

OCZYSZCZANIE I WYKORZYSTANIE ŚCIEKÓW W ŚRODOWISKU GLEB LEŚNYCH

Feliks Białkiewicz, Józef Boćko, Stanisław Nowiński

POTRZEBA INTENSYFIKACJI PRODUKCJI DREWNA

Zużycie drewna w naszym kraju stale wzrasta i wg prognoz deficyt w roku 1985 wyniesie 4,4 mln m³, a w roku 2000 wzrośnie do 10 mln, w tym 6 mln m³ papierówki [10]. Pokrycie niedoborów drewna w drodze importu jest mało realne, gdyż — mimo wzrostu cen surowca drzewnego — cała Europa odczuwa trwały niedostatek drewna [22]. Zawiodły również nadzieje na szybką substytucję drewna tworzywami sztucznymi. Praktycznie, jedyną alternatywą pozostaje więc odbudowa krajowych zapasów drzewnych na pniu oraz dążenie do względnej samowystarczalności.

Główną bazą produkcji drewna są i pozostaną lasy. Są to ekosystemy naturalne lub półnaturalne, stanowiące ważną część środowiska przyrodniczego. Spełniają zatem jednocześnie funkcje pozaprodukcyjne. Znaczenie lasów w ochronie środowiska przewyższa niejednokrotnie ich rolę produkcyjną. Na przykład w programie zarządów lasów federalnych USA, gdzie obowiązuje zasada wielostronnego użytkowania lasu, znajdują się obok produkcji drewna również opieka nad zbiornikami wodnymi i rekreacja [11, 18].

Przyspieszenie przyrostu masy drzewnej uzyskać można poprzez zwiększenie żyzności siedliska, a także przez wzrost produktywności drzewostanów. Wydajność siedliska podnoszona jest przez stosowanie hydro- i agromelioracji. W Finlandii na przykład wprowadza się na obszary bagienne — po uprzednim uregulowaniu stosunków powietrzno-wodnych — intensywne nawożenie. Zespół tych zabiegów bywa określany mianem hydrokultury [1]. W celu zwiększenia przyrostu drzewostanów natomiast prowadzi się polepszanie składu i struktury drzewostanów oraz zabiegi leśno-hodowlane.

Intensyfikacja produkcji drewna jest jednak procesem długotrwałym.

a gospodarka narodowa wymaga rozwiązań radykalnych. Jednym ze sposobów przyspieszenia produkcji surowca drzewnego jest selekcja gatunków i odmian drzew szybko rosnących, uprawianych w jednowiekowych monokulturach o krótkim cyklu produkcyjnym, zbliżonym swym charakterem do upraw rolnych lub sadowniczych. W piśmiennictwie zagranicznym nazywa się je lignikulturami, w odróżnieniu od leśnictwa tradycyjnego — sylwikultur [27]. Funkcje pozaprodukcyjne lignikultur są ograniczone, gdyż głównym ich celem jest szybka, masowa produkcja drewna.

W Polsce duże nadzieje na zwiększenie zasobów drewna pokładano w rozszerzeniu uprawy topoli. Akcję tę w lasach państwowych rozpoczęto w 1952 roku. W czasie kontroli w 1962 r. do dalszej uprawy zakwalifikowano tylko połowę obszaru tych plantacji, w tym zaledwie jedna piąta wykazywała wzrost dobry i bardzo dobry [19]. Na terenie Wielkopolski przyrost drewna na plantacjach wynosił 5 m³/ha/rok. W roku 1966 pod plantacje topoli zdecydowano przeznaczyć do 1980 r. 30 tys. ha i do roku 2000 dalszych 20 tys. ha najlepszych siedlisk leśnych (lasu mieszanego świeżego, wilgotnego, łęgowego i lasu jesionowego [10, 14, 16, 19]. Przyjęto, że w pierwszym etapie (1975-1980) przeciętny przyrost będzie kształtował się na poziomie 10 m³/ha grubizny netto, a w końcu drugiego etapu (2000 r.) wzrośnie do 14 m³/ha [19, 24]. Wielu jednak autorów — powołując się na niską produkcyjność plantacji topolowych w Wielkopolsce — liczbę tę uznało za zbyt optymistyczną [3, 13, 24, 26]. Jedynie Milewski twierdzi — na podstawie wyników plantacji doświadczalnych IBL — że przyrost odpowiadający I bonitacji, czyli 20 m³/ha, jest osiągalny [20]. Niepowodzenia produkcyjne w Wielkopolsce tłumaczy przede wszystkim nieodpowiednim siedliskiem oraz niskimi opadami [20, 26] i brakiem nawożenia. Można więc przyjąć, że intensywne nawożenie oraz nawodnienie zapewni wysoki przyrost drewna również i na siedliskach ubogich. Dowodem tego są efekty nawadniania plantacji topoli ściekami miejskimi w Rędzinie pod Wrocławiem [12]. Plantację założono na glebie nieodpowiedniej dla topoli, o czym świadczą niskie przyrosty na kwaterach kontrolnych (rzędu 6 m³/ha). Na powierzchniach zaś nawadnianych ściekami przeciętny przyrost drewna wynosił 20 m³/ha, a grubość pierśnicy w 14-letniej plantacji *Populus gelrica* sięgała do 40 cm. Po 7 latach od założenia pozyskano użytki przedrębne w wysokości do 70 m³/ha [12]. Również obiecujące efekty zapowiada młodsza plantacja, założona w Osobowicach pod Wrocławiem [2].

