

Sütőipari termékek súlyalakulásának vizsgálata matematikai-statisztikai módszerekkel

ÖRSI FERENC és KORNÉLI KAMILLA

Budapesti Műszaki Egyetem Élelmiszerkémia Tanszék

Érkezett: 1966. október 22.

Fontos és nagy mennyiségben, minden nap fogyasztott élelmiszereink a sütőipari termékek. Ezért kívánatos, hogy minden esetben megfelelő minőségben kerüljenek a fogyasztókhoz. A sütőipari készítmények minősége ellen azonban szinte naponta nagyon sok kifogás hangzik el. A reklamációk nagy része a súlyhiányt kifogásolja. Mivel a sütőipari termékek minőségét szabványelőírások rögzítik (1, 2) célul tűztük ki a sütőipari termékek súlyalakulásának vizsgálatát. A súlyalakulás és a szabványelőírások összevetése alapján akarunk választ kapni arra a kérdésre, hol kell javítani.

Mivel minden befolyásoló faktor hatásának exakt figyelembevétele nem lehetséges, jelentős kísérleti hibával is számolnunk kellett, amely az értékelésben matematikai-statisztikai módszerek használatát tette szükségessé.

Vizsgálataink során megvizsgáltuk az 1 kg-os félféher kenyér és vizes-zsemle súlyalakulását, összefüggését a lisztminőséggel és a javítás lehetőségeit.

A méréseket a Fővárosi Sütőipari Vállalat 1. sz. üzemszoportja 102. sz. üzemében és 2. sz. üzemszoportja 212. sz. üzemében üzemi körülmények között végeztük. Az üzemi körülmények közötti vizsgálatok előnye volt, hogy adataink valóban az üzemi körülményeket reprezentálják. Hátrányként kell említeni, hogy a hűlési veszteség megállapítására nem volt lehetőségünk, mert a termékek visszatartására nem volt mód. A hűlési veszteséget ezért irodalmi adatok alapján (3, 4) számítással vettük figyelembe.

Vizsgálati eredmények

Az 1 kg-os félféher kenyér súlyeloszlásának vizsgálata.

A kenyerek súlyát a feladási súly mérésével kezdtük, majd a megjelölt kenyerek kiszült súlyát is megmértük. A mérésekhez taramérleget használtunk és a súlyt 1 gramm pontossággal állapítottuk meg.

A feladási és kiszült súly mérését hat különböző tétel liszt felhasználásával megismételtük, minden tételből 200–200 mérést végeztünk. Az egyes lisztek minőségének jellemzésére meghatároztuk a szabványelőírások szerint (5) a nedvességtartalmat, a nedvessikert és a területét. A három jellemző értéket 0 és 100 közötti pontszámmal értékeltük és a három pontszám szorzatának 10^{-4} -szeresét adtuk meg, mint a lisztminőséget jellemző pontszámot. A pontszámhatárokat az 1. táblázat szerint határoztuk meg és a közbenső értékekhez arányosan rendeltük hozzá a megfelelő pontszámot.

A felhasznált lisztek fajtáját, őrlétszámát és minőségét a 2. táblázatban foglaltuk össze. Továbbiakban az egyes liszteket a 2. táblázatban található őrlétszámmal fogjuk jelezni.

1. táblázat

Tulajdonság	0 pont	100 pont
Nedvessikér (g)	20	50
Nedvesség (%)	16	10
Terület (mm ²)	30	5

2. táblázat

A liszt származási helye	Minőségi jel	Minőségi pontszáma	Őrletszám
Karcag	BL 80	26,4	8
TSZM	BL 80	34,9	10
Békéscsaba	BL 80	2,25	15
Békéscsaba	BL 80	5,1	19
Békéscsaba	BL 80	12,0	20
Békéscsaba	BL 80	15,0	21

Az egyes lisztek esetében kapott mérési eredményeket külön-külön feldolgoztuk, gyakorisági hisztogramon megvizsgáltuk az eloszlását és meghatároztuk az eloszlás paramétereit.

Az eloszlások vizsgálata azt mutatta, hogy a kenyerek feladási és kiszült súlyának eloszlása jól követi a normális eloszlást. Az eloszlás becslt paramétereit a 3. táblázatban foglaltuk össze.

