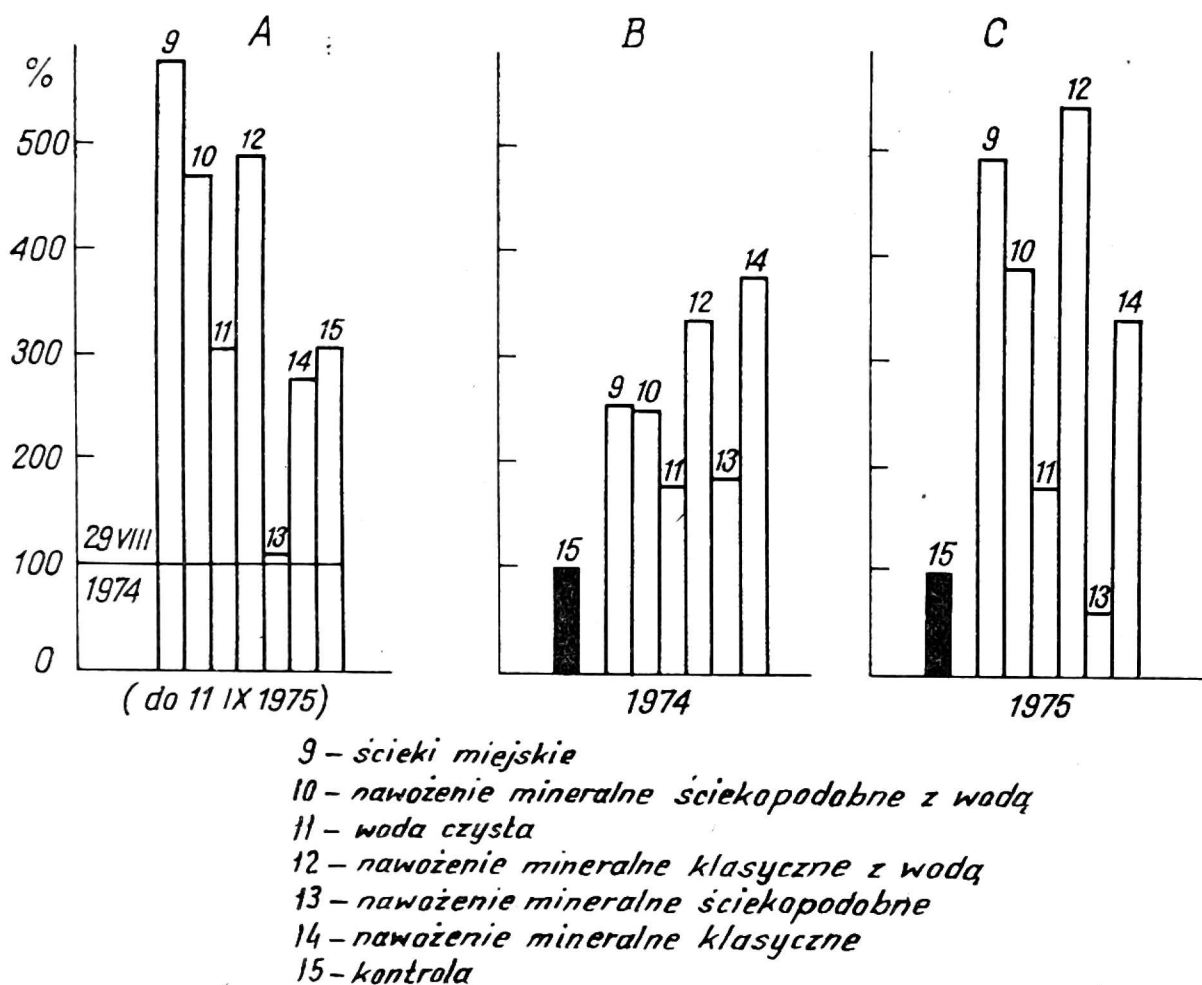
- 1 - ścieki miejskie  
 2 - nawożenie mineralne ściekopodobne z wodą  
 3 - woda czysta  
 4 - nawożenie mineralne klasyczne z wodą  
 5 - nawożenie mineralne ściekopodobne  
 6 - nawożenie mineralne klasyczne  
 7 - kontrola