Przytoczone wyniki badań dowodzą, że przyrost topoli w wysokości 20 m³/ha grubizny netto można uzyskać nie tylko na siedliskach żyznych i bardzo żyznych, ale również na średnio żyznych, a nawet ubogich (bór mieszany świeży, bór świeży, bór suchy), pod warunkiem doprowadzenia do gleby wody i składników nawozowych. Nawadnianie ściekami żyzny-

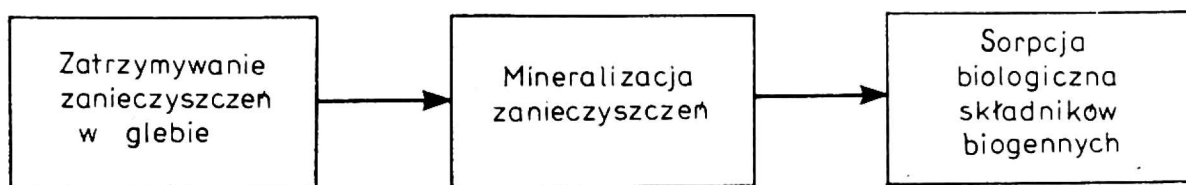
mi, np. miejskimi i przemysłu rolno-spożywczego, cechuje się działaniem kompleksowym; dostarcza równocześnie wody i składników pokarmowych dla roślin.

Plantacje topoli na siedliskach borowych mogą spełniać także bardzo ważną funkcję pozaprodukcyjną, tj. umożliwiają pełne oczyszczanie ścieków w środowisku glebowym. Jest to jakby przedłużenie wodochronnej roli lasu. Plantację taką można by określić jako „hidrolignikulturalną”.

Użyźnianie gleby ściekami ma jeszcze tę przewagę nad tradycyjnym nawożeniem mineralnym, że intensyfikacja produkcji roślinnej — zarówno w rolnictwie, jak i w leśnictwie — poprzez nawożenie, a szczególnie nawożenie mineralne, powoduje wzrost natężenia wypłukiwania składników biogennych z gleby, wskutek czego zwiększa się stopień eutrofizacji wód powierzchniowych. Na wypłukiwanie nawozów mineralnych narażone są szczególnie gleby piaszczyste, o słabym kompleksie sorpcyjnym, a takie właśnie wymagają nawożenia. Znacznie lepiej wykorzystywane są składniki pokarmowe z gleb użyźnianych ściekami. W ściekach bowiem duża część składników biogennych występuje w postaci związków organicznych, a te zatrzymywane są w glebie lepiej. Dzięki temu przy umiarkowanym dawkowaniu ściekami zachodzi w glebie dokładne oczyszczanie ścieków i równocześnie ich wykorzystanie w produkcji masy roślinnej, co potwierdzają wyniki przeprowadzonych badań [2, 12].

OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW W GLEBIE

Oczyszczanie wód w środowisku glebowym jest procesem złożonym, w którym wyróżnić można kilka faz (rysunek).