3. táblázat

Lisztfajta	Mérések száma	Feladási súly		Kiszült súly		Kihült súly* (számitott) dkg)
		átlag dkg	szórás dkg	átlag dkg	szórás dkg	
8	200	111,66 ± 0,25	1,82	97,92 ± 0,25	1,78	96,46
10	200	109,75 ± 0,23	1,65	100,03 ± 0,30	2,14	98,53
15	200	110,51 ± 0,21	1,49	98,86 ± 0,27	1,95	97,38
19	200	110,75 ± 0,25	1,80	99,33 ± 0,25	1,80	97,83
20	200	111,95 ± 0,24	1,69	100,84 ± 0,24	1,78	99,34
21	200	112,50 ± 0,25	1,69	101,16 ± 0,27	1,92	99,66

* A kihült súlyt nem az irodalomban szokásos 2,1%-al (3), hanem a hazai átsültebb kenyerekre helyesebb 1,5%-al vettük figyelembe (2).

Az eloszlás paramétereit lehetővé teszik, hogy megbecsüljük a szabványos termék mennyiségét. A vonatkozó szabvány előírása szerint (1) a kihült kenyér súlyának 98 és 102 dkg közé kell esnie. A 4. táblázatban lisztfajtánként összefoglaltuk a szabványelőírásnál kisebb és nagyobb súlyú termékek százalékos arányát. Azt is feltüntettük, hogy 100 dkg-os átlagérték esetén a jelenlegi szórás mellett a termékek hány százaléka lesz szabványon kívüli.

A 4. táblázat azt mutatja, hogy a termékek nagy része szabványon kívüli, elsősorban szabványsúly alatti. A táblázat rámutat a javítás egyik lehetőségére is. Az átlagérték 100 dkg-ra történő beállítása jelentősen csökkenti a szabványon kívüli termék mennyiségét. Ez azonban csak a fajlag rovására, feladási súly növelésével oldható meg.

Lisztfajta	Jelenlegi átlag mellett		100 dkg átlag mellett	
	szabvány súly alatt %	szabvány súly felett %	szabvány súly alatt %	szabvány súly felett %
8	80,7	0,0	13,1	13,1
10	40,1	5,3	17,5	17,5
15	62,6	0,9	15,2	15,2
19	53,8	1,0	13,4	13,4
20	22,7	6,7	13,1	13,1
21	19,3	11,1	14,9	14,9

A kenyér súlyát befolyásoló tényezők vizsgálata

Megvizsgáltuk, hogy a feladási súly mellett a lisztminőség befolyásolja-e a kenyér súlyát. A 8 és 15-ös liszt 400 súlyadatát 4 csoportba osztottuk. Két főcsoportot képeztünk a lisztminőség szerint, majd az egyes minőségeken belül külön csoportba helyeztük az átlagnál nagyobb és átlagnál kisebb feladási súlyhoz tartozó kisült súlyokat. A csoportok tagszámát azonosan 72-re redukáltuk úgy, hogy a felesleges tagokat véletlen számtáblázat felhasználásával kiválasztottuk és kihúztuk.

Az így előkészített adatokra 2^2 faktoriális többismétléses sémát alkalmaztunk és e számítások eredményét az 5. táblázatban foglaltuk össze (6, 7).

5. táblázat

Variancia forrása	Négyzetösszeg	Szabadsági fok	Variancia	$F = \frac{\text{Viriancia}}{\text{hibavariancia}}$
Lisztminőség	363,37	1	363,37	133
Feladási súly ...	521,37	1	521,37	190
Váltohatás	0,54	1	0,54	0,2
Hiba	779,72	284	2,74	
Összes	1665,00	287		

A szignifikáns hatáshoz szükséges minimális F értékek 95%-os biztonságnál 3,88 és 99%-os biztonságnál 6,74. Eszerint mind a lisztminőség, mind a feladási súly jelentősen befolyásolják a kenyerek kisülési súlyát.

A lisztminőség és fajlag összefüggése

Vizsgálataink kiterjedtek a különböző lisztek alkalmazása esetén tapasztalt fajlagok meghatározására.

