

ISSN 1392-0227

LIETUVOS MAISTO INSTITUTAS
KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

LITHUANIAN FOOD INSTITUTE
KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ЛИТОВСКИЙ ПИЩЕВОЙ ИНСТИТУТ
КАУНАССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Maisto chemija ir technologija
Food chemistry and technology
Химия и технология пищи

Mokslo darbai
Scientific papers
Научные труды

1995 T. 29

S. Jusof-

Vilnius ACADEMIA 1996

Kepimo proceso optimizavimo galimybių tyrimai vaflių lapų gamyboje

G. Juodeikienė, L. Bašinskienė, R. Balčiūnaitė, V. Kunigėlis, V. Adomaitis

Nuolatinis vartotojų aprūpinimas aukštos kokybės miltiniais konditerijos gaminiais yra tiesiogiai susijęs su konvejerinės gamybos valdymo problema. Jos sprendimui būtinos operatyvios žinios apie gatavo produkto tekstūrą – šios gaminių rūšies kokybės kriterijų. Pasaulinėje praktikoje vyrauja mechaninis metodas kietų poringų maisto produktų kokybei įvertinti. Eksperimento rezultatai vertinami sensoriskai ir įdiegti pasaulio firmų laboratorinėje praktikoje. Esminis šio metodo trūkumas – analizės metu būtinas kontaktas su pavyzdžiu, o tai trukdo jį taikyti konvejerinėse linijose [1, 2].

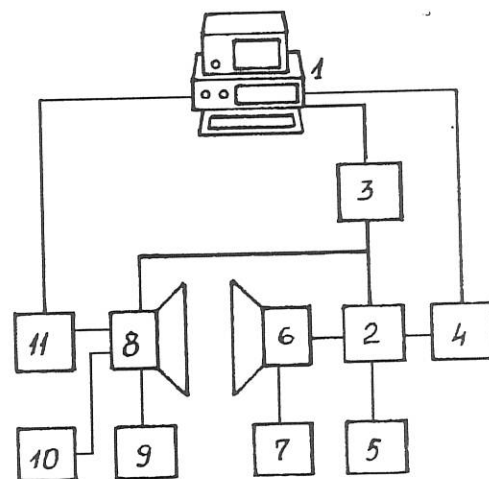
Šiuolaikinio mokslo ir technikos lygio dėka sukurtas akustinis prietaisas, pasižymintis bekontaktiškumu ir operatyvumu [3]. Tolesnis miltinės konditerijos gaminių ruošimo automatizavimas yra susijęs su akustinio metodo tobulinimu. Sudėtinga šios gaminių rūšies struktūra reikalauja tikslios analizės, kurios dažnai neužtikrina esamas akustinis prietaisas (akustinės antenos suprojektuotos vieno dažnio – 18,8 kHz [4]), pagrįstas praėjusio pro gaminių akustinio signalo amplitudės reikšmių nustatymu.

Mokslinio darbo tikslas – optimizuoti akustinio matavimo dažnius, sumažinant matavimų paklaidas, pritaikyti ultragarsą vaflių lapų kepimo procesui valdyti.

Tyrimams pasirinkta produkcija, pagaminta Austrijos firmoje "Manner". Vaflių lapai kepti skirtingos konstrukcijos kepimo krosnyse SWP, SNL, NAP ir MIG. Gaminių tekstūra tirta vienoje pavyzdžio vietoje pagal praėjusio pro gaminių akustinio signalo amplitudės reikšmes (A_T), įvertinant akustinės bangos sklaidimą etaloniniu kanalu. Atliekant vaflių lapų tekstūros kompleksinę analizę, be A_T tyrimų, buvo nustatytas ir kitas jų kokybę charakterizuojantis parametras – struktūros tolygumas. Jis analizuotas keturiose pavyzdžio vietose pagal praėjusio pro gaminių akustinio signalo amplitudės minimalios reikšmės santykį su maksimalia šio dydžio reikšme, atėmus iš vieneto: $1 - A_T^{\min}/A_T^{\max}$.

