

Može li biljna proizvodnja biti sigurnija, efikasnija i znatno veća?

prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Suvremena biljna proizvodnja sve više se oslanja na znanje, odnosno na poznavanje i primjenu prirodnih, ekoloških i ekonomskih princip te koristi suvremenu, provjerenu i pametnu tehnologiju koja omogućava profitabilnost, visok i kvalitetan urod. Činjenica je kako je naša biljna proizvodnja vrlo često arhaična, izvan okvira suvremenih znanstvenih spoznaja, nedosljedno vođena, slabo organizirana te vrlo često nestručna, nelogična pa i apsurdna, bez standardnih i obvezujućih protokola u proizvodnji. Mnogi čitatelji će pomisliti kako je to moje osobno mišljenje. Naravno, ali možete li zamisliti bilo koji medicinski tretman proveden proizvoljno, dakle neodgovorno, izvan standardnog, provjerenog i propisanog protokola, ili preradu biljnih sirovina u hranu bez pridržavanja zakonskih standardnih procedura (npr. pasterizacije, dodataka za konzerviranje, dopuštenih aroma, boja itd.), ili nestandardnu proizvodnju alata, strojeva i sl. Dakako da se to i događa kad nema redovnog nadzora i kažnjavanja prekršitelja. Standardizacija i propisane procedure/protokoli sprječavaju preventivno štetne posljedice, zaštitu ljudi, stoke i okoliša, a djelatnici moraju imati potrebnu formalnu naobrazbu i kvalifikaciju. Formalno obrazovanje poljoprivrednih proizvođača veoma brzo zastarijeva zbog brzog napretka u području biotehnoloških znanosti, pa većina razvijenih zemalja pruža svojim farmerima permanentnu mogućnost obrazovanja, ali nudeći im pomoć u rješavanju aktualnih problema proizvodnje.

Također, notorna je činjenica da u biljnoj proizvodnji nemamo još uvijek preporučenu, provjerenu i dopuštenu agrotehniku primjerenu pojedinim lokalnim uvjetima kao što je navodnjavanje, gnojidba i prihrana, zaštita, skladištenje proizvoda i dr. (rajonizaciju prema pogodnosti zemljišta za lokalnu biljnu voćarska, vinogradarsku i druge proizvodnje, a ne prema regionalnim, u pravilu vrlo heterogenim područjima. Zabrinjavajuće je da još uvijek koristimo tuđa saznanja i praksu jer proizvodnja koja je ustaljena u drugačijim uvjetima proizvodnje, npr. drugačijim agroekološkim i klimatskim, zemljišnim, ekonomskim, sociološkim i tehničkim uvjetima, drugačijom tradicijom, navikama i potrebama, ne mogu biti jednako funkcionalni i dobri i primjenjivati se bez provjere u cijelosti u našim, konkretnim uvjetima.

Primarna organska produkcija veoma je različita i mora biti prilagođena različitim biljnim, zemljišnim, klimatskim, tehničkim, ekonomskim, socijalnim i brojnim inim faktorima. Naravno da znanost još uvijek nema sve odgovore i rješenja za probleme proizvodnje iz biološko-agronomske, ekonomsko sociološke i tehničko-tehnološke domene. Naime, u savršenom svijetu sva tla bi imala pjeskovito-ilovastu teksturu, mrvičastu strukturu, bila bi bez zbijanja i izvrsne drenaže, ali s dovoljno vlage u tlu, proizvođači bi koristili kultivare koji postižu najviši prinos, imaju jednolično nicanje, bolesti i štetnike bi efikasno iskorjenjivali, iz tla se ne bi ispirala i na druge načine gubila hraniva, sva tla bi imala dubok so-lum itd. Takvi uvjeti neće nikada postojati, uz to mijenjat će se sve brže obzirom na eksponencijalan rast tehnologije, sve izraženije klimatske promjene, sve prisutnije onečišćenje okoliša toksičnim i/ili ne razgradivim otpacima/smećem, a svima koji sudjeluju u proizvodnji hrane preostaje da se neprestano usavršavamo i prilagođavamo.

U daljem tekstu pokušat ću osvijetliti probleme biljne produkcije vezane uz ishranu i gnojidbu bilja, čime se kao znanstvenik bavim čitav radni vijek, i malo dulje, pišući tekstove za moju aktualnu web stranicu <https://tlo-i-biljka.eu> (kao i one koje sam pisao prije odlaska u mirovinu: <https://ishrana-bilja.com.hr> i <http://nss.com.hr>).

