

## **BIOMETRIKA KAO METODA NAUČNOG ISTRAŽIVANJA U BIOLOŠKIM I POLJOPRIVREDNIM NAUKAMA**

### **BIOMETRICS AS A METHOD OF SCIENTIFIC RESEARCH IN BIOLOGICAL AND AGRICULTURAL SCIENCES**

*Nikola Mičić<sup>1</sup>, Gordana Đurić<sup>1,2</sup>, Mirsad Kurtović<sup>3</sup>, Zrinka Knezović<sup>4</sup>*

Stručni rad - *Profesional paper*

---

*"Tek kada je počela da broji i meri objekte  
istraživanja, biologija je postala nauka"<sup>5</sup>*

*"Bolje je dati približan odgovor na tačno pitanje  
nego tačan odgovor na pogrešno pitanje"<sup>6</sup>*

Biometrics in science and biological and agricultural research represents a methodological approach that produces and models through experimental and instrumental methods and techniques the effects of biological phenomena under given or specified conditions, which are then formulated as regularities by means of logical-mathematical argumentation. Unsolved problems of the logical-mathematical argumentation of the outcome of research most frequently refer to the experimental samples as the samples taken from the basic test sets, whose variability by the conducted treatments can be assessed on samples only. Thus, on the basis of experimental samples, i.e. biometric units of observation taken from the basic test set and their variability, primarily in the samples themselves, the parameters of the new – hypothetical basic sets are assessed upon the application of experimental and instrumental treatments, and they are supposed to receive the status of an expected or projected basic set with reliable probability.

This paper analyses the approach to redefining biometrics as the basic method of scientific research in biological and agricultural sciences through the following points:

- Probability of an event in a directly given environment – biology;
- Experiment as a question posed to the environment;
- Limitations of statistics as a method of inductive reasoning;
- The basic aspects of logical-mathematical argumentation of regularities in biological and agricultural research.

---

<sup>1</sup> Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Banjaluci / *University of Banja Luka, Faculty of Agriculture*

<sup>2</sup> Institut za genetičke resurse Univerziteta u Banjaluci / *University of Banja Luka, Genetic Resources Institute*

<sup>3</sup> Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu / *Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo*

<sup>4</sup> Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru / *University of Mostar, Faculty of Agronomy and Food Technology*

<sup>5</sup> F. Jacob (1920 – 2013), dobitnik Nobelove nagrade za medicinu 1965. godine.

<sup>6</sup> J. W. Tukey (1915 – 2000), matematičar i statističar ISBN 0-691-09568-X. OCLC 227948615.

By defining biometrics as a method based on the experimental, instrumental and logical-mathematical argumentation of biological processes, biometrics positions itself as the basic, as well as a multivariate and multidisciplinary method of scientific research in biological and agricultural sciences. By introducing the term "logical-mathematical argumentation" instead of "statistical analysis," the emphasis is placed on accepting logic as the main theory of reasoning, i.e. on overcoming the incompleteness of conclusions made only on the basis of statistical probability as the only support to inductive reasoning. Acceptance of the term "logical-mathematical reasoning" of research results and a critical approach to such argumentation in biological and agricultural research should create a scientific, i.e. logical response for the adoption of conclusions proving something obvious, for only when something that is seen as obvious is proved can we be sure that we possess knowledge.

