

METODOLOGIJA ODREĐIVANJA UTICAJA NEDOZNAČENIH FAKTORA U PROCESU NA KVALITET PROIZVODA

METHODOLOGY OF DETERMINATION OF INFLUENCES OF UNASSIGNED FACTORS ON QUALITY OF PRODUCTS IN THE PROCESS

Dr Vid Kopanja
AD Bosanka Dobož, BiH

REZIME

Primjenom različitih metoda, kao i matematičko-statističkih postojala je zabluda da se pomoću istih može kontrolisati proizvodni proces kao i kvalitet proizvoda. Njihovom primjenom u suštini dolazi se do globalne procjene o sposobnosti proizvodnih procesa, dok se veći dio uticajnih faktora ne tretira ili se zanemari.

Jedno sistemsko rješenje ne može dati apsolutnu garanciju o kontroli cjelokupnog procesa poslovanja. Procjenom mogućnosti danas ponuđenih modela i metoda, sa jedne strane, i prolongiranja vremena da se determinišu uzroci nestabilnosti procesa nemaju naučnog uporišta.

Predmet istraživanja u radu jeste rasčlanjivanje identifikovanih uticajnih faktora na proces. Medjutim dejstvo determinisanih faktora uzročno je vezan sa faktorima koji u procesu nisu kategorisani ali su uticajni i problematični za krajnji ishod i kvalitet proizvoda.

Ključne riječi: kvalitet, proces, tehnologija, proizvod

ABSTRACT

By application of various methods, as well as mathematical-technical ones, there was a delusion that by usage of these it is possible to control the production process and quality of products. By their application, basically, it is possible to reach a general assessment of production process potentials, while majority of causative factors have not been tackled or have been neglected.

One systematic solution cannot give an absolute warranty on control of the business process as a whole. Assessment of possibilities of currently offered models and methods, from one side, and prolongation of period for determination of causes of process instability, do not have scientific bases.

The subject of research in work is classification of identified causative factors on the process. However, the effect of determined factors is causally linked with the factors that are not categorized in the process but have influence and cause problems regarding final output and quality of products.

Key words: quality, process, technology, product

1. UVOD

Naučno je utvrđeno da mnoštvo proizvoda u tehnološkom procesu ima sposobnost vezivanja različitih komponenti koje su karakteristične i bitno utiču na sposobnost procesa.

Poznato je da se u proizvodnji i preradi prehrambenih proizvoda dodaju različiti aditivi koji imaju za cilj bistrenja tečnih komponenti. Sposobnost voćne mase da veže [1] određene PP (pektolitičke preparate) je bitna za preradu i različito se manifestuje zavisno od slučaja do slučaja (koji preparat se dodaje). Uticaj dodatih komponenti se odražava sa stepenom apsorbovanosti u proizvodu koji se mjeri laboratorijski – gravimetrijskom metodom.

Evidentno je da koncentracija i kvalitet dodatih komponenti je od velikog uticaja na krajnji ishod u procesu koji se očitava kao stepen zrenja predviđene mase.

Interna laboratorija je pripremila za eksperiment istu sirovinu koja je u proizvodnji AD Bosanka Doboj a ona se ogleda u sledećem:

- ujednačena voćna masa istog ili sličnog kvaliteta
- sporedne operacije se izoluju kako bi njihov uticaj na tačnost eksperimenta bio zanemarljiv,
- svi relevantni uslovi moraju biti ispunjeni kako bi se dao odgovor o intezitetu uticaja dodatih preparata na glavni proizvod,
- voćna masa koja se melje, presa, centrifugira razvrstava se u četiri bazena u kojima odležava.

I bazen je pripremljen od sirovine stare jedan dan,

II bazen sa sirovinom od dva dana,

III bazen je pripremljen sa masom od tri dana,

IV bazen je sa sirovinom od šest dana.

