

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

YAĞLARIN KİMYƏVİ QURULUŞU ƏSASINDA ŞOKOLAD MƏHSULLARININ KEYFİYYƏT GÖSTƏRİCİLƏRİNİN TƏDQIQATI VƏ İSTEHSALININ EKOLOJİ ASPEKTLƏRİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

İxtisas: 2391.01- “Ekoloji kimya”

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Məltəm Elşən qızı Şamilova-Cəlilova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I


Bakı – 2024


Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi Bakı Dövlət Universiteti Ekologiya və torpaqşünaslıq fakültəsinin Ekoloji kimya kafedrasında yəinə yetirilmişdir.

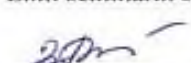
Elmi rəhbər: kimya elmləri doktoru, professor
Sevinc Rafik qızı Hacıyeva

Rəsmi opponentlər: kimya elmləri doktoru, professor
Elşad Ərşad oğlu Məmmədov
kimya elmləri doktoru, professor
Famil Musa oğlu Çıraqov
kimya elmləri doktoru, professor
Akif Şıxan oğlu Əliyev

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED1.16 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:  kimya elmləri doktoru, akademik
Vaqif Məhərrəm oğlu Abbasov

Dissertasiya şurasının elmi katibi:  kimya elmləri doktoru, dosent
Lalə Məhəmməd qızı Əfəndiyeva

Elmi seminarın sədri:  kimya elmləri doktoru, dosent
Zenfira Rza qızı Ağayeva

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Şokolad məhsullarının tərkibində olan yağların kimyəvi və fiziki xassələri müxtəlif tədqiqat işləri ilə öyrənilmişdir¹. Aparılan tədqiqatlar əsasında məlum olmuşdur ki, yağların termiki xüsusiyyətləri hazır məhsulun fiziki-kimyəvi xassələri ilə əlaqədar olub, onun istehsalı, saxlanması, daşınması və istehlakı ilə əlaqədar bir sıra məsələlərin tənzimlənməsinə imkan verir. Bu tsiklin hər bir mərhələsi üzrə risklərin qiymətləndirilməsi və kritik nəzarət nöqtələrinin təyin edilməsi, xammalın mənşəyinin və çeşidinin müəyyən olunması istehsala, o cümlədən istehlaka hərtərəfli yanaşmanı təmin edir. Bundan əlavə, hər bir məhsulun həyat tsiklinin qiymətləndirilməsinin beynəlxalq standartına uyğun olaraq, onun istehsalından istehlakına qədər bütün mərhələlər üzrə ətraf mühitə və insan orqanizminə göstərdiyi təsirlərin kəmiyyət və keyfiyyətə müəyyən edilməsi, proqnozlaşdırılması, təsnifləşdirilməsi həm nəzəri, həm də praktiki cəhətdən böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Qida məhsullarının tərkib komponentlərinin həqiqiliyinin tədqiqi və istehsalında müvafiq standartların tətbiqi müasir dövrdə qida məhsullarının monitorinqinin əsasını təşkil edir. Termiki üsullar - termoqravimetriya, differensial termoqravimetriya və differensial skanedici kalorimetriya bu istiqamətdə tətbiq olunan etibarlı instrumental metodlardır. Belə ki, məhsulun istehlak üçün formalaşmasında və fiziki xassələrinin dəyişməsində hər bir istehsal mərhələsinin rolunun müəyyən olunması bu metodların tətbiqinə zəmin yaradır.

Bundan əlavə, müasir dövrdə istehsalatın bir çox sahələrinin ekoloji aspektlərinin qiymətləndirilməsində proqram təminatının tətbiqi genişlənmişdir. Bu hal məhsulun həyat tsiklində ətraf mühitə və insan orqanizminə göstərilən təsirlərin hesablanmasında proqram təminatının tətbiqini zəruri edir².

¹Materazzi, S. Thermogravimetric characterization of dark chocolate / S.Materazzi, S.De Angelis Curtis, S.Vecchio Cipriotti [et al] // J Therm Anal Calorim., – 2014, 116, –p. 93–98.

²Miah, J.H. Environmental management of confectionery products: Life cycle impacts and improvement strategies / J.H. Miah, A. Griffiths, R. McNeill [et al] // Journal of Cleaner Production, – 2018, 177, – p. 732-751.

Fərqli istehsal mərhələlərindən olan şokolad məhsullarının termogravimetrik analizləri müxtəlif təcrübə şəraitlərində tədqiq edilmişdir. Aparılan tədqiqatlar çərçivəsində, müvafiq istilik sürətlərində azot və oksigen axınında yerinə yetirilən termogravimetrik analizlər müxtəlif istehsal mərhələlərindəki şokolad məhsullarının tərkib komponentlərinin həqiqiliyinin müəyyən edilməsində böyük əhəmiyyətə malikdir.

Bundan əlavə, hazır şokolad məhsullarından ekstraksiya olunmuş yağların differensial skanedici kalorimetriya ilə müxtəlif istilik sürətində ərimə nöqtələrinin və məhsulun yağ tərkibinin hansı polimorf formaya malik olmasının müəyyən olunması çox aktualdır.

Müasir dövrdə istehsalın mərhələləri üzrə risklərin qiymətləndirilməsi ilə kritik nəzarət nöqtələrinin təyin olunması və məhsulun həyat tsiklində ərtaf mühitə və insan orqanizminə göstərilən təsirlərin proqram təminatlarının imkanlarından istifadə etməklə hesablanması şokolad məhsullarının istehsalının ekoloji aspektlərini müəyyən edə bilər.

Beləliklə, sadalanan məsələlərin həlli istiqamətində şokolad məhsullarının tərkib komponentlərinin termiki xüsusiyyətlərinə görə həqiqilik meyarlarının müəyyən olunması, termogravimetrik analizlərin müxtəlif təcrübə şəraitlərində şokolad məhsullarının tərkib komponentlərinin həqiqiliyinin təyin olunmasında bir metod kimi tətbiqi imkanları, yağların polimorf formalarının təyin olunmasına imkan verən differensial skanedici kalorimetriya ilə ərimə nöqtələrinin müəyyənəşdirilməsi, istehsaldan istehlaka qədər bütün mərhələlər üzrə həyat tsiklinin qiymətləndirilməsində proqram təminatının tətbiqi nəticəsində ekoloji aspektlərin hesablanması təqdim olunan işin aktuallığını əyani sübut edir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Dissertasiya işində aşağıdakı tədqiqat obyektləri əsasında təcrübələr aparılmışdır:

- kakao yağı,
- süd yağı,
- şəkər,
- kakao likörü,
- tünd şokolad tozu,
- südlü şokolad tozu,

- tünd şokolad nümunəsi,
- südlü şokolad nümunəsi,
- 14 süd yağı nümunəsi,
- 36 ədəd tünd şokolad (şərti olaraq, D1 - D36),
- 23 ədəd südlü şokolad (şərti olaraq, M1 - M23),
- 8 ədəd ağ şokolad (şərti olaraq, W1 – W8),
- 4 ədəd olmaqla 2 südlü və 2 tünd şokolad tozu (şərti olaraq, DP1 - DP2 və MP1- MP2),
- 44 ədəd şokolad nümunəsi,
- 2014-2020-ci illər arasında Azərbaycanda istehsal və istehlak olunan kakao, şokolad və şəkərli qənnadı məmulatların statistikasını.

Dissertasiya işində aparılmış tədqiqatların predmetlərinə daxildir:

- Termoqravimetriya (TQ) və differensial termoqravimetriya (DTQ) metodlarının şokolad məhsullarının tərkibindəki inqrediyentlərin həqiqiliyinin aşkarlanmasında tətbiqi;
- Temperatur ilə oksidləşmə müddətinin istilik axınından asılılığı və entalpiya qiymətlərinin istilik dərəcələrinə münasibəti əsasında süd yağı nümunələrinin oksidləşmə və ərimə xassələrinin öyrənilməsində differensial skanedici kalorimetrin tətbiqi;
- Şokolad məhsullarından ekstraksiya olunmuş yağların ərimə xüsusiyyətləri əsasında həmin yağların polimorf formalarının aşkarlanmasında differensial skanedici kalorimetr metodunun tətbiqi;
- İnduktiv birləşdirilmiş plazma - optik emissiya spektrometriyası üsulunun müxtəlif növ şokolad məhsullarının metal tərkibinin təyində istifadə olunması ilə risk analizi və kritik nəzarət nöqtələri (RTKNN) və həyat tsiklinin qiymətləndirilməsi (HTQ) arasındakı qarşılıqlı əlaqənin öyrənilməsində tətbiqi;
- 2014-2020-ci illər arasında Azərbaycanda kakao, şokolad və şəkərli qənnadı məmulatlarının istehsalı və istehlakının həyat tsiklinin qiymətləndirilməsində (HTQ) ekoloji aspektlərin təyin olunması və hesablanması üçün proqram təminatının tətbiqi.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri: Təqdim olunan dissertasiya işinin əsas məqsədi müxtəlif emal mərhələlərinin tünd və südlü şokolad nümunələrinin istilik xassələrinə təsirini öyrənmək, şokoladın komponent tərkibinin termiki xüsusiyyətlərini araşdırmaq

və istehsalının ekoloji aspektlərini qiymətləndirməkdir.