Premda trenutno postoje istraživanja i projekti koji se bave pristupačnošću biljnih hraniva u tlima Hrvatske, gnojidbene preporuke se temelje na na veoma starim, usto i pretežno stranim saznanjima. Također, u RH se gnojidbene preporuke kreiraju na rezultatima tek nekoliko kemijskih metoda analize tla. Prema "Tehnološkim uputama za tumačenje rezultata analize tla za praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta iz 2020. god." koriste se slijedeće metode: 1) pH KCl (HRN ISO 10390); 2) pH H₂O (HRN ISO 10390); 3) ukupni karbonati HRN (ISO 10693); 4) hidrolitička kiselost (po *Kapen-u*); 5) organ-

ski ugljik (HRN ISO 10694, suho izgaranje); 6) ukupni dušik (HRN ISO 13878); 7) pristupačnost fosfora (po *Olsenu*) i pristupačnost kalija (po *AL-metodi*; HRN ISO 11263:2004) te neke fizikalne analize (tekstura tla temeljem mehaničkog sastava (HRN ISO 11277) (procjena skeleta i procjena teksturne klase tla). Prefiks HRN označava da su norme preuzete iz normizacijskog sustava *ISO* (Međunarodna organizacija za normizaciju). Ako tlo nije karbonatno, najčešće se pristupačnost fosfora i kalija procjenjuje [AL-metodom](#) za koju se navode granične vrijednosti po meni i Lončariću (nije naveden izvor reference niti godina objave i to uz neke izmjene koje nisu moje).

Navedene granične vrijednosti za AL-metodu kreirao sam vrlo, vrlo davno (između 1971. i 1990.) temeljem velikog broja gnojidbenih poljskih pokusa (~150), najviše provedenih sa šećernom repom. Naime, tada je Udruženje šećerana SFRJ financiralo istraživanja unapređenja uzgoja šećerne rep i zakonom je bilo uređeno financiranje temeljem cijene prodanog šećera te je Zavod za agrokemiju, u kojem sam počeo svoju znanstvenu karijeru, kupio tada najmoderniju laboratorijsku oprema (kao što su AAS s katodnim lampama za većinu biogenih, korisnih i toksičnih elemenata), HPLC (plinska kromatografija), IR spektrofotometar, UV VIS spektrofotometar, ionometar s elektrodama za utvrđivanje NO_3^- , NH_4^+ (i drugih iona u vodenoj fazi tla), saharomat (automatski polarimetar), Abbe refraktometar, kao i sav potreban laboratorijski pribor (npr. mlinovi za tlo koji usitnjavaju tlo smicanjem bez dezintegracije strukturnih agregata i za biljni materijal, sušnice za tlo i biljni materijal, kemikalije, posuđe i dr.) te terensko vozilo i sonde za prikupljanje uzoraka tla i biljnog materijala.

Važno je napomenuti da u Hrvatskoj AL-metoda, kao niti bilo koja druga kemijska ekstraktivna metoda, nikada nije *kalibrirana (umjerena)* poljskim i biološkim testovima niti za jedno agroekološko područje RH, osim istočne Slavonije. Kao mladi istraživač, voditelj poljskih pokusa i glavni agrokemijski analitičar, temeljem 15-godišnjih poljskih pokusa i velikog broja bioloških testova u kontroliranim uvjetima, uglavnom provedenim kao obavezne studentske vježbe u laboratorijskim i kontroliranim uvjetima (*Neubauerov test* u dubokim staklenim posudama posudama na sobnoj temperaturi, najčešće sa zobi i *Mitscherlichov test* u posudama, najčešće s pšenicom i ječmom zaštićenim od ptica u tzv. "žičara"). Pokus u posudama koji se temelji na uzgoju biljaka izvodio se standardno po planu gnojidbe (0, NP, NK, PK i NPK) koji omogućuje utvrđivanje pojedinačnog utjecaja primarnih biogenih elemenata (N, P i K i njihove interakcije), odnosno procjena potrebe u gnojidbi ([Vukadinović, V. i Bertić Blaženka:1988: Praktikum iz agrokemije i ishrane bilja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku](#)), a ta se metoda smatra *dijagnostičkom* i ujedno *prediktivnom*.