Vidljivo je da se ispitivanje bazira na četiri grupe uzoraka koji se razlikuju međusobno po vremenu pripreme odnosno prerade i pet različitih preparata koji se označavaju sa (P1, P2, P3, P4, P5). S obzirom da je u proizvodnji standardna sirovina istog sastava, a glavni cilj istraživanja jesete da se utvrdi uticaj dodatih preparata i stepen dejstva navedenih preparata na kvalitet. Ako se zna da je nabavna cijena dodatih preparata različita i varira zavisno od dobavljača, a za eksperiment je od značaja u kojoj mjeri intenzivira procesne aktivnosti i utiče na efektivnost ukupnog procesa. Ukoliko imamo ovakav slučaj, moguće je prilikom planiranja eksperimenta tako predvidjeti organizaciju ispitivanja da se poverća sigurnost dobijenih podataka. Povećanje pouzdanosti može se postići primjenom analize varijanse bazirane na dvostrukoj klasifikaciji jer se na taj način isključuje dodatni faktor varijacije podataka čiji je uzrok evidentan (u našem eksperimentu je standardna voćna masa sa različitim vremenskim intervalima pripreme).

Sa stanovišta metodologije obrade podataka korisno je u vezi prezentacije eksperimenta istaći sledeće:

- kod pripreme pojedinih uzoraka za eksperiment isti se razvrstavaju u različite grupe po dva različita kriterija na način dodavanja različitih PP (pektolitičkih preparata), zatim stepen taloženja odnosno zrenja voćne mase koja je u različitim terminima pripremana i efekat preparata – emulgatora koji se dodaje,
- grupisanje se vrši iz razloga da svaki uzorak ima ista obilježja sa poznatim osobinama,
- uzorci su pripremljeni metodom slučajnog izbora.

2. EKSPERIMENTALNI DIO

Za sigurnost eksperimenta, validnost konačnog stava i postavke modela uzorci su uzeti sa 20 različitih kategorija sirovine. Pripremljenoj sirovine se dodaje pet različitih preparata u cilju utvrđivanja njihove efikasnosti na sposobnost uzoraka za njihovo vezivanje. S obzirom da sirovina dolazi sa različitih strana i različite je starosti što je osnovni uzrok vezivanja predviđenih emulgatora. Jednostavno rečeno pripremljeni uzorak koji je prošao fazu odležavanja razvrstava se u grupe i tretira određenim preparatima sa ciljem da ekperimentalni uzorak bude pravilno tretiran po osnovu oba predviđena faktora. Rezultati ispitivanja sposobnosti predviđenih preparata da se vežu za voćnu masu dobijeni su gravimetrijskom - analitičkom metodom i tabelarno su prikazana (Tab.1). Preparati su označeni u koloni jedan, a stepen vezivanja preparata u kolone (I, II, III, IV).

Tabela 1. Izmjerene vrijednosti za vezivanje PP

Vrsta preparata	Stepen vezivanja-apsorbovanja				Σ	\bar{X}
	1	2	3	4		
P1	10,79	13,65	13,26	15,99	53,69	13,42
P2	7,93	13,13	11,7	14,04	46,8	11,77
P3	10,14	13,78	14,95	16,25	55,12	13,78
P4	10,66	18,33	14,69	12,09	55,77	13,90
P5	15,60	12,48	13,46	19,63	66,17	16,54
ΣX	55,12	71,37	73,06	78,00	277,55	
X	11,024	14,28	14,6	15,6		

3. ANALITIČKI PRISTUP U RJEŠAVANJU PROBLEMA [2]

Korekcionni faktor:

$$C = \frac{\sum X^2}{n} = \frac{|277,55|^2}{20} = 3851,7. \quad (1)$$

Ukupan zbir kvadrata:

$$\sum X^2 - C = 10,79^2 + 7,93^2 + 10,14^2 + 10,66^2 + 15,6^2 + \dots + 19,63^2 - 3851,7 = 168,8 \dots (2)$$

Stepen vezivanja:

$$K_1 = \frac{\sum X_i^2}{n_i} = \frac{55,12^2 + 71,3^2 + 73,06^2 + 78^2}{5} = 59 \dots (3)$$

PP (preparati):

$$K_2 = \frac{\sum \bar{X}_i}{n_i} = \frac{53,6^2 + 46,8^2 + 55,1^2 + 55,7^2 + 66,17^2}{4} = 48,2 \dots (4)$$

Eksperimentalna greška:

$$R = \left| \sum X^2 - C \right| - |K_1 + K_2| = 168,8 - |59 - 48,2| = 61,6 \dots (5)$$

Očigledno je da na osnovu podataka iz (Tabele 1) se može konstatovati da postoji bitna razlika uticaja doznačenih faktora na kvalitet i sposobnost procesa. Ukupan zbir kvadrata koji je dobijen na osnovu podataka za sposobnost vezivanja preparata (Tabela 1) podijeljenih u tri dijela (Tabela 2) iz razloga detaljnije analize.