Qarşıya qoyulan məqsədlərlə əlaqədar olaraq, aşağıdakı tədqiqatların yerinə yetirilməsi planlaşdırılmışdır:

- 50-700 °C temperatur diapazonunda 2, 5 və 10 °C dəqiqə⁻¹ istilik sürətində azot və oksigen axınında müxtəlif emal mərhələlərində olan şokolad məhsullarının tərkibindəki kakao likörünün, kakao yağının və süd yağının termiki xüsusiyyətlərinin termoqravimetriya (TQ) və differensial termoqravimetriya (DTQ) metodlarından istifadə etməklə analizi;

- Müxtəlif şokolad növlərindən ekstraksiya olunan yağların differensial skanedici kalorimetriya (DSK) ilə 2.5, 4, 5, 7.5, 10, 12.5, 15 °C dəqiqə⁻¹ istilik sürətində azot axınında ərimə nöqtələrinin təyini;

- Süd yağı nümunələrinin 2.5, 4, 5, 7.5, 10, 12.5, 15°C· dəqiqə⁻¹ istilik sürətlərində oksigen axınında differensial skanedici kalorimetriya (DSK) ilə oksidləşməsinin öyrənilməsi;

- Ultrasəs səpənləmə texnologiyasından istifadə etməklə müxtəlif şokolad nümunələrinin induktiv birləşdirilmiş plazma - optik emissiya spektrometriyasında metal tərkibinin hesablanması;

- Şokolad istehsalında məhsulun metal tərkibi ilə risklərin təhlili və kritik nəzarət nöqtələrinin (RTKNN) təyini və həyat tsiklinin qiymətləndirilməsi konseptiyalarının əlaqələndirilməsi;

- 2014-2020-ci illər ərzində Azərbaycanda istehsal və istehlak olunan kakao, şokolad və qənnadı məhsulların həyat tsiklinin qiymətləndirilməsinin Simopro Demo proqram təminatından istifadə etməklə modelləşdirilməsi.

Tədqiqat metodları. Tədqiqat işində aşağıdakı metodlardan istifadə edilmişdir:

Termoqravimetriya (TQ) metodu, differensial termoqravimetriya (DTQ) metodu, solventlə ekstraksiya üsulu, differensial skanedici kalorimetriya (DSK) metodu, induktiv birləşdirilmiş plazma - optik emissiya spektrometriya metodu, Eko-Indicator '99 metodu.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar:

I. Termoqravimetriya şokolad məhsullarının komponent tərkibinin həqiqiliyinin sübut olunmasında əlverişli metoddur.

II. Differensial skanedici kalorimetriya müxtəlif növ şokolad məhsullarından ekstraksiya olunan yağların polimorf formalarının təyin olunmasında istifadə oluna bilər.

III. Differensial skanedici kalorimetriya süd yağlarının müxtəlif istilik sürətlərində oksidləşmə temperaturlarının təyin olunmasında optimal üsuldür.

IV. Şokolad məhsullarının metal tərkibi onların istehsalında risklərin təhlili və kritik nəzarət nöqtələrinin (RTKNN) təyini və həyat tsiklinin qiymətləndirilməsi (HTQ) nəticələrinə uyğun gəlir.

V. 2014-2020-ci illər ərzində Azərbaycanda istehsal və istehlak olunan kakao, şokolad və qənnadı məhsulların həyat tsiklinin qiymətləndirilməsi Simopro Demo proqram təminatının tətbiqi ilə modelləşdirilmişdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Dissertasiya işində ilk dəfə olaraq:

- müxtəlif emal mərhələlərində olan şokolad məhsullarının tərkibindəki kakao likörünün, kakao yağının və süd yağının 2, 5 və 10°C dəqiqə⁻¹ istilik sürətində azot və oksigen axınında termoqravimetrik analizi aparılmışdır.

- Şokolad məhsullarının komponent tərkibinin həqiqiliyinin analizində termoqravimetrik metodun optimallığı sübut olunmuşdur.

- Müxtəlif növ şokolad növlərindən ekstraksiya olunan yağların polimorf formalarının təyin olunmasında və süd yağı nümunələrinin oksidləşmə dərəcəsinin təyində differensial skanedici kalorimetriya metodu geniş tətbiq olunmuşdur.

- Şokolad istehsalında məhsulun metal tərkibi, risklərin təhlili və kritik nəzarət nöqtələri anlayışı və həyat tsiklinin qiymətləndirilməsi nəzəriyyəsi əlaqələndirilmişdir.

- Azərbaycanda istehsal və istehlak olunan kakao, şokolad və qənnadı məhsulların həyat tsikli qiymətləndirilməsinin ekoloji modelləşməsi aparılmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Müxtəlif emal mərhələlərindən olan şokolad məhsullarının tərkibindəki kakao likörünün, kakao və süd yağının termoqravimetrik metodla termiki analizi həm fundamental, həm də tətbiqi əhəmiyyətə malikdir. Həmçinin differensial skanedici kalorimetriya metodu ilə müxtəlif

şokolad növlərindən ekstraksiya olunan yağların ərimə nöqtələri əsasında polimorf formalarının təyin olunması və süd yağlarının oksidləşmə temperaturlarının müəyyən edilməsi fundamental əhəmiyyət kəsb edir. Dissertasiya işi çərçivəsində 2014-2020-ci illər arasında Azərbaycanda istehsal və istehlak olunan kakao, şokolad və şəkərli qənnadı məhsullarının həyat tsiklinin qiymətləndirilməsinin ekoloji aspektlərinin hesablanması Eko-Indicator '99 metodu əsasında aparılmışdır.

İşin aprobeiası və tətbiqi. Dissertasiya işinin əsasında 15 əsər çap olunmuşdur ki, bunlardan 7-si məqalə (6 məqalə Springer, Web of Sciences və Scopus tərəfindən indeksləşdirilən jurnallarda çap olunmuşdur), 8-i isə Beynəlxalq elmi konfranslar və seminarlarda məruzələrin məqalə və tezisləridir.

Dissertasiya işinin nəticələri aşağıda göstərilən Beynəlxalq elmi konfranslarda məruzə və müzakirə edilmişdir: 33rd Scientific Conference Oilseed Crops – Advances in genetics, breeding, technology and analytics of lipids (Poznań 2016, 5-6 April, p. 40, 106), Bioeconomy in Agriculture, International Conference (Puławy 2016, 21–22 June, p.89-90), 11th International Seminar on Thermal Analysis and Calorimetry to the memory of Prof. St. Bretsznajde (Płock 2016, 26-29 September, p.86), 3rd International Young Researcher Scientific Conference “Sustainable Regional Development - Challenges of Space and Society in the 21st Century (Gödöllő 2018, 26 April, p. 72-76), V International Scientific Conference of Young Researchers (Baku 2021, 29-30, April, p.1034-1036), Modern problems Of theoretical and Experimental chemistry International Conference devoted to the 90th anniversary of academician Rafiga Aliyeva (Baku 2022, 29 - 30 September, p.116-117, 117-118).

Tədqiqat işinin əsas məhsulu 2014 - 2020 - ci illər ərzində Azərbaycanda kakao, şokolad və şəkərli qənnadı məhsulların istehsal və istehlakının ekoloji aspektlərinin Simopro Demo proqramında modelləşdirilməsidir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin “Ekologiya və torpaqşünaslıq” fakültəsinin “Ekoloji kimya” kafedrasında yerinə

yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işi 7 səhifə (10786 işarə) giriş, 37 səhifə (49666 işarə) I fəsil, 10 səhifə (13319 işarə) II fəsil, 13 səhifə (11905 işarə) III Fəsil, 19 səhifə (14269 işarə) IV fəsil, 46 səhifə (63795 işarə) V fəsil, 2 səhifə (3414 işarə) nəticə, 17 səhifə istinad edilmiş ədəbiyyat siyahısı, 59 səhifə Əlavələr və 1 səhifə istifadə olunmuş ixtisarlardan ibarət olmaqla kompüter mətnində ümumi həcmi 216 səhifə, 167157 işarə təşkil edir (cədvəl, şəkil, ədəbiyyat siyahısı və əlavələr istista edilməklə). İşdə 2 şəkil, 26 cədvəl və 22 qrafik verilmişdir. Dissertasiya işində 131 ədəbiyyat mənbəsinə istinad edilmişdir.