Tiriant akustiškai, vaflių lapai analizuoti iš abiejų gaminių pusių. Šiems tyrimams naudotas spektromet-

ras, sukomponuotas iš standartinės aparatūros (1 pav.). Nepertraukiamų sinusinių elektrinių signalų generatorius $\Gamma 6-28$ (2) moduliuojamas iš elektrinių videoimpulsų generatoriaus $\Gamma 5-56$ (3), duodančio 9 V amplitudės ir 200 μs trukmės impulsus. Jo dažnis turi būti keičiamas dažnio keitimo šaltiniu (4) ir patikslinamas dažnomačiu (5). Priimtą impulsą (formą ir dydį) kontroliuoja oscilografas C1-50 (10), o išdetektuoja pikiniais (didžiausiosios vertės) detektorius, esantis priėmimo antenoje (8). Pastarasis generavimo momentu nusodinamas moduliuojančiu impulsu iki nulio, po to jo reikšmę išmatuoja skaitmeninis voltmetras (11) arba analogiškas prietaisas, pvz., skaitmeninis oscilografas. Išmatuota reikšmė perduodama į kompiuterį (1). Siunčiamoji akustinė antena (6) turi savo stiprintuvą, kuris maitinamas iš nuolatinės ± 20 V įtampos šaltinio (7). Priimamoji akustinė antena taip pat turi savo stiprintuvą, kuriam reikalingas 220 V įtampos šaltinis (9).



1 pav. Spektrometro schema: 1 – kompiuteris, 2 – sinusinių signalų generatorius $\Gamma 6-28$, 3 – impulsinis generatorius $\Gamma 5-56$, 4 – dažnio keitimo šaltinis, 5 – dažnomačius, 6, 8 – siunčiamoji ir priimamoji akustinė antena, 7, 9 – maitinimo šaltiniai, 10 – oscilografas C1-50, 11 – skaitmeninis voltmetras.

Akustiniam matavimui naudojami trumpi 5,00–30,775 kHz dažnio impulsai [5]. Pažymėtina, kad iki šiol vaflių lapų kokybė akustiniu būdu tirta fiksuotame 18,8 kHz dažnyje. Šiame dažnyje vaflių lapai yra geriausiai ištirti ir jis laikomas pagrindiniu. Visi rezultatai lyginami su duomenimis, gautais esant šiam dažniui.

A_T reikšmių rezultatų matematinio apdorojimo suvestinė, leidžiant akustinę bangą iš vaflių lapų rombų pusės, pateikta 1, o iš kvadratų pusės – 2 lentelėje. Kaip matyti iš 1 lentelės, didėjant ultragarso dažniui eksperimento metu, praėjęs pro gaminį akustinis signalas jau ne taip jautriai reaguoja į vaflių lapų struktūros ypatumus, susidariusius dėl kepimo krosnies konstrukcijos. Apskaičiuotos pasikliautinojo intervalo reikšmės, esant skirtingiems dažniams įvairiose krosnyse, nėra griežtai vienareikšmės. Analogiška tendencija stebima ir analizuojant 2 lentelėje pateiktus tyrimų rezultatus.

Eksperimentiškai įrodyta, kad, sklandant žemesnio dažnio akustinėms bangoms, matavimai (n) tikslesni. Pirmu atveju, tiriant vaflių lapus iš rombų pusės (antras dažnis), matavimo paklaida, lyginant su analizuotu aštuntu dažniu, sumažėjo 36,71%, o esant trečiam dažniui – 48%.

Antru atveju, tiriant vaflių lapus iš kvadratų pusės (antras dažnis), matavimo paklaida, palyginus su aštuntu dažniu, sumažėjo 41,74%, o esant trečiam dažniui – 24,64%. Iš gautų rezultatų duomenų atrinkta optimali akustinės bangos sklidimo charakteristika esant trečiam dažniui ir matuojant iš rombų pusės. Visi tolesni tyrimai bus atliekami tik iš rombų pusės ir naudojant trečią dažnį, kadangi taip gaunami tikslesni matavimai.

Optimizavus dažninę akustinės bangos sklidimo charakteristiką, matavimo paklaida, palyginus su aštuntu dažniu, sumažėjo 48%. Naudojant trečią dažnį, nustatytos vidutinės A_T reikšmės krosnims (SWP – $0,1267 \pm 0,0315$; SNL – $0,1580 \pm 0,0349$; NAP – $0,0958 \pm 0,0073$; MIG – $0,078 \pm 0,0111$) leidžia objektyviai įvertinti kokybinį skirtumą tarp produkcijos, pagamintos krosnyse SWP ir MIG, MIG ir SNL, SNL ir NAP.