Statističkom obradom rezultata analize biljne tvari i njenog prinosa (u to vrijeme kompjuteri su bili rijetki i skupi, nije postojao niti Excel) vlastitim statističkim programima (isprva kreiranih u tzv. strojnom jeziku, a kasnije u BASIC-u) temeljem rezultata oba biljna testa i kemijskih analiza tla uzoraka korištenih tala moglo se uz visoku pouzdanost zaključiti na kojem tlu usjev reagira na gnojidbu ili ne reagira, što se uobičajeno naziva *korelacija*. Budući je *kalibracija postupak* za utvrđivanje plodnosti tla dvofazni proces u kojem je [prvi korak utvrditi reakciju određenog usjeva na agrotehničku mjeru \(korelacija\), npr. gnojidbu, a u drugom odrediti količinu elemenata ishrane bilja](#) potrebnih za specifične usjeve unutar svake ispitne kategorije koje će osigurati optimalnu visinu prinosa (*kalibracija*). *Međutim, Mitscherlichovim testom može se izračunati potrebna doza hraniva gnojdbom* što sam koristio za optimizaciju gnojidbe što ne znači primjenu nižih doza, već potrebnih, ali i za indirektnu *kalibraciju (umjeravanje)* AL-metode. Pri tome se takav način kalibracije mora provjeriti u poljskim uvjetima uvažavajući različite i promjenjive agroekološke, odnosno biljne, zemljišne, klimatske, agrotehničke, ekonoške i druge uvjete i to je rađeno na šećernoj repi, pšenici i nekim drugim usjevima. Važno je naglasiti kako koncentracija elemenata ishrane u biljnoj tvari pokazuje koliko one moraju usvojiti hraniva za ciljni prinos, a njihova pristupačna količina u tlu pokazuje koliko biljke mogu usvojiti potrebnih hraniva. [Između tih veličina ne postoji uvijek čvrsta korelacija, posebice za mineralne oblike dušika koji jako variraju po vremenu i dubini profila pa je zbog toga korištena i \$N_{min}\$ metoda.](#)

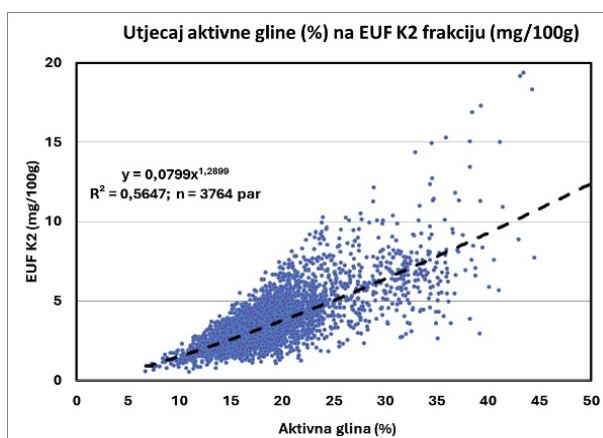
Budući da se uvjeti biljne produkcije vremenom mijenjaju, npr. zbog genetske [specifičnost mineralne ishrane](#) novih kultivara, uređenja i kondicioniranja velikih zemljišnih površina, klimatskih pro-

mjena, primjene [lokalizirane startne gnojide i prihrane](#) ali i mnogi drugi faktori koji utječu na rast razvoj i visinu prinosa, uključujući i plodnost tla, kalibraciju bilo koje kemijske ekstraktivne metode, kako bi se osigurala njena visoka pouzdanost, treba obnavljati barem svakih 10 godina. Postupak kalibracije nije brz, niti jeftin jer zahtjeva resurse (stručne ekipe, financiranje, laboratorijske kapacitete, propise i dr.) pa je to osnovni razlog zašto se rijetko i nedovoljno seriozno provode kalibracije metoda (hijerarhijski redosljed) za ispitivanje potrebe biljaka za:

- (1) svjetlom i toplinom,
- (2) vodom (npr. 40 % globalno proizvedene hrane uzgojeno je na navodnjavanom zemljištu koje čini 20 % poljoprivrednih površina, ali u RH to je navodnjavanje omogućeno, ali se i ne provodi na svih ~25.000 ha ili ~2,5 %, dok se u EU provodi na ~9 % poljoprivrednih površina) i
- (3) hranivima iz tla, pri čemu su ekstraktivne metode i ekstrakcijska sredstva, koja bi trebala simulirati snagu usvajanja hraniva korijenom, razvijene prije više desetljeća.