Rys. 4. Procent przyrostu suchej masy u topoli w kolejnych sezonach wegetacyjnych (za 100 przyjęto s.m. części nadziemnej w pierwszym zbiorze danego sezonu)

wzrostu wykazał te same tendencje (rys. 5). W kombinacji klasycznej z wodą oraz na ściekach miejskich zanotowano również największy procentowy przyrost masy, tak w odniesieniu do masy na początku sezonu jak w stosunku do kontroli (rys. 6, diagram A i C). Niedobór składników pokarmowych skracał fazę wzrostu i ograniczał przyrosty modrzewia na długość. Zapotrzebowanie na wodę było u tego gatunku nieco mniejsze niż u topoli, czego dowodem fakt, że w sprzyjających warunkach obfitego w opady lata 1974 r. [10] rośliny na klasycznej dawce składników mineralnych bez wody gromadziły masę równie intensywnie jak rośliny nawożone i nawadniane, a w suchym sezonie 1975 r. różnica w stosunku do kontroli zmalała w tej kombinacji nieznacznie (rys. 6, diagram B i C). Modrzew wykazał szczególną wrażliwość na ściekopodobne nawożenie mineralne; nawet w przypadku nawadniania występowały objawy żółknięcia igieł i zasychania pędów, co rzutowało ujemnie na plon suchej masy. W kombinacji ściekopodobnego nawożenia mineralnego bez wody porażeniu uległo 90% roślin, a efekt toksyczny potęgował się po każdej kolejnej dawce nawozów.



Rys. 5. Dynamika przyrostu pędu głównego u modrzewia w roku 1975 (średnie z 15 roślin)



Rys. 6. Diagram A: procent przyrostu suchej masy modrzewia w sezonie 1975 w stosunku do plonu suchej masy przy końcu 1974 r.; diagram B i C: sucha masa modrzewia w kolejnych latach w porównaniu z kontrolą (100%)

Udział masy poszczególnych organów w masie całej rośliny i stosunek części nadziemnej do korzenia był ściśle związany z przebiegiem wzrostu i gromadzenia substancji organicznej. Tam, gdzie dynamika tych procesów była wysoka, rozwój dużej masy igliwia i pędów bocznych powodował zachwianie równowagi w stosunku części nadziemnej do korzenia, zwłaszcza w pełni sezonu. Pod koniec okresu wegetacji stosunek ten wynosił w kombinacjach nie nawożonych: kontrola — 4,1, woda czysta — 5,1, w wariantach zaś zaopatrzonych w składniki pokarmowe — 6,5.

