

STATISTICAL PROCESS CONTROL CHART IN FOOD INDUSTRY

Dushica Popova

Faculty of Tourism and Business Logistics, Goce Delcev University, Stip, North Macedonia,
dusica.saneva@ugd.edu.mk

Natasha Miteva

Faculty of Tourism and Business Logistics, Goce Delcev University, Stip, North Macedonia,
natasa.miteva@ugd.edu.mk

Abstract: Control charts are a graphical representation of the obtained data from tested samples and are used to separate systematic from random variability. With the application of control charts which are simple graphical tools, the technological processes can be monitored, but they are also used to monitor, detect, prevent and improve the quality of the process. This research was aimed at detecting the production process for obtaining a homogenized chocolate mass. A control chart for individual values, a control chart for the proportion of defective products (p) and the number of defective products (np) were applied to detect defects in chocolate production. Using the control chart, the measured parameter was moisture content and based on it, the mean value of the moisture in the product is 0.78%. This mean value indicates that the variation is within the allowable limits and is consistent as all samples fall within the upper and lower control limits. Furthermore, the use of the p control chart for determining the stability of the process, the share of the defects in the production of chocolate homogenized mass was calculated before (41%) and after the corrective measure undertaken (2.5%). The most common defects observed are the deviation from the mass, broken product, matte surface, irregularly shaped chocolate and products with lumps which after the undertaken corrective measures were removed and the stability of the process was increased.

Keywords: control chart, control limit, technological process, chocolate

САТИСТИЧКИ КОНТРОЛНИ КАРТИ ВО ПРЕХРАНБЕНАТА ИНДУСТРИЈА

Душица Попова

Факултет за туризам и бизнис логистика, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
dusica.saneva@ugd.edu.mk

Наташа Митева

Факултет за туризам и бизнис логистика, Универзитет Штип, Северна Македонија
natasa.miteva@ugd.edu.mk

Abstract: Контролните карти се графички приказ на податоците добиени од испитаните примероци и се користат за раздвојување на систематските од случајни варијабилности. Со примена на контролните карти кои се едноставни графички алатки се следи технолошкиот процес, а се користат за следење, откривање, спречување и подобрување на квалитетот на процесот. Ова истражување беше насочено кон откривање на дефектите во производствениот процес за добивање на хомогенизирана чоколадна маса. Беше применета контролна карта за одделни вредности, контролна карта за уделот на дефектни производи (p) и бројот на дефектните производи (np) за откривање на дефекти во производството на чоколадо. Со примена на контролната карта мерениот параметар беше содржина на влага и врз основа на содржината на влага во производот средна вредност на влагата во производот е 0.78%. Оваа средна вредност укажува дека варијацијата во дозволените граници и е конзистентна, бидејќи сите примероци спаѓаат во горните и долните контролни граници. Исто така, со примената на p контролната карта за утврдување на стабилноста на процесот е пресметан и уделот на дефектите во производство на чоколадна хомогенизирана маса пред (41%) и по преземаната корективна мерка (2.5%). Најчести дефекти кои се забележани се отстапување од масата, скршен производ, мат површина, неправилно обликувано чоколадо и производи во кои се присутни груткиња кои по преземаните корективни мерки се отстранети, а стабилноста на процесот е зголемена.

Клучни зборови: контролни карти, контролни граници, технолошки процес, чоколадо

1. ВОВЕД

Контролата на квалитетот на процесот се врши со проверка на квалитетот на полупроизводите додека тие се уште се наоѓаат во текот на трансформација на основните сировини. Кога со проверка на квалитетот ќе се утврди дека се влошиле карактеристиките на процесот, тогаш тој се прекинува и се истражува која е