Utvrđivanje potrebe biljaka za hranivima je vrlo složeno i time se bavim/istražujem više od 40 godina, ali ne mogu razumjeti zašto se kalibracijski testovi u svim segmentima biljne proizvodnje ne provode. Moram spomenuti da se redovito istražuje primjena zaštitnih sredstava koja uglavnom financiraju trgovačke kuće i njihovi proizvođači. Treba podsjetiti poljoprivredne proizvođače da zaštita bilja ne može izravno povećati tvorbu prinosa niti njegovu kvalitetu, već samo očuvati biljke od štetočina i bolesti. Uzgred, samo pravilnom orijentacijom redova visokih usjeva (sjetva S - J) može se postići ~5 % povećanja prinosa zbog ravnomjerne osvjetljenosti i jednake kvalitete svjetlosti s obje strane sjetvenog niza, a optimalnom gustoćom usjeva i sklopom biljaka može se očekivati još veće povećanje prinosa obzirom na bolji raspored asimilacijske površine, prozračivanje usjeva i dotok novih količina CO₂, bolje iskorištenje vode, manju evaporaciju s površine tla i manje korova. Slična je situacija i kod potrebe za vodom. Nemam saznanja da je netko eksperimentalno u RH utvrđivao koeficijent usjeva (K_c). Naime, K_c predstavlja integrirane učinke promjena lisne površine, visine biljaka, svojstva usjeva kroz etape organogeneze (npr. promjena indeksa lisne pokrovnosti od sjetve do žetve, klime podneblja, prakse uzgoja, načina navodnjavanja i dr.). Zbog toga svaki usjev ima skup specifičnih koeficijenata usjeva (K_c) u obliku krivulje kojima se predviđa različita upotreba vode tijekom vegetacije i zasigurno su neodgovarajući K_c, npr. iz sjeverne Italije ili drugih podneblja.

U EU ne postoji jedinstvena standardna metoda utvrđivanja pristupačnosti (biljkama raspoloživih) elemenata ishrane iz tla. Razlozi za to su veoma različiti agroekološki, zemljišni, klimatski i drugi uvjeti, ali i tradicija koja omogućuje dugoročno praćenje trendova pojedinih indikatora plodnosti. Naime, koliko god je važna točnost i pouzdanost neke ekstraktivne metode, jednako je važna mogućnost praćenja promjena, odnosno saznanja što se događa s tlom obzirom na način eksploatacije (poljoprivrednu praksu) te mijenja li se plodnost tla na lošije, bolje ili se održava određeno stanje. To je, po mom mišljenju i glavni razlog zadržavanja AL-metode, koja uistinu ima nekoliko slabosti. Npr., kisela otopina amonijum laktata (pH 3,75) u karbonatnim tlima pokazuje više fosfora negoli biljke mogu usvojiti, dok na teškim, glinovitim tlima, s većim udjelom [K-fiksirajuće gline \(vermikuliti i iliti\)](#) rezultati pokazuju previše kalija zbog razmicanja (bubrenja) kristalnih slojeva glinenih minerala pri čemu dolazi do olakšane zamjene K⁺ s NH₄⁺ ionima. Također, [sezonske varijacije raspoloživog K u tlu mogu biti velike](#) pa je tako njegova raspoloživost često precijenjena na težim (glinastim) tlima, posebice kad se uzorci tla za kemijsku analizu uzimaju u kasnu jesen, zimi ili rano proljeće (vlažno, ili čak smrznuto tlo). Rezultat analize tla AL-metodom je tada viši negoli biljke mogu usvojiti. Šeće-



Slika 1. Ovisnost raspoloživog kalija od aktivne gline EUF metodom

rane su takve pogreške u gnojidbenim preporukama [izbjegavale korištenjem EUF metode](#) (Slika 1.) kojom se utvrđuje i sadržaj negativno nabijenih koloidnih (sorpcijski aktivnih) čestica gline, ali kako je sada samo jedna od četiri hrvatske šećerane u funkciji, EUF metoda se u RH više ne koristi. To me žalosti jer je metoda bila automatizirana i visoko sofisticirana i omogućavala iste uvjete za analizu svih uzoraka (stabilna temperatura, napon i jačina struje kojom se ekstrahiraju ioni hraniva).