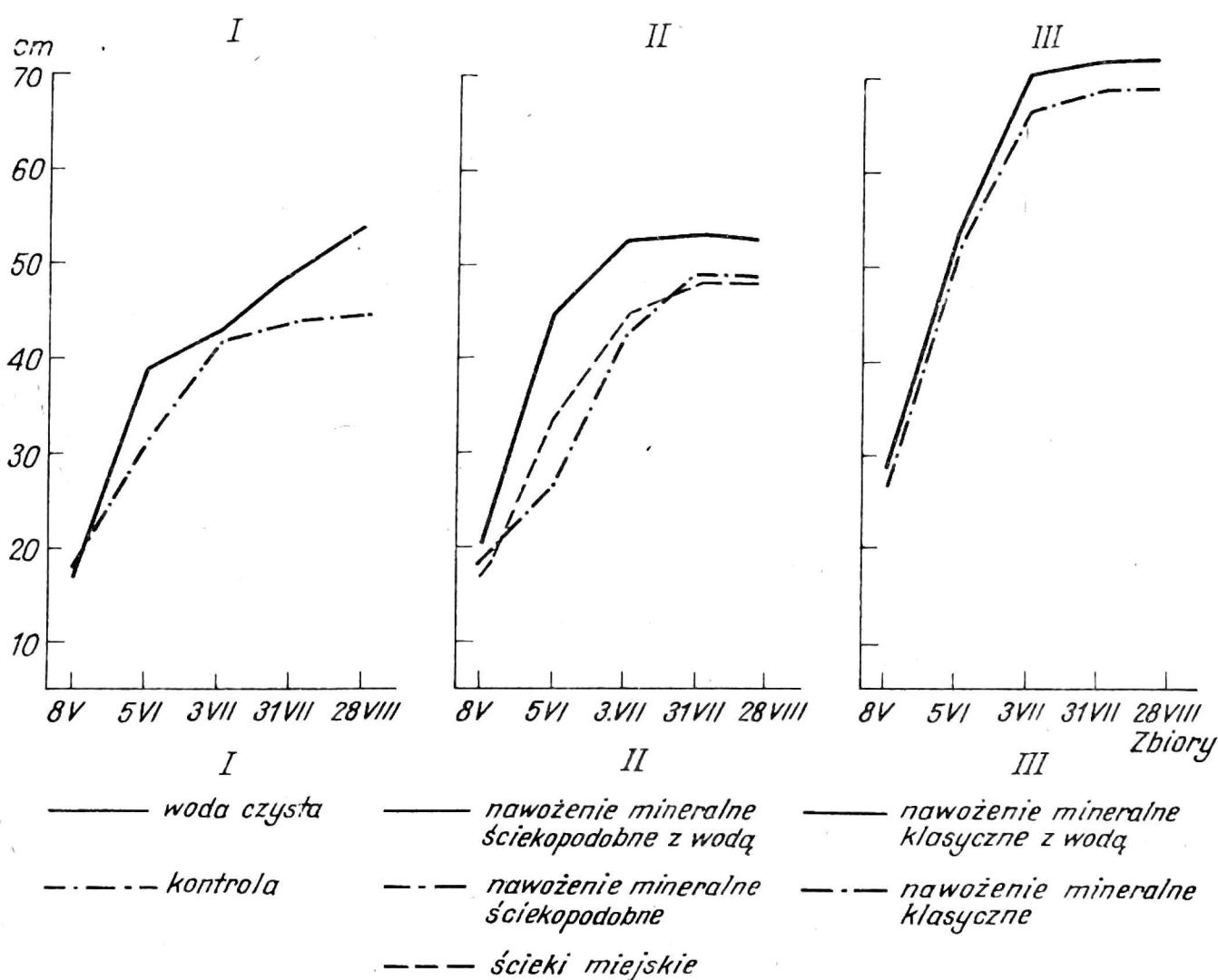
Sosna zwyczajna (*P. silvestris* L.). Optymalną dla wzrostu i gromadzenia biomasy okazała się dla sosny klasyczna dawka żywienia (rys. 7 i 8), przy czym czynnik wody — w przeciwieństwie do topoli i modrzewia — nie odgrywał tak istotnej roli. Przyrost substancji organicznej w stosunku do masy na początku okresu wegetacji był większy w sezonie 1974, niż w roku następnym. Dotyczy to głównie kombinacji ściekowej, gdzie rośliny przełamywały zahamowanie wzrostu wynikłe z niedociągnięć technicznych pierwszego roku badań (rys. 8, diagram A i B). Dodatni wpływ żywienia mineralnego, wyrażony w procentach



