

Utilizarea Tehnologiilor Informaționale în Analiza și Controlul Calității Procesului de Producție a Cafelei „Espresso”

Țurcanu A., Nuca I.

Catedra Electromecanică și Metrologie

Universitatea Tehnică a Moldovei

Chișinău, Republica Moldova

adrian.i.turcanu@gmail.com, nuca_ilie@yahoo.com

Abstract— The article refers to the usage of information technology for quality control of the production process beverages from coffee beans. The coffee equipment is presented and extraction principle of the percolation method is described and highlights the influence of environmental factors on the quality of the finished product are highlighted. The STATISTICA software is used for quality control. Because of data processing of the measured parameters, the correlation coefficients of the mass and flow rate in terms of the atmospheric moisture were determined. It was observed that changing environment determines the quality of raw materials and production process parameters need to be adjusted in order to decrease the deviation.

Termeni cheie—Aparat de cafea, măsurări experimentale, soft STATISTICA, controlul statistic al calității.

I. INTRODUCERE

Actualitatea și importanța temei cercetare este determinată de necesitatea analizei procesul de producție al cafelei în vederea evidențierii factorilor de influență, care fie diminuează din calitate, fie contribuie la o creștere a cheltuielilor de producție. Controlul acestuia cauzează necesitatea implementării noilor tehnici de studiere a procesului de producție prin intermediul metodelor statistice și aplicațiilor soft – urilor specifice care ne oferă o serie de oportunități pentru stabilirea impactului negativ.

Scopul lucrării constă în analiza statistică a datelor numerice specifice procesului de producție a cafelei „espresso” și controlul statistic al calității.

Obiectivele stabilite sunt:

- colectarea și analiza descriptivă a datelor inițiale;
- realizarea corelației dintre diferiți parametri a situației înregistrate

Problema de cercetare:

- Determinarea corelației dintre umiditatea aerului și debitul cafelei preparate, utilizând aplicația „Statistica”;

II. DESCRIEREA GENERALĂ A PROCESULUI DE PRODUCȚIE

Metodele de preparare a cafelei variază și nu există o singură tehnică binevenită pentru toți, dar una din cele mai populare variații ale acesteia este extracția prin percolare sub presiune care este mai mult cunoscută sub numele de

„espresso”. După o mulțime de experimente, Luigi Bezzera a venit la câteva cifre exacte pentru extragerea băuturii perfecte de „espresso”. Acești parametri tehnici care au fost subliniați de către Institutul Național Italian Espresso [6] sunt prezentați în tabelul 1.

TABEL I. PARAMETRII TEHNICI ÎNAINȚĂȚI DE INSTITUTUL NAȚIONALE DE ESPRESSO A ITALIEI

ELEMENTUL	PARAMETRUL
Porția de cafea măcinată	7.0 g ± 0.5 g
Temperatura apei la extragere	90°C ± 3°C
Temperatura ceștii	67°C ± 3°C
Presiunea apei la extragere	9 bar ± 1 bar
Timpul extragerii	25 sec. ± 5 sec.
Volumul total (inclusiv spuma)	30 ml ± 2.5 ml

Considerând acești parametri și posibilitățile tehnologiilor moderne se pot contura trei tipuri de tehnici de extragere:

1. Extracția cu portfiltru fără menținerea presiunii - acest tip de portfiltre (fig. 1) nu are nici o supapă de evacuare în interiorul care poate controla adecvat presiune de 9 bar pentru extragerea „espresso” în condiții Wright. Ajustările corespunzătoare sunt realizate prin intermediul fineței fracției cafelei măcinate.



Fig. 1. Portfiltru fără menținerea presiunii [3].

2. Extracția cu portfiltru cu menținerea presiunii - aceste portfiltre (fig. 2) au un sistem în interiorul lor, sub forma de o supapă de evacuare care controlează presiunea în interiorul acesteia și păstrează presiunea de 9 bari indiferent de fineța cafelei măcinate.



Fig. 2. Portfiltru cu menținerea presiunii [4].

3. Extracția cu unitate de extragere a cafelei. În 1986 Compania SAECO a introdus unitatea de extragere pentru prima dată (fig. 3) [4]. Aceasta oferă posibilitatea de a automatiza complet procesul de extragere.



