

nostmi prirode, če ne želi, da bo to redukcijo opravila priroda sama temeljiteje in radikalneje, enostavno s podhranjenostjo, boleznimi in lakoto.<sup>2</sup>

Zato je skrajni čas, da se streznimo in uvidimo, da so za vedno minili časi, ko nam je bilo naše udobje glavna življenjska skrb, pri čemer se nismo zavedali, da bodo to naše udobje morali plačati naši potomci s pomanjkanjem. Zaradi tega je nujno, da se odrečemo luksuzu in pomirimo z mnogo skromnejšim načinom življenja, trajno usklajenim s prirodnimi možnostmi, ki bo tako lahko zagotovil življenje tudi našim potomcem. To mora biti odslej človeštvu glavna skrb.

#### LITERATURA

<sup>1</sup> Georg Borgstrom: Food and Energy in Confrontation. Proceedings of the American Phytopathological Society, 3, 28-34 (1976)

<sup>2</sup> Hans Mohr: Hungersnot oder chronische Unterernährung. (Möglichkeiten und Grenzen der Ertragssteigerung in der Landwirtschaft): Umschau in Wissenschaft und Technik 79, 527-534 (1979).

<sup>3</sup> Bengt Nihlgård: The Ammonium Hypothesis - An Additional Explanation to the Forest Dieback in Europe. Ambio 14, 2-8 (1985).

<sup>4</sup> Johannes van Overbeek: Plant Physiology and the Human Ecosystem. Annual Review of Plant Physiology 27, 1-17 (1976).

<sup>5</sup> Worldwatch Institute: Food or Fuel - New Competition for the World's Cropland. March 1980, povzeto iz Umschau in Wissenschaft und Technik 80, 350 (1980).

DANIMIR KERIN

## Agronomija in biosfera

### 1. Mineralna gnojila

S porabo mineralnih gnojil narašča tudi vegetabilna proizvodnja v kmetijstvu, vendar še ni dosegla zahtevane stopnje intenzivnosti glede na to, da kmetijskega prostora ni moč širiti, nasprotno, razpoložljive površine se iz leta v leto manjšajo. Razen tega ugotavljamo bistvene sociološke spremembe, ki so posledica industrijskega razvoja, tako da je v Sloveniji v povprečju le še 9% kmečkega prebivalstva. V nekaterih občinah je le 3% kmetov, gornja meja je do 25% kmetov, medtem ko je povprečje v državi okoli 35%, kar je sorazmerno veliko v primerjavi z obstoječimi proizvodnimi možnostmi. Zato so nujni tehnološki ukrepi, ki bi omogočili ustrezno stopnjo eksploatacije tal in racionalno proizvodnjo, saj še vedno ugotavljamo, da je oskrba z osnovnimi pridelki vegetabilne proizvodnje, kot so žita, oljnice, krmila in sadje, neustrezna. To se kaže v predelovalni industriji, ki nima stabilnega dotoka surovin glede na zmogljivost obstoječih strojnih linij.

Znano je, da narašča prebivalstvo sveta hitreje kot proizvodne zmogljivosti, zato je v nerazvitem svetu še močan deficit v prehrani pri 25% prebivalstva. Posebej je izražen v beljakovinah in maščobah. Izračuni FAO kažejo, da do leta 2000 ni realnih možnosti za normalizacijo prehrane, posebno kar zadeva beljakovine živalskega izvora. Zato je razumljivo prizadevanje za povečanje proizvodnje živil, za kar so potrebni ustrezni agrokemijski in agromehanizacijski ukrepi. Vsi ukrepi so poseg v naravo, ne glede na to, ali so to vzgoja monokultur, uporaba mineralnih gnojil, pesticidov, v požetveni tehnologiji uporaba konzervansov,

aditivov in sodobnih postopkov embalaranja in ohranjanje živil. Število tujih snovi v živilih narašča, ker se vtihotapljuje v vseh členih produkcijskega procesa v agroživilstvo. Tudi pri nas zaznavamo v zadnjih desetletjih bistveno povečanje proizvodnje, ki poteka vzporedno z uvajanjem novih tehnologij v vegetabilni in animalni proizvodnji, z naraščanjem porabe mineralnih gnojil narašča tudi proizvodnja.

