

DOKŁADNOŚĆ PROCESU DOZOWANIA NA PRZYKŁADZIE LINII DO ROZLEWU KEFIRU

Elżbieta Kusińska

Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki dokładności dozowania automatu rozlewniczopakującego stosowanego w przemyśle mleczarskim podczas pakowania kefiru i ocenę przydatności danej partii towaru przed wprowadzeniem na rynek. Pierwsza część badań dotyczyła oceny partii produktu przed wprowadzeniem w zakładzie systemu kontroli, a druga część badań polegała na ocenie partii na podstawie wprowadzonego wewnętrznego systemu kontroli masy netto i objętości towaru paczkowanego w opakowaniu. W wyniku wprowadzenia wewnętrznego systemu kontroli towarów paczkowanych poprawiła się dokładność dozowania towaru.

Słowa kluczowe: dozowanie, dokładność dozowania, przemysł mleczarski

Wprowadzenie

Rosnące wymagania klientów, wymagania prawne obowiązujące w krajach Unii Europejskiej, rosnąca konkurencja, redukcja kosztów, dbałość o wizerunek własnej firmy i marki sprawiają, że coraz bardziej istotne są zagadnienia związane z kontrolą jakości produkcji. Jednym z elementów jest kontrola masy netto produktów paczkowanych. Zbyt mała zawartość produktu w opakowaniu, niezgodna z deklarowaną masą, a z drugiej strony napełnienie zbyt dużą ilością produktu - powodują straty. Podstawowym warunkiem normalnej pracy automatów jest synchronizacja działania mechanizmów wykonawczych [Diakun 2005; Lewicki 2006; Popko H. i Popko R. 1997].

Automat pakujący PAG-40 przeznaczony jest do pakowania artykułów płynnych i półpłynnych w gotowe kubki z tworzywa o średnicy 75 mm lub 95 mm, zamykane zgrzewaną pokrywką aluminiową. Znajduje zastosowanie do pakowania takich produktów, jak: śmietana, jogurt, serki homogenizowane. Wydajność pakowaczki jest zależna od lepkości produktu i wynosi od 2500 do 4500 sztuk na godzinę. Automat dozuje sposobem objętościowym [DTR 1995].

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest ocena dokładności dozowania automatu rozlewniczopakującego PAG-40, stosowanego w przemyśle mleczarskim podczas pakowania kefiru o objętości 250 i 500 ml w kubki oraz dokonanie oceny przydatności danej partii towaru przed wpro-

wadzeniem na rynek na podstawie oznaczenia średniej ilości rzeczywistej kefiru w opakowaniu i porównaniu jej z wartością kwalifikującą. Pierwsza część badań dotyczy oceny partii produktu przed wprowadzeniem w zakładzie systemu kontroli, a druga część badań polega na ocenie partii na podstawie wprowadzonego wewnętrznego systemu kontroli ilości (masy netto i objętości) towaru w opakowaniu.

Metodyka badań

Badania przeprowadzono metodą referencyjną w jednej z Okręgowych Spółdzielni Mleczarskich na terenie województwa lubelskiego. Zawartość rzeczywistą produktu w opakowaniu określono metodą wagową (nieniszczącą).

W obu przypadkach badania polegały na badaniu gotowych produktów, które brano wrywkowo z linii produkcyjnej. Przyjęto wielkość partii od 100 do 500 sztuk i zgodnie z zaleceniami [RMGiP 2005] pobierano próby w liczbie 30 sztuk. W pierwszej części badań próby ważono na wadze WPS 1200/c/2. W przypadku, gdy liczba wadliwych jednostek, stwierdzona w wyniku badania próby nr 1, była większa od największej liczby kwalifikującej partię (≤ 1), ale mniejsza od najmniejszej liczby dyskwalifikującej partię (≥ 3), to należało zbadać próbę nr 2. Wadliwy jest towar, który ma niedobór masy większy od ujemnej wartości błędu ilości towaru paczkowanego $T1$, którą odczytuje się z tabel [Ustawa o towarach paczkowanych 2001, 2004]. Dla dozowanego materiału o objętości 250 ml wynosi on 9 ml, a dla objętości 500 ml – 15 ml.