Fosfor se u tlu unutar EU određuje metodama po *Olsenu* koja koristi 0,5 M NaHCO₃, pH 8,5 za ekstrakciju u neutralnim i alkalnim tlima u Skandinaviji, Irskoj i UK), *Mehlich-1* je pogodnija za kiselila tla, a koristi se u Njemačkoj, Austriji i dijelovima Francuske, Bray-Kurtz-1 koristi otopinu 0,025 M HCl i 0,03 M NH₄F, pH 2,9) za ekstrakciju P u slabo kiselim i neutralnim tlima u Belgiji i Nizozemskoj, dok AL-metodu najčešće koriste u Hrvatskoj, ali i u mnogi bivšim socijalističkim zemljama Balkana i istočne Europe. [Fosfor je veoma važan element za sve žive organizme jer je esencijalan u fiziološkim procesima metabolizma energije i tvari, u građi vitalnih spojeva i reprodukciji](#) te ga biljke usvajaju i zahtijevaju velikim količinama, po količini odmah iza dušika i kalija. [Njegovi izvori su ograničeni zbog brzine iskorištavanja ovog neobnovljivog resursa](#). Premda je fosfor kemijski element 11. po zastupljenosti u litosferi (zemljinoj kori), prilično je limitirani resurs jer je njegova koncentracija u mnogim stijenama uobičajeno niska pa su mu ukupne rezerve, posebno one koje su ekonomski isplative, relativno skromne.

Kalij se najčešće ekstrahira iz tla 1 N amonijum acetatom (pH 7,0) i široko koristi diljem Europe, a ranije se u RH uglavnom koristio za utvrđivanje KIK-a (kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla) jer NH₄⁺ lako zamjenjuje ione Ca, Mg, Na i K koji, izuzev H⁺ iona u kiselim tlima, čine ~80 % KIK-a. *Mehlich-1* je pogodan za kiselija tla, metoda *Egner-Riehm-Domingo* je zapravo AL-metoda koja se tradicionalno koristi u Hrvatskoj, ali i u Švedskoj, Finskoj, Norveškoj i drugim zemljama. Poljoprivredna tla sadrže kalij u većim količinama, više negoli bilo kojeg drugog neophodnog elementa pa ukupan sadržaj kalija u tlima je 0,2 - 3,0 %, što za oranični sloj do 20 cm dubine iznosi između 10 i 50 t ha⁻¹. [Otuda je najveći dio kalija \(>90 %\) čvrsto vezan \(fiksiran\) u međulamelarnim prostorima sekundarnih minerala i praktično neraspoloživ za ishranu bilja](#). Zbog toga je više kalija u teškim i glinastim tlima iz kojih se teže usvaja, dok su mu organske rezerve vrlo male jer ga humus sadrži < 0,1 % pa je za ishranu bilja isključivo značajan K⁺ vezan na koloidne organske i mineralne čestice tla (tzv. *adsorpcijski kompleks tla*). Važno je naglasiti kako biljke kalij mogu usvojiti i kontaktnom zamjenom (npr. korijen izlučuje veliku količinu H⁺ iona koji se lako zamjenjuju s K⁺ na adsorpcijskom kompleksu tla).

Često se gnojidbene preporuke kreiraju na zastarjelim saznanjima i podacima, vrlo često i temeljem tipa tla koristeći zastarjelu pedološku kartu Hrvatske dogotovljenu prije 40-ak godina. Karta je presitnog razmjera (M 1:300.000) s premalo rezultata kemijskih i fizikalnih analiza iz rijetkih profila i prikopki tla te je praktično neprimjenjiva. Naime, proizvodne parcele su najčešće heterogene i to ne samo u kemijskim i pedološkim, već i u fiziografskim (nagib, mikrodepresije i dr.), hidrološkim, mikrobiološkim, dubini soluma, u različitom sadržaju biogenih elemenata i drugim svojstvima. Osim toga, vjerojatno ste često vidjeli kako se postižu izvrsni rezultati na tipovima tala koja se uvjetno svrstavaju u lošija. Npr. za *černozem* istočne Slavonije često sam čuo izraz kako na tom tlu *samo se ne smije zaboraviti posijati*, a za *pseudoglej* kako je produktivno problematičan te ga nazivaju "*bjelica*" ili "*pepeljuša*" zbog svjetle boje, ali i "*minutno tlo*", u smislu kratkog perioda u kome je vlažnost tla pogodna za obradu. Ali, uređeni pseudoglej u hidrološkom i kemijskom pogledu (dreniran, s adekvatnom kanalnom mrežom, *kondicioniran* (*kalciziran* i doveden do slabo kisele pH reakcije, *fosfatiziran* i *humiziran*) te opskrbljen i drugim biogenim elementima, [uz pomno planirani intenzitet rotacije i "širokim" plodoredom](#), redovnim praćenjem stanja usjeva i na vrijeme poduzimanjem potrebnih mjera, odužit će se vrhunskom proizvodnjom. Uostalom, razmislite kako se na intertnim supstratima (npr. kamennoj vuni, perlitu, kokosovim vlaknima itd.) u hidroponskom uzgoju ostvaruje urod do 3.000 t/ha/god. rajčice (u Nizozemskoj je prosjek 1.200 t/ha), a konvencionalnim uzgoje u polju može se postići 30-50 t/ha.