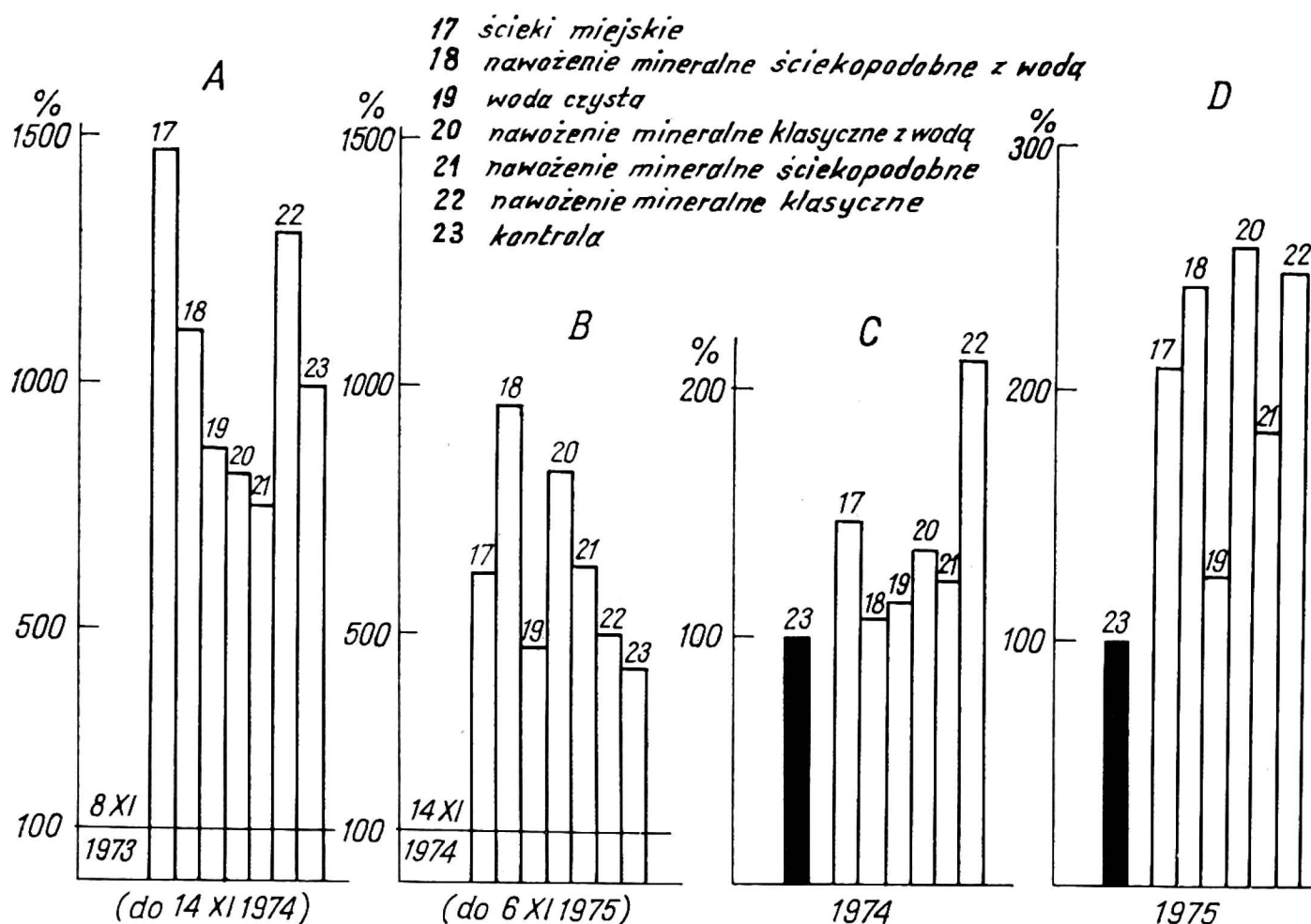
przyrostu masy w stosunku do kontroli, wystąpił w trzecim sezonie wzrostu roślin (rys. 8, diagram C i D). Stosowana dawka ścieków miejskich dała natomiast gorsze wyniki nie tylko w porównaniu z obu wariantami nawożonymi klasycznie, lecz również z żywieniem ściekopodobnym. Spośród badanych gatunków sosna okazała się najbardziej odporna na szkodliwe oddziaływanie ściekopodobnego nawożenia mineralnego bez wody. W pierwszym i drugim sezonie wegetacyjnym część roślin uległa porażeniu, lecz te, które pozostały kontynuują wzrost mimo przejściowych objawów żółknięcia i nekrozy igieł.

Stosunek części nadziemnej do korzenia u sosny, rosnącej w warunkach niedoboru składników mineralnych, ale zaopatrzonej w wodę wynosił 6,7, a u roślin kontrolnych — 4,4. W obu kombinacjach klasycznych stosunek ten równał się 5,8.

