

industrijskim napretkom sam sebi napakostio i da se je ono, što je stvorio da sebi olakša život, okrenulo protiv njega. I ako su, kako smo već naprednaveli, poznate metode — doduše uz prilične materijalne izdatke — za pročišćavanje otpadnih voda, ipak naša industrija nije na to reagirala. Ona ne će da se odrekne jednog dijela svoje dobiti i da ga investira u takova postrojenja. Ne samo to, niti sanitarna inspekcija u neobično velikom broju slučajeva nije stala na ispravno stanovište i ne traži rješavanje tog problema ni kod izgradnje novih tvornica.

U efikasnoj zaštiti, prvenstveno čovjeka, treba oštro postaviti pitanje pročišćavanja otpadnih voda. U našoj privredi ne može se dozvoliti lokalističko nastojanje postizavanja proizvodnje uz bilo koju

cijenu. Treba voditi računa o zaštiti stanovništva od štetnih utjecaja industrijskog razvoja, pa i od štetnog uticaja nepročišćenih otpadnih voda.

LITERATURA

1. Balzer: *Otpadne vode I*. Ribarstvo Jugoslavije 6, 129, 1957.
2. Babbit-Baumann: *Sewerage and sewage treatment*. Wiley and sons N. Y. 1958.
3. Sierp: *Gewerbliche u. industrielle Abwässer*. Springer Berlin, 1959.
4. Gurnham: *Principles of industrial waste treatment*. Wiley and sons N. Y. 1955.
5. Fair-Geyer: *Water supply and waste water disposal*. Wiley and sons N. Y. 1959.
6. Imhoff: *Taschenbuch der Stadtentwässerung*. Oldenbourg, München, 1958.
7. Imhoff-Fair: *Sewage treatment*, Wiley and sons N. Y. 1956.

Prof. dr. Milutin Gligić

Primjena iskustava biološke fizike u savremenom ribarstvu

Naša poljoprivreda je danas u znaku naglog uspona, što se naročito zapaža u naprednijem gajenju životinja korisnih za privredu. U vezi ovoga dodijeljena je našoj nauci važna uloga u primjeni naprednijih, naučno dokumentovanih i praktično upotrebljivijih metoda, kako u obradi zasijanih površina zelenim kulturama za ishranu životinja, tako i u gajenju i u ishrani privredno važnih i korisnih životinja stočarstva, peradarstva i ribarstva.

Bilo bi pogrešno dokazivati, da same specijalne poljoprivredne nauke treba da unaprijede poljoprivredu. Naprotiv, naučni saradnici svih disciplina pozvani su da usmjere svoja nastojanja, kako bi se što prije riješili postavljeni gorući zadaci sa što većim uspjehom, mobilizujući na prvom mjestu već postojeća iskustva.

Ono, što je prikazano i što je riječima izloženo na ovogodišnjem beogradskom sajmu već jamči, da će naši biolozi, koji primjenjuju u svojim istraživanjima iskustva iz oblasti fizike, omogućiti punu podršku u rješavanju postojećih problema naše zootehnike.

Biološka fizika, ispitujući zakone i posljedice dejstva različitih fizičkih faktora na pogodnim biološkim objektima nastoji, da se ti podaci što bolje iskoriste, kako na ostalim primjenjenim biološkim naukama, tako i u zootehnici. Svakako, da će se morati već postojeća iskustva još više produbiti i naći one metode, s kojima će se moći koristiti uspješno prvo oni faktori, koji su već od ranije bili poznati svojim pogodnim djelovanjem (zračna energija vidljive, ultravioletne i infracrvene svjetlosti, dejstvo toplote i dr.), a zatim nove, još nedovoljno proučene mogućnosti, koje pruža biološka fizika, kao što su energija jonizirajućih radioaktivnih zraka, uticaj elektromagnetskih, ultrakratkih i ultrazvučnih talasa.