[U svakoj, osobito tradicionalnoj, ljudskoj djelatnosti prisutni su mnogobrojni mitovi, pogreške i zablude pa tako niti biljna produkcija nije iznimka](#). Koliko je to loše objasniti ću na primjeru mog djeda

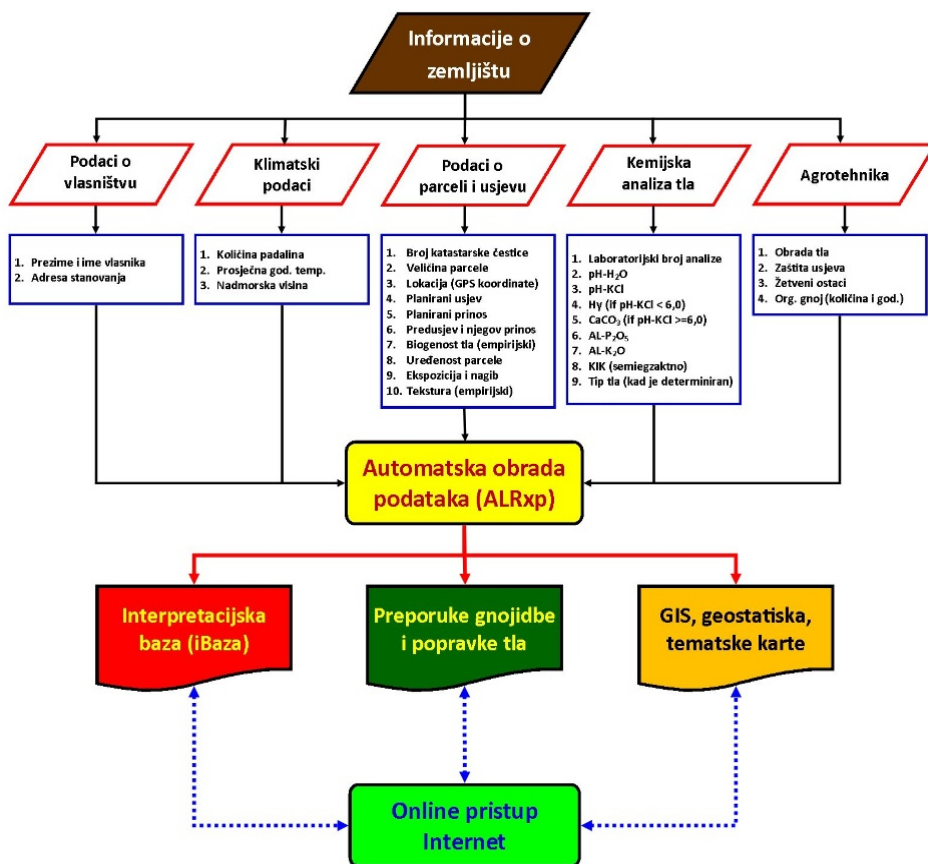
koji je bio seljak i obrađivao zemlju od jutra do mraka kako bi osigurao hranu za veliku obitelj. Hrane je bilo dovoljno, ali nije se moglo zaraditi i za druge potrebe. Zbog toga je djed zimi radio kao drvosječa da bi mogao zadovolji osnovne potrebe obitelji, a baka je imala tkalački stan i pravila odjeću i posteljinu. U to vrijeme, bez mineralnih (umjetnih) gnojiva, sredstava za zaštitu i mehanizirane obrade, vrijedila su čvrsta poljoprivredna pravila kojih odavno više nema. Primjerice, seljaci su, kao i danas, posjedovali više malih parcela rasutih po ataru, ali primjenjivao se (i kontrolirao) specifičan način *rajonizacije* po *sistemu tropolja* koji je obvezivao sve seljake. Tako su u jednom dijelu atara uzgajali samo strna žita (uglavnom pšenica, zob i raž), u drugom djelu atara kukuruz (s međusjevom bundeva i graha), grahorica, bob, konoplja, lan i još neki usjevi, a u trećem dijelu tlo je obrađeno i ostavljano na tzv. *crnom ugaru* zbog odmora tla. Obvezatna *plodosmjena*, *poljosmjena* i *ugar* nisu mogli zaustaviti sve korove, štetočine i bolesti pa je motika bila najčešće korišten poljoprivredni alat. I najvažnije, godina u kojoj je djed ovršio 12 metara suhog zrna pšenice (2,85 t/ha) smatrala se uspješnom.