Müəllifin şəxsi iştirakı: Ədəbiyyat icmalına dair məlumatların toplanması və ümumiləşdirilməsi, təcrübələrin hazırlanması və aparılması, tədqiq ediləcək nümunələrin hazırlanması, nəticələrin sistemli şəkildə işlənməsi, məqalə və tezislərin tərtib edilməsi, analizlərdən alınan məlumatların izahı və ümumiləşdirilməsi müəllifin birbaşa iştirakı ilə olmuşdur.

1. Termoqravimetriya analizi və differensial termoqravimetriya (DTQ)

Qrafik 1.-də şokoladın inqrediyentlərinin - kakao yağı, süd yağı, kakao likörü və şəkərin azot və oksigen axınında TQ və DTQ analizlərindən alınan nəticələri verilmişdir. Azot axınında kakao yağının TQ əyrisi parçalanmanın yalnız bir mərhələsi ilə xarakterizə olunur (qrafik 1. (a)). DTQ əyrisində pik nöqtəsi 414°C temperaturda müşahidə olundu. Kakao yağının TQ əyrisində 310 - 440°C aralığında bir keçid - çevirmə aşkar edilmişdir. Bu, kakao yağının termal deqradasiyası ilə əlaqədardır. Oksigen axınında kakao yağının TQ əyrisini dörd mərhələyə bölmək olar. Birinci mərhələ 50°C ilə 290°C arasında, ikinci mərhələdə 290°C ilə 335°C arasında, üçüncü mərhələdə 335°C ilə 420°C arasında, dördüncü mərhələdə isə 420°C ilə 700°C arasında dəyişir (qrafik 1. (a')). Kakao yağı üçün xarakterik olan müxtəlif polimorflar çox fərqli fiziki xüsusiyyətlərə malikdir, lakin əridikdə eyni xüsusiyyətli mayelərə çevrilirlər.

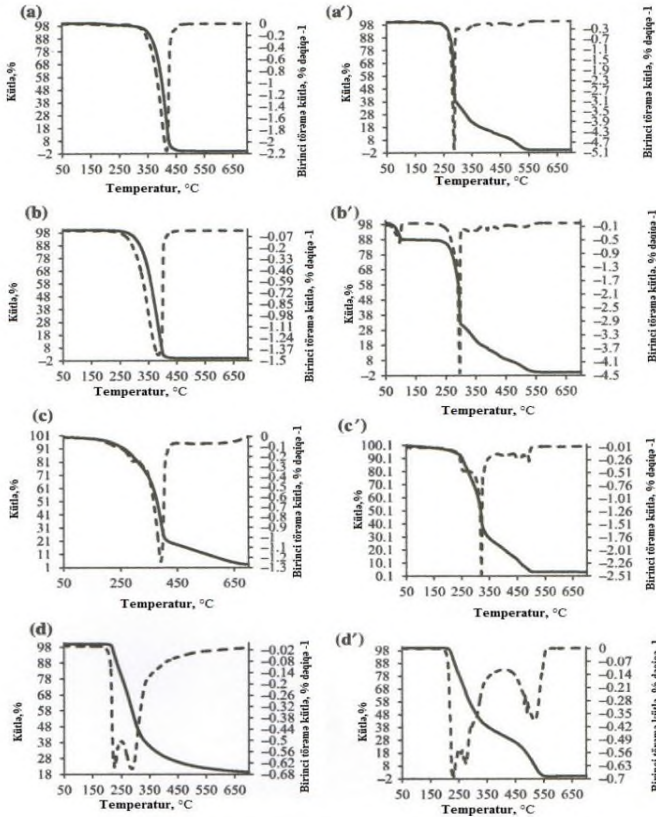
Süd yağının azotda birinci törəmə pikinin maksimum temperaturu 384°C olduğu müəyyən olundu (qrafik 1.(b)). Süd yağı əyrisinin TQ trayektoriyası kakao yağındakı TQ – nin trayektoriyası ilə çox oxşarlıq təşkil edir (qrafik 1.(b')). Oksigen axımında süd yağının TQ və DTQ əyrilərinin profilləri maksimum 95°C , 296°C , 340°C , 414°C və 511°C temperaturlarda parçalanmasının beş mərhələsini göstərdi. Birinci mərhələyə uyğun gələn temperatur diapazonu doymamış yağ turşularının termal parçalanması ilə əlaqədardır. Fazaların növbəti mərhələsi yağ turşularının trans izomerlərinin və doymuş yağ turşularının parçalanmasıdır.

Azot və oksigen axımında kakao mayesi (likörü) termal cəhətdən qeyri - sabitdir (qrafik 1.(c, c')). Belə ki, azot axımında TQ və DTQ əyrilərinin gedişi kakao mayesinin parçalanmasının üç mərhələsi ilə xarakterizə olunur. Birinci mərhələ 50°C – 325°C , ikinci mərhələ 325°C - 400°C , üçüncü mərhələ 400°C - 700°C arasındadır. Maksimum temperatur 289°C və 390°C - də müşahidə olundu. Oksigen axımında kakao mayesinin TQ və DTQ əyriləri üzrə parçalanmanın dörd mərhələsi 253°C , 320°C , 447°C və 491°C temperaturlarda müşahidə edildi. Kakao likörü kakao yağı, kakao tozu, qatı kakao maddələri, antioksidant qatqı və mineral birləşmələrin qarışığından ibarətdir. Parçalanma temperaturu kakao mayesinin tərkib hissələrinin termal parçalanmasına uyğundur.

Azot axımında şəkərin TQ əyrisi 220°C ilə 700°C arasında davamlı kütlə itkisini göstərir (qrafik 1.(d)). Oksigen axımında isə kütlə itkisi dərəcəsinin dəyişməsinə göstərən üç mərhələdə müşahidə edilmişdir (qrafik 1.(d')). Bu nəticəni bir neçə mənbədən suyun çıxarılması ilə izah etmək olar. Əsas çəki itkisinin (18 - 36%) 225°C - 325°C diapazonunda baş verir, bu itkinin isə polisaxarid strukturunun güclü deqradasiyası ilə əlaqədardır.

Beləliklə, azot və oksigen axımında şəkərin DTQ əyriləri hər iki axın üçün eyni temperaturda iki pik ilə xarakterizə olundu. Azot və oksigen axımında müvafiq olaraq maksimum temperaturu 225°C və 228°C olan birinci piklər, 288°C və 271°C temperaturda isə ikinci piklər müşahidə olundu (qrafik 1. (d')). Birinci hal saxarozanın əriməsi ilə, ikinci hal isə saxarozanın parçalanması nəticəsində uçucu maddələrin (su, karbonmonoksit, karbon dioksit və hidrogen)

çıxarılması ilə izah olunur.

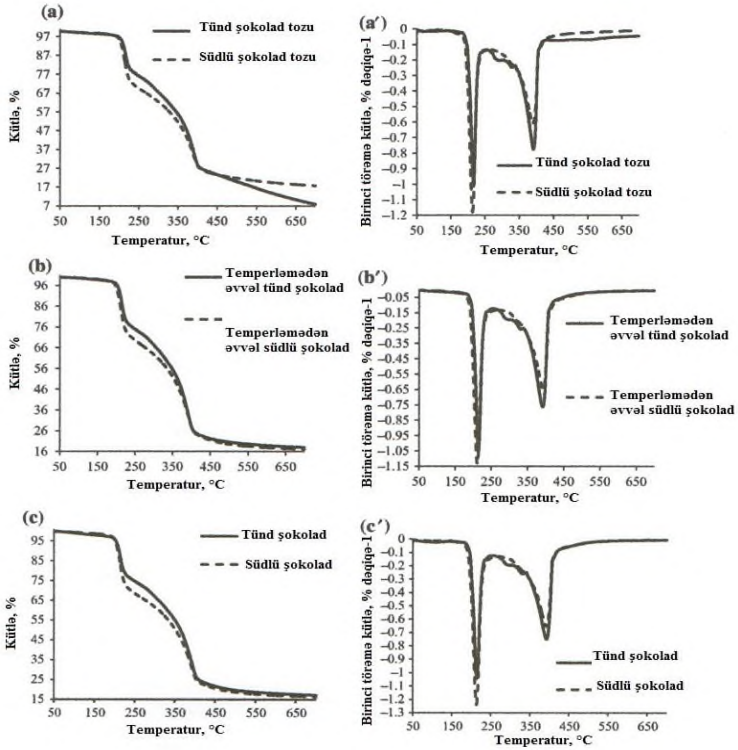


Qrafik 1. Şokoladın inqrediyentlərinin TQ (a) və DTQ (a') ayrılırları: azot (a) və oksigen (a') axınında kakao yağı; azot (b) və oksigen (b') axınında süd yağı; azot (c) və oksigen (c') axınında kakao likörü; azot (d) və oksigen (d') axınında şəkər

Şəkərin oksigen axınında parçalanmasını göstərən DTQ ayrısında maksimum pik nöqtədə 518°C temperaturda müşahidə edildi. Bu temperaturda polisaxaridlərin parçalanması müşahidə olunmuşdur.