Dejstvo spoljne sredine na funkcije životinjskog organizma u pogledu rasta i razvoja, otpornosti prema raznim infekcijama, kao i prema drugim ne-

povoljnim faktorima, dobro je poznato. Tačna primjena tih faktora, kao i njihova kombinacija, spada u najvažnije pretpostavke za stvaranje optimalnih uslova u pravilnom podizanju stočarstva, ali isto tako su ogledi potvrdili, da i fizički faktori pod kontrolom naučnika, kao što su temperatura spoljne sredine, osvjetljenje vidljivom svjetlošću, zatim zračenje sa ultravioletnim i infracrvenim zracima, uticaj zemljinog magnetskog polja i sila gravitacije, ultramale doze jonizirajućih radijacija kosmičkih zraka i prirodnih radioaktivnih elemenata, mogu odigrati važnu ulogu u razvoju životinjskog organizma.

Registracija djelovanja navedenih faktora na tok životnih procesa, a naročito na metabolizam, omogućuje da se faktori iskoriste mnogo više, nego što se to moglo uraditi do sada.

Otkrivanje djelovanja ovoga ili onoga fizičkog faktora na pojedinim organizmima omogućuje postavljanje uslova i iznalaženje uzroka za pojavu vidljivih promjena, kao i izbor onih uslova, pod kojima će se najsigurnije pojaviti očekivana promjena.

Među važne faktore spoljašnje sredine, a od velikog i posebnog biološkog dejstva, ubrajaju se ultravioletni zraci.

Pravilno zračenje mladih individua ultravioletnim zracima sigurno vodi do povećanja tjelesne težine, do smanjivanja broja smrtnih slučajeva, kao i povećanja broja odloženih jaja. Također, i tretiranje boljšnih životinja sa ultravioletnim zracima dalo je pozitivne rezultate. Prema tome pokazala se u praksi ova vrsta zračenja veoma korisna. Po podacima nekih istraživača, ultravioletno zračenje pruža zasada bolje rezultate, nego D-vitamin, koji se dodaje životnim namirnicama.

Najvažniji mehanizmi djelovanja ultravioletnog zračenja, koji se sastoje u fotoreakciji izgradnje D-vitamina u tijelu zračene životinje, skoro su potpuno ispitani. Međutim, povoljno dejstvo ultra-

violetnih zraka ne ograničava se samo na vitamini-zaciju. Ovdje se podrazumijeva, također, i dejstvo perifernih receptora na centralni nervni sistem, sa naknadnom složenom fiziološkom reakcijom, koja zavisi koliko od primjenjenih doza, toliko i od načina zračenja. Između zadataka, koji su postavljeni biološkoj fizici od strane zootehnike, nalazi se i utvrđivanje ovih reakcija, kao i njihovog usmjerenja u cilju povećanja doprinosa ne ispitujući samo uticaj talasne dužine ultravioletoznog spektra, nego posmatrajući ujedno i tok infracrvenih i vidljivih zraka.

Pitanje korišćenja jonizirajućih reakcija u zootehnici zaslužuje da se najsavjesnije i najtemeljitije ispita. Velika osjetljivost životinja prema ovome fizikalnom faktoru i složenost fizioloških reakcija, koje zavise ne samo od fizikalnog parametra dejstvujućeg faktora, nego i od fizičkog stanja zračenog organizma, otežava rješavanje ovog problema. Pojava aktivnog radikala, sposobnog za reakciju u zračevoj sredini, njeno dejstvo zamjene sa visokomolekularnom materijom žive ćelije, koja vodi do njene depolimerizacije, a s time i do promjene sorpcionog procesa, u prvom redu stupnja sorbirnosti fermenta, predstavlja po svoj prilici onaj složen niz reakcija, koji vode do aktiviranja fermentata, do aktiviranja životnih procesa, do stimulacije razvoja i do bržeg rasta.