Fazy oczyszczania ścieków w środowisku glebowym

F a z a I — zatrzymanie zanieczyszczeń w glebie. Zanieczyszczenia grubsze w postaci zawiesin są osadzone na powierzchni gruntu oraz w porach na zasadzie sorpcji mechanicznej. Zawiesiny drobne, koloidalne, do których z racji wymiarów zaliczane są także bakterie sorbowane, znajdują się w profilu glebowym w wyniku sorpcji fizycznej. Natomiast związki rozpuszczalne (roztwory właściwe) mogą być zatrzymywane w glebie w wyniku sorpcji chemicznej (wytrącanie się soli mineralnych), a także sorpcji wymiennej i biologicznej. Przy nawożeniu gleb piaszczystych (na takich przede wszystkim przeprowadza się nawodnienia ścieka-

mi) główną rolę w trakcie przesiąkania ścieków odgrywa sorpcja mechaniczna, a następnie sorpcja fizyczna. Sorpcja wymienna — ze względu na słaby kompleks sorpcyjny gleb lekkich — ma znaczenie znikome.

F a z a II — mineralizacja zanieczyszczeń. Intensywność tego procesu zależy od optymalnych warunków środowiska glebowego.

a. Właściwy stosunek ilościowy węgla organicznego do składników biogenych. W ściekach użytych do nawodnień bardzo często mogą wystąpić braki niektórych składników pokarmowych. Na przykład ścieki z zakładów płyt pilśniowych odznaczają się niedoborem azotu, wskutek czego dochodzi do jego immobilizacji w roztworze glebowym. Proces ten nie tylko wpływa hamująco na rozkład zanieczyszczeń wprowadzonych do gleby, ale również oddziaływać może ujemnie na rozwój roślin użytkowych, m.in. drzew. Dlatego też przy nawadnianiu ściekami o nie zrównoważonym składzie chemicznym wskazane jest nawożenie uzupełniające. Osiągnąć to można również przez mieszanie ścieków ubogich z żyznymi.

b. Odpowiednie stosunki powietrzno-wodne w glebie. Nawadnianie ściekami samo przez się zwiększa wilgotność gleby, równocześnie jednak pogarsza stosunki powietrzne, a w szczególności zmniejsza zawartość tlenu. Dzieje się to nie tylko wskutek zajęcia porów przez wodę, ale również wskutek dodatkowego zużycia tlenu na rozkład zanieczyszczeń. Mamy tutaj zasadniczą odpowiedź, dlaczego na nawadnianie ściekami (niezależnie od sposobu użytkowania) najlepiej nadają się gleby lekkie, o dużej przewiewności. W przypadku nawadniania drzew (ze względu na głębsze korzenie się) bilans tlenowy w glebie odgrywa bardzo istotną rolę. Nasuwa się więc wniosek, że ściekami należy nawadniać gatunki drzew mniej wrażliwe na zachwianie stosunków tlenowych, rosnące głównie na glebach lekkich.

F a z a III — sorpcja biologiczna — jest przedłużeniem drugiej fazy oczyszczania ścieków w glebie. Sprowadza się ona do asymilacji zmineralizowanych związków przez mikroorganizmy glebowe i rośliny użytkowe. Tworzenie się biomasy mikroorganizmów jest procesem przejściowym, pobieranie zaś składników przez rośliny wyższe prowadzi do trwałej budowy masy roślinnej, w wyniku czego rośliny użytkowe (uprawne na użytkach rolnych, drzewne na terenach leśnych) zbierane z obiektów nawadnianych ściekami unoszą w swej masie składniki biogenne. W ostatecznym rachunku różnica między ilością składników pokarmowych wprowadzanych ze ściekami do gleby a wynoszonych z plonami decyduje o dokładności oczyszczania ścieków trzeciego stopnia.

W środowisku glebowym zachodzi również proces częściowego wypłukiwania soli mineralnych z gleby. Zjawisko to z punktu widzenia ochrony wód powierzchniowych nie jest pożądane, można je jednak znacznie ograniczyć przez właściwą eksploatację obiektu nawadnianego.