Fig. 3. Portfiltru cu menținerea presiunii [4].

III. COLECTAREA ȘI PROCESAREA DATELOR PRIMARE

Din practică s-a observat că procesul de producție a băuturilor din cafea boabe este influențat de un șir de factori care diminuează calitatea produsului finit. Unul din principalii factori externi este influența mediului ambiant asupra boabelor de cafea. Variația acestuia schimbă calitatea boabelor și, astfel, schimbându-le proprietățile de răsnire.

Pentru determinarea impactului mediului, și în deosebi, al umidității aerului asupra cafelei au fost ridicate datele în procesul de extracție cu utilizare a echipamentului care are la bază metoda de extracție cu portfiltru fără menținerea presiunii (fig. 4).



Fig. 4. Echipamentul utilizat în cadrul măsurărilor experimentale
a - aparat de cafea Bezzera Ellisse 3 GR
b - Râșnița Fiorenzato F64E.

Pentru a colecta datele necesare pentru prelucrarea ulterioară au fost efectuate 26 de extracții la umiditate diferită a aerului care este indicată în tabelul II. Timpul de răsnire a fost de 2 sec. la toate extracțiile.

TABEL II. DATELE PRIMARE DIN PROGRAMUL STATISTICA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Timpul de răsnire, sec.	Masa de cafea răsnită, g.	Spatul ramaș în cont., mm	Cantitate a de espresso extras, ml	Timpul extragerii, sec.	Temperatura aerului, °C	Umiditatea aerului, %	Debit calculat, ml/min.	Masa p/u cont. umpl., g	Debit p/u cont. umpl., ml/min.
1	2	8,62	0,2	34	25,61	9	40	79,66	8,77	78,29
2	2	8,42	0,3	36	27,12	9	40	79,65	8,65	77,62
3	2	8,42	0,3	36	27,63	9	40	78,18	8,65	76,19
4	2	8,42	0,4	37	26,44	9	40	83,96	8,72	81,14
5	2	8,52	0,6	41	30	9	41	82,00	8,99	77,93
6	2	8,92	0,5	39	29	9	41	80,69	9,33	77,33
7	2	8,52	0,6	35	26	9	41	80,77	8,99	76,76
8	2	8,6	0,65	35	25	9	41	84,00	9,12	79,50
9	2	9,02	0,9	38,87	28,8	9	42	80,98	9,79	75,10
10	2	9,03	0,9	37	28	9	42	79,29	9,80	73,53
11	2	8,62	1,3	41	30,22	8	44	81,40	9,72	73,13
12	2	8,42	1,3	40	30,31	8	44	79,18	9,49	71,14
13	2	8,12	1,3	42	31	8	44	81,29	9,16	73,03
14	2	8,22	1,4	41	30,51	8	45	80,63	9,36	71,87
15	2	7,92	1,4	43	30,29	8	45	85,18	9,02	75,93
16	2	8,32	1,4	41	30,74	8	46	80,03	9,47	71,34
17	2	8,72	1,5	40,92	30,8	8	46	79,71	10,03	70,51
18	2	8,82	3	39,7	29,78	5	53	79,99	11,94	63,43
19	2	8,72	2,8	37,32	28,24	5	54	79,29	11,53	63,76
20	2	8,32	3,1	35,22	25	6	54	84,53	11,39	66,57
21	2	9,12	3	44,12	33	6	54	80,22	12,34	63,61
22	2	8,72	3,2	41,87	29,56	6	54	84,99	12,08	66,48
23	2	9,02	3	39,52	29	7	54	81,77	12,21	64,84
24	2	9,12	3	40,42	30,51	5	55	79,49	12,34	63,04
25	2	8,82	3,1	43,02	30,97	6	55	83,35	12,08	65,64
26	2	9,02	3	41,12	30,26	6	55	81,53	12,21	64,66

Analizând datele primare obținute și calculând debutul (variabile 8 din tabelul II) s-a observat că acesta rămâne practic neschimbat la variația umidității aerului ceea ce nu corespunde realității. În același timp s-a constatat că spațiul liber remanent în containerul portfiltrului crește direct proporțional cu evoluția umidității mediului ambiant.