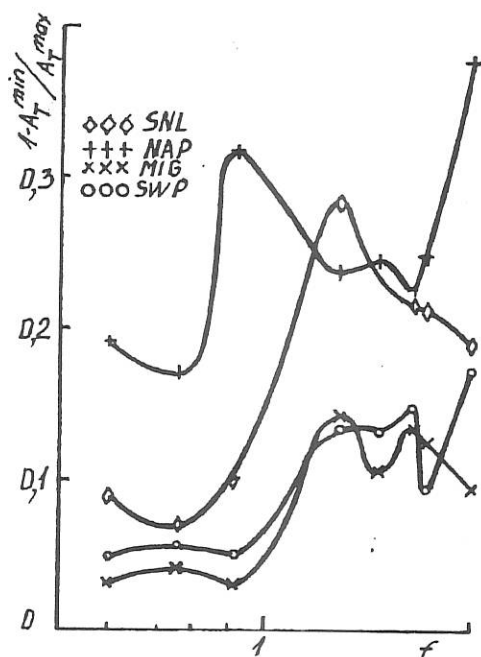
Vaflių lapų struktūros tolygumo ($1 - A_T^{\min}/A_T^{\max}$) reikšmės, gautos esant įvairiems dažniams, pateiktos 2 paveiksle. Lyginant dydžio ($1 - A_T^{\min}/A_T^{\max}$) reikšmes, nustatytas atskiroms krosnims, mažiausios pasikliautinojo intervalo (ϵ_{ST}) reikšmės yra gautos sklandant akustiniam signalui trečiu dažniu. ϵ_{ST} reikšmės nustatytos produkcijai, keptai krosnyse SWP – 0,0146; SNL –

1 lentelė. Praėjusio pro vaflių lapus (iš rombų pusės) akustinio signalo amplitudės A_T reikšmių suvestinė. Produkcija kepta firmoje "Manner" (Austrija) SWP, NAP, MIG ir SNL krosnyse

Dažnis	SWP krosnis $A_T \pm \epsilon_{ST}$	SNL krosnis $A_T \pm \epsilon_{ST}$	NAP krosnis $A_T \pm \epsilon_{ST}$	MIG krosnis $A_T \pm \epsilon_{ST}$
Pirmas	$0,0998 \pm 0,0202$	$0,1273 \pm 0,0227$	$0,1642 \pm 0,0699$	$0,0957 \pm 0,0104$
Antras	$0,1048 \pm 0,0216$	$0,1288 \pm 0,0229$	$0,1008 \pm 0,0301$	$0,0693 \pm 0,0091$
Trečias	$0,1267 \pm 0,0311$	$0,1580 \pm 0,0349$	$0,0958 \pm 0,0073$	$0,0780 \pm 0,0111$
Ketvirtas	$0,0393 \pm 0,0143$	$0,0450 \pm 0,0178$	$0,0463 \pm 0,0271$	$0,0255 \pm 0,0040$
Penktas	$0,0233 \pm 0,0082$	$0,0227 \pm 0,0083$	$0,0358 \pm 0,0230$	$0,0192 \pm 0,0036$
Šeštas	$0,0197 \pm 0,0030$	$0,0190 \pm 0,0037$	$0,0312 \pm 0,0176$	$0,0197 \pm 0,0027$
Septintas	$0,0195 \pm 0,0029$	$0,0190 \pm 0,0045$	$0,0310 \pm 0,0169$	$0,0202 \pm 0,0035$
Aštuntas (18,8 kHz)	$0,0185 \pm 0,0040$	$0,0203 \pm 0,0059$	$0,0290 \pm 0,0179$	$0,0157 \pm 0,0021$
Devintas	$0,0172 \pm 0,0046$	$0,0190 \pm 0,0072$	$0,0310 \pm 0,0188$	$0,0140 \pm 0,0019$
Dešimtas	$0,0175 \pm 0,0045$	$0,0230 \pm 0,0034$	$0,0303 \pm 0,0188$	$0,0137 \pm 0,0014$
Vienuoliktas	$0,0152 \pm 0,0043$	$0,0215 \pm 0,0025$	$0,0265 \pm 0,0158$	$0,0118 \pm 0,0015$
Dvyliktas	$0,0124 \pm 0,0026$	$0,0173 \pm 0,0037$	$0,0213 \pm 0,0107$	$0,0122 \pm 0,0078$

2 lentelė. Praėjusio pro vaflių lapus (iš kvadratų pusės) akustinio signalo amplitudės A_T reikšmių suvestinė. Produkcija kepta firmoje "Manner" (Austrija) SWP, NAP, MIG ir SNL krosnyse