Stanowisko, na którym założono doświadczenie określone zostało jako ubogie w składniki pokarmowe i wodę dostępną dla roślin [7]. Było więc zrozumiałe, że na poprawę stosunków wodno-pokarmowych zareagują



Rys. 7. Dynamika przyrostu pędu głównego u sosny w roku 1975 (średnie z 15 roślin)



Rys. 8. Diagram A i B: procent przyrostu suchej masy sosny w sezonie 1974 (w stosunku do plonu s.m. przy końcu 1973 r.) oraz w sezonie 1975 (w stosunku do plonu s.m. w 1974 r.); diagram C i D: sucha masa sosny w kolejnych latach doświadczenia wyrażona w procentach (kontrola 100%)

silniej gatunki o większych w tym względzie wymaganiach, a więc topola i modrzew, nie zaś sosna, rosnąca dość dobrze na tego typu siedliskach. Potwierdzenie dodatniego wpływu nawadniania i nawożenia na wzrost i produkcję biomasy nie stanowiło zatem celu badań. Jak wspomniano na wstępie, chodziło raczej o porównanie tych czynników, stosowanych w postaci ścieków miejskich z nietypową, ściekopodobną dawką składników mineralnych oraz klasycznym nawożeniem mineralnym w warunkach nawadniania. Kombinacje nawadniane jedynie czystą wodą lub nawożone, lecz nie nawadniane, miały stanowić tło, uwypuklające wybiórczo rolę każdego z badanych czynników.

Niewiele jest jeszcze w literaturze danych o wpływie ścieków miejskich na produkcję biomasy u drzew leśnych. Te, które są, dotyczą różnych gatunków lub drzew w różnym wieku, rosnących na różnych glebach [3, 4, 9]. Badania Białkiewicza [3] wskazują na dodatni wpływ stosowania ścieków miejskich na wzrost i gromadzenie biomasy u wielu odmian wierzby, należącej do tej samej rodziny co topola. Podobną reakcję stwierdzono u modrzewia. Sosna jest gatunkiem dość kontro-

wersyjnym, a skutek nawadniania ściekami komunalnymi zależy w dużym stopniu od wieku roślin i właściwości siedliska [9].

Jak wspomniano, podstawą oceny ścieków miejskich jako źródła wody i składników pokarmowych było porównanie ich oddziaływania ze ściekopodobnym i klasycznym żywieniem mineralnym. Kombinacje te zaopatrywane były w jednakową ilość wody (25 mm 4 razy w miesiącu), różniły się natomiast zawartością, formą i terminami stosowania składników pokarmowych. Chociaż cotygodniowe dawki poszczególnych pierwiastków w kombinacji ściekopodobnej były tak obliczone, aby możliwie dokładnie „imitować” ścieki, to jednak podobieństwo jest tylko ilościowe a nie jakościowe, gdyż dotyczy jedynie frakcji mineralnej. Należy przypuszczać, że odbija się to na przyswajalności, pobieraniu i gospodarce w organizmie rośliny. Nawożenie klasyczne różni się od dwóch pozostałych nie tylko ilością i proporcjami składników, ale i terminem ich stosowania, co powinno zapewnić najlepsze warunki wzrostu i rozwoju roślin. Jak jednak wykazano, pod koniec okresu wegetacji 1975 r. masa części nadziemnej topoli na omawianych poletkach była bardzo zbliżona, a przewaga nawożenia klasycznego nad pozostałymi formami żywienia — zaledwie zaznaczona. Świadczy to, że w warunkach doświadczenia, mimo różnic ilościowych i jakościowych w zaopatrzeniu roślin, ich wymagania wodno-pokarmowe zaspokajane były prawie jednakowo. Przyczyna tego zjawiska tkwi prawdopodobnie we właściwościach gleby [7]. Składniki mineralne wprowadzane w pełnej dawce przed fazą silnego wzrostu (kombinacja klasyczna) ulegały następnie stopniowemu wymywaniu wskutek cotygodniowych polewów wodą. Natomiast w kombinacji ściekowej i ściekopodobnej proces wymywania był łagodzony systematycznym dopływem małych dawek składników pokarmowych. W efekcie, zgodnie z badaniami Koneckiej-Betley [7], zawartość kationów wymienionych w glebie w poziomie 20-50 cm, a więc w strefie penetracji systemu korzeniowego, nie różniła się zbyt wiele w omawianych wariantach doświadczenia. Dotyczy to okresu wzmożonego zapotrzebowania — rośliny miały zatem podobne warunki wzrostu [11].