Biosfera pri nas z uporabo mineralnih gnojil še ni ogrožena, ker je njihova uporaba pod evropskim poprečjem. Nasplošno je vrednotenje statističnih podatkov, ki se nanašajo na vso državo, brez ustrezne vrednosti, ker je poraba gnojil po posameznih republikah različna. Razen tega nastopajo znatna nihanja pri porabi v posameznih letih. V Zahodni Evropi je poraba rastlinskih hranil kot so dušik, fosfor in kalij N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O v mejah 400 do 500 kg na hektar letno. Povprečje Evrope je okoli 200 kg/ha, Jugoslavije 100 kg/ha, v Sloveniji 150 kg/ha.

Statistične vrednosti o porabi gnojil ne dajejo zadovoljive informacije. Letna proizvodnja mineralnih gnojil v državi je 4 milijone ton. Za primerjavo navajamo sosednji državi Italijo s porabo 125 kg in Avstrijo, kjer porabijo 145 kg/ha.

Vendar s stališča agrokemijske ekologije sama vrednost porabe za Slovenijo ne daje ustrezne slike, kajti porazdelitev porabe v zasebnem in družbenem sektorju se močno razlikuje. Družbeni sektor zavzema 15% obdelovalnih površin in porabi 400 kg NPK na hektar, zemljišče v zasebni lasti 85% površin z znatno manjšo porabo 60 kg NPK/ha.

Kar zadeva porabo mineralnih gnojil, torej ni virov za kopičenje njihovih sestavin v okolju, kar tudi potrjujejo analize tal in površinskih voda. Več kot polovica tal ni dovolj založena z rastlinskimi hranili. Pretirano uporabo industrijsko pridobljenih mineralnih gnojil pri nas omejujejo dejavniki:

- visoka cena,
- uvoz surovin za fosfate in kalijeva gnojila,
- kriza v petrokemiji za proizvodnjo dušikovih gnojil
- draga energija, embalaža in transport,
- nesorazmerje med ceno živil in cenami agrokemijskih reprodukcijskih materialov, energije in transporta.

Uporaba kmetijskih strojev je posledica bega populacije iz vasi v industrijska središča, a njena nujna posledica je intenzivna in mehanizirana proizvodnja z uporabo agrokemizacije.

Kot pri vsakem tehničnem posegu in ukrepu je možna racionalna proizvodnja le, če jo strokovno usmerjamo. Tako je možna uporaba mineralnih gnojil le o preiskavi tal in optimiziranem doziranju rastlinskih hranil, za kar je prirejena ustrezna računalniška metoda po načelu: »low input high output«. Tako tudi pri nas na sadnih plantažah ugotavljamo, da smo s smotrno uporabo mineralnih gnojil ob vrednotnji analize tal dosegli vrhunske pridelke kakovostnega sadja do 50.000 kg/ha. Pri tem pa uporabljamo le še polovične doze mineralnih gnojil, a ponekod v posameznih letih celo opustimo njihovo uporabo, ne da bi se to kazalo na pridelkih. Vsekakor pa povzroča pretirana poraba mineralnih gnojil v zelo intenzivni proizvodnji povečanje škodljivih nitratov v površinskih in pitnih vodah. Kopičenje fosfatov v površinskih vodah iz mineralnih gnojil ni možno zaradi slabe gibljivosti in spiranja fosforja iz tal.

Porabo mineralnih gnojil in pesticidov nujno povezujemo s celotno porabo energije, ki znaša za gnojila 33% in za pesticide 2%.