Velike doze jonizirajućeg zračenja, koje se dobiju od radioaktivnih izotopa, unotrebljava se sve više za tzv. hladnu sterilizaciju. Hladna sterilizacija omogućava da se konzervišu svježe životne namirnice, a bez promjene osebine ukusa i spoljašnosti, te je moguće da se održe i transportuju duže vremena, držeći ih na običnoj temperaturi. Objašnjenje veze između doze i vrste zračenja s jedne strane i sterilizirajućeg dejstva, aktiviteta fermentata, održavanja vitamina i osebine ukusa, kao i mogućnosti što dužeg lagerovanja s druge strane, spada u najvažnije zadatke, koje treba da riješi biološka fizika, a od čega opet zavisi rješenje uvođenja ovog novog načina sterilizacije životnih namirnica i raznih bioloških preparata, koji ne podnose zagrijavanje.

Veoma zanimljive mogućnosti pruža upotreba ultrazvuka. Brzo propadanje mikroorganizama u oblasti ultrazvuka omogućuje korišćenje ultrazvuka za sterilizaciju vode, što je naročito od velike važnosti za ribogojilišta, gdje ne dolazi u obzir hemiska sterilizacija.

Posmatrajući djelovanje ovih faktora sa gledišta antirahitičnog, stimulativnog, a u osnovi i bakterioidnog, tada nalazimo niz nerešenih problema, koji se postavljaju pred naše naučnike i praktičare.

Veoma zanimljive sugestije za naučni rad u savremenom ispitivanju biologije nalazimo u referatima naučnih radnika Instituta biološke fizike Akademije nauka SSSR, Saveznog instituta za elektrifikaciju poljoprivrede, Instituta osnovne i komunalne higijene Akademije medicinskih nauka SSSR, Instituta za mehanizaciju i elektrifikaciju poljoprivrede u Harkovu, Naučnog saveznog istraživačkog instituta za industriju peradarstva, Tehnološkog instituta industrije hladnjača — Leingrad, Saveznog instituta sovjetske trgovine i Zoološkog insti-

tuta Akademije nauka SSSR. Njihova zasluga leži i u tome, što su uspjeli da rad sa izotopima izvedu iz uskih prostorija specijalnih laboratorija i primjene u naučnoistraživačkom radu pojedinih zavoda i poljoprivrednih oglednih stanica.

Iako je šira praktična primjena radioaktivnih izotopa u naučnim ispitivanjima omogućena tek u najnovije vrijeme, ipak su izvršena važna otkrića i dovoljno je pogledati u oblast biohemije, fiziologije, medicine, da bi se uvjerali o njenom uspjehu. Besumnje postignuti su veliki uspjesi i u hidrobiologiji, a napose u ihtiologiji. Od velike je važnosti markiranje životinja, da bi se otkrilo njihovo kretanje u prostoru. Isto je tako od velike važnosti određivanje broja, areala i brzine rasprostiranja određene vrste riba. Da bi se došlo do tih podataka, potrebno je bilo iznaći metode, koje će omogućiti masovno i brzo obilježavanje individua tretirane vrste. Naučnim saradnicima Zoološkog instituta Akademije nauka SSSR uspjelo je da postave prihvatljive metode.

Dosadašnje markiranje insekata, riba i ptica, kao i drugih životinja sa bojadisanim materijama ne može se uvijek primijeniti, a što je najglavnije, ono ne omogućava markiranje velikog broja individua. Ovo se naročito odnosi na ribarstvo, čija širina oblasti za sprovođenje potrebnih mjera traži posebne metode da bi se postigli zadovoljavajući rezultati. U dosadašnjim metodama, pa bile one koliko-toliko zadovoljavajuće, ne samo da ne postoji mogućnost određivanja starosti riba pogodnih za industrijsku preradu, nego ni određivanja broja riba, koje još nisu navršile prvu godinu života, odnosno onih, koje su slučajno zalutale u putujuće jato od ribogojilišta do mora. Isto tako, dosadašnje metode ne zadovoljavaju svojim podacima ni studij migracije, kao i određivanje brzine rasprostiranja odraslih riba, koje žive u kopnenim vodama.