Poljoprivredni proizvođači često se čvrsto drže tradicije (parafraziram: *tako je radio moj, otac i djed; uvijek se tako radilo i bilo je dobro; domaće je najbolje* i slične besmislice) bez obzira na vrlo brzo promjene te često vjeruju u mitove i ne kreću naprijed. Međutim, napredak je ogroman i nevjerojatno brz u svim aspektima ljudske aktivnosti i tome se moramo prilagoditi. Kao mladi istraživač nisam imao na raspolaganju digitalni kalkulator (prvi jednostavni *Digitron* kupili smo 1972.), već sam podatke preračunavao na ručnom uređaju marke *Facit*, a kad preciznost nije bila potrebna i *šublerom*. Tek nakon više godina rada pojavio se revolucionarni ručni kompjuter *Texas Instruments 58c*. Naravno zaputio sam se u Minhen i potrošio čitavu plaću na kupovinu (58c je još uvijek ispravan) pa sam dane i mjesec učio programirati u strojnom jeziku kako bih mogao ubrzati obradu poljskih i laboratorijskih podataka. To malo tehnološko čudo moglo je izračunati Gaussove multiplikatore neophodne za multiplu regresiju sa šest nezavisnih varijabli pa sam ekstremno proširio statističke mogućnosti, osobito izračun analize varijance, korelacija i multiplih regresija. Mnogo kasnije kupili smo *Apple II* s tvrdim diskovima pa sam iznova učio programirati u BASIC-u i kreirao kompletnu Poljoprivrednu statistiku koju sam prenosio na vlastite kompjutere *Spectrum 48*, *Amstrad CPC 128*, *Atari 520 ST* (ručno proširen na 2 MB memorije), zatim na službeni *DEC Microvax 3100* (mislim 1997.) pa na kraju na svoj privatni PC pa tako moja kompletna poljoprivredna statistika radi u QBASIC 64 i još je uvijek rado koristim jer je prilagođena za statističku obradu poljskih vegetacijskih pokusa.

Stoga čvrsto vjerujem da ne treba uzimati „*zdravo za gotovo*“ opće smjernice ili paradigme, pravila i savjete koji su vrlo česti u biljnoj proizvodnji, a nisu utemeljeni na poznavanju lokalnih biljnih, zemljišnih i klimatskih indikatora produktivnosti. Paradigme, odnosno skup osnovnih pretpostavki ili pravila, često su utemeljene na zabludama i mitovima te sam ih desetljećima pokušavao sustavno rušiti, premda bez većeg uspjeha. [Poljoprivrednici, uvijek imajte na umu da je svaka neproverjena pretpostavka popločan i najkraći put do pogreške.](#) Također, ključno za uspjeh proizvodnje je navika da pratite stanje usjeva u polju, osobito kad god postoji sumnja da nije sve kako treba, tada provjerite vizualno (što kod višestrukih simptoma može biti vrlo upitno), ali i dajući uzorke tla i/ili biljnog materijala na analizu. Nabavite i naučite kako koristiti brze polukvantitativne analize i male džepne analizatore (npr. klorofilometri, kolorimetri, refraktometri, denzitometri, elektrometri i dr.) i [pomognite si sami brzim test-metodama koje su relativno jeftine i premda su većina od njih polu kvantitativne](#) jer su dovoljno pouzdani kad je potrebna brza reakcija na moguće probleme u polju.

Posjetitelji moje web stranice (<https://tlo-i-biljka.eu>) sigurno su zapazili kako već dulje vrijeme [propagiram inovativnu metodologiju kreiranja gnojidbenih preporuka koja se ne temelji na ciljnom pri-nosu, premda se koncept ciljnog prinosa](#) standardno provodi u RH, a temelji na svega 5 - 6 podataka analize tla ([Pravilnik o metodologiji za praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta; NN47/2019](#)) što uz zastarjele podatke o iznošenju hraniva kultivarima, koji već odavno nisu u proizvodnji, nikad kalibriranu AL-metodu, kao i neproverenu [agronomsku i fiziološku efikasnosti N, P i K](#) aktualnih mineralnih gnojiva, znatno povećava rizik pogrešne gnojidbene preporuke. Gnojidbena preporuka mora biti kreirana na što većem broju relevantnih pokazatelja pa ni tada neće biti, niti može biti apsolutno točna

zbog velikog broja varijabli u biljnoj proizvodnji. Iz iskustva tvrdim da dobra preporuka može pogriješiti u 20 do 25 % slučajeva, odnosno ne korespondira s postignutim prinosom svake 4. ili 5. godine, a to je tek nešto lošije od medicinske dijagnostike u hrvatskim bolnicama koja se kreće između 85 i 95 %.