причината за тоа. Кога ќе се пронајде причината, процесот се коригира, а производството продолжува. Процесот е стабилен ако од него се отстранети факторите на ризик. Тогаш може да се каже дека процесот е под статистичка контрола. Треба да се има предвид дека стабилноста на процесот не значи дека нема варијации во квалитетот на производот, но варијациите треба да бидат во дозволените граници. Контролната карта е графички приказ на податоците добиени од испитаните примероци. Се користи за раздвојување на систематските од случајни варијабилности. Контролните карти можат да се поделат на контролни карти за мерливи карактеристики и контролни карти за атрибутивни карактеристики. Контролните карти за мерливите карактеристики се однесуваат на производите што можат да се измерат со адекватна мерна опрема, додека контролните карти за атрибутивните карактеристики се однесуваат на оние кои не може да се мерат, туку се оценуваат описно (Montgomery, 2020; Oakland & Oakland 2018; Чепујноска & Чепујноски, 1993). Процесот е стабилен т.е. ја има потребната точност ако на крајот дава занемарлив број на неусогласени производи. Во статистичка интерпретација тоа значи дека помалку од 0.3% од производите не ги задоволуваат границите на толеранцијата, односно 99.7% од производите се усогласени и го задоволуваат таканаречениот критериум „6σ“. Контролните граници се статистички граници и не се поврзани со границите на спецификацијата. Контролните граници се поставуваат на граница на расејување (3σ) на статистичкиот параметар кој се следи со контролната карта. Преку контролните карти се откриваат варијациите на еден процес и се сигнализира на соодветната служба за интервенции. Причините мора да се отстранат за да се спречи некавалитетно производство. Варијациите може да бидат предизвикани главно од случајни и систематски причини. Случајните варијации во процесот на производство се неизбежни и се јавуваат поради различни услови во производството, на пример влажност во просторијата, несоодветна температура на воздухот и сл., додека систематските варијации се последици на груби грешки во работењето, како непознавање на работата и функцијата на машините, лошо внимание или пак незнаење (Чепујноска, 2009; Ilic, 2007; Godfrey & Juran, 1998).

2. МЕТОДОЛОГИЈА

Во ова истражување со примена на контролните карти се следеше стабилноста на производниот процес за добивање на хомогенизирана маса – чоколадо и беше примената контролна карта за одделни вредности (влага) и контролна карта за уделот на дефекти производи (р) и контролна карта за бројот на дефектните производи (пр). Со контролната карта за одделни вредности беше измерена влагата на производот во 25 проби. Со картата за одделни вредности се следат средните вредности на $\bar{X}$ и опсегот R за измерените вредности и се креира врз база на аритметичките средини на одреден број примероци (n), од кои секој се состои од по неколку единици. Контролните граници се поставени на растојание од 3σ во однос на $\bar{X}$. Беше пресметана горната контролна граница (Upper Control Limit, UCL) и долната контролна граница (Lower Control Limit, LCL) согласно (Kumar, 2024; Tupkar et al, 2016; Edward, 2013). Со р картата е следен процентот р на неусогласените производи во пробата која во ова истражување беше константна (n=100), а со пр карта е пресметан бројот на дефекти, наместо процентот на дефекти. Овој тип на контролна карта се применува кога големината на примероци е константна (n=100), а потребни се проби со поголем број на примероци. Во ова истражување е изработена само р карта, пред и по преземаната корективна мерка, бидејќи станува збор за големина на пробата од 100 парчиња. Беше пресметана горната контролна граница (Upper Control Limit, UCL) и долната контролна граница (Lower Control Limit, LCL) за уделот/бројот на дефекти производи (Ryan, 2007; Kim et al, 2021; Aslam et al, 2024). За пресметување на податоците и за добивање на контролните карти беше применет софтверскиот пакет SPSS.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Врз основа на податоците за содржината на влага претставени во табела 1 добиени при контрола на 25 проби, средната вредност на содржината на влага е 0.78% и стандардна девијација $SD = 0.25$. Контролните граници на содржината на влага во процесот изнесуваат $UCL=1.55$ (горна контролна граница) и $LCL=0.004$ (долна контролна граница).