Az egyes liszteknel tapasztalt fajlagértékeket, amelyeket a felhasznált liszt-mennyiség, a készített kenyerek darabszáma és átlagsúlya felhasználásával számoltunk, a 6. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázatban adott fajlag légszáras lisztre vonatkozik.

A lisztminőséget jellemző pontszámok és fajlagok összehasonlítása céljából célszerű az adatokat azonos feladási súlyra vagy azonos kihűlt súlyra vonatkoztatni. Mivel a cél azonos: 1 kg-os kenyerek készítése, ezt választottuk vonatkoztatási alapul. Így a feladási súlynak is változnia kell a liszt minőségével.

Liszt fajta	Fajlag
8	76,3
10	75,0
15	77,7
19	77,4
20	76,8
21	76,7

Az átszámítást az I. egyenlet szerint végeztük, feltételezve, hogy a kihűlt-súly és feladási súly arányos 1–2 dkg-os változás esetén. Vonatkoztatási alapként az előírt 100 dkg-os kihűlt súlyt választottuk

$$F_{100} = \frac{f}{f_{100}} \cdot \frac{100}{S} \cdot F \dots\dots\dots I.$$

ahol: F_{100} = 100 dkg-os kihűlt-súlyhoz tartozó fajlag.
 f = feladási súly
 S = kihűlt súly
 f_{100} = 100 dkg-os kihűlt-súly eléréséhez szükséges feladási súly, amelyet az $f_{100} = f + 100 - S$ képlettel számítottunk.

Az átszámított adatokat a 7. táblázatban foglaltuk össze. A 7. táblázatban feltüntettük a lisztminőség pontszámát is és lineáris összefüggés adódik a pontszám és fajlag között. A legkisebb négyzetek módszerével a II. egyenlet számítható.

7. táblázat

Liszt fajta	Lisztminőség pontszáma	100 dkg-os kihűlt-súly eléréséhez szükséges feladási súly	100 dkg-os kihűlt-súlyhoz tartozó fajlag
8	26,4	113,29	76,3
10	34,9	113,13	75,2
15	2,25	113,13	77,9
19	5,1	112,92	77,8
20	12,0	112,61	76,9
21	15,0	112,93	76,8

$$F_{100} = 78,0 - 0,073 P \dots\dots\dots II.$$

ahol P = lisztminőség pontszáma.

A korrelációs koefficiens 0,989 ami igen szoros összefüggésre mutat. Az egyenletből kiszámítható, hogy az előírt 74,5-ös fajlag betartásához az 1 kg-os termék-súly biztosítása mellett legalább 48 pontos minőségű liszt szükséges. Ellenkező esetben vagy a termék-súly, vagy a fajlag csorbát szenved.

Az egyenlet alkalmas annak eldöntésére, hogy adott minőségű liszt alkalmazása mellett milyen fajlagot írhatunk elő, hogy az 1 kg-os termék-súly betartható legyen.

Természetesen az összefüggés csak a vizsgált üzemekre igaz, de a használt módszerrel más üzemekre is meghatározható.

Az 1 kg-os terméksúly eléréséhez szükséges feladási súly 7. táblázatban foglalt értékei nem mutatnak egyértelmű összefüggést a pontszámmal. A szükséges feladási súly kezdetben csökken, majd ismét nő. Ez azt mutatja, hogy a kis pontszámoknál a minőség elsősorban a sikerminőség javulása miatt következett be, (kisebb terülés), míg a nagyobb pontszámoknál a javulás a vízfelvevőképesség növekedéséből származik.

Vizes-zsemle súlyalakulásának vizsgálata

Vizes-zsemle esetében 1 és 10 db-os méréseket végeztünk kihűlt zsemleből. A 250 mérési adat feldolgozása azt mutatta, hogy eloszlása egy kissé aszimmetrikus a kisebb súlyú termékek javára, de az eltérés a normális elosztástól a t^2 próba szerint statisztikusan nem szignifikáns. Az eloszlások paramétereit a 8. táblázatban foglaltuk össze.