Gatunki iglaste, zwłaszcza sosna, zareagowały silniej na nawożenie niż na stopień zaopatrzenia w wodę. U sosny wszakże dynamika wzrostu i gromadzenia masy była w poszczególnych kombinacjach mało zróżnicowana, co wynika z klimaksowego charakteru tej rośliny. Stosowanie małych dawek składników pokarmowych przez cały okres wegetacji wydaje się oddziaływać korzystnie na kształtowanie się masy igliwia, strzałki i pędów bocznych w sezonie [5]. Tym również, między innymi, tłumaczyć można dodatni wpływ ścieków na produkcję masy u modrzewia

Przedstawione wyniki charakteryzują wpływ zabiegów wodno-nawożeniowych w zarysach bardzo ogólnych. Uzyskane w toku trzyletnich ba-

dań dane wymagają jeszcze uzupełnień, dotyczących przede wszystkim przebiegu wymiany gazowej u testowanych gatunków. Bez pomiarów fotosyntezy, oddychania i transpiracji, informacje o dynamice wzrostu i gromadzeniu biomasy pozwoliły jedynie na określenie tendencji w reakcji roślin. Stąd też powstrzymano się z wyciąganiem konkretnych wniosków do czasu, kiedy pomiary wymiany gazowej pozwolą na pełniejszą interpretację uzyskanych dotychczas wyników.

#### LITERATURA

1. Baule H., Fricker C.: Nawożenie drzew leśnych. PWRiL, 1971.
2. Benjian B.: Experiments on nutrition problems in forest nurseries. Bull. For. Comm. Lond., 37, HMSO, I/II, 251, 265, 1965.
3. Białkiewicz F.: Możliwości wykorzystania ścieków miejskich w gospodarstwie leśnym (doświadczenia lizymetryczne). Pr. IBL, 487, 1976, 80-108.
4. Dragun W.: Korzyści z nawadniania plantacji topolowych wodami ściekowymi. Zesz. probl. Post. Nauk rol., z. 47, 1964.
5. Gunia S.: Dokarmianie nawozami mineralnymi w postaci stałej lub roztworze wodnym siewek sosny pospolitej w pierwszym okresie wegetacyjnym. Fol. por. pol., 4, ser. A, 1960, 139-159.
6. Ingestad T.: Macroelement nutrition of pine, spruce and birch seedlings in nutrient solution Medd. F. St. Skogsf., 51/1, 1962/63, 1-131.
7. Konecka-Betley K., Czepińska-Kamińska D., Janowska E.: Wpływ nawodnienia, nawożenia i roślin drzewiastych na zawartość i dynamikę niektórych składników w glebach wytworzonych z piasków. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 204, 1978.
8. Kozłowski T. T.: Growth and development of trees, I., Acad. Press, New York—London 1971.
9. Sopper W. E., Samguller C. J.: Forest vegetation growth responses to irrigation with municipal sewage effluent. Pan Am. Soil Conserv. Congr. Sao Paulo, 1966, 639-647.
10. Tarłowski J.: Charakterystyka przebiegu niektórych parametrów klimatycznych na poletkach doświadczalnych w Puczniewie. Zesz. probl. Post. Nauk rol. (w druku).
11. Żelawski W.: Wymiana gazowa i gospodarka wodna. Nasze drzewa leśne, XII, Topole, 1974, 184-204.