Urmărind procesul de producție s-a constatat că barista (vânzătorul băuturilor pe bază de cafea naturală) umple containerul de cafea în măsură egală pentru orice condiții ale mediului înconjurător.

Pentru a calcula cantitatea de cafea necesară pentru a umple containerul portfiltrului și calculul debitului cafelei efectuăm următoarele calcule bazate pe măsurări experimentale:

- ✓ Masa de cafea cu umplere parțială și umplere completă a containerului în marja de variație a spațiului rămas.

$$m_{up} = 7,4[gr] \quad m_{uc} = 11,0[gr] \quad \Delta h = 3,8[mm]$$

- ✓ Variație a masei cafelei în funcție de spațiul rămas

$$\Delta_m = m_{uc} - m_{up} = 11,0 - 7,4 = 3,6[gr] \quad (1)$$

- ✓ Marja de variație a masei cafelei în funcție de spațiul rămas în container în unități relative

$$\Delta_m^* = \frac{\Delta_m}{m_{uc}} = \frac{3,6}{11,0} = 0,33[u.r.] \quad (2)$$

- ✓ Coeficientul de umplere a containerului

$$k_u^* = \frac{\Delta_m^*}{\Delta h} = \frac{0,33}{3,8} = 0,087 \left[\frac{u.r.}{mm} \right] \quad (3)$$

- ✓ Masa calculată pentru container umplut

$$m_{100\%c} = \frac{m_{up}}{1 - (\Delta h \cdot k_u^*)} = \frac{7,4}{1 - (3,8 \cdot 0,087)} = 11,05[gr]; \quad (4)$$

$$V_9 = V_2 / (1 - (V_3 \cdot 0,087)) \quad (5)$$

- ✓ Debitul calculat pentru container umplut

$$Q_{100\%C} = \frac{Q}{1 + (\Delta h \cdot k_m^*)} = \frac{81,53}{1 + (3 \cdot 0,087)} = 66,655 \left[\frac{ml}{min} \right]; \quad (6)$$

$$V10 = V8 / (1 + (V3 \cdot 0,087)) \quad (7)$$

Formulele (5, 7) deduse mai sus au fost introduse în tabelul datelor primare a programului STATISTICA pentru calcularea variabilelor din coloanele 9 și 10. În continuare, datele obținute vor fi utilizate în calitate de variabile dependente de umiditatea mediului ambiant pentru determinarea coeficienților de corelație.

IV. REGRESII ȘI CORELAȚII ALE DATELOR

În vederea determinării influenței umidității aerului asupra procesului de producere se va utiliza instrumentul *multiple regression analysis* din pachetul de instrumente *Basic statistics*. [2] Pentru analiză au fost luate atât masa pentru container umplut cât și debitul pentru container umplut ca fiind variabile dependente și umiditatea aerului în calitate de variabilă independentă. În figura 5 este prezentată diagrama corelației masei cafelei râșnite cu container umplut în dependență de umiditatea aerului.

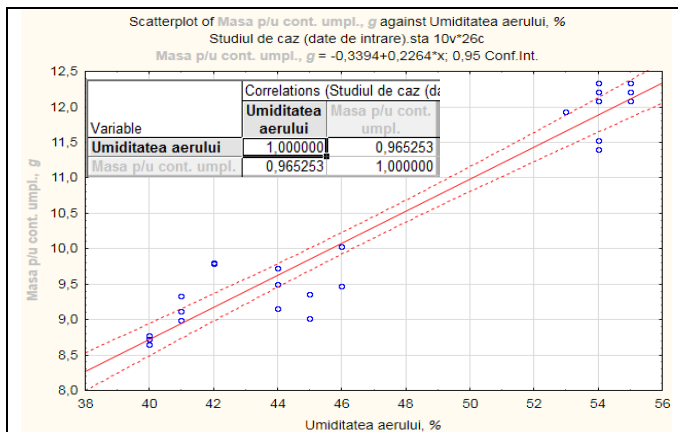


Fig. 5. Dependența masei cafelei râșnite pentru container umplut de umiditatea aerului.