8. táblázat

Egyszerre mért termékek	Mérések száma	Átlag g	Szórás g
1 db	150	52,8 ± 0,5	3,1
10 db	100	527,7 ± 2,1	10,6

Megvizsgáltuk, hogy a kapott értékek mennyiben felelnek meg a vonatkozó szabványelőírásoknak (1).

Az előírások szerint 10 db termék átlagsúlyának 52 és 56 g közé kell esni. Ennek figyelembevételével 10 db-os méréseink eredménye szerint szabvány alatti 23% és szabvány feletti 0%. Tehát jelentős mennyiségű szabványon kívüli termék van. Ha az átlagértéket a helyes 54,0 g-ra állítjuk be, a szabványon kívüli termékek mennyisége 3%-ot ér el az alsó határ alatt és 3%-ot a felső határ felett. Ez elfogadható érték, így a szórás megfelelőnek látszik, csak az átlagérték beállítására kell nagyobb gondot fordítani. Ehhez további vizsgálatok szükségesek a lisztminőség és feladási súly pontos megállapítására.

A súlyok szórásának alakulása

Vizsgáltuk az 1 kg-os kenyér és vizes-zsemle súlya szórásának változását a technológia során. Erre a vizsgálatra a 4. táblázat adatai irányították rá a figyelmünket, mert a 4. táblázat 3. és 4. oszlopa azt mutatja, hogy ha a termék-súly átlagértékét 100 dkg-ra állítjuk is be, a jelenlegi szórás mellett még így is 20–30% szabványon kívüli súlyú terméket kapunk. A zsemleire vonatkozó hasonló vizsgálatok azt mutatták, hogy a szórás elfogadható.

A szórás változását a 8. táblázatban foglaltuk össze.

8. táblázat

	Feladási súly		Vetés előtti súly		Kihűlt súly		Kihűlt súly	
	Szórás dkg	Szórás %	Szórás dkg	Szórás %	Szórás dkg	Szórás %	Szórás dkg	Szórás %
Kenyér	1,69	1,47	—	—	1,90	1,65	2,12	2,12
Zsemle	0,25	0,41	0,25	0,42	0,31	0,56	3,10	0,59

A kenyérre vonatkozó szórásértékek a 3. táblázat adatainak átlaga. Az eredmények azt mutatják, hogy mind a kenyérnél, mind a zsemlemnél jelentős szórásnövekedés tapasztalható. A sütés előtt és utáni szórásértékek az F próba tanúsága szerint még 99%-os biztonság mellett is szignifikánsan különböznek. Ez érthető, ha figyelembe vesszük, milyen különböző hatások érik a termékeket a sütőtér különböző helyén. Ezen szórásnövekedés oka és csökkentési lehetőségeinek vizsgálata csak a sütőberendezések alapos vizsgálata révén tartható fel és további vizsgálatokat követel.

Indokolatlanul nagy a kenyerek feladási súlyának a szórása. Ez a kézi mérlegelés pontatlanságából ered, de a hiba jóval meghaladja az alkalmazott mérlegek leolvasási pontosságát. A 8. táblázat első oszlopában levő adat szerint a kenyerek feladási súlya $\pm 3,38$ dkg-al tér el az átlagtól. Ugyanakkor az alkalmazott mérlegeken 0,1 dkg-ot becsülni lehet. Természetesen ilyen szigorú követelménnyel nem léphetünk fel, de reális követelmény, hogy a feladási súly pontosságát ± 1 dkg pontosságra növeljük.

Kérdés, milyen eredményre vezetne ez?

A sütés során fellépő szórásnövekedést a sütés előtti és utáni szórás különbségként kapjuk a $\Delta S = \sqrt{S_K^2 - S_F^2}$, ahol ΔS a szórásnövekedés a sütés során, S_K a készült kenyerek szórása, S_F a feladási súly szórása. $\Delta S = 0,8650$. Ha a feladási súly pontosságát 1 dkg-ra sikerül csökkenteni, a szórása 0,5. Az előző képletbe helyettesítve és a kiszült kenyér szórását kifejezve $S_K = 1$ dkg-ot kapunk. Ebben az esetben 100 dkg-os átlagsúly esetén a szabványon kívüli (könnyebb és nehezebb) termékmennyiség 4,6%-ra csökken. Ez a „selejt” hányad mind az üzem, mind a fogyasztó számára elfogadható érték.