Produkty ważono wraz z kompletnym opakowaniem i otrzymano masę brutto produktu. Do określenia masy tary (pustego opakowania) służyła waga WPS 110S. Wartość tary to średnia arytmetyczna kilkunastu zważonych opakowań. Ilość rzeczywistą produktu wyznaczono jako różnicę między masą brutto i średnią wartością tary.

Ponieważ wartości nominalne Q_n podawane na opakowaniach wyrażone są w jednostkach objętości, to ilość rzeczywista towaru paczkowanego wyrażona w jednostkach objętości jest obliczona na podstawie masy i gęstości produktu ρ [$\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$], którą wyznaczano za pomocą areometru.

Do określenia wartości kwalifikującej danej partii niezbędne jest obliczenie z objętości przebadanych sztuk towarów wchodzących w skład próby wartości średniej i odchylenia standardowego.

Wartość kwalifikującą partię \bar{x} w [ml] obliczano z następującego wzoru:

$$\bar{x} \geq Q_n - 0,503s \quad (1)$$

gdzie:

- Q_n – ilość nominalna [ml],
- s – odchylenie standardowe [ml].

W drugiej części badań wykorzystano wprowadzony w zakładzie wewnętrzny system kontroli ilości towaru paczkowanego. Badania przeprowadzono na wadze z terminalem TMC, który podłączony był do komputera PC z zainstalowanym programem KTP NET 2003. Program komputerowy umożliwiał zbieranie danych w czasie rzeczywistym z podłączonej wagi.

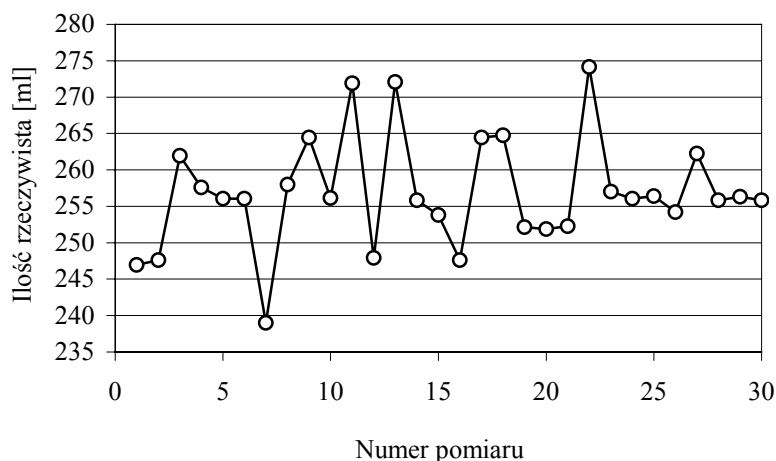
Wyniki badań

Wyniki pierwszej części badań przedstawiono w postaci kart kontroli towarów paczkowanych (tab. 1 i 2) oraz na wykresach (rys. 1 i 2).

Tabela 1. Karta kontroli towarów paczkowanych dla partii 100-500 sztuk kefiru (kubki 250 ml)
Table 1. Packaged goods control sheet for batch of 100-500 kefir pieces (250 ml cups)

Data	17.04.2008	Ujemna wartość błędu TI [ml]	9
Nazwa produktu	Kefir 1,5%	Wartość graniczna $TU1=Qn-TI$ [ml]	241
Rodzaj opakowania	Kubek	Wartość graniczna $TU2=Qn-2TI$ [ml]	232
Średnia masa opakowania [g]	8,02	Liczba badanych sztuk towaru	30
Ilość nominalna Qn [ml]	250	Średnia ilość rzeczywista \bar{x} [ml]	256,87
Gęstość produktu [$g \cdot ml^{-1}$]	1,033	Odchylenie standardowe s [ml]	31,185
Ilość nominalna Qn [g]	258,25	Wartość kwalifikująca partię [ml] $\bar{x} \geq$	234,312
Liczba towarów paczkowanych [szt.]	100-500	Kwalifikacja partii TAK/NIE	TAK