Dosad su se ribe obilježavale mehaničkim načinom, rezanjem peraja, stavljanjem metalnih pločica, utiskivanjem pečata i sl. Ova obilježavanja su bila često nesigurna i nanosila su ribama nekad i teže ozlede, a osim toga, ove metode se teško sprovode na mladim ribama, a pogotovo onda, ako im težina ne prelazi 1 do 5 grama i, što je najglavnije, nije se moglo izvršiti na velikom broju, a u kratko vrijeme.

Danas u literaturi nalazimo niz ravnovrsnih metoda markiranja životinja pomoću radioaktivnih izotopa. Autori Jankius i Hasset¹ markirali su komarce pomoću radioaktivnog fosfora da bi utvrdili njihovo kretanje. Šura-Bura² je upotrebila P³² za pronalaženje mjesta, koja su posjećivale neke vrste sinantropnih mušica, a koja su pretstavljala izvore zaraznih bolesti za ljude. Griffin³ je markirao ptice

¹ D. V. Jankius, C. C. Hasset: Dispersal and flight range of subarctic mosquitoes marked with radiophorus. *Canad. J. Zoology*, 1951, 29 (3), 178—187.

² B. L. Shura-Bura: Versuch, die Wanderung der Stubenfliegen nach der Methode der radioaktiven Indikatoren zu erforschen. *Zoologičeski žurnal*, 1952, 31 (3), 400—412.

³ D. K. Griffin: Radioactive Tagging of animals under natural conditions, *Ecology*, 1952, 33 (3), 329—335.

radioaktivnim cinizotopom da bi utvrdio frekvenciju gnijezda. Radioaktivni izotopi se upotrebljavaju i za markiranje cvjetnog polena, da bi se odredila daljina rasprostiranja.⁴

Sama metoda markiranja životinja sa radioaktivnim izotopima je dosta jednostavna, naime u tijelo životinje treba unijeti neki radioaktivni izotop po kome će se ta životinja razlikovati od drugih, jer će u brojaču pobuditi impulse.⁵

Međutim, tokom ispitivanja se utvrdilo, da nije moguće naći jednu jedinstvenu metodu markiranja radioaktivnim izotopima, koja bi odgovarala u svim slučajevima i za sve vrste životinja. Izbor se određuje postavljenjem cilja, koji je naglašen u zadatku, kao i od biološke osebine životinjskih organizama, na kojima se vrši markiranje. Prije nego se primjeni odabrana metoda, potrebno je riješiti slijedeća pitanja:

- a) odabiranje radioaktivnog izotopa,
- b) utvrđivanje najbolje metode unošenja radioizotopa u životinjski organizam,
- c) postavljanje najpovoljnije koncentracije radioizotopa,
- d) određivanje vremena radioaktivnog izotopa u izabranom organizmu,
- e) utvrđivanje najviše dopustive doze radioaktivnog elementa za životinju, koja se markira, i
- f) utvrđivanje štetnog uticaja radioaktivne materije za ljude kako za vrijeme markiranja, tako i za slučaj kasnijeg kontakta ljudi sa životinjama, koje su bile zaražene radioaktivnim izotopima.

Ribe se mogu markirati radioaktivnim izotopima na tri načina:

- 1) ubrizgavanjem rastvora neke soli, koja ujedno sadrži odabrani radioaktivni elemenat, subkutano ili u probavni trakt,
- 2) unošenjem radioaktivnog izotopa u riblji organizam zajedno sa hranom, koja je prethodno bila zagađena radioaktivnim supstancama,
- 3) držanjem riba kroz stanovito vrijeme u vodi, koja sadrži odabranu radioaktivnu supstancu.