Azot axınında tünd və südlü şokoladın müxtəlif emal mərhələlərində - tünd və südlü şokolad, tünd və südlü şokolad tozu, temperlənmədən əvvəl tünd və südlü şokolad nümunələrinin TQ və DTQ analizi aparılmışdır. Tünd və südlü şokolad nümunələrinin

istehsalının müxtəlif mərhələlərini xarakterizə edən TQ ayriləri üç mərhələyə bölünə bilər.



Qrafik 2. Azot axınında tünd və südlü şokoladın müxtəlif emal mərhələlərində (tünd şokolad tozu /südlü şokolad tozu /tünd şokolad temperlənmədən əvvəl /südlü şokolad temperlənmədən əvvəl /tünd şokolad /südlü şokolad) TQ (a - c) və DTQ (a' - c') ayriləri

Birinci mərhələ 50°C - 210°C, ikinci mərhələ 210°C - 350°C, üçüncü mərhələ isə 350°C - 700°C arasında dəyişirdi (qrafik 2). Başlanğıc materiallarını (şəkər, kakao likörü və kakao yağı) təhlil edərək tünd şokoladın TQ ayrısında hər bir pilləni təyin etmək çox asandır: birincisi, şəkərin qatqısı ilə bağlıdır, ikincisi kakao mayesinin çıxarılması, sonuncusu isə kakao yağının kütləsinin itirilməsidir.

Lakin istehsalın müxtəlif mərhələlərindən olan südlü və tünd

şokolad nümunələrinin TQ əyrilərinin trayektoriyasında fərqlər müşahidə edilmişdir. Bu proses tünd şokolad nümunələrində kakao mayesinin miqdarının daha çox olduğunu göstərdi. Belə ki, tünd şokolad tozunun TQ əyrisi üçüncü pillədə digər TQ əyrilərinə nisbətən daha yüksək kütlə itirmə sürətini (əmsalını) göstərmişdir (qrafik 2 (a')). Tünd şokolad tozunun TQ prosesi istisna olmaqla, tünd və südlü şokolad istehsalının müxtəlif mərhələləri üçün TQ əyrilərinin izlənməsində heç bir fərq aşkar edilməmişdir. Beləliklə, yağlar və şokolad üçün nəzərdə tutulmuş differensial termoqravimetriya şokoladın tərkib hissələrini müəyyən etməyə imkan verdi (qrafik 2). Bütün nümunələr üçün DTQ əyrilərində ilk piklərdə temperatur təxminən 211°C - 214°C aralığında olmuşdur. İlk pik şəkərin əriməsinin sübutudur.

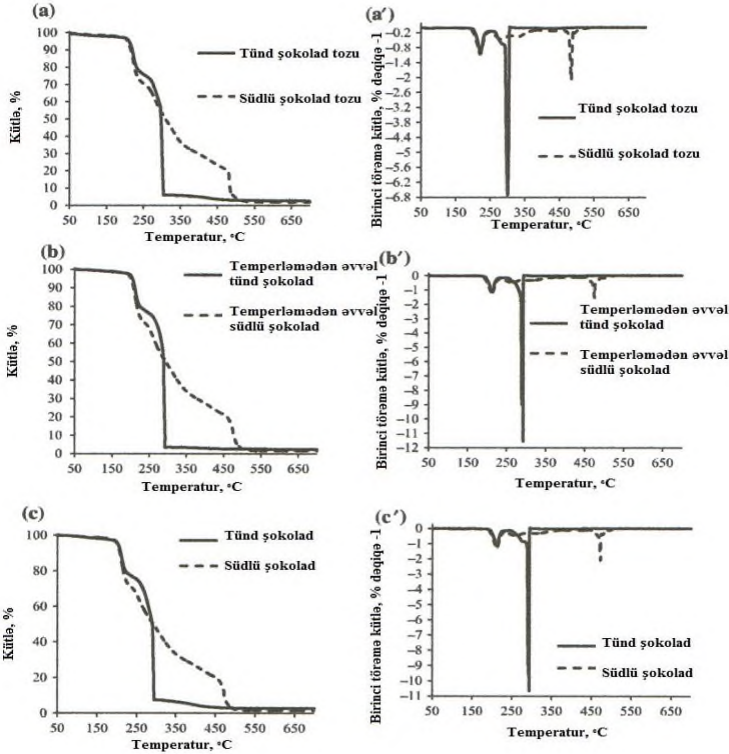
Tünd şokolad nümunələri ilə müqayisədə istehsalın hər bir mərhələsindən olan südlü şokolad nümunələrində ilk piklər daha aydın görünür. Südlü şokolad yüksək şəkər tərkibi ilə xarakterizə olunur. Tünd şokoladda (istehsalın bütün mərhələləri üçün) 241°C - 348°C temperatur intervalında, differensial termoqravimetriya kakao mayesinin mövcudluğunu göstərir, bu temperatur intervalında südlü şokoladda heç bir fərqli piklər müşahidə edilmir (qrafik 2).

Bütün nümunələrin DTQ əyrilərində üçüncü piklər təxminən 387°C - 391°C temperatur diapazonunda müşahidə olunur (qrafik 2 (c)).

Tünd şokoladın kakao yağı tərkibi südlü şokolada nəzərən əhəmiyyətli dərəcədə yüksək olduğundan bu piklərin intensivliyi tünd şokoladın bütün istehsal mərhələlərində daha aydın hiss olundu. Südlü şokoladın yağ tərkibini xarakterizə edən piklərdə belə aydın gediş yoxdur.

Şokolad tozlarının, temperlənmədən əvvəlki şokolad nümunələrinin və tünd və südlü şokoladın oksigen axınında TQ və differensial termoqravimetriya əyrilərində fərqlər aşkar edilmişdir. TQ əyrilərində birinci keçid 50°C - 230°C (tünd və südlü şokolad), ikinci 230°C - 300°C (tünd şokolad) və 230°C - 500°C (südlü şokolad), üçüncü 300°C - 700°C (tünd şokolad) və 500°C - 700°C (südlü şokolad) diapazonunda müşahidə edilmişdir (qrafik 3). Südlü şokolad məhsulları ilə müqayisədə tünd şokolad məhsulları üçün çəki

İtkisi daha sürətli baş verir. İkinci keçid yalnız tünd şokolad məhsullarında müşahidə edildi. Piklərin gedişi kakao yağının oksidləşdiyini göstərdi. Bütün tünd şokolad məhsullarının oksigendə DTQ əyriləri 291°C ilə 294°C arasında maksimum temperatur diapazonunda pik nöqtəyə çatdığını göstərir. Südlü şokoladın yağ tərkibini xarakterizə edən piklərdə intensivlik (sıxlıq) daha az müşahidə olunur. Südlü şokolad məhsullarının DTQ əyrilərində üçüncü ərimə keçidi müəyyən edilmişdir.



Qrafik 3. Oksigen axınında tünd və südlü şokoladın müxtəlif emal mərhələlərində (tünd şokolad tozu /südlü şokolad tozu /tünd şokolad temperlənmədən əvvəl /südlü şokolad temperlənmədən əvvəl /tünd şokolad /südlü şokolad) TQ (a - c) və DTQ (a' - c') əyriləri

Son piklər şəkərin parçalanmasını təmsil edir. Maksimum temperatur 493°C (südlü şokolad tozunda), 500°C (temperlənmədən

