

MOŽNOSTI ZA RAZVOJ INDUSTRIJSKIH MARIKULTUR OB UPORABI FERTILIZACIJE PRIMARNIH PRODUCENTOV Z ORGANSKIMI ODPADNIMI VODAMI

THE POSSIBILITIES OF DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL MARICULTURES BY USING THE ORGANIC WASTE WATERS FOR THE FERTILIZATION OF PRIMARY PRODUCERS

Štirn Jože, Keržan Igor in Lado Kubik

Inštitut za biologijo Univerze v Ljubljani

UVOD

Gledano s stališča zdravega obstoja bodočih generacij človeštva na našem planetu, bo to, poleg omejitve demografske eksplozije, moralo rešiti predvsem dva ključna eksistenčna problema:

- ravnotežje kisika v atmosferi in
- zadostne vire hrane, predvsem proteinov.

Pri obeh problemih bo svetovni ocean odigral odločilno vlogo in s tem postajajo pripadajoče raziskovalne panoge morskih ved zelo pomembne, predvsem v smeri osnovnega in tehnološkega razvoja zaščite morskega okolja pred polucijo po eni in razvoja industrijskih marikultur po drugi strani.

Oba navedena problema zanimata seveda tako znanstvene kot gospodarsko-politične cilje tudi na Jadranu, morda še bolj intenzivno kot velja to za oceane, za kar imamo specifične in tehtne razloge.

Če se ozremo najprej na probleme polucije Jadrana, nam njeno preprečevanje ne pomeni samo splošnih ciljev zaščite morskega okolja, ohranitve fondov konvencionalnega ribolova v morju in rezerv kisika v atmosferi, ampak tudi zaščito estetsko-rekreativne vrednosti Jadrana, ki ga s takšnim pridom izkoriščamo v turistični industriji. Pri tem imamo na Jadranu opravka predvsem s problemom težke industrijske polucije Severnega Jadrana z rekami, ki se vanj izlivajo in nekaterih manjših žarišč kot so Reški in Kaštelanski zaliv tek Boka Kotorska. Te probleme puščamo ob strani, ker ne gredo v okvir tega prispevka, v katerem se bomo omejili na organsko polucijo iz komunalnih, fekalnih ter drugih organskih odpadnih voda iz živilsko-predelovalne in sorodne industrije. Skupna lastnost teh voda je, da so primarno atoksične,

biodegradabilne ter lahko služijo kot hrana določenim sekundarnim producentom in kot fertilizatorji primarne bioprodukcije v morskih ekosistemih. Zato tovrstna polucija ni izrazito škodljiva, kadar vpliva na odprte vode in v velikih razredčitvah, če pa nastopa v ogromnih količinah (n.pr. Severni Jadran) ali pa tudi v malih količinah, ki se izlivajo v nepretočne sisteme kanalov, zalivov, lagun ipd., pa lahko povzroča katastrofalna porušenja ekoloških ravnotežij. Prav takšno delikatno področje, katerega ekosistema lahko prizadenejo tudi manjše količine organskih odpadnih voda, predstavljajo notranje vode Kvarnerskega, Zadarskega in Dalmatinskega arhipelaga, na katerega specifično občutljivost in edinstveno ter tudi gospodarsko dragoceno naravno lepoto smo že opozorili (Štirn & Kveder & Lucu & Relevante 1971, v tisku za Pacem in Maribus 2).

Prav to »otočno področje« s svojimi tisočermi polzaprtimi zalivi, uvalami, kanali, »fjordi« ipd., je edinstveno — primerno za razvoj marikultur, katerih razvoj bo po našem mišljenju pomenil, prej kot si to predstavljamo, nujnost v globalnem smislu. To bo morda posebno poudarjeno prav v mediteranskem oziroma v jadranskem prostoru, kjer so fondi konvencionalnega ribištva, z izjemo nekaj male »plave ribe«, več ali manj že izčrpani ali celo v fazi preloma. Zato bi morali imenovano »otočno področje« ne le zaščititi pred polucijo, ampak bi morali v sklopu regionalnega urbanističnega planiranja tudi legalno zavarovati njegove najprimernejše naravne formacije za marikulture namene, preden jih zasedejo urbano-turistične ali industrijske aglomeracije in s tem potencialno zagradijo možnosti razvoja industrijskega pridelovanja hrane iz morja.

Po naših izkušnjah, ki jih bomo razložiti kasneje v tem prispevku, sodimo, da bi bilo vsekakor možno ter zelo ekonomično, če bi oba cilja, čiščenje organskih odpadnih po eni in marikulture po drugi strani, združili v enotno tehnologijo, kar obravnavamo v tem prispevku v obliki poročila o nekaterih rezultatih raziskovalne naloge »Možnosti konstruktivne uporabe organskih efluentov v marikulturah«, ki jo financira Sklad Borisa Kidriča, Ljubljana, za kar se mu tudi na tem mestu prisrčno zahvaljujemo.

ORGANSKA POLUCIJA IN SEDANJE TEHNOLOŠKE MOŽNOSTI ČIŠČENJA

Posledice, ki jih prinaša organska polucija v morske ekosisteme, smo zelo podrobno opisali že v drugih naših publikacijah (Štirn 1967 etc.), za namene tega prispevka moramo tu ponoviti le najbolj elementarne ugovoritve.