Na osnovu (Tabele 1) i matematičke obrade podataka kreirana je (Tabela 2).

Tabela 2. Analiza varijanse rezultata istraživanja

Izvori varijacije	Stepen slobode	Zbir kvadrata	Varijansa
Stepen zrenja	3	59	19,66
Preparati	4	48,2	12,05
Ostatak-Greška	12	61,6	5,13
Ukupno	19	168,8	

Iz priloženih Tabela I i II jasno se vidi da su obuhvaćeni uticajni faktori na stepen vezivanja preparata za pripremljenu sirovinu. Računarski postupak se svodi na već dokazane naučno – teoretske metode matematičke statistike.

Primjenjena je dvostruka klasifikacija za identifikaciju eksperimentalne **greške** koja se dobije oduzimanjem sume kvadrata oba doznačena faktora od ukupne sume kvadrata.

Broj za stepene slobode se dobije kao proizvod stepena slobode za dva ispitana uzorka.

Razmatranjem prikazanih podataka o sposobnosti vezivanja predviđenih preparata koji su statistički obrađeni može se konstatovati da je svrha pomenute diobe sume ukupnih kvadrata da se izračuna suma kvadrata za **grešku** odnosno varijansu **ostatka** koji predstavlja procjenu za eksperimentalnu grešku. Na ovaj način dobijemo sigurniji podatak za testiranje opravdanosti razlike između dva ispitivana faktora koji su odabrani kao baza diobe obilježja.

S obzirom da ni jedan od ispitanih faktora ne mora uticati na rezultate koje dobijamo ispitivanjem može se pretpostaviti da njihove varijanse nisu pokazatelj varijanse osnovnog skupa. Evidentno je da ovi faktori ne djeluju na varijansu greške, te se ona može smatrati procjeniteljem varijanse osnovnog skupa zbog čega se i naziva **eksperimentalna greška**. Proizilazi da diobom ukupne sume kvadrata na dva ispitivana faktora povećava preciznost eksperimentalnog rada. Kod izvedbe dvostruke klasifikacije obavezno se mora izračunati signifikantnost pomoću proračuna za F (distribucija), koja predstavlja tabličnu razliku između dvije varijanse.

Na osnovu pripremljenih podataka, F za za stepen vezivanja (apsorbovanja) dat je u sledecim relacijama [3].

Stepen apsorbovanja – vezivanja:

$F_1=3, f_2=12, f_{0,05}=3,49$ (statistička tabela)

$$F = \frac{19,66}{5,13} = 3,83 \dots\dots\dots(6)$$

Preparati:

$F_1=4, f_2=12, f_{0,05}=3,26$ (tabelarno)

$$F = \frac{12,05}{5,13} = 2,34 \dots\dots\dots(7)$$

Na bazi dobijenih podataka i različitih vrijednosti može se uz 5% signifikantnosti tvrditi da stepen apsorbovanja ima znatan uticaj na kvalitet proizvoda. Za dejstvo PP sredstava nema signifikantnih uticaja na tehnološki proces te se ni jednom ne može dati određena prednost.

Očigledno da upotreba određenih preparata sa aspekta njihove upotrebe može zavistiti od nabavne cijene ili dodatne karakteristike koja nije predmet istraživanja. Neovisno na rezultate koji se dobijaju poređenjem između izračunatih i tabelarnih za F, obaveza je da se izvrši testiranje između aritmetičkih sredina. Postoji vjerovatnoća da u nekim slučajevima se mogu

odbiti signifikantne razlike između dviju ili više diferencija i pored toga što F proba nije pokazala razliku.

U eksperimentalnom dijelu za sposobnost apsorbovanja preparata sa pripremljenom masom, testiranjem opravdanosti razlika između aritmetičkih sredina pojedinih grupa koje se odnose na različite preparate dobijeni su sledeći rezultati za D.