Źródło: badania i obliczenia własne autora



Źródło: badania własne autora

Rys. 1. Zależność ilości rzeczywistej kefiru o objętości nominalnej 250 ml pakowanego w kubki od numeru pomiaru

Fig. 1. Relationship between the actual amount of kefir (nominal volume 250 ml) packaged in cups and measurement number

Na podstawie karty kontroli towarów paczkowanych (tab. 1) i rys.1 dla kefiru nalanego i zapakowanego przez nalewarkę PAG-40 w kubki 250 ml, stwierdzono przydatność partii do obrotu handlowego. Zauważono, że nalewarka dozuje kefir do małych kubków niezbyt dokładnie, gdyż są duże ujemne i dodatnie skoki dozy. Pomiar nr 7 osiągnął wartość mniej-

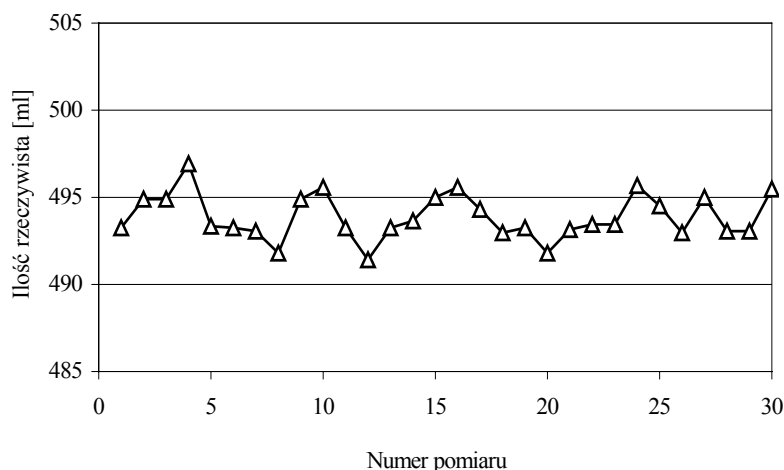
szą od dopuszczalnej ujemnej wartości granicznej $TU1$. Jest to dopuszczalne, ponieważ liczba wadliwych jednostek w badanych przypadkach powinna być ≤ 1 .

Tabela 2. Karta kontroli towarów paczkowanych dla partii 100-500 sztuk kefiru (kubki 500 ml)
Table 2. Packaged goods control sheet for batch of 100-500 kefir pieces

Data	17.04.2008	Ujemna wartość błędu TI [ml]	15
Nazwa produktu	Kefir 1,5%	Wartość graniczna $TU1=Qn-TI$ [ml]	485
Rodzaj opakowania	Kubek	Wartość graniczna $TU2=Qn-2TI$ [ml]	470
Średnia masa opakowania [g]	12,87	Liczba badanych sztuk towaru	30
Ilość nominalna Qn [ml]	500	Średnia ilość rzeczywista \bar{x} [ml]	493,87
Gęstość produktu [$g \cdot ml^{-1}$]	1,033	Odchylenie standardowe s [ml]	0,866
Ilość nominalna Qn [g]	516,5	Wartość kwalifikująca partię [ml] $\bar{x} \geq$	499,56
Liczba towarów paczkowanych [szt.]	100-500	Kwalifikacja partii TAK/NIE	NIE

Źródło: badania własne autora

Analizując kartę kontroli towarów paczkowanych (tab. 2) i rys. 2 dla kefiru – kubek 500 ml nalanego i zapakowanego przez nalewarkę PAG-40, stwierdzono dyskwalifikację partii z obrotu handlowego. Zauważono, że nalewarka w tym przypadku dozjuje w miarę dobrze, widoczne są niewielkie skoki dozy. Partia ta została zdyskwalifikowana, ponieważ została źle ustawiona ilość dozy, która nie została sprawdzona przez operatora nalewarki. Badanie powtórzono i otrzymano podobny rezultat.