**Key words:** *methodological approach, variability, logical-mathematical argumentation*

## UVOD

Statistika kao metoda u biološkim i poljoprivrednim naukama pokazuje samo sa kojom verovatnoćom se može očekivati da se ispitivana pojava ili analizirano biološko svojstvo pojavi ili ispolji u datim uslovima [1, 4]. Naime, statistika nikada ne daje odgovor na pitanje zašto se nešto događa ili zašto se to nešto događa na takav način. Takođe, iz iskustva je poznato da sve pojave u prirodi nastaju kao rezultanta velikog broja inicijativa nasuprot velikog broja ograničavajućih faktora (termodinamički uslovi, Libigov zakon minimuma, energetske prag biohemijske reakcije, itd.), odnosno, evidentno je da sve pojave imaju tendenciju da se razvijaju u određenom pravcu, kao i da stepen njihove realizacije uvek varira u određenom intervalu. Za razliku od statistike biometriku treba posmatrati kao metodu koja putem eksperimentalnih i instrumentalnih metoda i tehnika proizvodi i modelira efekte bioloških pojava u datim ili određenim uslovima, a koji se potom, logičko-matematičkom argumentacijom nastoje formulisati kao zakonitosti. Naime, to u osnovi predstavlja korak dalje od dokazivanja verovatnoće u ispoljavanju pojedinih svojstava u određenim uslovima. Konačno, ovde se otvara pitanje redefinisavanja metodološke osnove biometrike kao metode naučnog istraživanja u biološkim i poljoprivrednim naukama u odnosu na statističku metodu koja se u konačnom svodi na matematiku varijacija. Definisanjem biometrike kao metode koja se zasniva na eksperimentalnoj, instrumentalnoj i logičko-matematičkoj argumentaciji bioloških procesa, biometrika se pozicionira kao osnovna, ali i multivarijantna i multidisciplinarna metoda naučnog istraživanja u biološkim i poljoprivrednim naukama. Uvođenjem odrednice "logičko-matematička argumentacija" umesto "statistička analiza" akcent se stavlja na prihvatanju logike kao osnovne teorije zaključivanja, odnosno, prevazilaženju nedorečenosti zaključaka izvedenih samo na osnovu statističke verovatnoće kao isključive podrške induktivnom zaključivanju.

## Analitički pristup

Određnica "logičko-matematička argumentacija" rezultata istraživanja, polazi od činjenice da se savremena logika definiše, pre svega, kao teorija zaključivanja, a to su osnovni principi koje biometrika treba da akceptira kako bi napravila iskorak u odnosu na ograničenja koja pred istraživače postavlja statistička verovatnoća kao isključiva određnica u metodi statističkog zaključivanja.

Rasprava u razmatranju pristupa za redefinisane biometrike kao osnovne metode naučnog istraživanja u biološkim i poljoprivrednim naukama, u ovom radu, analitički je razmatrana kroz sledeća otvorena pitanja:

- Verovatnoća događanja u neposredno datoj prirodi - biologiji;
- Eksperiment kao pitanje postavljeno prirodi;
- Ograničenja statistike kao metode induktivnog zaključivanja;
- Osnovni aspekti logičko-matematičke argumentacije zakonitosti u biološkim i poljoprivrednim istraživanjima.

## Verovatnoća događanja u neposredno datoj prirodi – biologiji

Pitanjem zakona verovatnoće, u dužem vremenskom periodu, bavio se veliki broj naučnika, matematičara, ali i strastvenih kockara (Cardano, 1560; Paskal i de Fermat, 1654; Hajgens, 1657; Bernuli, 1713; Bajes, 1736; de Moavr, 1756; Laplas, 1812; i dr.). Ipak, tek 1933. godine, matematičku aksiomatiku verovatnoće definisao je Kolmogorov<sup>1</sup>, čime je teorija verovatnoće postala elementarni deo matematike, isto kao geometrija ili aritmetika [5]. Međutim, u biometriji je dokazano da matematička teorija verovatnoće ne može da argumentuje sva događanja u neposredno datoj prirodi, odnosno, ona ne može da se dosledno primeni u biologiji jer se biološki procesi ne odvijaju po principu jednako verovatnih elementarnih događaja. Naime, matematička teorija verovatnoće zasniva se na jednako verovatnom događanju slučajnog eksperimenta i tu se ishodi ne mogu predvideti, dok su u biološkim eksperimentima ishodi u značajnoj meri determinisani (interakcijski odnos DNK strukture i termodinamike metaboličkih procesa prema spoljnoj sredini, itd.), pa su samim tim u određenim situacijama i predvidljivi, odnosno, nisu sasvim slučajni.

Da su relativne frekvencije osnovni zakon verovatnoće u ispoljavanju bioloških pojava prvi je dokazao Mendel,<sup>2</sup> iako se njegovo ime eksplicitno ne pominje u ovom kontekstu. Naime, Mendel je 1865. godine na zasedanju Prirodno-istorijskog društva u Brnu, saopštio rezultate eksperimenata sa ispoljavanjem evidentnih morfoloških osobina biljaka, što se i uzima kao datum objavljivanja elementarnih zakona genetike. Međutim, Mendel je na tom skupu pokazao samo stabilnost relativnih frekvencija u ispoljavanju očiglednih morfoloških svojstava biljaka. On nije imao odgovor na pitanje zašto se to događa, odnosno, on je samo dokazivao da se iz međusobnog ukrštanja biljaka sasvim pouzdano pojavljuju određene osobine i to sa dokazivo

<sup>1</sup> A. Kolmogorov (1903 – 1987) matematičar, iz Tambov-a, Rusija.