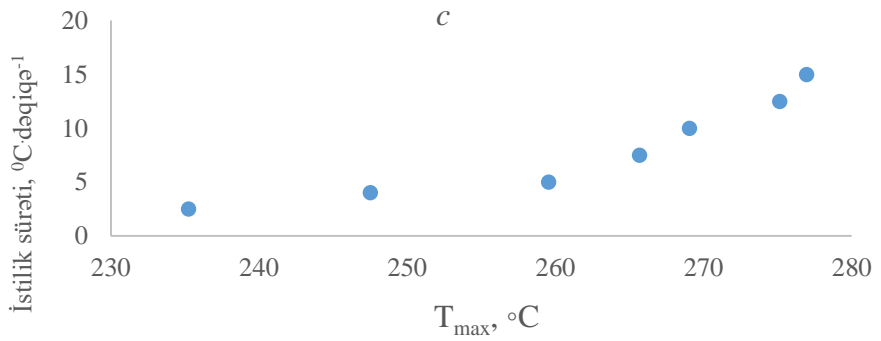
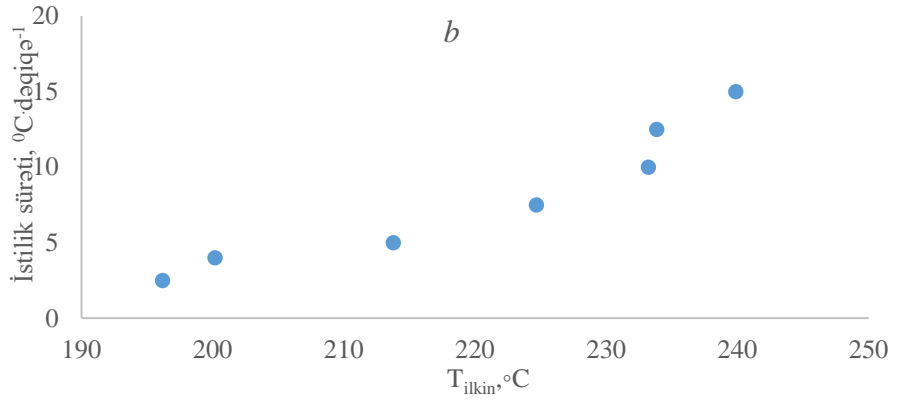
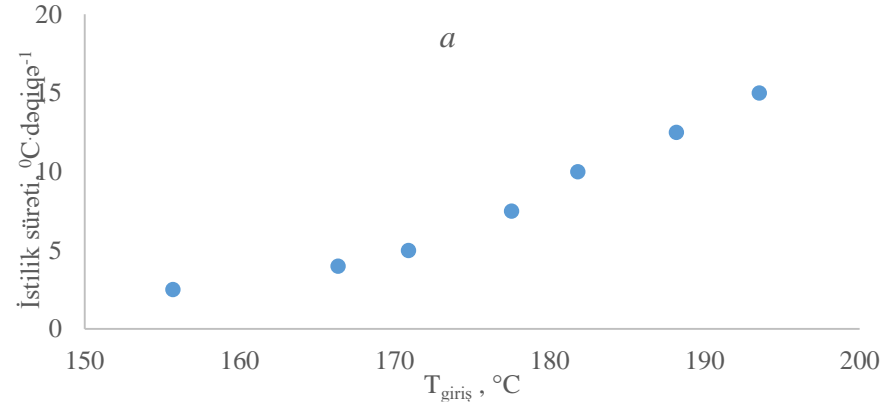
əvvəl südlü şokoladda) və 473°C (südlü şokoladda) müşahidə olunmuşdur.

2. Differensial skanedici kalorimetriya (DSK) analizləri

Termal DSK təhlilində analiz olunan süd yağı nümunələrinin DSK əyriləri əsasında yeddi müxtəlif istilik sürətinin $T_{giriş}$, T_{ilkin} , T_{max} və T_{son} kəmiyyətlərindən asılılığı təsvir edilmişdir. 2.5, 4, 5, 7.5, 10, 12.5, 15°C·dəqiqə⁻¹ istilik sürəti diapozonlarında temperatur dərəcələri müvafiq olaraq, $T_{giriş} \sim 155-193^{\circ}C$, $T_{ilkin} \sim 196-239^{\circ}C$, $T_{max} \sim 235-246^{\circ}C$ kimi müəyyən edilmişdir. İstilik sürəti artdıqca oksidləşmənin $T_{giriş}$, T_{ilkin} , T_{max} temperatur göstəricilərinin tədricən artması qrafiklərlə ifadə olunmuşdur (qrafik 4). Oksidləşmə artan istilik sürəti ilə düz mütənasibdir, yalnız nəticələr T_{son} istilik sürətinin bütün qiymətlərində bu mütənasibliyi əks etdirmir.

Oksidləşmənin baş verdiyi $t_{giriş}/t_{ilkin}/t_{max}/t_{son}$ zamanının və davam etmə müddətinin istilik sürətindən asılılığına uyğun olaraq yüksək istilik sürətində oksidləşmə tez başlayıb tez də sona çatır. Belə ki, aşağı istilik sürətində oksidləşmənin $t_{giriş}$ zamanı 46-cı dəqiqədə, oksidləşmənin t_{ilkin} zamanı 61-ci dəqiqədə, oksidləşmənin t_{max} zamanı 76-cı dəqiqədə, oksidləşmənin t_{son} zamanı isə 90-cı dəqiqədə hesablandı. Lakin yüksək istilik sürətində oksidləşmənin $t_{giriş}/t_{ilkin}/t_{max}/t_{son}$ zamanları müvafiq olaraq 10, 13, 15, 17-ci dəqiqələrdə müəyyən edildi (qrafik 5).

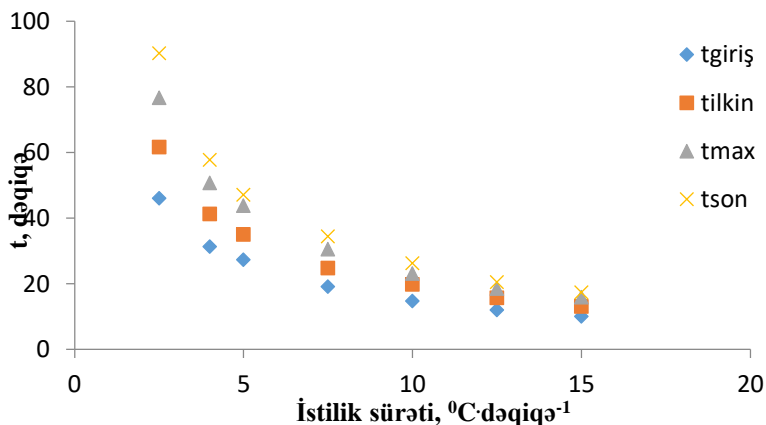
Oksidləşmə temperaturu intensiv xüsusiyyət daşısa da, ərimə nöqtəsi nümunələrin saflığının mühüm göstəricisi hesab olunur. Belə ki, DSK-də ekstraksiya olunan süd yağı nümunələrinin ərimə əyriləri endotermik xarakterlə səciyələndir.



Qrafik 4. Süd yağı nümunələrinin DSK ayrılmasının temperatur

dərəcələrinin 2,5, 4, 5, 7,5, 10, 12,5 və 15 °C·dəqiqə⁻¹ istilik sürətindən asılılığı: a – T_{giriş}; b – T_{ilkın}; c – T_{max}

Aşağı ərimə nöqtəsinə malik triasilqliserolların (yüksək miqdarda doymamış yağ turşuları) olması səbəbindən, birinci pik təxminən -11,66°C temperaturda müşahidə olunmuşdur, kakao yağına nisbətən daha aşağı ərimə nöqtəsi olan süd yağının tərkibində aşağı ərimə nöqtəsinə malik triasilqliserolların olması ilə əlaqədar ikinci pik ~16,5°C temperaturda və üçüncü isə süd yağında olan yüksək ərimə qabiliyyətli yağların olması səbəbindən ~30,99°C temperaturda müşahidə olunmuşdur (qrafik 6). İki və ya daha çox pikin müşahidə olunması məhsulda müxtəlif kristal strukturların olması ilə əlaqələndirilir, bu da yağ strukturlarının polimorfizmini göstərir və ərimə ayrılırlarında iki və daha çox pikin olması şokoladın polimorf strukturlarının tədqiqində ümumi nəticədir.

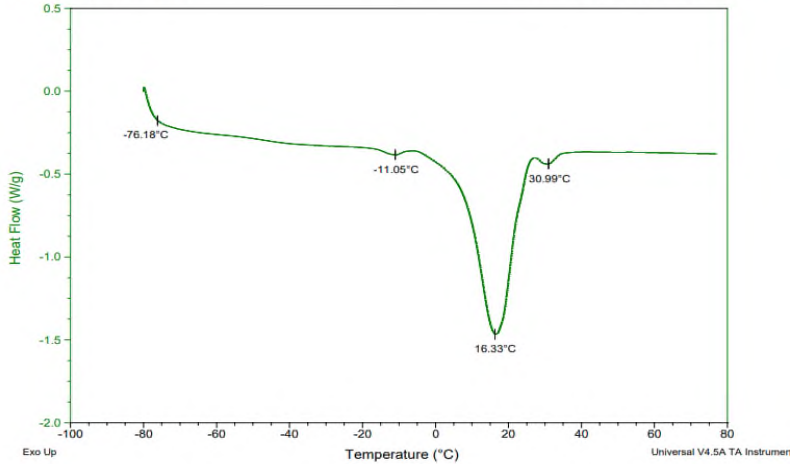


Qrafik 5. Süd yağı nümunələrinin DSK ayrılırlarının 2.5, 4, 5, 7.5, 10, 12.5 və 15°C·dəqiqə⁻¹ istilik sürətində t_{giriş}, t_{ilkın}, t_{max}, t_{son} oksidləşmə vaxtından asılılığı