Primarna organska polucija pomeni v morskih ekosistemih kopičenje terigene organske materije in njenih razkrojnih produktov, ki so, bodisi kot anorganske hranilne soli in mikroelementi, bodisi kot biološko aktivne organske spojine, kot nekateri vitamini, amino-kislina, huminoidi in morda celo fitohormoni, fertilizatorji primarne bioprodukcije. Biocenološko primarni učinki organske polucije vnašajo v združbe morskih organizmov regresivne spremembe, zato diverziteti zelo upade ter obstanejo v takšnih ekosistemih le zelo evrivalentne vrste organizmov. Za te organizme pomeni poluiran ekosistem takšno okolje, v katerem je prostorsko-prehranjevalna kompeticija močno reducirana, poseduje pa spričo stalnega dotoka efluentov neizčrpen vir hrane tako za primarne kot za sekundarne in celo nekatere terciarne producente, oziroma konzumente. Iz tega soskladja sledijo praviloma posledice, ki jih

poimenujemo sekundarna organska polucija, katere bistvo je masovna porast populacij, sicer malega števila evrivalentnih vrst organizmov ter s tem velik pribitek organske materije v ekosistemu, katerega manjši del najde konzumente med višjimi organizmi, večina pa je prepuščena razkroju, ki ga opravljajo heterotrofni protofiti. Pri tem se trošijo proporcionalno visoke količine prostega kisika, pogosto v taki meri, da se ekosistem prehodno ali trajno sprevrže v anoksične razmere z znanimi posledicami anaerobnega razkroja organske materije, ki med drugim proizvaja mnoge toksične spojine, kar vodi do masovnih pomorov skoraj vseh višnjih organizmov in pojava skrajno reduciranih združb takoimenovanega sulfuretuma.

Zato je organska polucija lahko v danih okoliščinah mnogo bolj nevarna morskim ekosistemom kot si to običajno predstavljamo in zahteva, posebno v takšnih delikatnih področjih kot smo jih za Jadran že omenili, skrbno načrtovano kontrolo ob primernih tehnologijah.

Komunalna oziroma sanitarna tehnika razpolaga v splošnem z dvema tehnologijama, ki se ju poslužuje pri čiščenju oziroma odvajanju organskih efluentov:

- predelovalna tehnologija oziroma čiščenje efluentov v mehansko-bioloških čistilnih napravah in odvajanje tako tretiranih voda v reke ali v neposredno obalno morje,
- direktna tehnologija odvajanja neprečiščenih ali mehansko tretiranih efluentov po podvodnih cevovodih in preko difuzerjev v globlje in dobro pretočne sloje obalnega morja, več ali manj oddaljeno od neposredne obale.

Obe tehnologiji sta z mnogih stališč nepopolni. Tako ena kot druga lahko povzročata še vedno velika porušjenja ravnovesij v morskih sistemih, zahtevata pa kljub temu visoka investicijska in vzdrževalna sredstva. Gledano s stališča bazične bioprodukcije na našem planetu pa pomenita stalno in več ali manj ireverzibilno izgubljanje hranilnih in biološko aktivnih snovi. Organski efluenti, ki se po direktni tehnologiji izlivajo v morje, sicer res prispevajo lokalno k povišanju bioprodukcije in posledično tudi k fondom konvencionalnega ribištva, vendar je to v splošnem komajda omembe vredno. Pravitako je možna uporaba predelane organske materije iz čistilnih naprav v agrikulturi, vendar se je to večinoma pokazalo, zaradi transportnih in drugih stroškov, kot dokaj neekonomično in se redkokje prakticira.

Ob iskanju boljših rešitev moramo iz gornjega zaključiti, da bi bila idealna rešitev nedvomno v smislu popolnega reciklinga organskih odpadnih snovi, ki bi jih v celoti zadržali oziroma potrošili, preden bi sploh vstopile v proste obalne vode. To bi bilo najpreprosteje tako, da bi delno očiščene efluente prevajali kot fertilizatorje skozi umetne ekosisteme, katerih končni konzumenti bi bili uporabni kot hrana za človeka in domače živali, torej bi kombinirali tehnologijo čiščenja z marikulturami, katerih proizvod bi pokrival vsaj vzdrževalne stroške čistilnega postopka. Na to zamisel smo prišli ob opazovanju edinstvenega naravnega eksperimenta, ki nam ga nudi velika morska laguna, imenovana Tuniško jezero.

NEUSPEŠNOST KONVENCIONALNIH ČISTILNIH TEHNOLOGIJ NA PRIMERU TUNIŠKEGA JEZERA IN MOŽNOST IZBOLJŠAV Z MARIKULTURAMI

Razmere in potek celotnega ekološkega ciklusa organske polucije smo na podlagi obsežnih raziskovanj iz obdobja 1966—68 že v podrobnostih objavili v drugih delih (Štirn 1967 etc.), ker pa gre pri tem takorekoč za šolski primer, ki nam služi tudi kot pomembno izhodišče razglabljanj tega prispevka, podajamo kratek povzetek o tem fenomenu.