<sup>2</sup> G. J. Mendel (1822 – 1884), sveštenik, botaničar i matematičar. Hynčic – Češka.

stabilnim relativnim frekvencijama [npr.:  $378 (A\_): 126 (aa) = 3A : 1a$ , odnosno,  $855 (A\_B\_): 285 (A\_bb) : 285 (aa,B\_): 95 (aa,bb) = 9AB : 3Ab : 3aB : 1ab$ , itd]. Logičko–matematičku argumentaciju da relativne frekvencije predstavljaju osnovni zakon verovatnoće u biometriji potvrdili su i osnivači Biometrike (1901)<sup>1</sup>: F. Galton, W. Weldon i K. Pirson. Ali ipak najveće zasluge u uopštavanju, definisanju i redefinisano ovih pitanja pripadaju Ronaldu Fišeru.<sup>2</sup> Naime, Fišer je brojnim kritičkim osvrtima doveo u pitanje logiku zaključivanja koja je do tada smatrana temeljnim statističkim znanjem. Na primer, problematizovao je pitanje statističke metode korelacione analize dokazivanjem da ona nužno ne podrazumeva kauzalnost, pa čak ni međusobnu povezanost, jer se ovom metodom može dokazati da postoji statistički visoko značajna veza između uvoza jabuka i broja razvedenih brakova u Engleskoj. Prema ovim, i mnogim drugim polemikama koje je Fišer vodio sa brojnim statističarima svog doba, a posebno sa E. Pirsonom i J. Nojmanom oko logike nulte hipoteze ( $H_0$ )<sup>3</sup> i statističkom zaključivanju na osnovu  $p$ -vrednosti, jasno se vidi potreba za otvaranjem pitanja logike u izvođenju zaključaka, a posebno kada se oni donose samo na osnovu statističke verovatnoće.

Konačno, statistička kao i biometrička verovatnoća predstavlja količnik broja evidentiranih bioloških entiteta ili biometričkih jedinica posmatranja nosioca posmatranog svojstva ( $m$ ), prema ukupnom broju svih analiziranih biometričkih jedinica posmatranja u istim uslovima ( $n$ ), odnosno, u datom prostoru i vremenu<sup>4</sup>:

$$p = \frac{m}{n}, \text{ tj., } f_r = \frac{m}{n},$$

Dakle, biometrička verovatnoća<sup>5</sup> se bazira isključivo na neposredno opaženim biometričkim jedinicama posmatranja u datom prostoru i vremenu, i sva uopštavanja ili generalizacije koje se na osnovu nje izvode, u stvari predstavljaju induktivno zaključivanje, pa samim tim ovi zaključci moraju biti i dodatno logički utemeljeni. Ovde je neophodno konstatovati da u svakom induktivnom zaključku postoji realna mogućnost da su sve premise istinite ali da je zaključni iskaz lažan. U savremenoj logici induktivno zaključivanje se naziva "zaključivanje do najboljeg objašnjenja", a postoje i predlozi da se umesto induktivno zaključivanje, uvede termin "očekivanje". Evidentno je da logički problemi induktivnog zaključivanja nadilaze probleme argumentacije i zaključivanja na osnovu statističke verovatnoće, odnosno, da logika zaključivanja u biometriji treba da garantuje da će istina iz premisa (logike rezultata eksperimenta i analitičkih sposobnosti instrumentalne metode) biti očuvana i u zaključku.

<sup>1</sup> Biometrika, ISSN 0006-3444. Oxford Journals, Oxford University

<sup>2</sup> Ronald Aylmer Fisher (1890 – 1962), matematičar, evolucionini genetičar. London – Engleska.