Źródło: badania własne autora

Rys. 2. Zależność ilości rzeczywistej kefiru o objętości nominalnej 500 ml pakowanego w kubki od numeru pomiaru
Fig. 2. Relationship between the actual amount of kefir (nominal volume 500 ml) packaged in cups and measurement number

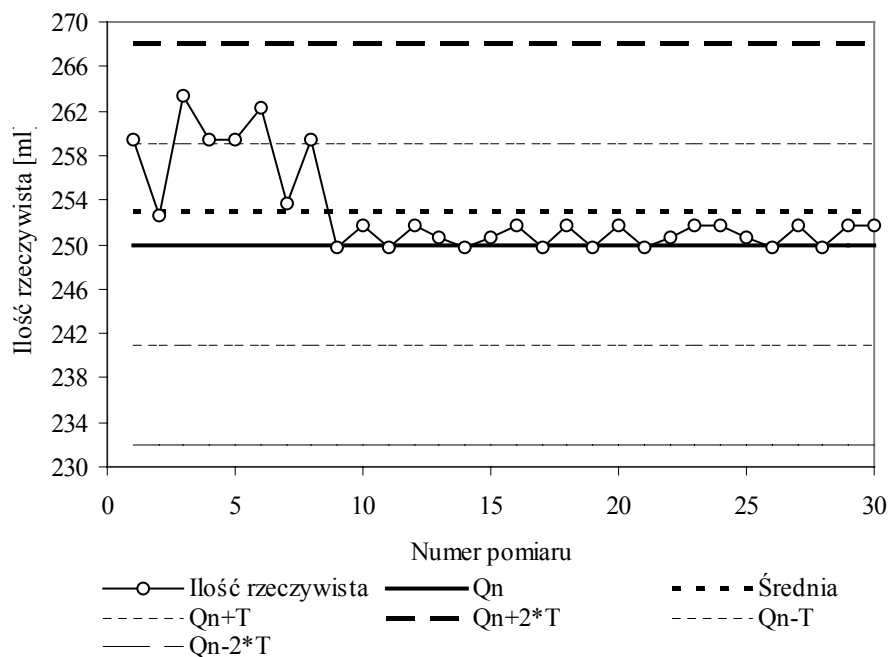
Dokładność procesu dozowania...

Wyniki drugiej części badań przedstawiono w tab. 3 i 4 oraz na rys. 3 i 4.

Tabela 3. Raport z kontroli dokładności dozowania kefiru o deklarowanej ilości 250 ml do kubków
Table 3. Report on the control of kefir proportioning accuracy for declared amount of 250 ml poured to cups

Wartości dopuszczalne		Opis kontroli	
Wartość błędu $T1$:	9 ml	Numer partii	000001
Wartość błędu $2T1$:	18 ml	Liczba partii	450 szt.
Ilość błędów: $Qn-2T1 <= x < Qn-T1$	1 szt.	Liczba pomiarów	30 szt.
Ilość błędów: $x < Qn-2T1$	0 szt.	Suma pomiarów	7587,03 ml
Wart. kwalifikująca średniej:	247,95 ml	Maks.:	263,29 ml
Wyniki rzeczywiste		Min.:	249,74 ml
Ilość wadliwych: $Qn-2T1 <= x < Qn-T1$	0 szt.	Odchylenie standardowe:	4,07 ml
Ilość dyskwalifikujących: $x < Qn-2T1$	0 szt.	Kontrola ze średnią tarą	8,02 g
Średnia ilość rzeczywista:	252,901 ml		
Wynik kontroli: POZYTYWNY		Partia towaru przyjęta	