Ta zelo plitva laguna, povprečne globine 1 m, s skupno površino okroglih 6.000 ha, sprejema vse organske efluente mesta Tunisa v ekvivalentu 350.000 prebivalcev. Večina teh efluentov prihaja v laguno predhodno tretirana v sorazmerno zelo sodobnih čistilnih napravah. Kljub temu povzročata fertilizacija lagune s temi efluenti edinstveno visoko primarno bioprodukcijo izbranih evrivalentnih vrst, predvsem pelagične zelene alge *Nannochloris oculata* v povprečni gostoti 2×10^9 celic/l in bentoških vrst *Ulve*, *Enteromorpha* in *Gracillaria* z biomasami 2—3 kg/m². Ta prebitek organske materije privede laguno najmanj enkrat letno do končne faze sekundarne polucije, kot smo jo opisali v prejšnjem poglavju s popolno anaerobiozo in z masovno mortaliteto vseh višjih organizmov. Kljub temu naseljujejo laguno ogromne populacije nekaterih sekundarnih in terciarnih producentov, med njimi najbolj markantni biogeni grebeni poliheta *Merceriella enigmatica*, školjke *Cardium* in *Tapes* ter gosta naselja cipljev ter nekatere druge ribe. Zato laguno tudi intenzivno izkoriščajo v ribištvu, ki daje letno naslednji ulov (prikazano za 1. 1968 v kg):

Tabela 1.

Ciplji (<i>Mugil ssp.</i>)	281.415
Jegulja (<i>Anguilla anguilla</i>)	81.198
Orada (<i>Chrysophrys aurata</i>)	45.245
Brancin (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	17.068
Drugo	7.582
Skupno 432 ton	432.526

Ker je od omenjene površine lagune samo okroglo ena polovica (3.000 ha) uporabljena v ribištvu, torej pomeni, da znaša proizvodnja rib 144 kg/ha letno, kar pomeni po de Angelisu, 1960, povprečno proizvodnjo, ki se doseže v mediteranskih, kultiviranih lagunah n.pr. v Beneškem področju. Moderne industrijske marikulture n.pr. v Izraelu, prinašajo seveda neprimerno večji proizvod — do 3.000 kg/ha letno.

Tuniško jezero nam daje pouk v dveh bistvenih ugotovitvah:

— organski efluenti, ki se izlivajo v nepretočne morske ekosisteme kot so lagune, estuariji, polzaprti zalivi ipd., lahko povzročijo katastrofalne procese sekundarne polucije tudi v primeru, da so bili predhodno tretirani v bioloških čistilnih napravah.

— Fertilizacija z organskimi efluenti bi se očitno lahko izrabila za namene intenzivnih marikultur izbranih evrivalentnih organizmov, kot so nekateri moluski in ribe, predvsem ciplji, uporabilo pa bi se lahko tudi ogromne biomase nekaterih bentoških alg (*Ulva*, *Gracillaria*). Če lahko Tuniško jezero prispeva omenjenih 450 ton ribiškega proizvoda in gospodarsko še neizkori-

ščene količine 80.000 ton ulve in 3.000 ton gracilarije letno, v pogojih brez kulture in ob popolnem pomoru vseh populacij vsaj enkrat letno, bi se ob primernih marikulturnih ukrepih seveda lahko doseglo neprimerno boljše in stabilne rezultate.