<sup>3</sup> Zaključivanje na osnovu nulte hipoteze ( $H_0$ ), u statističarskim krugovima prihvaćeno je sredinom XX veka. Međutim, početkom XXI veka, vraća se Fišerov metod zaključivanja na osnovu  $p$ -vrednosti, jer se pokazalo da zaključivanje po principu obaranja " $H_0$ ", u osnovi stoji indiferentno u odnosu na logičku argumentaciju cilja istraživanja.

<sup>4</sup> Šta tačno znači u istim uslovima, odnosno, u datom prostoru i vremenu, nije moguće apsolutno precizno odrediti, što za biometričku definiciju verovatnoće, gledajući formalno matematički, nije ni bitno.

<sup>5</sup> Ovde treba razmotriti i pitanja o verovatnoći koja se problematizuju u novim logičkim strukturama kao što su fazi (fuzzy) logika, i difolt (default) logika.

## Eksperiment kao pitanje postavljeno prirodi

Biometrički eksperiment se definiše kao analitički postupak za proučavanje uzročno-posledičnih odnosa u biološkim i poljoprivrednim istraživanjima. Nauka danas stoji na stanovištu da uzročno-posledični odnosi prožimaju sve pojave u prirodi, a za naučno istraživanje u biološkim i poljoprivrednim naukama ovo se ne dovodi u pitanje.

Pitanje eksperimentalne i instrumentalne metode i tehnike u analizi uzročno-posledičnih odnosa u biološkim i poljoprivrednim naukama u osnovi se svodi na otvoreno pitanje o mogućnosti izolovanog opažanja pri delovanju pojedinačnih uzroka na određenu posledicu ili simultanog delovanja većeg broja uzroka na nešto što će biti prepoznato kao posledica. Više je nego jasno da u biologiji nije moguće uspostaviti egzaktan eksperiment na relaciji jedan uzrok → jedna posledica.<sup>1</sup> Ipak, biološke nauke su došle do brojnih egzaktnih spoznaja na relaciji uzroko-posledičnih odnosa: gen → transkripcija → protein → metabolizam → svojstvo ili životna forma u datim uslovima.

Međutim, kako je XXI vek nauke i znanja, u različitim naučnim krugovima postoje veoma različiti pristupi naučnom istraživanju, pa samim tim i biometričkom pristupu ili logičko-matematičkoj argumentaciji istraživanja. Ova istraživanja su eksperimentalno i instrumentalno utemeljena na adekvatnoj logičko-matematičkoj argumentaciji, ali se tu i tamo pojavljuju i neverovatni logički nonsesi. Npr. rezultat istraživanja sadržaja bakterija u medijumu koji se iskazuje kao  $0,00 \pm 0,65 (\bar{X} \pm s_{\bar{x}})$  matematički može da bude korektan, ali za biologiju to je logički nonses. Naime, u biologiji 0 (nula) nije broj koji iskazuje numeričku vrednost. Tako, "ništa", "nema ih" itd., u biologiji predstavlja atributivna obeležja, jer, iz iskustva znamo da u praznoj čaši ne može biti manje vode od toga da je čaša prazna, odnosno, u bilo kom medijumu ne može biti manje bakterija od toga da tu uopšte nisu prisutne, nema ih [3].

## Ograničenja statistike kao metode induktivnog zaključivanja

Ograničenja u razvoju statistike, kao metode naučnog istraživanja, analitički se mogu podeliti na sledeće periode:

- I. period razvoja sa ograničenim mogućnostima računске obrade velikih baza podataka i složenih matematičkih funkcija;
- II. period opšte ekspanzije u primeni računara, saglasno razvoju i mogućnostima različitih softvera za formulisanje i obradu dostupnih baza podataka i izradu složenih matematičkih modela;
- III. period specijalizacije i multivarijantnosti, na osnovu specifičnosti u logici dokazivanja za datu naučnu oblast (logika eksperimenta) i logici zaključivanja.

<sup>1</sup> Ovde se ne misli na kardinalne posledice. Npr. bez vode ili bez vazduha nema života, itd.

U periodu razvoja statistike kao primenjene matematizacije kojom se mogu objektivizirati i predstaviti opažanja u neposrednoj prirodi, osnovni ograničavajući faktor bila je sama mogućnost računanja bez tehničkih pomagala.