Wprowadzenie ze ściekami do gleby substancji organicznych powoduje znaczne uaktywnienie procesów glebowych i wzrost zawartości próchnicy. Polepszają się wskutek tego właściwości chemiczne i fizyczne gleby, a tym samym podwyższa się bonitacja siedliska, szczególnie gleb lekkich, z natury ubogich. Nawadnianie ściekami plantacji drzew w odróżnieniu do roślin uprawnych posiada tę zaletę, że niewłaściwy często wzajemny stosunek składników pokarmowych, wprowadzanych ze ściekami do gleby, wykorzystywany jest przez rozwijającą się bujną roślinność zielną i krzewiastą, spełniającą rolę komplementarną w asymilacji ładunku składników biogennych. Roli tej nie może spełniać roślinność segetalna w uprawach rolnych, ponieważ jako chwasty jest tam niepożądana i nie dopuszcza się do jej rozwoju.

Na prawidłowo zaprojektowanych i właściwie eksploatowanych obiektach nawadnianych uzyskuje się trzeci stopień oczyszczania ścieków, w odróżnieniu od sztucznych oczyszczalni biologicznych, które mogą zapewnić tylko mineralizację ścieków, a więc drugi stopień ich oczyszczania. Tym samym sztuczne oczyszczanie biologiczne, nawet o najwyższych efektach redukcji BZT (biochemicznego zapotrzebowania tlenu), nie może zagwarantować ochrony wód przed eutrofizacją. Szczególnie ostro na eutrofizację narażone są akwenty wodne zamknięte, gdzie następuje kumulacja składników biogennych.

ROLA TERENÓW LEŚNYCH W GOSPODARCE WODNO-ŚCIEKOWEJ

Dwa argumenty przemawiają za skierowaniem pewnej ilości ścieków na tereny leśne:

- 1) potrzeba intensyfikacji produkcji drewna w Polsce,
- 2) zobowiązanie resortu do oczyszczania ścieków z racji własnej ich produkcji (przemysł celulozowo-papierniczy, fabryki płyt pilśniowych itp.).

Podstawowym czynnikiem, który decydująco wpłynąć może na zwiększenie produkcji drewna, jest poprawienie żyzności siedlisk leśnych poprzez nawożenie. Wysiew nawozów mineralnych, a zwłaszcza z samolotów, przyczynia się do eutrofizacji wód powierzchniowych. Również przy nawożeniu ściekami nie można uniknąć procesu eutrofizacji wód, jednakże ze względu na to, że przy nawodnieniu ściekami organicznymi większość składników biogennych jest wprowadzana do gleby w postaci związków organicznych, są one lepiej w niej sorbowane niż z nawozów mineralnych. Nie powinno się więc stawiać pytania: wprowadzać czy nie wprowadzać ścieki do lasu ale: jak — przy najmniejszych niepożądanych ubocznych skutkach w ekosystemach leśnych i w środowisku przyrodniczym w ogólności — zwiększyć produkcję drewna. Mówiliśmy o nieko-

rzystnych ubocznych efektach nawożenia mineralnego lasów i czego należy oczekiwać przy nawożeniu ściekami organicznymi. Pozytywne wyniki badań nad nawadnianiem ściekami (głównie miejskimi) niektórych gatunków drzew szybko rosnących nie upoważniają jednak do wydania generalnej opinii o celowości wprowadzania ścieków do kompleksów leśnych, szczególnie do istniejących drzewostanów. Za takim ostrożnym podejściem przemawia kilka argumentów.

1. Dotychczasowe badania nad leśnym wykorzystaniem ścieków należy traktować jako rozpoznawcze, które w odniesieniu do większości gatunków drzew zostały przeprowadzone tylko w warunkach lizymetrycznych.

2. Ze względu na zbyt późne zainteresowanie się leśnictwa nawadnianiem drzewostanów ściekami nie dysponujemy jeszcze wynikami badań pełnego cyklu rozwojowego poszczególnych gatunków drzew (od posadzenia do uzyskania wieku rębności, który trwa 80-100 lat, a u niektórych gatunków nawet więcej). Wyjątek stanowią plantacje topoli, których okres rębności wynosi 30-40 lat, a w przypadku nawodnień ściekami może być skrócony do połowy.

3. Nie opracowano techniki nawodnień, która w specyficznych warunkach leśnych pod wszystkimi względami zdałaby egzamin w skali produkcyjnej.