Utilizând aplicația STATISTICA a fost determinat coeficientul de corelație Pearson: $r = 0,96$. Conform clasificării lui Colton [5] valoarea acestui indice remarcă o influență sporită a umidității mediului ambiant asupra fracției cafelei măcinate și, ulterior, densitatea cafelei în container.

Cunoașterea mărimii coeficientului „r” este importantă în momentul luării deciziei de amplasare a punctului de comercializare a băuturilor pe bază de cafea boabe. Astfel, dacă spațiul în care agentul economic își desfășoară activitatea, are umiditate a aerului variabilă, atunci antreprenorul trebuie:

- să ceară specialistului verificarea permanentă a parametrilor echipamentului în scopul asigurării calității produsului;
- să accepte costuri suplimentare pentru materia primă.

Stabilind corelația dintre debitul cafelei în timpul extragerii cu container umplut și umiditatea aerului prezentată în figura 6 a fost obținut coeficientul de corelație $r = -0,95$ (fig. 6).

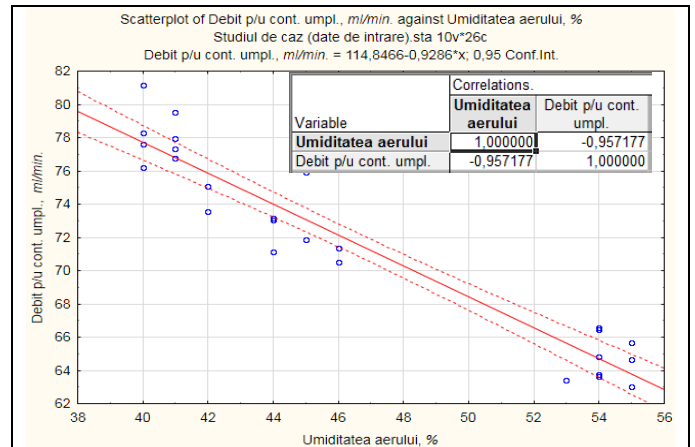


Fig. 6. Dependența debitului extracției pentru container umplut de umiditatea aerului.

În baza aceleiași clasificări, se evidențiază că la creșterea umidității aerului debitul cafelei scade, iar la umiditate înaltă – acesta este foarte mic. Aceasta cauzează efectul de supra-extracție, iar ca rezultat are loc arderea cafelei în container.

V. CONCLUZII

În rezultatul efectuării studiului de caz se pot concluziona următoarele:

- Instrumentele statisticii descriptive au demonstrat influența umidității aerului asupra procesului de producție cercetat.
- Odată cu creșterea umidității aerului se micșorează fracția cafelei măcinate.
- În conformitate cu clasificarea Colton, coeficientului de corelație de $r = 0,96$ între masa de cafea pentru container umplut și umiditatea aerului atestă o legătură foarte bună între acestea care este direct proporțională.
- Coeficientul de corelație $r = -0,95$ demonstrează existența legăturii strânsă dintre debitul pentru container umplut și umiditatea aerului, care este invers proporțională.
- Creșterea umidității aerului cauzează o micșorare a fracției cafelei râșnite, ceea ce provoacă diminuarea debitului în procesul extracției ce aduce la efectul de supra-extracție.

BIBLIOGRAFIE

- [1] A.Isaic-Maniu, C.Mitrut, V.Voineagu. Statistica generala. <http://www.biblioteca-digitala.ase.ro/biblioteca/carte2.asp?id=55&idb=>
- [2] Statistica softwaer support, <http://www.statsoft.com/>, (accesat 13.12.2014)
- [3] Bezzera technical support, http://www.bezzera.it/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=107&lang=en (accesat 23.06.2014)
- [4] Saeco technical support, <http://www.saeco.co.uk/espresso-machine-support>, (accesat 23.06.2014)
- [5] Ilie Nuca. *Analiza statistică*. Chișinău, <http://elearning.utm.md/moodle/course/view.php?id=87>
- [6] "Glossary of Coffee and Espresso Terms". Coffee Review. <http://www.coffeereview.com/glossary.cfm> (accesat 16.03.2014)