U periodu razvoja računara i neverovatnog povećanja njihovih tehničkih mogućnosti, usledila je ekspanzija softvera za formiranje baza podataka i njihovu statističku obradu. Različiti programski jezici omogućili su različite softverske kreacije ali i primenu matematičko-statističkih metoda u svim naučnim oblastima, kao i u svakodnevnim poslovima. Međutim, sva matematička uopštavanja, odnosno, matematička logika, nije sasvim primenljiva u biologiji. Naime, matematika primenjena u biologiji, temelji se isključivo na prirodnim brojevima, a u matematičko-statističkim analizama svi brojevi su imenovani, i to se nikada ne sme gubiti iz vida. Upravo iz činjenice da se "matematizacija" u biologiji temelji isključivo na prirodnim i imenovanim brojevima, proizilazi i potreba da se umesto odrednice "statističke metode", "eksperimentalno-statističke metode" ili "matematičko-statističke metode", u biometriku uvede odrednica "logičko-matematička argumentacija rezultata istraživanja".

Takođe, pitanje mogućnosti spoznaje u biološkim i poljoprivrednim naukama nije isključivo pitanje naučne utemeljenosti deduktivnog i induktivnog zaključivanja [6], već metodološke ili logičko-matematičke argumentacije rezultata eksperimenta koji će za dato svojstvo ili pojavu koja jeste posledica, utvrditi uzroke čija je rezultanta, upravo, neposredno posmatrana pojava<sup>1</sup>.

### **Osnovni aspekti logičko-matematičke argumentacije zakonitosti u biološkim i poljoprivrednim istraživanjima**

Osnovno pitanje logičko-matematičke argumentacije rezultata istraživanja u biološkim i poljoprivrednim naukama jeste pitanje pouzdane argumentacije centralne tendencije posmatrane pojave ili analiziranog svojstva biometričkih jedinica posmatranja [2]. Metodološki, u zavisnosti od statusa biometričkih jedinica posmatranja i cilja istraživanja, razlikujemo dva osnovna logičko-matematička pristupa u argumentaciji rezultata istraživanja:

- 1) deskriptivni - baziran na biometričkom opisu i argumentaciji parametara biometričkih jedinica posmatranja u konačnom i prebrojivom osnovnom skupu; i
- 2) inferencijalni - baziran na uzorcima, gde razlikujemo dva pristupa zasnovana na biometričkoj verovatnoći i matematičkoj argumentaciji iste:
  - I. biometrička procena parametara posmatranog beskonačnog ili neprebrojivog osnovnog skupa (uzorci uzeti iz posmatranog osnovnog skupa koriste se za procenu parametara tog osnovnog skupa), i

<sup>1</sup> Biološki život u osnovi predstavlja konačan i prebrojiv skup procesa na molekularnom nivou, s tim da je njihova dostupnost eksperimentalnim i instrumentalnim metodama veoma ograničena.

- II. biometričko projektovanje ili modeliranje novih i pod određenim uslovima pretpostavljenih osnovnih skupova [uzorci uzeti iz jednog osnovnog skupa podvrgavaju se eksperimentalnim tretmanima u cilju indukcije odgovora za pouzdano projektovanje novog - hipotetičkog osnovnog skupa (osnovni skup iz koga su uzeti uzorci služi kao kontrola za pouzdanu ocenu verovatnoće indukovanih parametara novog - hipotetičkog osnovnog skupa)]

U deskriptivnoj biometričkoj analizi logičko-matematička argumentacija nije upitna. Ovde se usvajanje zaključaka odnosi na manifestaciju same pojave ili stanje posmatranog svojstva svih biometričkih jedinica kao činioca osnovnog skupa. Parametri analizirane pojave ili svojstva činioca osnovnog skupa odnose se na izračunate srednje vrednosti, a mere varijabiliteta imaju funkciju iskazivanja stabilnosti posmatranog svojstva u osnovnom skupu. Matematizacija se odnosi na  $N$ ,  $\bar{X}$  (ili  $G$ ,  $H$ ) i  $\sigma_x$ . Mere varijabiliteta, sem opisa stabilnosti u ispoljavanju posmatrane pojave ili svojstva činioca osnovnog skupa, otvaraju i mogućnost matematizacije u poređenju ovakvih osnovnih skupova.