Ez tehát azt mutatja, hogy gondos munkával, a sütésnél fellépő szórásnövekedés ellenére is biztosítható szabványos minőségű termék.

A feladási súly megfelelő beállítását célszerű kontrolkártyás minőségellenőrzési módszerrel végezni. Ennek kidolgozása azonban további vizsgálatokat tesz szükségessé.

I R O D A L O M

- (1) Sütőipari fehértermékek szabványa. MSZ 11917-57.
- (2) Élelmezésügyi Min. Szakmai Szabványa. ST 001-61.
- (3) Scserbatenko, V. V. és mkt.: Trudü MTIPP. 4, 127, 1956.
- (4) Gasztonyi K.: Szóbeli közlés.
- (5) Sütőipari Kutató Intézet. Laboratóriumi vizsgálati módszerek. Budapest, 1963.
- (6) Felix, M. - Blaha, K.: Matematikai statisztika a vegyiparban. Budapest, 1964.
- (7) Telegdy Kovács L.: Kémikusok Lapja, 2, 7. füzet, 6, 1941.

МАТЕМАТИЧЕСКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ВЕСА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ф. Ёрши и К. Корнели

Авторы из фруктов влияющих на образование веса булочек и белого хлеба в весе 1 кг, использованием 1450 данных измерений полученных в производственных условиях, испытали влияние отгрузочного веса и качество муки.

Качество муки, с учётом веса стандартных изделий, оказывает влияние на достижимую специфичность. Между баллами по определению качества муки полученных на основании вычисления содержания влажности, влажной клейковины, использования площадки и специфичностью воздушно-сухой муки имеется линейное соотношение. При стандартном весе продукта для достижения указанной 74,5 специфичности, необходимо использовать муки имеющую минимально 48 баллов.

Получению стандартного веса готовой продукции препятствует неудовлетворительный большой разброс и средний вес продуктов. Для достижения удовлетворительного среднего веса, со знанием потери при выпечке, отгрузочный вес установить на необходимую величину. Уменьшение разброса отгрузочного веса до 0,5 кг, вопреки повышению разброса веса возникающего при выпечке, обеспечивает уменьшение количества в нестандартной продукции ниже 5%.

Желательное уменьшение разброса отгрузочного веса и установка необходимого среднего веса разрешима применением контрольных карточек качественного контроля.

При булочках, разброс веса продукции соответствует требованиям, только необходимо установить правильный средний вес, помощью которого удельный вес нестандартного продукта будет ниже 5%.

UNTERSUCHUNG DER GEWICHTSGESTALTUNG VON BACKINDUSTRIELLEN PRODUKTEN MIT MATHEMATISCH- STATISTISCHEN METHODEN

F. Örsi und K. Kornéli

Verfasser untersuchten auf Grund von 1450, unter Betriebsumständen erhaltenen Messergebnissen – von den die Gewichtsgestaltung des halbweissen 1 kg Brotes und der (Wasser) Semmeln beeinflussenden Faktoren den Einfluss des Aufhebungsgewichtes und der Mehlqualität.

Die Qualität des Mehles beeinflusst im Falle des der Norm entsprechenden Fertigwarengewichtes das erreichbare Spezifikum. Zwischen der der von ihnen definierten Mehlqualitätspunktzahl, welche auf Grund des Feuchtigkeitsgehaltes, des feuchten Klebers und Ausbreitung berechnet wurde und des auf lufttrockenes Mehl berechneten Spezifikums besteht ein linearer Zusammenhang. Im Falle des der Norm entsprechenden Fertigwarengewichtes ist zur Erreichung des vorgeschriebenen Spezifikums 74,5 ein Mehl mit einer Mindestpunktzahl 48 erforderlich.