*М. Козиньска*

#### СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ РОСТА И НАКАПЛИВАНИЯ БИОМАССЫ ЛЕСНЫХ ДЕРЕВЬЕВ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОГО ОРОШЕНИЯ И УДОБРЕНИЯ

##### Резюме

Исследования были проведены в Пучневе на опытных участках размером 5×5 м, в культуре тополя, лиственницы и сосны, которые в вегетационном пе-

риоде подвергались приемом орошения и удобрения. Для орошения применялись сточные воды из реки Нэр или чистая вода, еженедельная поливная доза — 25 мм. Минеральное удобрение применялось еженедельно дозой минеральных солей, которые составом и количеством были сходны со сточными водами. Применялось тоже классическое минеральное удобрение, подаваемое два раза за вегетационный период. Контрольные растения произрастали на участках неорошаемых и не удобряемых. Представительные образцы растений проверялись через 2 недели, что являлось основой оценки динамики хода роста и накопления биомассы. Измерялось сухое вещество целых растений и их отдельных органов, обращая особое внимание на сухую массу и площадь ассимиляционных органов.

Рост и накопление массы у тополя лучше всего происходит когда применяется одновременно орошение и удобрение; влияние этих двух факторов является одиноково существенное, а эффективность городских сточных вод, не уступает стокоподобной и классической форме минерального питания. Растения орошаемые но не удобряемые, так как удобряемые а не орошаемые, производят в опытных условиях два раза меньшую массу чем тополи, которые получали воду вместе с питательными веществами. Динамика роста и накопления биомассы лиственницы лучше всего формируется под влиянием городских сточных вод и классической дозы минеральных веществ с водой. Лиственница, по сравнению с тополем, проявляет большую чувствительность к недостатку воды. В отличии от тополя и лиственницы добавочное количество воды в небольшой степени влияет на производство биомассы сосны. Хотя недостаток воды уменьшает динамику прироста за вегетационный период, то в конце сезона 1975 г. сосна удобряемая но не орошаемая имела массу 2,5 раза больше чем контрольные растения. Минеральное удобрение так в виде стокоподобном как и классическом, дает лучше результаты чем применяемая доза городских сточных вод.

*M. Kozińska*

#### COMPARATIVE STUDIES OF GROWTH DYNAMICS AND BIOMASS ACCRETION IN FOREST TREES GROWING UNDER CONDITIONS OF DIFFERENTIATED IRRIGATION AND FERTILIZATION

##### Summary

Studies were carried out at Puczniew on plots of dimensions 5×5 m, with plantations of poplar, larch, and pine subjected to irrigation and fertilization during vegetation season. For irrigation municipal sewage from the Ner River or tap water was used at the rate of 25 mm per week. Mineral fertilization was applied as a weekly dose of mineral salts corresponding in a qualitative and quantitative respect to sewage content. Besides, classic mineral fertilization was applied on two occasions during vegetative season. Control plants grow on unirrigated and unfertilized plots. Representative samples of plants harvested at 2 weeks intervals provided a basis for the appraisal of growth dynamics and biomass accretion. Dry matter of whole plants and individual organs was measured with the stress put on dry matter and area of assimilation organs.

Growth and mass accretion in poplar indicates a best course under simultaneous irrigation and fertilization; the action of both factors is equally significant

and the effectiveness of municipal sewage is not lower than sewage-like and classic form of mineral nutrition. Plants irrigated, but not fertilized, similarly as those fertilized, but not irrigated, develop under experimental conditions, by twice smaller bulk than poplars supplied with water along with nutrients. Growth dynamics and biomass accretion in larch is most favourable under the impact of municipal sewage and a classic dose of mineral components with water. When compared to poplar, larch shows slightly greater susceptibility of the deficit of nutrients, than that of water. Unlike in poplar and larch, the production of biomass by pine is slightly affected by the additional supply in water. Despite the fact that water deficit impairs somewhat the growth dynamics during vegetative season, at the end of 1975 vegetative season, the fertilized but not irrigated pine accumulated 2.5 times greater bulk, than did control plants. Mineral fertilization both in sewage-like and in classic form gives better results than the applied dose of municipal sewage.

Dr inż. *Maria Kozińska*

Instytut Biologii Roślin SGGW—AR

Warszawa, ul. Rakowiecka 26/30

Dyrektor Instytutu: doc. dr Emil Nalborczyk