Dobro zemljišče daje brez uporabe kakršnihkoli gnojil le 1000 kg žita/ha. Ob

uporabi hlevskega gnoja je pridelek na enakem zemljišču 2000 kg/ha. Z mineralnimi gnojili: 160 kg dušika, 80 kg  $P_2O_5$  in 80 kg  $K_2O$  (320 kg NPK) se pridelek ob enakih razmerah poveča do 6000 kg/ha. Toliko smo pridelali tudi pri nas na večjih površinah, in to je rezultat intenzivnih metod v rastlinski tehnologiji.

Pridelek jabolk I. kakovosti na sadnih plantažah je dosegel do 50.000 kg/ha, a pridelek grozdja največ 10.000 kg/ha. S porabo NPK je naraščala tudi druga proizvodnja. V zadnjih 50 letih se je v Sloveniji povečala poraba mineralnih gnojil za 30-krat, kot je razvidno iz razpredelnice:

*Tabela 1: Poraba rastlinskih hranil*

Leto	Poraba hranil (N, $P_2O_5$ , $K_2O$ ) v kg/ha obdelovalne zemlje
1939	4
1948/50	5
1951/53	10
1954/56	25
1957/59	37
1960/62	35
1963/65	47
1969	46,20
1970	56,60
1971	61,60
1972	76,10
1973	72,10
1974	66,20
1975	64,87
1976	69,83
1977	99,20
1978	91,40
1979	95,44
1980	73,78
1981	124,31
1982	118,48
1983	114,55
1984	138,24
1985	121,85

Iz 1982 Fertilizer Yearbook FAO statistic Series No 48 Food and agriculture organisation of the United Nations, Rome 1983 navajam za primerjavo nekaj podatkov o porabi rastlinskih hranil/ha obdelovalne zemlje v letih 1981 za posamezne države:

Poraba rastlinskih hranil na hektar obdelovalnih tal je v SFRJ v mejah med 60 do 80 kg/ha.

Je torej vidna razlika med posameznimi republikami, kot izhaja tudi iz primera v SAP Vojvodina. Povprečna poraba v družbenem sektorju je 200 do

Tabela 2: Poraba rastlinskih hranil (kg/ha obdelovalne zemlje) v letu 1981 po posameznih državah

Država	kg NPK/ha	Država	kg NPK/ha
Albanija	63,5	ZSSR	31,6
Avstrija	106,9	Severna Amerika	43,0
		Afrika	1,9
Belgija	272,5	Latinska Amerika	8,8
Bolgarija	169,0	BDR	275,5
ČSSR	251,4	DDR	256,7
Danska	213,2	Grčija	57,1
Finska	181,5	Madžarska	224,9
Francija	176,8	Italija	115,6
Španija	44,1	Nizozemska	329,6
Švedska	132,0	Norveška	268,3
Švica	83,9	Poljska	194,9
UK	125,6	Portugalska	66,8
SFRJ	70,9	Romunija	108,1

220 kg N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O/ha, pri individualnih proizvajalcih 100 do 140 kg. Povprečne porabe 160 do 170 kg/ha je še daleč od idealne porabe 280–300 kg/ha, pri čemer bi dosegli optimalen izkoristek zmogljivosti tal.

Tudi raziskovalno delo mora odigrati svojo pomembno vlogo, da bo lahko usmerjalo proces fertilizacije:

- izdelati enotni sistem analiznega nadzora plodnosti zemljišča za posamezne kulture (makro in mikroelementi, humus, pH) in določiti ustrezne mejne vrednosti,

- preverjati spiranje hranil iz tal kot tudi njihovo inverzibilno fiksacijo in volatilizacijo,

- računalniška obdelava podatkov analize tal in matematična prognostika pridelka ob optimalizaciji fertilizacije,

- opredeliti ravnanje z gnojili in uvesti tehnično opremo za logistiko, to je racionalni prevoz gnojil v razsutem stanju in omejiti porabo plastične embalaže za vreče. V Franciji 40% gnojil razvažajo v vrečah in 60% v razsutem stanju, v ZR Nemčiji le 20% v vrečah in 60% v razsutem stanju, a v SFRJ 98% v vrečah in le 2% v razsutem stanju.