Źródło: badania własne autora



Źródło: badania własne autora

Rys. 3. Zależność ilości rzeczywistej kefiru o objętości nominalnej 250 ml pakowanego w kubki od numeru pomiaru

Fig. 3. Relationship between the actual amount of kefir (nominal volume 250 ml) packaged in cups and measurement number

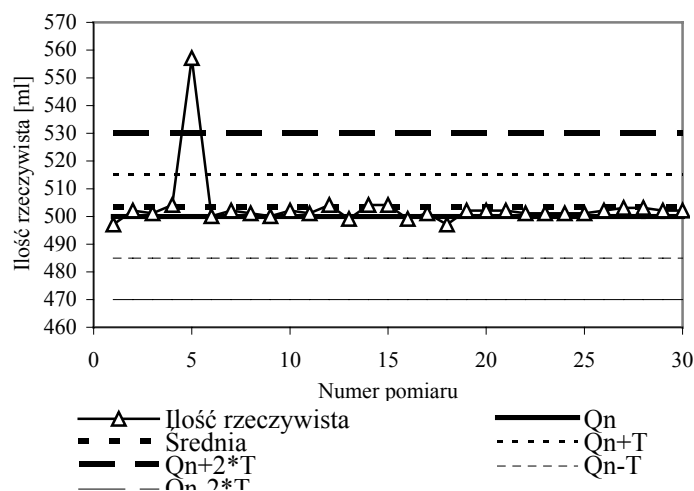
Z tab. 3 i rys. 3 wynika, że nalewarka PAG-40 dozuje stosunkowo dokładnie. Ma tylko dodatnie skoki dozy, co jest korzystne tylko dla klienta. Spółdzielnia ponosi niewielkie straty, ale nie stwierdzono wadliwych sztuk towaru.

Dokonując analizy raportu z kontroli i wyników badań przedstawionych na rys. 4 dotyczących dokładności dozowania kefiru do kubków 500 ml, nalanego za pomocą nalewarki PAG-40, stwierdzono przyjęcie badanej partii towaru do obrotu handlowego. Zauważono, że nalewarka do dużych kubków ma w miarę dobrą powtarzalność dozy.

Tabela 4. Raport z kontroli dokładności dozowania kefiru o deklarowanej ilości 500 ml do kubków
Table 4. Report on kefir proportioning accuracy control for declared amount of 500 ml poured to cups

Wartości dopuszczalne		Opis kontroli	
Wartość błędu Tl :	15 ml	Numer partii	000001
Wartość błędu $2Tl$:	30 ml	Liczba partii	300 szt.
Ilość błędów: $Qn-2Tl <= x < Qn-Tl$	1 szt.	Liczba pomiarów	30 szt.
Ilość błędów: $x < Qn-2Tl$	0 szt.	Suma pomiarów	15100,90 ml
Wart. kwalifikująca średniej:	494,82 ml	Maks.:	557,13 ml
Wyniki rzeczywiste		Min.:	497,13 ml
Ilość wadliwych: $Qn-2Tl <= x < Qn-Tl$	0 szt.	Odchylenie standardowe	10,31 ml
Ilość dyskwalifikujących: $x < Qn-2Tl$	0 szt.	Kontrola ze średnią tarą	12,87 g
Średnia ilość rzeczywista:	503,363 ml		
Wyniki kontroli: POZYTYWNY Partia towaru przyjęta			

Źródło: badania własne autora



Źródło: badania własne autora

Rys. 4. Zależność ilości rzeczywistej kefiru o objętości nominalnej 500 ml pakowanego w kubki od numeru pomiaru

Fig. 4. Relationship between actual amount of kefir (nominal volume 500 ml) packaged in cups and measurement number

Na wykresie widoczny jest jeden duży dodatni skok dozy. W wyniku kontroli nie stwierdzono wadliwych sztuk towaru.