U inferencijalnoj biometričkoj analizi, izvođenje zaključaka se bazira na uzorcima, što traži osmišljenu logičko-matematičku argumentaciju, jer je pouzdanost usvojenih zaključaka uslovljena varijabilitetom biometričkih jedinica u uzorku, kao i otvorenim pitanjima logike induktivne metode zaključivanja.

Uzorci uzeti iz osnovnog skupa za ocenu njegovih parametara, svoju reprezentativnost uslovljavaju brojem biometričkih jedinica posmatranja i varijabilitetom posmatranog svojstva u osnovnom skupu, odnosno, u uzorcima. Jasno je da reprezentativnost uzorka u ovom slučaju stoji u obrnuto proporcionalnom odnosu sa varijabilitetom posmatranog svojstva u osnovnom skupu. Ukoliko tehnika izbora i broj biometričkih jedinica posmatranja koje se izdvajaju u uzorak, ne mogu da obezbede reprezentativnost uzorka, ocenjenu njihovim varijabilitetom u uzorku<sup>1</sup> i procenjenom varijacijom u osnovnom skupu<sup>2</sup>, stratifikacija osnovnog skupa na podskupove saglasno varijabilitetu posmatranog svojstva, mora biti osmišljena saglasno definisanom cilju istraživanja. U tom slučaju donošenje zaključaka mora da se bazira na analizi strukture podskupova u stratifikaciji osnovnog skupa, i u konačnom ocene centralnih tendencija podskupova i mogućeg uopštavanja na nivou osnovnog skupa.

Uzorke uzete iz datog osnovnog skupa u cilju modeliranja novog - hipotetičkog osnovnog skupa, predstavljaju eksperimentalni uzorci i njihovo definisanje, saglasno cilju istraživanja, predstavlja složen metodološki postupak. Naime, varijacija biometričkih jedinica posmatranja u kontrolnom osnovnom skupu je i varijacija u uzorcima, a reakcija na primenjeni tretman je naknadno indukovana varijacija čija se mera ne nalazi u kontrolnom osnovnom skupu, već se mora proceniti isključivo iz uzoraka. Ovom konstatacijom otvara se i pitanje logike izbora eksperimentalnih

<sup>1</sup> ( $5\% < V_k < 30\%$ )

<sup>2</sup> [ $(V_k - t \cdot s_{V_k}) < V_k < (V_k + t \cdot s_{V_k})$ ,  $s_{V_k} = \frac{V_k}{\sqrt{2(n-1)}}$ ]

jedinica posmatranja iz kontrolnog osnovnog skupa za eksperimentalne uzorke definisane ciljem istraživanja. Složenost ovog pitanja ogleda se i u tome, da istraživači često idu logikom da selektivnim izborom biometričkih jedinica posmatranja nastoje da smanje grešku u uzorcima (biraju se jedinice ujednačenih karakteristika) čime se i centralna tendencija i varijabilitet parametara kontrolnog osnovnog skupa dodatno isključuju kao mogućnost za poređenje sa eksperimentalnim uzorcima, a što u konačnom ima direktan uticaj na donošenje zaključaka o efektu primenjenih tretmana. Jednostavno, selektivnim izborom biometričkih jedinica posmatranja u eksperimentalne uzorke, smanjuje se greška u uzorcima, čime se čistom matematizacijom pojačava efekat tretmana u odnosu na kontrolni osnovni skup, što se u konačnom može oceniti kao metodološko podešavanje rezultata eksperimenta, a što je u naučno-istraživačkom radu nedopustivo.

Metodološki postupak u cilju modeliranja novog - hipotetičkog osnovnog skupa, zasnovanog na eksperimentalnim uzorcima, mora se realizovati u dva koraka:

- 1) egzaktno utvrditi parametre osnovnog skupa iz koga se uzimaju uzorci, a koji će u donošenju zaključaka predstavljati kontrolni skup; i
- 2) izbor biometričkih jedinica posmatranja potrebno je izvršiti u skladu sa parametrima kontrolnog osnovnog skupa (osigurati adekvatnu strukturu i varijabilitet biometričkih jedinica posmatranja u uzorku), odnosno, ako se planira selektivno uzimanje uzoraka iz kontrolnog osnovnog skupa, neophodno je isti stratifikovati, za svaki stratum utvrditi njegove parametre, i, iz istih uzeti eksperimentalne uzorke, i na kraju, u interakcijskom odnosu sa tim pokazateljima donositi zaključke.