Od klasičnih pogledov, metod in ukrepov moramo torej preiti na sodobno tehniko, da bomo lahko sledili dinamičnemu razvoju. V tehniko fertilizacije je to tem bolj pomembno, ker so surovine in energija za to proizvodnjo v glavnem iz uvoza.

Letni uvoz surovih fosfatov je 2.000.000 ton iz držav: Tunizija, Alžirija, Maroko, Sirija in Togo. Kalij uvažamo v obliki 60% kalijeve soli, letno 500.000 ton v glavnem iz ZSSR in DR Nemčije, a proizvodnja dušikovih gnojil je na petrokemijski bazi in porabi ob sintezi mnogo energije. Zato so tudi dušikova gnojila najdražja, česar porabniki ne morejo razumeti, saj je glavna surovina, to je dušik iz zraka, še edini brezplačni vir.

Pri nas je v prodaji okoli 800 raznih pesticidov, ki so po ustreznem postopku biološko, kemijsko in toksikološko preizkušeni in registrirani za uporabo v določen namen ob upoštevanju varnostnih ukrepov in rokov uporabe. V zadnjih treh desetletjih se je poraba pesticidov močno razmahnila, za kar je precej vzrokov, od katerih jih lahko le nekaj naštejemo.

Že sama uvedba monokultur na večjih površinah povzroča, da se močno razvijajo škodljivci in bolezni, specifični za vsako monokulturo. V tem primeru je nujna uporaba pesticidov. Ti uničijo sicer nezaželjenega škodljivca in hkrati tudi njegove prirodne sovražnike. S tem se sproži cikel uničevanja in hkrati masovni pojav novih vrst škodljivcev, tako da moramo pri pospešeni proizvodnji nenehno uporabljati insekticide, fungicide, akaricide in druge pesticide. Zaradi odpornosti, ki se kaj kmalu pojavi, moramo vrsto pesticidov menjavati. Za multinacionalne družbe sta proizvodnja in poraba pesticidov izredno dobičkonosna dejavnost. Navadno imajo proizvodne obrate na kraju samih virov, cenene energije in delovne sile. V zadnjem času so pričeli kritično, umazano in nevarno tehnologijo seliti na razna področja nerazvitega sveta. Večina postopkov je patentiranih, a moč v proizvodnji in svetovni distribuciji izhaja predvsem iz cenenih surovih lastnih virov, razvejane industrijske verige po vsem svetu kot tudi lastnega mednarodnega bančnega sistema. Uvajanje določenih novih intenzivnih sort industrijskih in drugih rastlin, ki so plod raziskav v genetiki in bioinženiringu zahteva uporabo povsem določenih pesticidov, kar velja za nekatere vrste sadja, oljnic, vlaknin in industrijskih monokultur. Kemizem, biološki učinek, analitika, predvsem pa toksikologija teh sestavin so silno zapleteni. Že sama deklaracija aktivne snovi kot kemijskega individua ni v vseh primerih precizna, ker gre za razne izomere in stereoisomere.

Tudi sestavina aktivne snovi ni čista, v mnogih primerih jo spremljajo manjše koncentracije neaktivnih sestavin, ki so pa lahko zelo strupene, a jih deklaracija ne navaja. Z uporabo pesticidov se biosfera dodatno onesnaži, s strupenimi snovmi in njihovimi metaboliti, ki jih analitsko ne ugotavljajo. Zato je treba zakonodajo in pravilnik dopolniti s tem, da je treba razen deklarirane aktivne snovi v pesticidih določati tudi spremljajoče strupene snovi in jih za vsak primer posebej opredeliti.