Sample: Alpen gold milk fat -1
Size: 5.0990 mg
Method: Ituzacz mleczny 2
Comment: Alpen gold milk fat -1

DSC

File: C:\...milk\Alpen gold milk fat -1.001
Operator: Maltam
Run Date: 11-Jul-2016 10:58
Instrument: DSC Q200 V24.11 Build 124



Qrafik 6. Südlü şokoladdan ekstraksiya olunan yağın DSK analizi

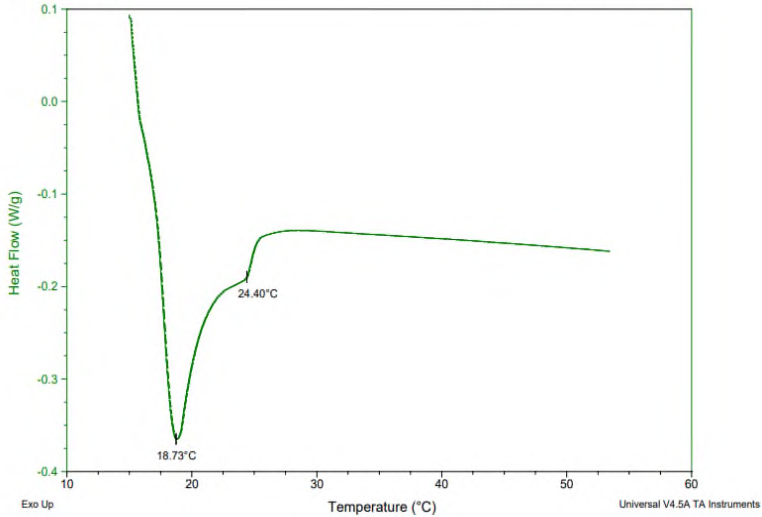
Differensial skanedici kalorimetrdə (DSK) analiz olunan nümunələrin ərimə xüsusiyyətləri şokoladın “keyfiyyət”inin qiymətləndirilməsi ilə bağlı ən mürəkkəb və çətin hesab olunan ərimə xarakteristikası ilə yanaşı, məhsulun temperləşməsi və soyudulması kimi emal üsulları haqqında məlumat əldə etmək üçün istifadə edilən mühüm texnikadır.

D1-D36 nümunələrindən ekstraksiya olunmuş yağlardan D13, D34-D36 nümunələri istisna olmaqla, digər bütün nümunələr üzrə birinci endotermik piklərin temperatur diapazonu 18,49°C-dən 19,63°C-dək, ikinci fərqləndirici endotermik piklərin temperatur diapazonu isə 23,40°C-dən 25,38°C-dək müşahidə edilmişdir (qrafik 7).

Sample: Lindt 85%-1
Size: 4.9090 mg
Method: Ramp
Comment: Lindt 85%-1

DSC

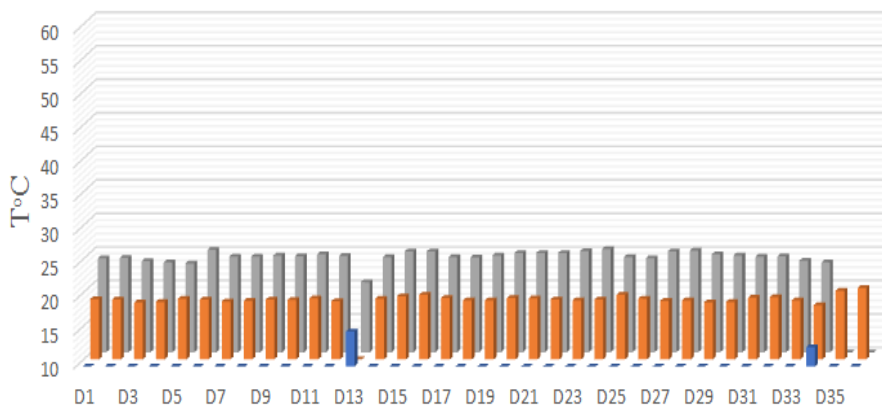
File: C:\...Desktop\DSC\Dark\Lindt 85%-1.001
Operator: Maltam
Run Date: 04-Jul-2016 18:01
Instrument: DSC Q200 V24.11 Build 124



Qrafik 7. D8 nümunəsinin DSK əyrisi

DSK əyriləri (D1-D36) əsasında tünd şokolad nümunələrindən ekstraksiya olunan yağların DSK ərimə histoqramları tərtib olunmuşdur (qrafik 8).

Nümunələr və temperatur müvafiq olaraq absis və ordinat oxunda göstərilmişdir. Qrafik 8 - də göstərilən mavi və narıncı təsvirlər kakao yağının I kristal formasının ərimə diapozonunu (ərimə diapozonu ~16 - 18°C) göstərir, üçüncü boz təsvir isə II kristal formanın ərimə diapozonunu (ərimə diapozonu ~22 - 24 °C) ifadə edir. Dörd nümunədə fərqlər aşkar edilmişdi.



Nümunələr

Qrafik 8. Tünd şokolad nümunələrindən (D1-D36) ekstraksiya olunan yağların DSK ərimə histoqramları

Tünd şokolad D13-dən ekstraksiya olunan yağın əyrisində piklər müvafiq olaraq 15.17°C və 20.47°C -də, D34 –də 12.88°C , 18.10°C və 23.40°C -da, D35-D36-də isə müvafiq olaraq 20.26°C və 20.64°C -də müşahidə edilmişdir, buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, bu nümunələrdə yağın tək kristal formasının əriməsi müşahidə edilmişdir.

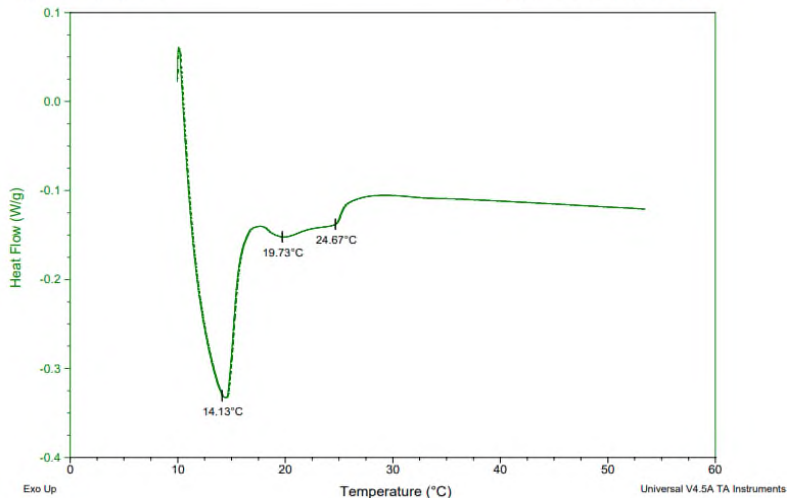
Südlü şokoladdan ekstraksiya olunan yağların DSK analizində diaqramlar endotermik piklərlə xarakterizə olunur. Belə ki, M18-M23 nümunələri istisna olmaqla, birinci endotermik piklər üçün temperatur diapazonu $13,36^{\circ}\text{C}$ -dən $14,91^{\circ}\text{C}$ -dək intervalda, ikinci endotermik piklər üçün $18,90^{\circ}\text{C}$ -dən $20,97^{\circ}\text{C}$ -dək və nəhayət, üçüncü zəif endotermik piklər üçün isə $23,06^{\circ}\text{C}$ -dən $25,53^{\circ}\text{C}$ -dək müşahidə edilmişdir (qrafik 9).

Südlü şokoladın əsas yağ fazası kakao yağı və süd yağından ibarətdir. Südlü şokolad nümunələrindən ekstraksiya olunan yağların DSK əyrilərinə əsasən ərimə xüsusiyyətlərinin DSK histoqramı təsvir olunmuşdur (qrafik 10). Nümunələr və temperatur müvafiq olaraq absis və ordinat oxu üzərində göstərilir. Qrafik 10-də olan mavi və narıncı təsvirlər aşağı ərimə xüsusiyyəti olan triasilqliserollardan ibarət süd yağına aid edilə bilər.