Табела 1. Содржина на влага во анализираните примероци

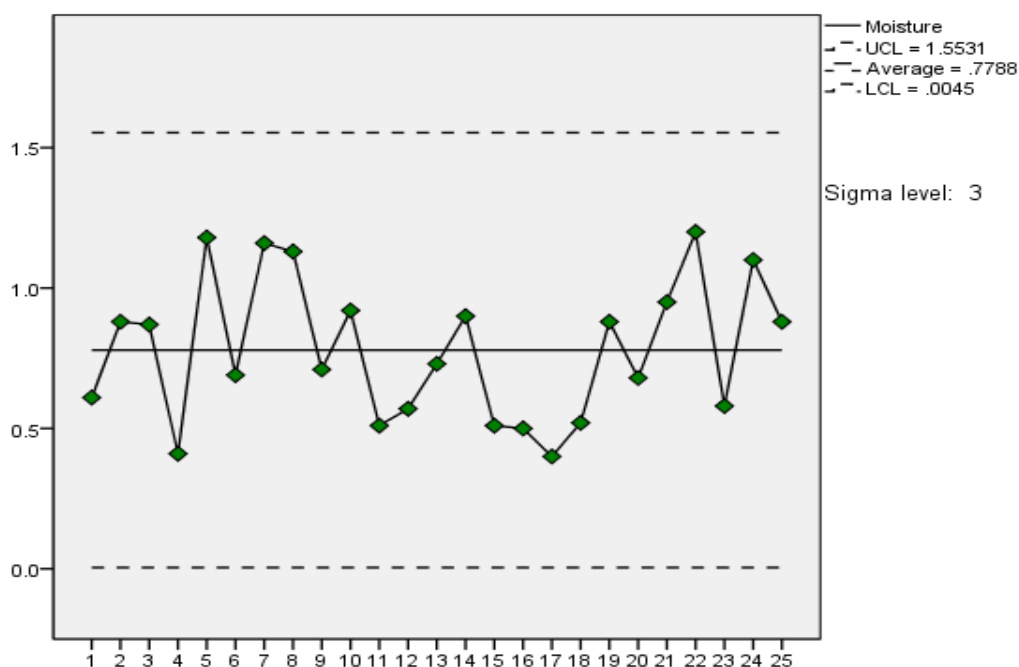
Број на проби	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Влага x_i (%)	0.61	0.88	0.87	0.41	1.18	0.69	1.16	1.13	0.71	0.92	0.51	0.57	0.73

Број на проби	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Влага x_i (%)	0.9	0.51	0.5	0.4	0.52	0.88	0.68	0.95	1.2	0.58	1.1	0.88	

Извор: Сопствено истражување на авторите Попова, Д. и Митева, Н.

На сликата 1 е прикажана карта за одделни вредности за влага во испитуваните проби. Согласно извршената анализа на производите може да се заклучи дека содржината на влагата е во граници на дозволеното и далеку под далеку под горната и долната критична граница, а ниската содржина на влага обезбедува и подолг рок на употреба на производот (Kusumawardani et al, 2022; Beckett, 2017).

Слика 1. Контролна карта за анализа на содржината на влага



Извор: Сопствено истражување на авторите Попова, Д. и Митева, Н.