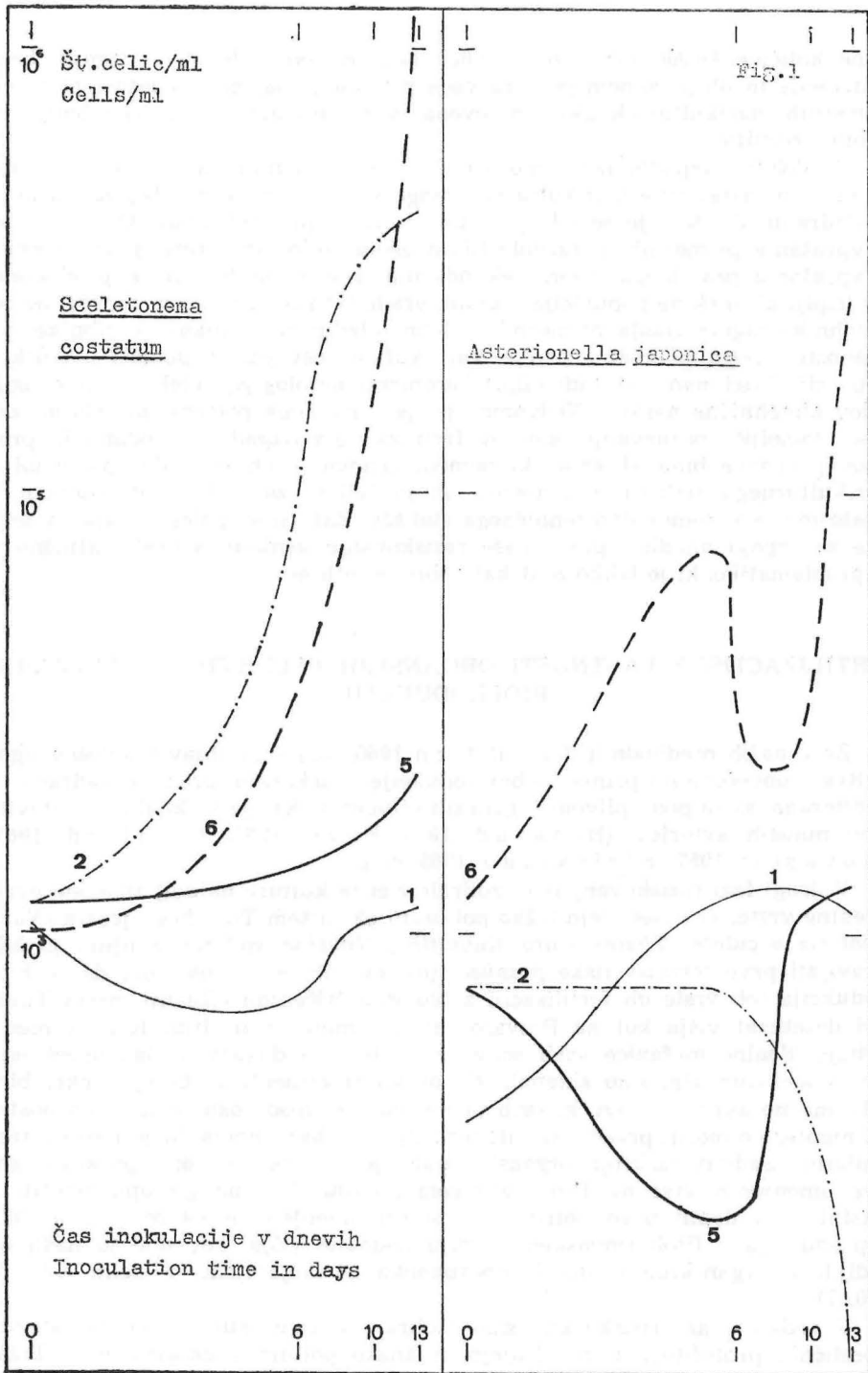
S takšnimi vzpodbudami smo pričeli s sistematičnimi raziskovanji možnosti za tako zastavljene marikulture posege v splošnem in posebej za razmere na Jadranu. Pri tem je seveda potrebno rešiti vrsto problemov. Omenili smo že vprašanje primernih in razpoložljivih geomorfoloških formacij. Pomembna so vprašanja pravilnega izbora sekundarnih (školk) in terciarnih productentov (ciplji ali mešane populacije s krapci, orade itd.) ter predvsem razvoj metod in tehnike zagotavljanja primernih količin mladice za nasajanje v ribnike, po možnosti v pogojih umetne vzreje, kar skušamo osvojiti ob pomoči izraelskih inštitucij. Pred nami so tudi odprti problemi patologije, selekcije in drugih zadev biotehnične narave. Nedvomno pa je osnovnega pomena za celotno zamisel, temeljito poznavanje odnosov fertilizacije z odpadnimi vodami in procesov primarne bioprodukcije, ki pomeni osnovni prehranjevalni potencial z marikulturenega stališča in materijo, ki jo želimo zadržati pred vstopom v prosto morje s komunalno-tehničnega stališča. Zato smo, poleg usvajanja tehnike za vzgojo mladice cipljev, naše raziskovanje usmerili skoraj izključno v to problematiko, ki jo lahko že dokaj dobro osvetlimo.