Treća metoda se pokazala kao najjednostavnija. Ona omogućava, da se za kratko vrijeme markira veliki broj riba. Danas je usavršena metoda markiranja odraslih riba radioaktivnim izotopima fosfora i kalcijuma. Jednogaodišnji šarani stavljeni su u dehloriranu vodu gradskog vodovoda, kojoj je dodat radioaktivni izotop P^{32} i Ca^{45} u vidu K_2PO_4 i $CaCl_2$. Specifičan radioaktivitet rastvora iznosio je 0,5 do 3 mC/l. Poslije pola sata, a zatim poslije 2, 3, 5 odnosno 24 sata, vađene su ribe iz ove zagađene vode i prebacivane u vodu, koja se često mijenjala. Nakon nekog vremena ispitivane su ribe, da bi se odredila sadržina radioaktivnog elementa u pojedinim organima. Utvrđeno je, da radioaktivni Ca i P apsorbuju u prvom redu (dva sata poslije izvršene markacije) spoljašnji dijelovi

⁴ R. Collwell: Die Verwendung radioaktiver Isotope zur Bestimmung der Verteilung von Sporen, 1951, str. 123—124.

⁵ Akademija nauk SSSR — Institut biološke i fizičke fizike — Izdatelstvo akademii nauk SSSR, Moskva 1955.

tijela (krljušti, škrge, peraja), koji su bili u neposrednom dodiru sa rastvorom radioaktivne materije. Dosta velika količina radioaktivnog elementa utvrđena je kroz ovo vrijeme i u krvi, kao i u prednjem dijelu probavnog trakta.

Poslije 10 do 15 dana primjećuje se pored opšteg smanjivanja radioaktiviteta jedna nova raspodjela radioizotopa u organima i tkivima riba. Pršljenovi, koji su sadržavali u prvi mah veoma male količine radioaktivnog elementa, sada su obilovali. Značajnije količine radioaktivnog fosfora pojavile su se u mišićima i u mozgu, a poslije 1 $\frac{1}{2}$ do 2 mjeseca nalazio se praktično radioaktivni elemenat još jedino u krljuštima, perajama, škragama i u kostima.

Količina radioaktivnog elementa u organima i tkivu šarana poslije markacije sa Ca^{45}

(Imp/min na gram težine organa u suvom stanju — Spec. aktivitet rastvora — 50 mikrona C/l)

Organi:	Držanje šarana u čistoj vodi poslije markacije:	
	20 dana	8 mjeseci i 20 dana
Krljušti	79.000	3.200
Peraja	60.154	3.880
Škrge	40.546	1.400
Pršljenovi	55.000	3.360
Probavni trakt	357	0
Skel. muskulatura	850	40
Srce	1.600	100

Zanimljivo je, da se radioaktivitet kalcijuma zadržava dugo u krljuštima. Pri dvočasovnom držanju šarana u vodi, koja ima radioaktivitet od 1 mC/l radioaktivnog kalcijuma, apsorbuju krljušti toliku količinu, da se može lako razlikovati pomoću brojača u prisustvu samo nekoliko krljušti markirana riba od nemarkirane poslije 9 mjeseci iza markacije (možda i više).

Radioaktivitet riba, koje su markirane sa P^{32} , već se u prvim danima poslije markacije naglo gubi, ako su bile prenesene u čistu vodu. Poslije dvočasovnog držanja u radioaktivnoj vodi (K_2PO_4) sa specifičnim aktivitetom od 2 mC/l brojač je bilježio 13.500 Imp/min, poslije 2 dana bilo je 6.500, nakon 30 dana bilo je još 260, a poslije 102 dana bilo je još samo 10 do 15 Imp/min. Poslije 5 mjeseci mogle su se raspoznati markirane ribe od nemarkiranih još jedino analizom kostiju.

V. I. Šadin i A. S. Trošin iz Zoološkog instituta markirali su mlade ribe vrsta *Leuciscus* i *Alburnus chalcoides* izotopom P^{32} , da bi mogli utvrditi koliko mladih riba dospjeva iz rijeke Psekups, kamo su došle iz ribogojišta, u Azovsko More. Ulovljene ribe imale su 600 do 10.000 Imp/min.

Markiranje riba radioaktivnim fosforom omogućuje prebrojavanje riba u ribogojištu, a da se pri tome ne ispušta voda. Ovaj način je mnogo tačniji, nego upotreba kontrolnih posuda.