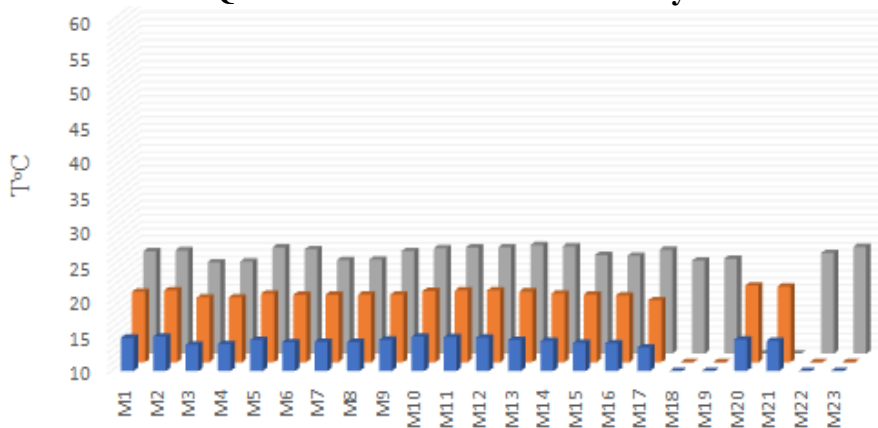
Sample: lindt milk 30%-1
Size: 5.0890 mg
Method: Ramp
Comment: lindt milk 30%-1

DSC

File: C:\...\DSC\milk\lindt milk 30%-1.001
Operator: Maltam
Run Date: 06-Jul-2016 12:00
Instrument: DSC Q200 V24.11 Build 124



Qrafik 9. M9 nümunəsinin DSK əyrisi

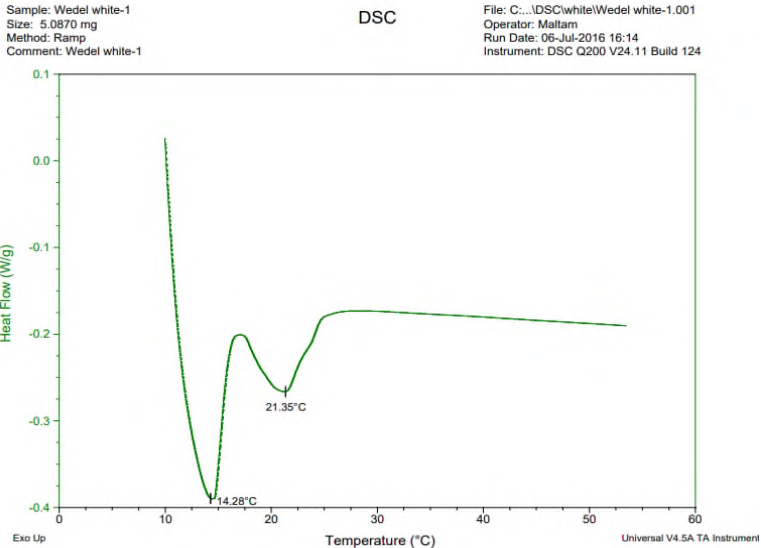


Nümunələr

Qrafik 10. Südlü şokolad nümunələrindən (M1-M23) ekstraksiya olunan yağların DSK ərimə histoqramı

Belə nəticəyə gəlmək olar ki, qrafik 10-də göstərilən narıncı təsvirlər kakao yağına uyğun olduğu halda, DSK əyriələrinin zəif endotermik piklərinə əsaslanan boz təsvirlər müvafiq olaraq süd yağından və kakao yağından alınan piklərin üst-üstə düşməsinin

nəticəsidir. Süd yağı və kakao yağının endotermik əyrilərinin piklərinin üst-üstə düşməsinin nəticələrinə uyğun olaraq, M18, M19, M22 və M23 sayılı nümunələrdən ekstraksiya olunan yağların DSK əyrisinə əsasən nümunələrin ərimə temperaturu 23.30°C, 23.56°C, 24.38°C və 24.27°C-ə müvafiqdir. Bununla belə, M20 və M21 sayılı nümunələrdən ekstraksiya olunan yağlar müxtəlif ərimə xüsusiyyətlərinə malik olub, süd və kakao yağı ilə əlaqədar olaraq, birinci temperatur diapazonu 14,52°C və 14,29°C-də, endotermik əyrilərin ikinci pikləri 20,97 və 20,84°C-də müəyyən edilmişdir.

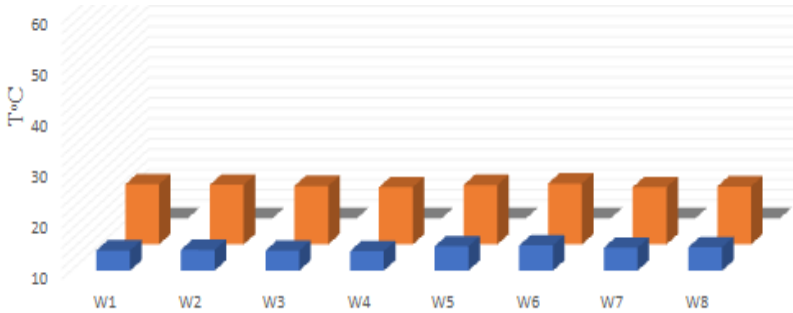


Qrafik 11. W7 nümunəsinin DSK əyrisi

Bir qayda olaraq, ağ şokolad nümunələrindən (W1-W8) ekstraksiya olunmuş yağların DSK ərimə əyriləri endotermik piklərlə xarakterizə olunur (qrafik 11). Ağ şokolad nümunələrinin ekstraksiyasından alınan yağların DSK əyrilərinə uyğun olaraq ərimə xüsusiyyətlərinin DSK histoqramı təsvir olunmuşdur. Nümunələr və temperatur müvafiq olaraq absis və ordinat oxu üzərində göstərilir (qrafik 12).

DSK əyrilərinə əsasən, ilkin zəif endotermik piklər müvafiq olaraq 13,81°C ilə 14,93°C temperatur intervalında, ikinci endotermik piklər isə müvafiq olaraq 21,21°C ilə 21,94°C temperatur intervalında müşahidə olunmuşdur. Digər endotermik zirvələr

müşahidə edilməmişdir. Bu nəticələrin müqayisəsindən məlum olur ki, ağ şokolad istehsalında süd yağından istifadə olunduğu üçün ağ şokolad nümunələrinin ərimə xüsusiyyətləri aşağı ərimə qabiliyyətinə malik triasilqliserollarla səciyyələnir. Beləliklə, endotermik piklər süd yağının 1-ci polimorf formasının və kakao yağının 2-ci, həmçinin 3-cü polimorf formasının tərkibi ilə əlaqəli ola bilər (qrafik 12).



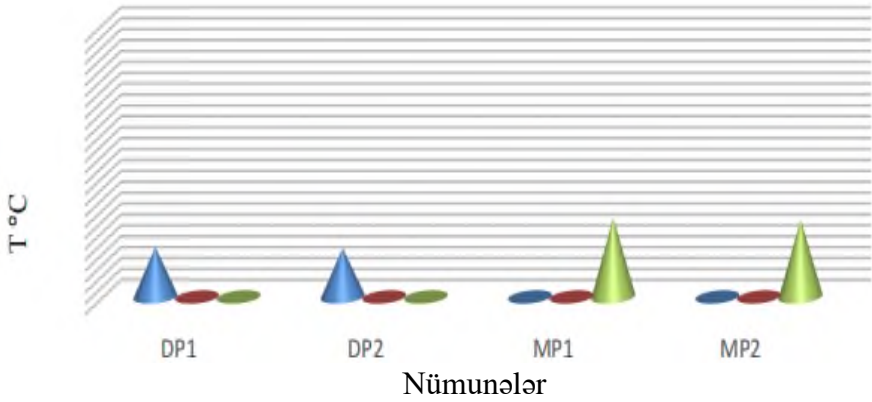
Nümunələr

Qrafik 12. Ağ şokolad nümunələrindən (W1-W8) ekstraksiya olunan yağların DSK ərimə histoqramı

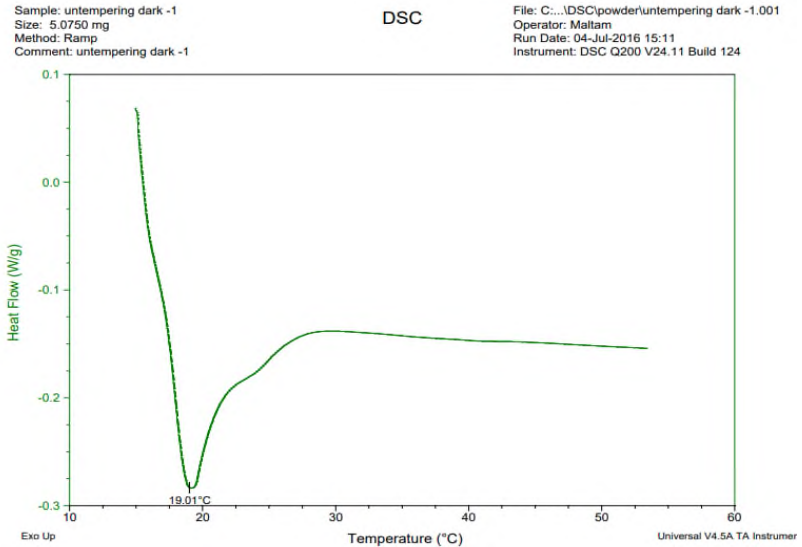
Tünd şokolad tozu nümunələrindən (DP1-DP2) və südlü şokolad tozu nümunələrindən (MP1-MP2) ekstraksiya olunmuş yağların DSK ayrılmasına uyğun olaraq ərimə xüsusiyyətlərinin DSK histoqramı qrafik 13-də təsvir edilmişdir. Nümunələr və temperatur müvafiq olaraq absis və y-ordinat oxu üzərində göstərilir.