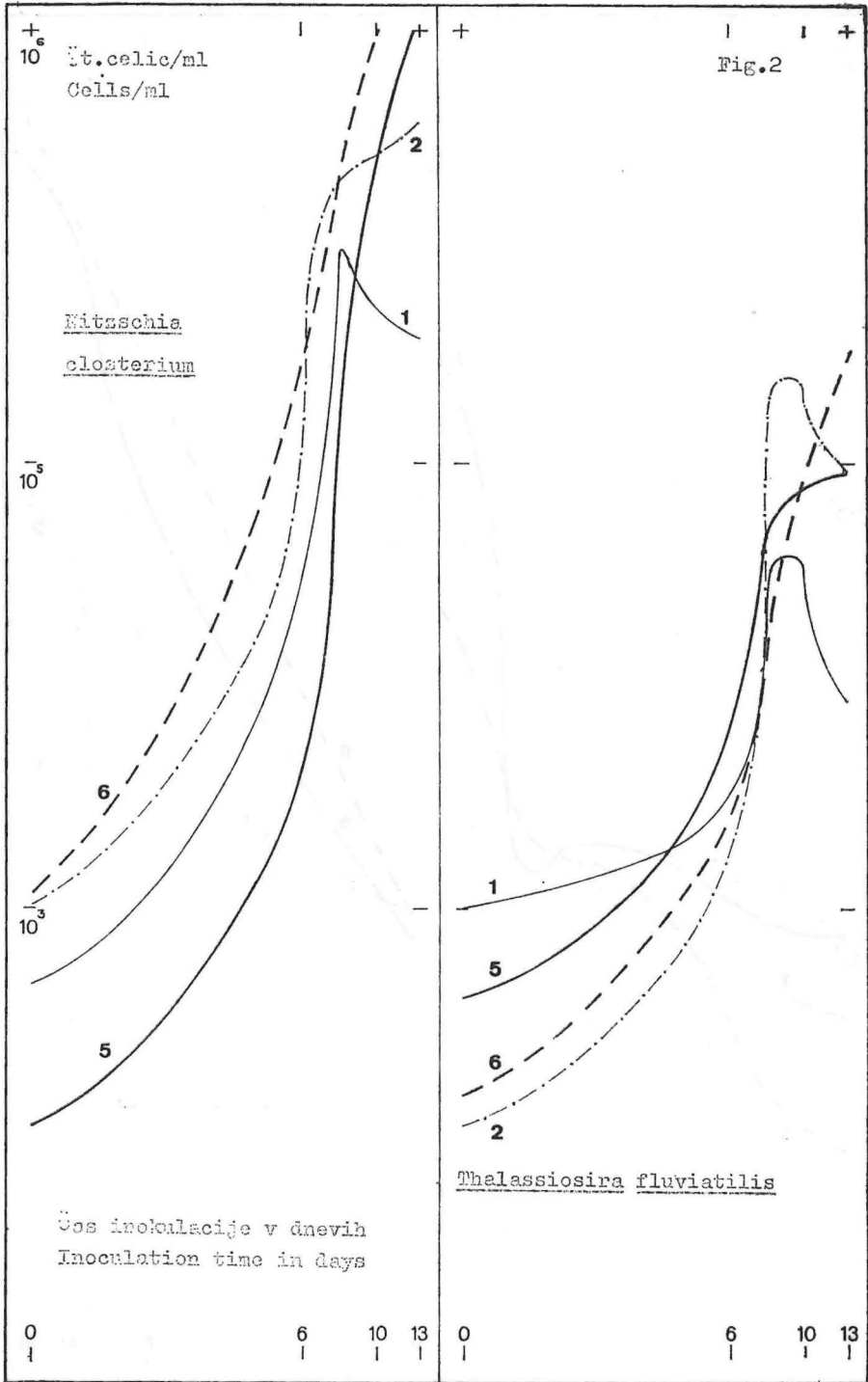
FERTILIZACIJSKE LASTNOSTI ORGANSKIH EFLUENTOV V PRIMARNI BIOPRODUKCIJI

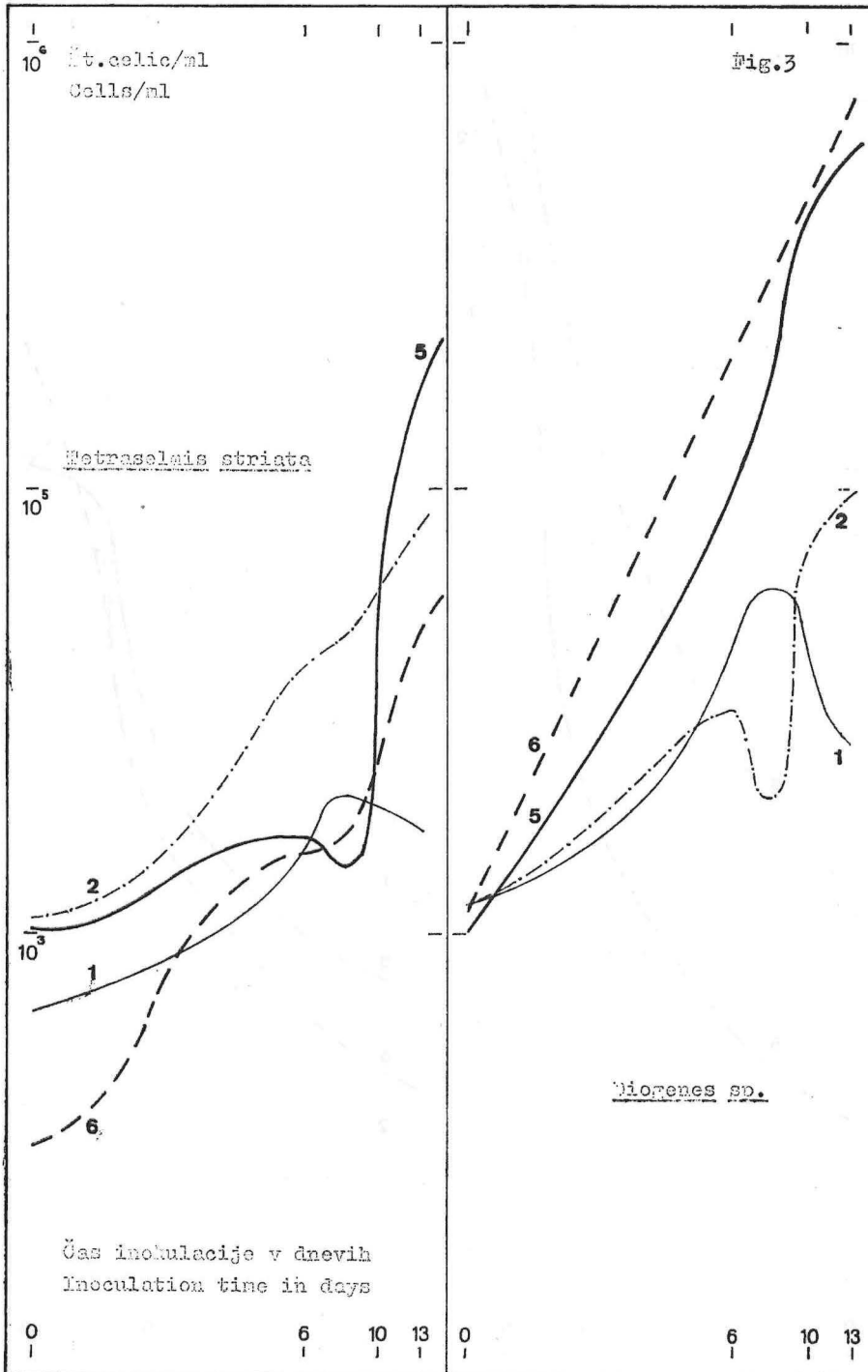
Že v naših predhodnih delih (Štirn 1965 etc.) smo objavili splošne ugotovitve o povečevanju primarne bioprodukcije v nekaterih predelih Jadrana in Mediterana, ki so pod vplivom organskih efluentov, kar je v skladu z ugotovitvami mnogih avtorjev (Braarud 1955, Foy 1965, Guillard 1967, Provasoli 1957, Strickland 1965 etc.).