Izračunata razlika između svih kombinacija X, predstavlja brojčanu vrijednost za D koja se poredi sa tabelarnom vrijednosti kako bi se izvršilo testiranje uz 5% signifikantnosti.

U eksperimentalnom dijelu za vezivanje PP preparata za ispitani uzorak dobije se sledeći rezultati [4]:

$$D = Q \cdot S_x, \dots \dots \dots (8)$$

Q - se dobije presjekom stepeni slobode i broja tretiranja u statističkim tabelama,

Sx - Standardna greška unutar sredine (varijansa)

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} \dots \dots \dots (9)$$

S-Varijansa unutar grupa,

n-Broj eksperimentalnih jedinica u grupi,

Slijedi: Q=4,51, a=5, f=12

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{5,13}{4}} = 1,13$$

$$D = |4,51| |1,13| = 5,09$$

Na osnovu dobijenih matematičkih vrijednosti i testiranja diferencija kreirana je Tabela 3.

Tabela 3. Razlika između aritmetičkih sredina za preparate

PREPARATI	\bar{X}	$\bar{X} - 13,42$	$\bar{X} - 13,7$	$\bar{X} - 13,78$	$\bar{X} - 13,9$
P1	16,54	13,12	2,84	2,76	2,64
P2	13,9	0,48	0,20	0,12	
P3	13,78	0,36	0,08		
P4	13,7	0,28			
P5	13,42				

Posmatrajući prikazane statističke obračune zanimljivo je da ni jedna diferencija između srednjih vrijednosti koje se odnose na preparate ne prelazi kritičnu vrijednost D=5,09. Potvrđena je teza da svi rezultati padaju ispod doznačene vrijednosti F testa.

Posmatranjem signifikantnosti razlika između aritmetičkih sredina koje se odnose na stepen apsorbovanja voćne mase dobijaju se sledeće vrijednosti:

$$D = Q \cdot S_{\bar{x}}, \quad S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{5,13}{5}} = 1,02$$

Q=4,2, a=4, f=12,

$$D = |4,2 - 1,02| = 4,28$$

Koristeći dobijene rezultate koji se odnose na testiranje diferencija za različite stepene apsorpcije kreirana je Tabela 4.

Tabela 4. Razlika između izmjerenih vrijednosti za asorpciju.

Stepen apsorpcije	\bar{X}	$\bar{X} - 11,024$	$\bar{X} - 14,27$	$\bar{X} - 14,6$
4	15,6	4,56	1,33	1,0
3	14,6	3,57	0,33	
2	14,27	4,24		
1	11,024			

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata evidentno je da od izračunate vrijednosti D- 4,28, je veća jedino diferencija između srednjih vrijednosti (4 i 1) grupe, što za istraživača znači da samo za tu razliku možemo uz 95% vjerovatnoće tvrditi da je signifikantna. Razlike između grupa 1 i 2, 1 i 3, 2 i 3, 2 i 4, kao i 3 i 4, su manje od izračunate vrijednosti D pa iz toga razloga dalje eksperimentisanje nije potrebno. Prezentovana metodologija sa praktičnim primjerom na bazi matematičko-statističkih metoda, sa kratkim komentarom treba shvatiti kao ilustraciju kojom se može olakšati razumijevanje procesa «determinisanje uticajnih faktora na ukupan proces».

Mjerljivošću ukupnih performansi proizvoda i selekcija reprodukcionihi komponenti u tehnološkom procesu, menadžment ima jasnu viziju za strateško planiranje. Usvojena metodologija daje garanciju odabira tehnoloških rješenja, vrednovanje sposobnosti ukupnog procesa, eliminaciju grešaka i harmonizovanje uticajnih faktora na kvalitet poslovanja.

5. LITERATURA

- [1] Kopanja V. Model upravljanja kvalitetom sa aspekta proizvodnih mogućnosti tehnološkog procesa, Tehnički fakultet, Zrenjanin, 2005.god.
- [2] Hadžić O. Numeričke i statističke metode u oblasti eksperimentalnih podataka, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, 1992.god.
- [3] Ukšanović J. Kurs teorije vjerovatnoće, Naučna knjiga Beograd 1980.god.
- [4] Skakić N. Teorija vjerovatnoće i matematička statistika, Naučna knjiga, Beograd, 2001.god.