Na obecnym etapie wiedzy i potrzeb gospodarczych można by podjąć decyzję organizowania nawodnień obiektów leśno-plantacyjnych, głównie topoli. Plantacje takie byłyby zakładane na powierzchniach uprzętniętych z drzewostanów rębnych i negatywnych, po uprzednim przystosowaniu terenu do nawodnień. W miarę rozwijania badań i zdobywania wyników zakładano by także plantacje innych gatunków drzew szybko rosnących. Należy jednak podkreślić, że obecność plantacji nawadnianych w kompleksach borów sosnowych wpłynie dodatnio na ich odporność biologiczną i ochronę przeciwpożarową. Od nawodnień ściekami powinny być wykluczone lasy położone wokół miast, przewidziane na tereny masowego wypoczynku.

Jak już wspomnieliśmy, badania dotyczyły zasadniczo nawodnień ściekami miejskimi, które zaliczane są do grupy ścieków żywnych. Resort leśnictwa i przemysłu drzewnego produkuje ścieki odznaczające się wysokim BZT, ale małą zawartością składników nawozowych. Dla prawidłowego przebiegu oczyszczania tych ścieków wymagają one wzbogacenia substancjami biogennymi. Można to osiągnąć przez dodatek nawozów sztucznych, albo drogą wymieszania ze ściekami żywnymi. Bardziej celowy jest drugi zabieg, ponieważ rozwiązuje równocześnie problem oczyszczania innych ścieków. Mając to na uwadze proponujemy tworzenie syste-

mów wodno-ściekowych, do których wchodziłyby ścieki różnego pochodzenia. W warunkach naturalnych ścieki zmieszane zawsze łatwiej oczyścić niż przy oddzielnym traktowaniu każdego rodzaju wód zużytych [7].

FINANSOWANIE OBIEKTÓW NAWADNIANYCH ŚCIEKAMI

Oczyszczanie ścieków w środowisku glebowym i wykorzystanie ich do podniesienia produkcji roślinnej jest inwestycją o wielozadaniowym znaczeniu. Powinno to znaleźć odbicie w pokryciu kosztów budowy i eksploatacji obiektów nawadnianych. Bezwzględnie musi tutaj być przestrzegana zasada, że producent ścieków odpowiedzialny jest za ich oczyszczenie [5]. Dlatego też, niezależnie od tego skąd pochodzi inicjatywa budowy obiektu nawadnianego ściekami (od producenta ścieków czy od przyszłego użytkownika), w kalkulacjach uzasadnienia inwestycji należy po stronie efektów uwzględnić nie tylko korzyści bezpośrednie w postaci zwiększonego przyrostu drewna, lecz również korzyści ogólnospołeczne, wynikające z faktu oczyszczania ścieków w środowisku naturalnym. Wysokość udziału producenta ścieków w kosztach ich oczyszczania na terenach leśnych nie może być zatem wyższa od nakładów, jakie byłyby poniesione przy innych metodach oczyszczania wód.

LITERATURA

1. Baule H.: Nawożenie w praktyce leśnictwa światowego. *Las pol.* nr 13-14, 1973, s. 27.
2. Białkiewicz F., Boćko J., Nowiński S.: Dynamika wzrostu upraw leśno-plantacyjnych nawadnianych ściekami miejskimi. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.* 204, 1978.
3. Białobok S.: Perspektywy uprawy topoli w świetle doświadczeń zagranicznych. *Las pol.* nr 9, 1967, s. 10.
4. Białobok S.: Potrzebny jest plan szybkiej produkcji drewna topolowego. *Las pol.* nr 18, 1967, s. 7.
5. Boćko J.: Pola nawadniane jako oczyszczalnie ścieków. *Gosp. wod.* nr 8-9, 1970.
6. Boćko J.: W sprawie radykalnej ochrony wód w Sudetach. *Gosp. wod.* nr 7, 1973.
7. Boćko J.: Szerokoprzestrzenne nawodnienia ściekami w służbie ochrony wód w Sudetach. PAN Oddz. we Wrocławiu. Kom. Nauk o Ziemi. Wykorzystanie i ochrona środowiska ziem południowo-zachodnich Polski. Sesja Nauk. 1974.
8. Boćko J., Matusiewicz H., Radczuk L.: Wielkość retencji dla wyrównania odpływów niskich w zlewniach Sudetów w związku z przerzutem ścieków. *Zesz. nauk. AR Wroc. Mel.* XXI, nr 119, 1975.
9. Boćko J.: Nawodnienie ściekami użytków rolnych zabiegiem ochrony środowiska. *Mat. Konf. PAN — Wpływ melioracji wodnych na środowisko geograficzne.* Jadwisin 1976.