V drugi fazi raziskovanj smo izolirali v čiste kulture najbolj značilne evri-valentne vrste, ki naseljujejo težko poluirani ekosistem Tuniškega jezera (*Nannochloris occulata*, *Thalassiosira fluviatilis*, *Nitzschia* sp.) ter z njimi pričeli opravljati prve fertilizacijske poskuse, pri katerih se je pokazalo, da je bioprodukcija teh vrste ob fertilizaciji z biološko čiščenimi efluenti mesta Tunis tudi desetkrat višja kot na Provasolijevem umetnem mediju. Ker ta medij vsebuje idealne mešanice vseh snovi, za katere je dokazano, da pospešujejo rast enoceličnih alg, smo sklepali, da organski efluenti vsebujejo neke, biološko močno aktivne snovi, katerih učinki nam še niso poznani ter smo postavili hipotezo o možni prisotnosti fitohormonov na bazi indola, ki je redni intermedijarni produkt razkroja organske materije. V orientacijskih poskusih gojitve omenjenih vrst na Provasolijevem mediju, ki smo ga oplemenitili z auksini, smo dobili prvo potrditev v smeri omenjene hipoteze, ker je bila bioprodukcija v fitohormonskem mediju podobno višja, kot smo jo našli na medijih z organskimi efluenti. Podrobnosti so objavljene v delih Štirn 1970, 71.

V sedanjih fazi raziskovanj smo izolirali v čiste kulture veliko število enoceličnih protofitov, ki naseljujejo organsko poluirane ekosisteme v Tržaškem zalivu in tamkajšnje lagune ter estuarije, torej vrste, ki so potencialno primerne za razvoj masovne primarne produkcije v načrtovanih marikulturah







mešanih populacij cipljev, krapov in školjke dagnje. Na teh vrstah smo opravili dolge serije eksperimentov fertilizacije z organskimi efluenti mesta Koper, ki so bili predhodno tretirani v mehanski čistilni napravi (aeratorski tip) in mešani z morskovo vodo v razmerjih 1:4 in 1:8. Bioprodukcijo na teh poluiranih medijih smo primerjali z mediji: Provasoli, čista morska voda iz odprtega Severnega Jadrana in ista, oplemenitena z osnovnimi hranilnimi solmi dušika in fosforja v istih koncentracijah kot v Provasolijevem mediju. Kemična sestava medijev in eksperimentalni pogoji so podani v tabeli 2., rezultate fertilizacijske poskusov za izbrane vrste daje tabela 3., rastne krivulje za iste pa so prikazane na slikah 1—3.

Tabela 2. Osnovni sestav hranilnih medijev ob začetku fertilizacijskih eksperimentov

	Hranilni medij					
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
pH	8.13	8.10	7.95	7.90	7.92	7.80
Slanost - Salinity ‰	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0
P - Total $\mu\text{g at./L}$	0.16	69.76	12.50	82.10	26.51	69.60
P - PO_4 $\mu\text{g at./L}$	0.09	69.69	9.12	78.72	20.50	69.60
N - NO_3 $\mu\text{g at./L}$	1.18	789.28	7.35	795.45	12.56	788.10
N - NO_2 $\mu\text{g at./L}$	0.23	0.23	1.05	1.05	2.33	Non
Si - SiO_2 $\mu\text{g at./L}$	1.08	1.08	9.32	9.32	20.69	1.08
Organic N mg/L	0.20	0.20	4.05	4.05	9.55	Non

Pripomba: Medij M-6 vsebuje poleg v Tabeli 2 navedene makro-nutriente tudi spodaj naštetje mikroelemente in vitamine:

H_3BO_3	23 mg/L	MnSO_4	250 $\mu\text{g/G}$
Na_2EDTA	16 mg/L	ZnSO_4	440 $\mu\text{g/L}$
$\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \times 6 \text{H}_2\text{O}$	14 mg/L	CoSO_4	110 $\mu\text{g/L}$
$\text{FeCl}_3 \times 6 \text{H}_2\text{O}$	1 mg/L	Thiamin (B_1)	100 $\mu\text{g/L}$
Biotin (H)	1 $\mu\text{g/L}$	Vitamin B_{12}	2 $\mu\text{g/L}$

Opis medijev: M-1 = čista morska voda S. Jadrana; M-2 = isto, vendar oplemeniteno z dodatkom P in N kot v M-6; M-3 = 50% razredčitev medija M-5; M-4 = isto, vendar oplemeniteno z dodatkom P in N kot v M-6; M-5 = mešanica mehansko čiščene fekalne vode mesta Koper in morja v razmerju 1:4; M-6 = Provasolijev umetni medij.