Industrija aktivne sestavine po veljavnem pravilniku deklarira po biološkem učinku in toksikoloških podatkih le za osnovno aktivno materijo. Razen učinka kot insekticid ali fungicid so za pridobitev uporabnega dovoljenja pri pesticidih potrebne obširne toksikološke raziskave, ki dejansko nikoli niso popolne. Te preiskave so potrebne, da zaščitimo porabnika obravnavanih živil in da se nam persistentne tuje snovi ne kopičijo v okolju.

Tako ima vsak pesticid dovoljeno največjo koncentracijo kot preostanek po določenem obdobju uporabe. Tolerančne vrednosti so prav tako relativne, ker ne obravnavajo celotnega poteka prisotnosti in kroženja pesticida v prirodi kot funkcija dogajanja v atmosferi in tleh. Dolgoletna uporaba iste aktivne snovi na določenem zemljišču vodi, posebno če je ta sestavina težko razgradljiva, do kopičenja in prehaja po koreninah še desetletja v rastlino.

Toksikološki preizkusi so porazdeljeni v več stopenj določaja:

1. *Subkronična toksičnost*: s krmilnimi poskusi na dveh vrstah živali, 90 dni.
2. *Kronična toksičnost*: dvoletni krmilni poskusi na dveh vrstah živali. Poskus reprodukcije na treh generacijah poskusnih živali.

3. *Posebne raziskave*: študije mutacij in teratogenosti, metabolizma, ostanki, vpliv na živčni sistem, poenciranje več koncentracij in substanc hkrati.

4. *Raziskave na rastlinah*: metabolizem in razgradni produkti v rastlini, določanje učinkov zaradi ostankov, fototoksičnost.

5. *Raziskave tal*: razgradnja, kopičenje aktivnih snovi in njihovih metabolitov.

Podatki takih večletnih razvejanih eksperimentov daje prvotno toksikološko informacijo o zmožnosti in profilu novega fitofarmaceutskega produkta.

Da pridobimo zadovoljivo stopnjo varnosti pri prenosu pogojev od poskusnih živali na človeka, skušamo določiti dnevno dopustno dozo za človeka tako, da eksperimentalno določeno toksikološko neučinkovito pomnožimo s faktorjem 100. Pri novo odkritih spojinah s pesticidno aktivnostjo, katerih toksikološki učinek ni znan, uporabljajo večji faktor varnosti v razponu do 2000. Pri nas je registriranih sedaj 800 raznih pesticidov z 271 aktivnimi sestavinami, ki imajo dovoljenje za promet in uporabo po predpisanih navodilih: škodljivci in bolezni, kulturne rastline, koncentracija in rok uporabe, dopustni ostanek in predpisi o varnosti pri delu.

Število škropljenj posameznih kultur je odvisno od stopnje intenzivnosti proizvodnje. Največje število je doslej ugotovljeno na plantažah jablan v Italiji, kjer so od aprila do septembra 40-krat škropili. Nekatere države so prepovedale uvoz tega sadja in zahtevajo certifikat o opravljenih ukrepih, z navedbo uporabljenih pesticidov.

Pri nas je značilno zmernejše število škropljenj:

*Tabela 3: Število škropljenj za varstvo rastlin*

Sadne plantaže	15
Vinogradi	5 do 7
Sladkorna pesa	5
Pšenica	2 do 3
Koruz	2 do 3

Na pridelkih je ostanek pesticidov minimalen, kar lahko s sodobno mikroanalitično tehniko določamo zelo natančno. Vendar se pesticidi kopičijo na žetvenih ostankih v zemljišču in bodo slej ko prej dosegli kritično koncentracijo.