10. Chmielewski W.: Plantacyjna uprawa topoli. Sylwan nr 8-9, 1970, s. 189.
11. Development program for the National Forests USDA. Forest Service Washington D.C. 1961.
12. Dragun W.: Nawadnianie plantacji topoli jako element całorocznego rolniczego wykorzystania miejskich wód ściekowych. Praca dokt. 1973 IMUZ (maszynopis).
13. Dygasiewicz J.: O przyszłości plantacji topolowych. Las pol. nr 18, 1967, s. 3.
14. Fomicz G.: Kierunki intensyfikacji zagospodarowania lasów państwowych. Las pol. nr 8, 1967, s. 6.
15. Hejmanowski S.: Plantacyjna uprawa drzew szybko rosnących. Las pol. nr 3, 1970, s. 7.
16. Intensyfikacja produkcji leśnej (kasp.). Las pol. nr 3, 1974, s. 6.
17. Janiszewski W.: Gospodarka Wodna Polski. Książka i Wiedza, Warszawa 1975.
18. McArdle R. E.: Multiple use — multiple benefits. Journal of Forestry nr 5, 1953, s. 323.
19. Milewski J.: Aktualne zagadnienia plantacyjnej uprawy topoli. Las pol. nr 20, 1966, s. 15.
20. Milewski J.: Zagadnienia produktywności plantacji na glebach leśnych. Las pol. nr 20, 1968, s. 7.
21. Mikstacki B.: Zagadnienia produktywności bogatych siedlisk leśnych. Las pol. nr 19, 1973, s. 11.
22. Molenda T.: Założenia i problemy programowania rozwoju leśnictwa w systemie ekonomii planowej. Sylwan nr 10, 1975, s. 34.
23. Taylor R.: Problem zagrożenia czystości wód w Polsce przez substancje toksyczne stosowane w rolnictwie i leśnictwie. Gosp. wod. nr 5, 1971.
24. Tyszkiewicz S.: W trosce o perspektywę uprawy topoli. Las pol. nr 15-16, 1967, s. 5.
25. Zabielski S.: Charakterystyka i analiza wyników plantacyjnej uprawy topoli w Wielkopolsce. Prace KRN i KNZ PTPN, t. XXII, z. 3, Poznań 1966.
26. Zabielski S.: Wyniki uprawy topoli w Wielkopolsce i perspektywy uprawy na przyszłość. Las pol. nr 24, 1967, s. 8.
27. Zachariew S.: Uprawy leśne gatunków szybko rosnących o znaczeniu przemysłowym. Międzyn. Czas. rol. nr 4, 1969, s. 83.

Ф. Бялкевич, Ю. Боцько, С. Новиньски

ОЧИСТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД В СРЕДЕ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Резюме

Практически в почве можно очищать все сточные воды, которые возникают в процессе превращения биомассы (городские сточные воды и навозная жижа, сельскохозяйственной промышленности и отрасли лесного хозяйства). Этот способ обезвреживания отходов закрывает естественное течение материи в природе, т.е. отдается почве то, что взяли от нее культивированные растения и деревья. Этим явлением можно оправдать интенсивный рост растений на объектах правильно эксплуатируемых и орошаемых сточными водами. Сравнительно хорошим является знание влияния орошений различными видами сточных вод на производство зеленых культур и полевых растений. За то до сих пор лесное хо-

зяйство не проявляло большой заинтересованности орошением деревьев сточными водами. Вопрос является поэтому современным что лесное хозяйство дает сырьё во время переработки которого, возникает большое количество вредных сточных вод (целлюлозно-бумажная и плитовая промышленность). Путем орошения деревьев сточными водами, пригодными для этой цели, можно произвести их очистку в почве и, одновременно, улучшая лесную среду увеличить производство древесины.