Eksperimentalni pogoji: Aksenične kulture smo gojili pri konstantni svetlobi (Grow-lux) 800 luksov in temperaturi 20°C.

Tabela 3.: Rezultati eksperimentov fertilizacije čistih kultur izbranih protofitskih vrst z različnimi hranilnimi mediji (M 1 — M 6), izraženo v številu celic/1 ml $\times 10^3$, ki so zrastle iz začetne inokulacijske populacije O v 3—13 dnevih. D pomeni čisti prirastek v 13 dnevih.

Vrsta	Dan	Hranilni medij					
		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Nitzschia closterium	0	0,7	2,3	0,7	1,3	0,3	1,3
	6	53,0	93,0	32,0	13,3	19,0	159,0
	10	230,0	490,0	1.540,0	1.280,0	520,0	950,0
	13	190,0	597,0	2.000,0	2.240,0	1.110,0	1.790,0
	d 0—13	229,3	594,7	1.999,3	2.238,7	1.109,7	1.788,7
Thalassiosira fluviatilis	0	1,3	0,3	0,3	1,3	0,7	0,3
	6	17,0	17,0	40,0	27,0	30,0	16,7
	10	38,0	120,0	200,0	200,0	90,0	130,0
	13	24,0	91,0	294,0	373,0	93,0	213,0
	d 0—13	36,7	119,7	293,7	371,7	92,3	212,7
Sceletonema costatum	0	2,0	3,3	1,3	4,0	4,0	1,3
	6	0,7	80,0	192,0	106,0	1,3	33,0
	10	1,5	311,0	820,0	750,0	13,0	750,0
	13	2,3	430,0	1.491,0	1.500,0	24,0	1.305,0
	d 0—13	0,3	426,7	1.489,7	1.496,0	20,0	1.303,7
Asterionella japonica	0	0,3	0,7	1,0	1,0	0,7	1,3
	6	1,7	0,7	3,0	2,0	0,8	64,0
	10	1,5	0	39,0	23,0	1,2	120,0
	13	1,3	0	90,0	90,0	2,7	266,0
	d 0—13	1,4	0	89,0	89,0	2,0	264,7
Tetraselmis striata	0	0,7	1,7	0,7	0,7	1,0	0,3
	6	11,0	40,0	13,0	74,0	13,0	11,0
	10	18,0	70,0	130,0	220,0	100,0	28,0
	13	16,0	90,0	216,0	386,0	186,0	53,0
	d 0—13	17,3	88,3	215,3	385,3	185,0	52,7
Diogenes sp.	0	2,0	2,3	4,0	4,0	1,0	3,3
	6	40,0	32,0	80,0	330,0	106,0	192,0
	10	35,0	78,0	350,0	350,0	450,0	490,0
	13	27,0	107,0	692,0	693,0	613,0	825,0
	d 0—13	38,0	104,7	688,0	689,0	612,0	821,7

Namen tega prispevka ni v tem, da bi se spuščal v sicer ekološko zelo interesantne podrobnosti rezultatov teh eksperimentov, ki jih na tem mestu uporabljamo samo za ilustracijo bistvenega zaključka:

Predhodno mehansko čiščene organske efluente iz komunalnih ali živilsko-industrijskih voda, v katere se ne izlivajo dodatne toksične komponente industrijske polucije, lahko uporabljamo za fertilizacijo različnih vrst primarnih productentov (ultra-, nano- in makro-fitoplanktoni med: flagelati, dinoflagelati, diatomejami in enoceličnimi zelenimi algami) mnogo uspešnejše kot s kakršnimikoli, doslej poznanimi umetnimi fertilizatorji

in mešanici. Celo idealni Pravosolijev medij kaže slabše ali identične učinke. S tem je podano teoretično jamstvo, da je zamisel tehnologije čiščenja v kombinacijah z marikulturami principiarno izvedljiva, seveda pod pogoji usvojitve kontrolnih mehanizmov, ki preprečujejo pojave hiperprodukcije organske materije in s tem povezanih anaerobioz po eni in razvoja ekonomskih populacij sekundarno-terciarnih producentov oziroma konzumentov po drugi strani. Raziskovanja teh problemov so v teku.