Dažnis	SNL krosnis $A_T \pm \epsilon_{ST}$	SWP krosnis $A_T \pm \epsilon_{ST}$	NAP krosnis $A_T \pm \epsilon_{ST}$	MIG krosnis $A_T \pm \epsilon_{ST}$
Pirmas	$0,1210 \pm 0,0149$	$0,0828 \pm 0,0098$	$0,1580 \pm 0,0388$	$0,0947 \pm 0,0103$
Antras	$0,1250 \pm 0,0195$	$0,0855 \pm 0,0224$	$0,1020 \pm 0,0236$	$0,0682 \pm 0,0100$
Trečias	$0,1620 \pm 0,0303$	$0,0978 \pm 0,0349$	$0,1040 \pm 0,0319$	$0,0777 \pm 0,0139$
Ketvirtas	$0,0510 \pm 0,0134$	$0,0327 \pm 0,0154$	$0,0430 \pm 0,0183$	$0,0268 \pm 0,0067$
Penktas	$0,0270 \pm 0,0093$	$0,0205 \pm 0,0072$	$0,0335 \pm 0,0154$	$0,0192 \pm 0,0031$
Šeštas	$0,0185 \pm 0,0051$	$0,0232 \pm 0,0093$	$0,0268 \pm 0,0118$	$0,0180 \pm 0,0031$
Septintas	$0,0197 \pm 0,0036$	$0,0250 \pm 0,0108$	$0,0255 \pm 0,0098$	$0,0187 \pm 0,0036$
Aštuntas (18,8 kHz)	$0,0190 \pm 0,0018$	$0,0248 \pm 0,0123$	$0,0187 \pm 0,0098$	$0,0155 \pm 0,0039$
Devintas	$0,0185 \pm 0,0031$	$0,0198 \pm 0,0072$	$0,0173 \pm 0,0098$	$0,0137 \pm 0,0023$
Dešimtas	$0,0270 \pm 0,0089$	$0,0178 \pm 0,0023$	$0,0177 \pm 0,0062$	$0,0148 \pm 0,0036$
Vienuoliktas	$0,0270 \pm 0,0121$	$0,0168 \pm 0,0018$	$0,0157 \pm 0,0046$	$0,0138 \pm 0,0041$
Dvyliktas	$0,0218 \pm 0,0079$	$0,0132 \pm 0,0021$	$0,0143 \pm 0,0057$	$0,0133 \pm 0,0028$



2 pav. Struktūros tolygumo ($1 - A_T^{\min}/A_T^{\max}$) reikšmės, naudojant įvairius dažnius (f). Produkcija kepta firmoje "Manner" (Austrija) SWP, NAP, SNL ir MIG krosnyse

0,0289; NAP – 0,1651; MIG – 0,0169. Tikslus akustinis metodas leidžia objektyviai įvertinti krosnių įtaką vaflių lapų struktūros tolygumui.

Iš tyrimo duomenų matyti, kad geriausia tekstūra pagal analizuotą rodiklį ($1 - A_T^{\min}/A_T^{\max}$) pasižymi produkcija, kepta krosnyse SNL ir MIG. Vidutinės ($1 - A_T^{\min}/A_T^{\max}$) reikšmės krosnims SNL sudarė $0,1322 \pm \pm 0,0289$; NAP – $0,0302 \pm \pm 0,0016$; MIG – $0,0429 \pm \pm 0,0169$; SWP – $0,0545 \pm \pm 0,0146$. Kitiems vaflių lapams, keptiems krosnyse SWP ir NAP, būdinga mažiau tolygi struktūra.

Taigi atlikti tyrimai leido patobulinti akustinį metodą, t.y. padidinti jo jautrumą, ir realiai taikyti šios rūšies produkcijos kokybei kontroliuoti.

IŠVADOS

1. Tyrimais nustatyta, kad praėjusio pro gaminį ultragarsinio signalo amplitudės reikšmės yra adityvios poringų vaflių lapų tankiui.

2. Eksperimentu įrodyta, kad naudojant spektrometrą, veikiantį įvairių dažnių akustinių bangų diapazone, galima patikslinti matavimus. Nustatyta, kad optimizavus dažninę akustinės bangos sklaidimo charakteristiką, matavimo paklaidą, palyginus su analizuotu 18,8 kHz dažniu, sumažėja 48%. Esant tokiam tikslumui, nustatytos vidutinės A_T reikšmės krosnims SWP, SNL, NAP, MIG leidžia objektyviai įvertinti kokybinius produkcijos, gaminamos krosnyse SWP ir MIG, MIG ir SNL, SNL ir NAP, skirtumus bei optimizuoti kepimo procesą.

3. Įrodyta, kad geriausia tekstūra pagal analizuotą rodiklį ($1 - A_T^{\min}/A_T^{\max}$) pasižymi vafliai, iškepti krosnyse SNL ir MIG. Kitų vaflių, keptų krosnyse SWP ir NAP, struktūra mažiau tolygi – tai svarbu tobulinanai technologinę kepimo įrangą.