Podsumowanie

Po przeprowadzonej analizie wyników pierwszej części badań można stwierdzić, że dokładność dozowania nalewarki PAG-40 nie jest zadowalająca. Wyniki badań po wprowadzeniu w zakładzie wewnętrznego systemu kontroli ilości towarów paczkowanych są znacznie lepsze niż przed jego wprowadzeniem.

Wewnętrzny system kontroli towarów paczkowanych wymusza na operatorze nalewarki częste sprawdzanie ilości pakowanego produktu i w razie dużych niezgodności z ilością nominalną musi on podjąć kroki korygujące niepoprawność dozowania maszyny.

Analizując wyniki badań produktów nalanych przez nalewarkę PAG-40 do małych kubków również stwierdzono duże skoki dozy zarówno dodatnie, jak i ujemne. Wnioskować z tego można, że są zużyte części współpracujące ze sobą w układzie dozownika, takie jak: tłok i cylinder, czy głowica i zasuwka. Skoki dozy są również wywołane skokami ciśnienia powietrza w układzie pneumatycznym, co powoduje minimalne opóźnienia lub przyspieszenia w otwarciu lub zamknięciu zasuwki, która uruchamiana jest przy pomocy siłownika pneumatycznego. Zespół dozowania w tej nalewarce wymaga natychmiastowego dokładnego przeglądu i wymiany zużytych współpracujących ze sobą elementów.

Niedokładności w dozowaniu były spowodowane tym, że operatorzy nalewarek nie pilnowali wymaganej dozy powodując przelanie lub niedolanie produktu.

Druga część badań dowiodła, że wprowadzony w zakładzie wewnętrzny system kontroli towarów paczkowanych przyniósł przewidywany efekt, a mianowicie poprawiła się dokładność ilości zapakowanego towaru. Zakłócenia w procesie paczkowania są potwierdzone wynikami pomiarów w krótkim czasie i szybko można zastosować działania korygujące. Działania te mają na celu zatrzymanie partii niespełniającej wymagań ustawy.

Bibliografia

- Diakun J.** 2005. Eksploatacja w praktyce inżynierskiej przemysłu spożywczego. Wydawnictwo Uczelniane PK, Koszalin. ISSN 0239-7129.
- Lewicki P.P.** (red.) 2006. Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego. WNT. Warszawa. ISBN 8320432278.
- Popko H., Popko R.** 1997. Maszyny przemysłu spożywczego: przemysł mleczarski. Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej. Lublin. ISBN 83-87270-06-7.
- Dokumentacja Techniczno-Ruchowa: Pakowaczka PAG-40. 1995. Spółdzielnia Pracy MLECZ-MASZ. Bydgoszcz. Maszynopis.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 11 lutego 2005 r. w sprawie sposobu przeprowadzania kontroli systemu kontroli wewnętrznej ilości towaru paczkowanego. Dziennik Ustaw nr 33, poz. 296.
- Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o towarach paczkowanych. Dziennik Ustaw nr 128, poz. 1. Ustawa z dnia 19 lutego 2004 r. o zmianie ustawy o towarach paczkowanych. Dziennik Ustaw nr 49, poz. 464 i 465.

PROPORTIONING PROCESS ACCURACY ON THE EXAMPLE OF KEFIR FILLING LINE

Abstract. The paper presents the results of tests on proportioning accuracy of automatic machine for filling and packing used in milk industry for kefir packaging, and the assessment of usability for a given batch before launching it into the market. The first part of tests concerned product batch assessment before launching at control system plant, and the second one involved batch assessment on the basis of the introduced internal control system for net mass and volume of packaged goods in a package. The introducing of internal control system for packaged goods contributed to a more accurate proportioning.

Key words: proportioning, proportioning accuracy, milk industry

Adres do korespondencji:

Elżbieta Kusińska; e-mail: elzbieta.kusinska@up.lublin.pl

Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

ul. Doświadczalna 44

20-236 Lublin