L I T E R A T U R A

- Bentley, J. A., 1959: Plant hormones in marine phytoplankton, zooplankton and seaweeds. *Prepr. int. Oceanogr. Congr. AAAS*, 1:910—1.
- Braarud, T., 1955: The effect of pollution by sewage upon waters of the Oslo-Fjord. *Proc. int. Ass. theor. appl. Limnol.*, 12:811—3.
- Braarud, T. and J. T. Ruud, 1937: The hydrographic conditions and aeration of the Oslofjord. *Hvalrad, Skr.*, 15:1—56.
- Butcher, R. W., 1952: Contributions to our knowledge of the smaller marine algae. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 31:175—89.
- Cabasso, V and H. Roussel, 1942: Essai d'explication du phénomène dit »des eaux rouges« du Lac de Tunis. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 31:203—11.
- d'Ancona, U., 1954: Fishing and fish culture in brackish-water lagoons. *FAO Fish. Bull.*, 7:3—27.
- de Angelis, R., 1960: Mediterranean brackish water lagoons and their exploitation. *Stud. Rev. gen. Fish. Coun. Mediterr.*, 12:1—41.
- Droop, M. R., 1955: Some new supra-littoral protista. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 34:233—45.
- Duursma, E. K., 1965: The dissolved organic constituents of sea water. In *Chemical oceanography* edited by J. P. Riley and G. Skirrow, London, Academic Press, vol. 1:433—75.
- Foyn, E., 1965: Disposal of waste in the marine environment and the pollution of the sea. *Oceanogr. mar. biol.*, 3:95—114.
- — —, 1968: Biochemical and dynamic circulation of nutrients in the Oslofjord. *Helgoländer wiss. Meeresunters.*, 17:489—95.
- Guillard, R. L., 1967: Organic sources of nitrogen for marine centric diatoms. In *Symposium on marine microbiology*: pp. 93—103.
- Heldt, J. H., 1929: La lac de Tunis. Resultat des peches au filet fin. *Bull, Stn Oceanogr. Salammbô*, (2):1—74.
- Johnston, R., 1955: Biologically active compounds in the sea. *J. Mar. biol. Ass. U. K.*, 34:185—95.
- Lackey, J. B. and K. A. Clendenning: Ecology of microbiota of San Diego Bay, California: *Trans. San Diego Soc. nat. Hist.*, 14:11—39.
- Lewin, A. R., 1961: Phytoflagellates and algae. Metabolic factors limiting growth. In *Encyclopedia of plant physiology*, Berlin, Springer-Verlag, vol. 14:401—16.
- Provasoli, L., 1958: Effect of plant hormones on *Ulva*. *Biol. Bull. Mar. biol. Lab., Woods Hole*, (114):375—84.
- Provasoli, L., et al., 1957: The development of artificial media for marine algae, *Arch. mikrobiol.*, 25:392—428.
- Pucher-Petković, T., 1960: Effet de la fertilisation artificielle sur le phytoplancton de la region de Mljet. *Acta Adriat.*, 6:1—24.
- Richards, F. A., 1965: Anoxis basins and fjords. In *Chemical Oceanography* edited by J. P. Riley and G. Skirrow, London, Academic Press, vol. 1:611—45.
- Ruud, J. T. 1968: Introduction to the studies of pollution in the Oslofjord. *Helgoländer wiss. Meeresunters.*, 17:455—61.
- Strickland, J.D.H. 1965: Production of organic matter in the primary stages of the marine food chain. In *Chemical oceanography* edited by J. P. Riley and G. Skirrow, London, Academic Press, vol. 1:477—609.

- Štirn, J., 1967: Assanissement du Lac de Tunis. Le rapport pour le Gouvernement Tunisienne, 1—2:1—207.
- , 1968a: The consequences of the increased sea bioproduction caused by organic pollution and possibilities for the protection. *Revue int. Oceanogr. med.*, 10:123—9.
- , 1968b: The pollution of the Tunis lake. *Rev. int. Oceanogr. med.*, 10:99—105.
- , 1970: Possibilities for constructive use of domestic sewage. *FAO Techn. Conf. Mar. Pollution*, E—105:1—7.
- , 1971: Ecological Consequences of Marine Pollution. *Rev. Intern. Océanogr. Méd.*, 24:13—46.

THE POSSIBILITIES OF DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL MARICULTURES
BY USING THE ORGANIC WASTE WATERS FOR THE FERTILIZATION OF
PRIMARY PRODUCERS

Jože Štirn, Igor Keržan and Lado Kubik

SUMMARY

Some results of the investigations of effectless conventional technological cleaning of waste waters in Tunis Lake, and the possibilities of using the organic effluents in mariculture, are shown in this work (Štirn, 1967). The data on experimental study of fertile characteristics of the organic effluents of the towns Tunis and Kopar in primary production of some most important eurivalentic species of the polluted ecosystems, are pointed out too (Štirn, 1970, 1971). The purpose of this work is not some detailed study of results obtained by the mentioned investigations and experiments, but these results are used only for better illustration and confirmation of some basic facts and conclusions about the possibilities of development of the industrial maricultures, on base of using the organic effluents in the fertilization of primary producers.

Mechanically cleaned organic effluents of the communal or food-industrial waters which do not contain some extra toxics components of the industrial pollution, can be used in the fertilization of different species of primary producers (ultra-nano, and macro plankton which belong to flagelats, dinoflagelats, diatoms and unicellular green algae). Their use appeared to be more successful than any other known artificial fertilizer and mixture.