Проведенные до сих пор опыты показали что орошение городским сточными водами плантации тополя в местопроизрастании бора может обеспечить прирост древесной массы нетто $20 \text{ м}^3/\text{га}/\text{год}$, а масса полезной древесины, полученной до рубок главного пользования, составляет после 7 лет до $70 \text{ м}^3/\text{га}$. Для сравнения на ведомственных плантациях основанных в местопроизрастанию леса предусматривается получить в 2000 г. около $14 \text{ м}^3/\text{га}$ древесины. Плантации в районе Велькопольска проявили средний прирост $5 \text{ м}^3/\text{га}$, а самые лучшие не превышали $10 \text{ м}^3/\text{га}$. Использование сточных вод для орошения плантации тополя может обеспечить прирост древесины, который в значительной степени удовлетворит потребности в этом сырье и таким образом, сэкономит леса. Таким методом можно будет отказаться от минерального удобрения лесных площадей, которые как известно причиняются к вторичному загрязнению вод. Плантации тополя, как известно, благодаря очистке сточных вод могут сыграть серьезную роль в защите вод от загрязнения. По сравнению с сельскохозяйственными культурами древесные плантации обеспечивают потребность в сточных водах целый год. При орошении лесных площадей существует менее строгий санитарный режим, а особенно не применяется периодов перерыва, которые рекомендуется применять перед уборкой сельскохозяйственных культур. Плантации тополя могут с успехом принимать сточные воды тоже зимой.

Дальнейшие испытания по использованию сточных вод в лесной среде показали, кроме проверки поведения отдельных древесных пород под влиянием орошения сточными водами, различного происхождения, должны идти в направлении разработки наиболее соответствующего метода орошения.

F. Białkiewicz, J. Boćko, S. Nowiński

CLEANING AND UTILIZATION OF SEWAGE IN AN ENVIRONMENT OF FOREST SOILS

Summary

Practically any sewage originating from the conversion of biomass (municipal sewage, manure, sewage from food and forest industries) may be cleaned in soil. This way of the neutralization of discards completes the natural circulation of matter in nature, i.e. returns to soil what was taken from it by cultivated plants. This should explain the vigorous growth of plants on properly exploited objects irrigated with sewage. The understanding of the effect of irrigation with individual kinds of sewage upon the production of green crops and farm plants is relatively good. On the other hand the irrigation of trees with sewage received until now rather little interest on the side of forestry. The matter is rather urgent; because the forestry itself produces raw-materials, during the conversion of which great quantities of burdensome sewage originate (cellulose and paper, fibreboard

industry). Owing to the irrigation of trees with sewage suitable for this purpose, one can clean them in soil and at the same time, while improving forest environment, enhance the production of wood.

Recent research indicated that the irrigation of poplar plantation on coniferous forest site with municipal sewage may result in a growth of the nett volume of wood at level of $20 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{year}$, with the volume of early thinnings attaining $70 \text{ m}^3/\text{ha}$ after 7 years. For comparison, plantations established on deciduous forest sites are planned to yield ca $14 \text{ m}^3/\text{ha}$ in 2000. Plantations in Wielkopolska revealed a mean growth of $5 \text{ m}^3/\text{ha}$, the best ones not exceeding $10 \text{ m}^3/\text{ha}$. The utilization of sewage in the irrigation of poplar plantations may provide wood increment, which to a considerable extent will meet the demand for this raw-material and will save forests. Thus, one could give up the mineral fertilization of forest crops, which, as is known, contributes to the eutrophication of water. Poplar plantations, owing to the cleaning of sewage, may play an important role in the protection of water against pollution. When compared with farm crops, tree plantations warrant a better annual discharge of sewage. The irrigation of forest crops involves less sanitary rigours, and particularly no quarantine periods are required, which are suggested before the harvest of cultivated plants. Poplar plantations may also receive sewage during winter with good effects.

Further studies on the utilization of sewage in forest environment, besides of the testing of the response of individual tree species upon the irrigation with sewage of various origin, ought to follow the line of the development of the most adequate technique of irrigation.

Doc. dr *Feliks Białkiewicz*

Instytut Badawczy Leśnictwa — Zakład Gospodarki Wodnej
ul. Wery Kostrzewy 3, 02-362 Warszawa

Kierownik: doc. dr *Feliks Białkiewicz*

Prof. dr hab. *Józef Boćko*

Akademia Rolnicza — Instytut Melioracji Rolnych i Leśnych
Pl. Grunwaldzki 24, Wrocław

Dyrektor: prof. dr hab. *Stanisław Marcilonek*

Dr inż. *Stanisław Nowiński*

Zakład Ochrony Przyrody PAN, Stacja Sudecka we Wrocławiu. Rynek 6.

Kierownik: prof. dr hab. *Kazimierz Zabierowski*