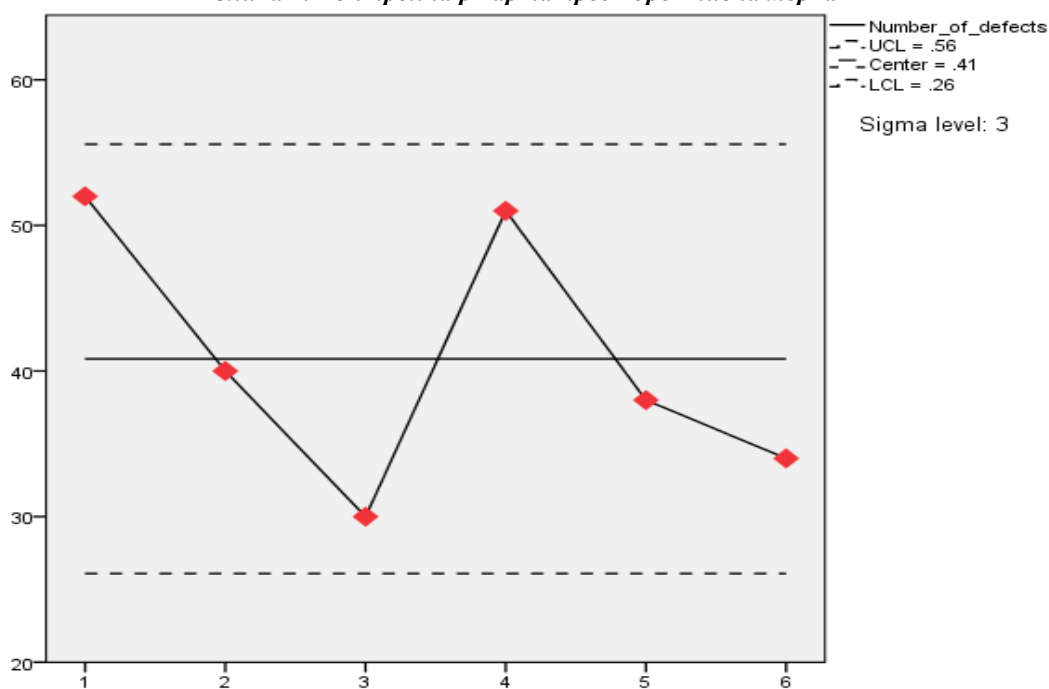
За конструкција на p карта се користени најчестите дефекти при следење на технолошкиот процес за добивање на чоколадо. Како најчести дефекти се отстапувањето на маса, мат површина, скршено чоколадо, неправилно обликувано чоколадо и присуство на грутчиња. Согласно податоците во табела 2 изработена е p карта претставена на слика 2 каде средната вредност на дефектите е 41%, горната критична граница е 56%, а долната критична граница е 26%. Доколку процесот продолжи, процентот на дефекти може да достигне до горната критична граница, ваквиот процент не е прифатлив за производството и поради тоа беше преземена корективна мерка (проверка на уредите за дозирање).

Табела 2. Податоци за конструкција на p контролна карта пред корективна мерка

Број на проби	1	2	3	4	5	6
Број на дефекти	52	40	30	51	38	34
дефекти (%)	52	40	30	51	38	34

Извор: Сопствено истражување на авторите Попова, Д. и Митева, Н.

Слика 2. Контролна p карта пред корективна мерка



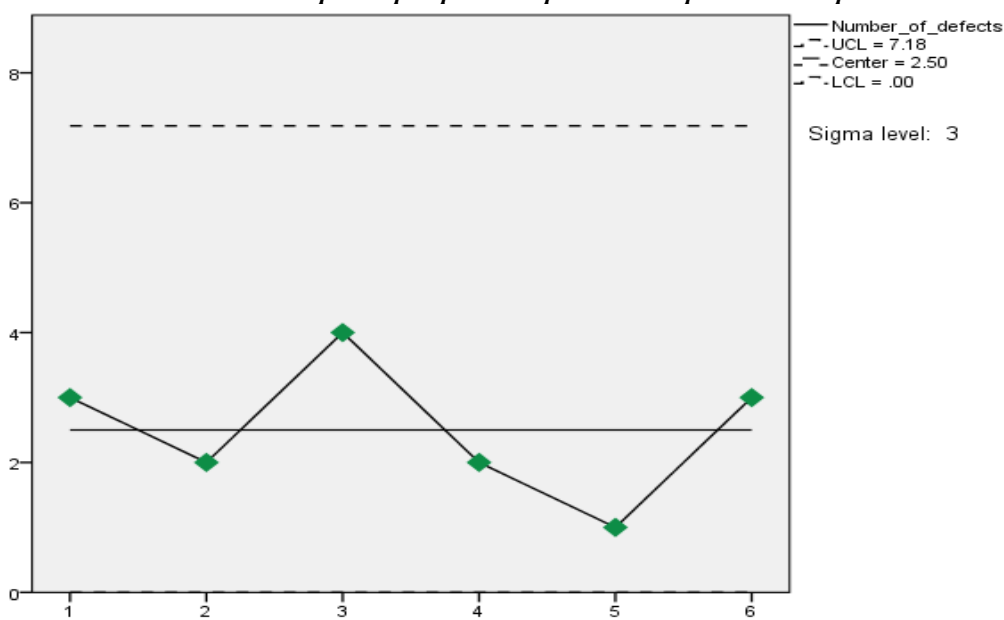
Извор: Сопствено истражување на авторите Попова, Д. и Митева, Н.