Po naših večletnih raziskavah se s fungicidi, v katerih so tudi težke kovine (organometalni – fungicidi), odlagajo na površini enega hektarja letno naslednje količine težkih kovin:

*Tabela 4: Depozit težkih kovin (kg/ha)*

Cink	3 do 6
Mangan	5 do 6
Baker	do 20

Ostanki težkih kovin na plodovih jablan in na grozdju so minimalni, tako da ni bistvene razlike v količini težkih kovin na plodovih iz plantažne proizvodnje in iz ekstenzivnih sadovnjakov brez uporabe pesticidov. Iz spodnje tabele je razvidna koncentracija težkih kovin v nekaterih vrstah jabolk:

Tabela 5: Količina težkih kovin (mg/kg)

Plantažna jabolka	Železo	Mangan	Baker	Svinec
Zlati delišez	1,46	0,72	0,46	0,61
Rdeči delišez	1,46	0,97	0,16	0,32
Kmečka jabolka	0,97	0,17	0,13	0,35

V trgovski mreži smo odvzeli razne industrijsko prirejene sadne sokove in jih preiskali zaradi težkih kovin, kot so železo, baker, cink, mangan, kadmij in svinec. Čeprav so sadne sokove naredili industrijsko, so bile množine težkih kovin v sokovih znatno pod dopustno mejo.

Isto velja tudi za organske spojine pesticidov v živilih, ki so ob upoštevanju karenčne dobe navadno pod dopustno koncentracijo. To posebej nadzorujejo skandinavske in druge industrijske države že ob samem uvozu in v določenih primerih zavrnejo pošiljke in prepovedo nadaljnji uvoz. Tako se moramo tudi pri nas pri uporabi pesticidov disciplinirati, kar samo po sebi ne pomeni težav, saj so že postopki pri njihovem uvozu in registraciji, nadalje tudi vse višje cene pesticidov – zadosten omejitveni dejavnik za neustrezno in pretirano uporabo pesticidov.

Kljub navedenim zahtevam pri uporabi pesticidov povzročajo določena dejstva občutek ogroženosti. To je predvsem kopičenje tujih snovi v zemlji in spiranje v vodotoke. Nadalje ni proučeno vprašanje prenosa pesticidov in njihovih metabolitov v mikrokoličinah z aerosoli v biosfero. Prav tako je povsem odprto vprašanje medsebojnega učinka in reakcije množice tujih snovi v biosferi in možni kumulacijski učinki v človeku, ki ga moramo obravnavati kot celovito mikrotoksično situacijo. Zaradi vse večjega števila pesticidov in drugih neprirodnih sestavin v aerosolih ob sedanjem stanju znanosti in tehnike ter ob uporabi računalništva ni realne možnosti, da bi proučili celotno medsebojno odvisnost in vplivanje dejavnikov, ki odločajo o ogroženosti biosfere.

Biotehnologija kot znanost o biotehnikah se aktivno vključuje v korekturo ekološkega, ekonomskega in sociološkega razvoja, kar ugotavljamo pri nas z njeno vključitvijo v prednostni program raziskav – skupno z raziskavami pri pospeševanju kmetijske proizvodnje ob ekološkem ravnotežju. Stalno je treba analitično spremljati koncentracijo reziduirov in metabolitov pesticidov v biosferi. Ta kvantifikacija mora biti posebej financirana, kajti le tako je lahko ustrezno, predvsem pa znanstveno nevtravno naravnana.

#### LITERATURA

1. S. Manojlović: Teorijske osnove jedinstvenog sistema kontrole plodnosti zemljišta i upotrebe đubriva u Jugoslaviji, Agrohemija, Beograd, I, 1986, 1-36.
2. M. Rovani: Analiza porabe mineralnih gnojil, Statistični podatki republiškega komiteja za kmetijstvo, gozd in prehrano, Ljubljana 1986.
3. D. Kerin: Agrohemijski priručnik, Maribor, 1966.
4. D. Kerin: Ekotopologija, VEKŠ, Maribor 1982.
5. H. P. Nigitz: Zur Einschätzung des gewerbe- und ernährungstoxikologischen Risikos nach Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Blickfeld, Linz, 59, 1982, 8-10.