Takođe, otvoreno je i pitanje diskusije efekta blokova u faktorijalnoj analizi varijanse. Naime, eksperimentalni pristup u faktorijalnoj analizi varijanse koji je izveden sa blokovima u osnovi utiče na matematičko smanjenje sume kvadrata pogreške, čime se u stvari "matematizacijom" utiče na statističku značajnost efekta tretmana, a što može biti sasvim upitno. Ovo se posebno odnosi na situaciju kada analiza varijanse pokazuje statistički značajan efekat blokova. Dakle, u faktorijalnoj analizi varijanse kada blokovi pokazuju statistički značajan efekat, to znači da se kroz blokove ispoljava efekat nekog nedefinisanog faktora, čime se otvara pitanje reprezentativnosti celog eksperimenta, odnosno, dovodi se u pitanje efekat tretmana koji su potvrđeni takvim modelom analize varijanse.

Izložena otvorena pitanja samo delimično dotiču pojedine aspekte logičko-matematičke argumentacije u dokazivanju zakonitosti u biološkim i poljoprivrednim istraživanjima. Pri tome ne treba gubiti iz vida da je najteže dokazati ono što je očigledno. Naime, u biometrici dokaz jednog konkretnog slučaja (npr. optimalni agrotehnički tretman određenih genotipova u datim uslovima) predstavlja samo jednu sekvencu u opštoj zakonitosti interakcije svih uzroka čija je rezultanta posmatrana zakonitost u konkretnom i u svakom drugom slučaju. Zato, prihvatanje odrednice logičko-matematička argumentacija rezultata istraživanja i kritički odnos prema takvoj

argumentaciji u biološkim i poljoprivrednim istraživanjima, treba da stvori naučno-istraživački, odnosno, logički refleks za usvajanje zaključaka kojim se dokazuje nešto što je očigledno, jer tek kada je dokazano to što se vidi kao očigledno, možemo biti sigurni da posedujemo znanje.

## ZAKLJUČCI

Biometrika, u naučno-istraživačkom radu u biološkim i poljoprivrednim istraživanjima, predstavlja metodološki pristup koji putem eksperimentalnih i instrumentalnih metoda i tehnika proizvodi i modelira efekte bioloških pojava u datim ili određenim uslovima, a koji se potom, logičko-matematičkom argumentacijom formulišu kao zakonitosti. Otvorena pitanja logičko-matematičke argumentacije rezultata istraživanja, najčešće se odnose na eksperimentalne uzorke, kao uzorke koji se uzimaju iz kontrolnih osnovnih skupova, a čiji se varijabilitet po izvedenim tretmanima može proceniti isključivo na nivou uzorka. Tako, na osnovu eksperimentalnih uzoraka, odnosno, biometričkih jedinica posmatranja uzetih iz kontrolnog osnovnog skupa i njihovog varijabiliteta, pre svega u samim uzorcima, po primeni eksperimentalnih i instrumentalnih tretmana, procenjuju se parametri novih - hipotetičkih osnovnih skupova, koji sa pouzdanom verovatnoćom treba da dobiju status očekivanog ili projektovanog osnovnog skupa.

## LITERATURA

- Korić M. (1952): Osnovi poljskih oglada. Univerzitet u Sarajevu, "Veselin Masleša", Sarajevo.
- Mićić N. (2011): Eksperimentalna biometrika. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Banjaluci, ISBN 978-99938-93-18-9.
- Mićić N. (2013): Elementarna biometrika. Institut za genetičke resurse Univerziteta u Banjaluci. ISBN 978-99955-783-1-2.
- Mulić, J. (1969): Eksperimentalna statistika primenjena u poljoprivredi. Institut za poljoprivredna istraživanja Sarajevo, NIP "Zadrugar" Sarajevo.
- Pauše Ž. (2007): Matematika i zdrav razum. "Školska knjiga". Zagreb. ISBN 978-953-0-50897-2.
- Prodanović T. i Mičić N. (1996): Naučno istraživanje – metode, procedura, jezik i stil. Agronomski fakultet Čačak. ISBN 86-82107-11-2.