Die Erreichung des normentsprechenden Fertigwarengewichtes wird durch die grosse Streuung und den nicht entsprechenden Durchschnittswert verhindert. Zur Erreichung eines befriedigenden Durchschnittswertes muss das Aufhebungsgewicht bei Kenntnis des Backverlustes auf den entsprechenden Wert eingestellt werden. Die Verringerung der Streuung des Aufhebungsgewichtes auf 0,5 Dekagramm sichert trotz der bei der Backung eintretenden Streuungszunahme den Umstand, dass das ausserhalb der Norm liegende Produkt unterhalb 5% zu liegen kommt.

Die wünschenswerte Verringerung der Streuung des Aufhebungsgewichtes und die notwendige Einstellung des Durchschnittswertes kann durch Anwendung einer Qualitätsüberwachung mit Kontrollkarten erfolgen.

Im Falle von Semmeln ist die Streuung des Produktengewichtes zufriedenstellend und, nur die richtige Einstellung des Durchschnittswertes erforderlich, wodurch der aussernormliche Produktenanteil unter 5% sinkt.

INVESTIGATION OF THE VARIATIONS IN THE WEIGHT OF BAKERY PRODUCTS BY MATHEMATICAL STATISTICAL METHODS

F. Örsi and K. Kornéli

Of the various factors affecting the variations of weight of 1 kg loafs of half-white wheat bread and of rolls, the effect of initial weight and of flour

quality was investigated by the authors on the basis of 1450 data of measurements carried out in bakeries.

In the case of a standard weight of final products, the obtainable yield is influenced by the quality of the flour. A linear correlations was established between the points of flour quality (an evaluation system evolved by the authors and based on taking into account the moisture content, the humid gluten content and the spreading) on one hand, and the yield referred to air-dry flour, on the other hand. In the case of a standard final product weight, flour of at least 48 points is necessary to attain the prescribed yield of 74.5.

The relatively high scattering and the inadequate average values impede the obtaining of a standard weight of final products. In order to attain an adequate average weight, the initial weight of loafs is to be adjusted to a correct value, in the knowledge of the loss on baking. When the scattering of the initial weights is reduced to 5 g, the number of loafs showing a weight deviating from the standard will be smaller than 5%, despite the fact that the scattering increases on baking.

The desirable reduction of the scattering in the initial weights of loafs and the required adjustment of the average weight can be carried out by a quality control with the aid of test cards.

In the case of rolls, the scattering of the final products proved to be adequate. However, an adjustment of the average weight is necessary for reducing to a value below 5% the number of rolls with a weight deviating from the standard.

ETUDE DE LA FORMATION DU POIDS DES PRODUITS DE BOULANGERIE PAR DES METHODES MATHÉMATIQUES-STATISTIQUES

T. Örsi et K. Kornéli

Les auteurs ont étudié en se servant de 1450 données de mesurages faits dans des circonstances de l'usine l'effet du poids de remise et la qualité de la farine parmi les facteurs influençant le poids du pain demi-blanc et du petit pain.

Dans le cas d'un poids de produit fini conforme à la norme la qualité de la farine influence la spécificité obtainable. Il y a une relation linéaire entre le nombre de points de la qualité de la farine défini par les auteurs, qu'ils ont calculé en se servant de la teneur en eau, le gluten humide et de l'épandement et la spécificité rapportée à la farine séchée à l'air. Dans le cas d'un produit conforme à la norme il faut pour obtenir la spécificité prescrite de 74.5 que la farine ait au moins 48 points.

L'obtention du poids du produit fini conforme à la norme est entravée par la grande dispersion et l'état non convenable de la moyenne. Pour obtenir une moyenne convenable il faut ajuster en connaissance de la part de cuisson, le poids de remise à la valeur convenable. La diminution à 0,5 dg la dispersion du poids de remise assure, malgré l'augmentation de la dispersion survenant pendant la cuisson, que le produit hors la norme sera moindre de 5%.

L'on peut résoudre par le contrôle de la qualité en se servant de cartes de contrôle, la diminution désirable de la dispersion du poids de remise et l'ajustement nécessaire de la moyenne.

Dans le cas des petits pains la dispersion du poids du produit est conforme à la norme, mais il est nécessaire d'ajuster correctement la moyenne, ainsi la part du produit hors la norme tombe au-dessous de 5%.