Табела 3. Податоци за конструкција на p контролна карта по корективна мерка

Број на проби	1	2	3	4	5	6
Број на дефекти	3	2	4	2	1	3
дефекти (%)	3	2	4	2	1	3

Извор: Сопствено истражување на авторите Попова, Д. и Митева, Н.

Слика 3. Контролна p карта по преземана корективна мерка



Извор: Сопствено истражување на авторите Попова, Д. и Митева, Н.

Во табелата 3 се прикажани податоци за конструкција на р контролна карта по преземаната корективна мерка и е конструирана контролна карта. Уделот на дефекти во пробата е намален на 2.5%, а горната контролна граница изнесува 7.18%. Врз основа на прикажаната р карта на слика 3 се намалил бројот на дефекти, а стабилноста на процесот се зголемила.

4. ЗАКЛУЧОК

Примената на контролните карти во прехранбената индустрија е од есенцијално значење, бидејќи овозможува следење и подобрување на стабилноста на процесите. Со цел да се задоволат стандардите за квалитет се овозможува следење на клучните параметри како температура, тежина, нутритивните вредности и сл. во производството на храна. Исто така, овозможуваат и идентификување на критичните вредности надвор од дозволените граници со цел решавање на проблемите на време, минимизирајќи ги дефектите во производниот процес. Во овој труд со примена на контролната карта за мерениот параметар - влагата се утврди дека е во рамките на дозволеното, а во контролната р карта пред корективната мерка уделот на дефекти е 56%, а по преземаната корективна мерка е 2.5% со што се обезбедува стабилен процес и крајниот производ ќе варира во потесен интервал. Во прехранбената индустрија со воведувањето на контролните карти во тековните производствени процеси се обезбедуваат усогласување со стандардите за безбедност преку документирање на стабилноста на процесот. Подобириот квалитет на производите е од големо значење за поголемо задоволство и лојалност кај потрошувачите, како и зголемена конкурентност на пазарот.

ЛИТЕРАТУРА

- Aslam, M., Saghir, A. & Fallah, N.M. (2024). A review on control charts based on different sampling schemes. *Journal of Statistics and Management Systems*, 27, 1357–1366.
- Beckett, S. T. (2017). *The Science of Chocolate (2nd ed.)*. Royal Society of Chemistry.
- Edward, S. S. (2013). *Control Charts: An Introduction to Statistical Quality Control Paperback*. Literary Licensing, LLC, USA.
- Godfrey, B. & Juran, J. (1998). *Juran's Quality Handbook*. McGraw-Hill, New York.
- Ilic, V. (2007). *Upravljanje kvalitetom*. Megatrend univerzitet, Beograd.
- Kim, S., Park, S. & Kwak, M. (2021). *Review-Based Control Charts for Service Quality Monitoring: A Brief Review and Future Directions*. ICIC Express Letters.
- Kumar, S. (2024). *Statistical Process Control (SPC)*. Quality Gurus Inc.
- Kusumawardani, I. N. S., Saputro, A. D., Kusuma, M. C., Fadilah, M. A. N., & Setiowati, A. D. (2022). Melting and textural characteristics of dark chocolate formulated with carrageenan-based hydrogel sweetened with sucrose. *Icoseat*, 413-418.
- Montgomery, C. (2020). *Introduction to Statistical Quality Control*. John Wiley and Sons, New York.
- Oakland, J. & Oakland, R. (2018). *Statistical Process Control*. Routledge, London.
- Ryan, P. (2007). *Modern Engineering Statistics*. John Wiley and Sons, New Jersey.
- Tupkar, R., Lande, M. & Jawalekar, S. (2016). Implementation of Lean Six Sigma. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 3(5), 1754-1760.
- Чепујноска, В. & Чепујноски Ѓ. (1993). *Основи на управувањето со квалитетот*. Економски факултет, Скопје.
- Чепујноска, В. (2009). *Менаџмент на квалитет - теорија, наука и практика*. Технолошко - металуршки факултет, Скопје.