Slika 2. *Shema modela kontrole plodnosti Osječko-baranjske županije*

Nužno je osuvremeniti sadašnju *metodologiju kreiranja gnojidbenih preporuka korištenjem svih dostupnih podataka (analitičkih, senzorskih zapažanja, aero snimaka tijekom vegetacije i dr.) te kompjutorskom analizom velikog broja indikatora plodnosti, uključujući i dopunske zemljišne, biljne, klimatske i agrotehničke pokazatelje* ugraditi u funkcijsko-računalni model. Takav pristup sam kreirao za *Kontrolu plodnosti zemljišnih resursa* koji je pokrenut 2002. god za potrebe Sladorane iz Županje, a *od 2003.-2015 god. provode se na području OBŽ* (za usjeve i kao poseban računalni program za nasade). Model sam neprestano nadograđivao, korigirao i popravljao pa je nakon kontrole plodnosti na području OBŽ korišten i na drugim područjima (npr. Podravine, Međimurja i Istre). Ukupno je obuhvaćeno gotovo 40.000 uzoraka tla za 60-ak usjeva i 30 trajnih nasada te je neprestanim usavršavanjem model poboljšana, vrlo brz i efikasan, a uz gnojidbenu preporuku priloženi su i mogući problemi u proizvodnji uz kratka objašnjenja. Program za kreiranje gnojidbenih preporuka napisan je tako da se može koristiti i online putem interneta.

Proračun gnojidbe za usjeve prema navedenom funkcijsko-računalnom modelu (ALR_{xp}) obuhvaća pet grupa ulaznih podataka (Slika 2.), o vlasništvu, klimi, podacima o parceli i usjevu, rezultatima kemijskih analiza tla i primijenjene agrotehnike, ukupno je 31 ulazni podatak (tzv. uBaza). Računalno-funkcijski model za usjeve ne koristi granične vrijednosti već tzv. skor funkcije (formule) koje također zahtijevaju redovito provođenje korelacije i kalibracije jer sadrže interakcije s više indikatora plodnosti tla. Programom se procjenjuje i relativna pogodnost tla za sjetvu planiranog usjeva, potrebe za kalcijacijom i drugim popravkama tla te kreira gnojidbene preporuka za konkretnu parcelu i usjev u konvencionalnoj, integriranoj ili ekološkoj proizvodnji, uključujući i gnojidbu najvažnijih usjeva u narednih 3-5 godina (do slijedeće kontrole plodnosti tla). Kompjutorsko kreiranje gnojidbenih preporuka za usjeve, premda ulazni podaci sadrže ciljni prinos koji je potreban korisnicima, *koristi pogodnost tla*

kojom se korigira ciljni (planirani) prinos u očekivani, a koji se može veoma značajno razlikovati kad su procjene korisnika nerealne, a kreira trenutno gnojdbene preporuke za 56 usjeva, obuhvaća 57 predu-sjeva (uključujući i ugar) i koristi više formulacija mineralnih i vrsta organskih gnojiva, pri čemu su svi elementi lako mogu korigirati i/ili nadopuniti. Konačno, podaci i informacije iz računalne obrade analiziraju se i vizualiziraju GIS alatima te prikazuju na tematskim agrokemijskim, proizvodnim, pedološkim i dr. kartama.

Uvjeran sam da bi moderan sustav praćenja zemljišne plodnosti i pogodnosti pokrenuo sve slabiju Hrvatsku poljoprivredu, uveo znanstveno-inženjerski pristup u biljnoj proizvodnji te unaprijedio znanje poljoprivrednih proizvođača i povećao primarnu proizvodnju hrane RH. Čovjek, odnosno njegovo znanje i sposobnost, su jedino ograničenje u stvaranju i uporabi informacija što predstavlja jak izazov njegovim stvaralačkim mogućnostima.

Osijek, 8. ožujka 2024. godine