Literatūra

1. Mohsenin N. N. Application of Engineering Technique to Evaluation of Texture of Solid Food Materials. Journal of Texture Studies. 1(1970). P. 153–154.
2. Bagley E. B., Christianson D. D. Measurement and Interpretation of Rheological Properties of Food. Food Technology. March (1987). P. 96–99.
3. Juodeikienė G., Petrauskas A., Bašinskienė L., Mažonas A. Vaflių lakštų kokybės kontrolės būdas. LR patertas Nr. 2465. Išradimai.... Biuletenis. Nr. 1. 1994. P. 10.
4. Juodeikienė G., Petrauskas A., Mohr E., Riedl O. Die Möglichkeiten der Verwendung von Ultraschall bei der Texturmessung von Waffelblättern. Ernährung Österreichische Zeitschrift für Wissenschaft, Technik Recht und Wirtschaft. Vol. 14. Nr. 9 (1990). S. 507–510.
5. Juodeikienė G., Kunigėlis V., Balčiūnaitė R. ir kt. Akustinio metodo panaudojimo galimybių tyrimas vaflių lapų kepimo proceso optimizavimui. KTU konferencijos "Lietuvos mokslas ir pramonė", sekcijos DI "Chemija ir cheminė technologija" medžiaga. Kaunas, 1993. P. 74.

Kauno technologijos universiteta
Vilniaus universiteta

G. Juodeikienė, L. Bašinskienė, R. Balčiūnaitė,
V. Kunigėlis, V. Adomaitis

OPTIMIZATION OF FANCY BREAD PRODUCTION PROCESS BY ACOUSTIC TECHNIQUE

Summary

The study is devoted to the improvement of the accuracy of the estimation method of fancy bread quality.

The object of investigation – wafer sheets produced according to the production method and formulation applied in the Austrian company "Manner". While optimizing the process, the acoustically analyzed wafer sheets were prepared in four different ovens, namely SWP, SNL, NAP and MIG.

The texture of the product was analyzed according to the amplitude (peak) values of an acoustic signal passed through the product, having estimated the density and propagation of an acoustic wave in the reference channel (A_T).

A test bed composed of electric signal generator acoustic aerial and indicator was used to measure the peak values of electric signals on the electric contacts of transmitting and receiving acoustic aerials. Short impulses with the basic frequency ranging from 5.000 to 30.775 kHz were used for acoustic measurement.

The experiments showed the homogeneous dependency of wafer sheet density upon the peak values of acoustic signal passed through the object of investigations. It was proved by experiment that having optimized the frequency characteristics of acoustic wave propagation, the measurement error compared with the analyzed 18.8 kHz frequency decreased by 48%.

gal analizuota
kepti krosnyse
SWP ir
tobulinant

ng Techniques
aterials. Jour-
- 154.

surement and
of Food. Feed

enė L., Mažo-
idas. LR paten-
1. 1994. P. 10.
, Riedl O. Die
Ultraschall bei
. Ernährung /
chaft, Technik,
)). S. 507—510.
naitė R. ir kt.
tyrimas vaf-
KTU konferen-
cijos DI "Che-
Kaunas, 1993.

s universitetas
s universitetas

inaitė,

RODUCTION

t of the accu-
read quality.
sheets produced
d formulation
r". While opti-
ed wafer sheets
ely SWP, SNL,

zed according
coustic signal
nated the den-
e in the refer-

nal generator,
o measure the
ric contacts of
als. Short im-
from 5.000 to
urement.

eneous depen-
peak values of
t of investiga-
t having opti-
acoustic wave
pared with the
by 48%.

УДК 664.681.658.562.4.012.7

Реферат

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЫПЕЧКИ ВАФЕЛЬНЫХ ЛИСТОВ.

Юодейкене Г., Башинскене Л., Бальчюнайте Р., Кунигелис В., Адомайтис В. // Химия и технология пи-
щи. 1995. № 29. С. 10—13.

Исследованы возможности повышения точности
акустического метода исследования качества мучных
кондитерских изделий. Во время эксперимента опти-

мизации подвергались частотные характеристики
акустических измерений при исследовании качества
вафельных листов, изготовленных в печах разных
конструкций. Полученные результаты позволяют
снизить погрешности измерений и таким образом
приспособить акустическую технику для управления
технологическим процессом выпечки данного вида
изделий.

Библиогр. 5 назв. Табл. 2. Ил. 2.