Hər bir nümunə zəif endotermik pik ilə xarakterizə olunur. Kakao yağının polimorf formaları ilə əlaqədar olaraq, tünd şokolad tozu nümunələri (DP1-DP2) müvafiq olaraq 19,21 və 18,96°C-də pik nöqtələrinə malikdir (qrafik 14). Südlü şokolad tozu nümunələri süd yağının polimorf formasına uyğun olaraq (MP1-MP2) 24,54 və 24,21°C-də pik nöqtəsinə malikdir.

Şokoladın temperlənməsinin unikal formasının olmaması südlü şokoladın tünd şokoladdan daha aşağı temperatur tələb etdiyini təsdiqləyir (qrafik 15).



Qrafik 13. Tünd şokolad və südlü şokolad tozu nümunələrindən (DP1-DP2) və (MP1-MP2) ekstraksiya olunan yağların DSK ərimə histoqramı

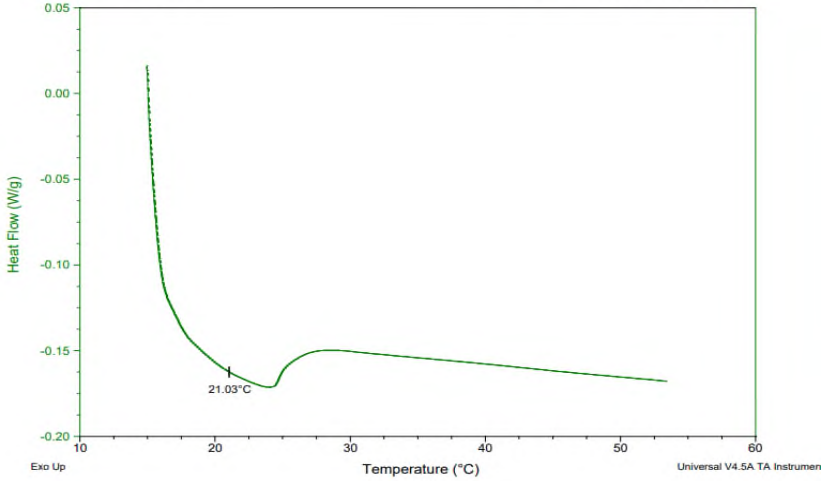


Qrafik 14. DP1 nümunəsinin DSK əyrisi

Sample: untempering milk-2
Size: 5.0600 mg
Method: Ramp
Comment: untempering milk -2

DSC

File: C:\DSC\powder\untempering milk-2.001
Operator: Maltan
Run Date: 04-Jul-2016 15:47
Instrument: DSC Q200 V24.11 Build 124



Qrafik 15. MP2 nümunəsinin DSK əyrisi

3. İnduktiv birləşdirilmiş plazma - optik emissiya spektrometriyası (ICP-OES) analizləri və qənnadı məhsulların istehsalının ekoloji aspektləri

44 şokolad çeşidinin 19 elementə görə tərkibi müəyyən edilmişdir. Nəticələr mq/kg ilə ifadə edilmiş və cədvəl 1-də göstərilmişdir. Alınmış nəticələr I-IV qruplar üzrə qruplaşdırılmışdır.

Se elementi ilə bağlı əldə edilən nəticələr bütün nümunələrə dair aparılmış əvvəlki tədqiqat işinin nəticələrindən daha təfərrüatlıdır. Mo elementinin tərkibi bütün nümunələrdə sabit olmuşdur. Pb-nin miqdarı I, III və IV nümunələrdə eyni olmuşdur. Co-nun miqdarı demək olar ki, bir-birinə yaxın olmuşdur. Cd elementinin tərkibi bütün nümunələrdə eyni olmuşdur. I, III qrup nümunələrdə və II, IV qrup nümunələrdə Cr-un tərkib miqdarı eyni olmuşdur. Mg-un tərkib miqdarı bütün nümunələrdə yüksək və yaxın diapazonlarda olmuşdur. I, III qrup nümunədə və II, IV nümunədə Ca miqdarı eyni olmuşdur. Bütün nümunələrdə Cu tərkib miqdarı demək olar ki, bir-birinə yaxın olmuşdur. Alınmış nəticələr bu istiqamətdə aparılan tədqiqatların nəticələri ilə uyğunluq təşkil etmişdir.

Şokolad nümunələrinin İnduktiv birləşdirilmiş plazma - optik emissiya spektrometriyası analizi

Elementlər	Dalğa uzunluğu (nm)	Plazma növü	Nümunələr											
			I		II		III		IV					
			Mean mg/kg	RSD %	Mean mg/kg	RSD %	Mean mg/kg	RSD %	Mean mg/kg	RSD %				
As	193.696	axial	-	8,02	-	8,28	-	19,19	-	-	21,01			
Se	196.026	axial	1.64609	14.73	1.4403	24.13	2.26337	6.30	1.4403	5.14				
Mo	202.031	axial	0.20576	13.20	2.0576	5.47	-	48.32	2.0576	6.15				
Zn	202.548	axial	30.4526	0.29	47.325	0.68	59.2593	0.14	75.7202	0.42				
Sb	206.836	axial	-	7,63	-	14,45	-	22,64	-	23,66				
Pb	220.353	axial	1.0288	2.25	1.2345	6.15	1.02881	6.41	1.0288	7.76				
Co	228.616	axial	0.82305	3.28	1.0288	2.03	0.823	3.91	0.823	3.80				
Cd	228.802	axial	0.20576	4.29	0.20576	5.19	0.20576	4.29	0.20576	5.19				
Ni	231.604	axial	-	2,23	-	2,61	27.1605	0,22	27.572	0,28				
Ba	233.527	axial	46.5021	0.71	48.148	1.69	19.023	0.71	9.05349	1.60				
Fe	238.204	axial	129.01	0.43	160.9	1.65	129.012	0.43	161.11	0.52				
Mn	259.372	axial	12.7572	0.45	13.1687	1.89	42.18	0.15	42.3868	0.92				
Cr	267.716	axial	0.20576	0.75	1.0288	1.11	0.20576	1.01	1.0288	1.10				
Mg	285.213	radial	2382.7	2.01	2662.55	1.09	2456.79	2.02	2748.97	0.94				
Be	313.107	axial	-	30,49	-	6,85	-	5,73	-	6,85				
Ca	317.933	radial	6246.9	1.72	1282.3	2.58	6246.9	1.72	1282.1	2.58				
Cu	327.393	axial	24.074	2.41	28.189	0.37	24.07	2.41	28.6008	0.42				
Li	610.362	axial	-	2,00	-	2,76	21.811	0,72	24.2798	0,62				
K	766.490	radial	815.637	0.54	953.7	0.17	8205.76	0.54	9594.65	0.17				

(makroelementlər/şərti əsas elementlər/potensial zəhərli elementlər/həyatı vacib elementlər/müəyyən olunmadı)

Xammalın, xüsusən də kakaonun yetişdirildiyi torpaqdan asılı olaraq, şokolad məhsullarında əsas metal-element tərkibi dəyişir. Məlum olduğu kimi, süd kalsium mənbəyidir. Kakao toxumunun Fe, Cu, Mg elementləri ilə daha zəngin olduğunu nəzərə alsaq, I və III qrup nümunələr südlü şokolada, II və IV qrup nümunələr isə tünd şokolada uyğun gəlir.

Məhz buna görə də hazır məhsulda kakao tozu və süd şokoladın mineral tərkibini müəyyən edir. Ekoloji çirkləndiricilər xammalın mənşeyini formalaşdırır. Tədqiq olunan nümunələrdə ağır metal kimi Cd aşağı konsentrasiyalarda mövcuddur və bitkilər vasitəsilə torpaqdan alınır. Belə ki, vulkanik mənşəli torpaqlar yüksək Cd tərkibi ilə tanınır. Cari araşdırmada nümunələrin Cd tərkibinə əsasən, kakao ləpələri Venesuela və Ekvadorun vulkanik mənşəli və tərkibində 0,18-1,5 mq/kq tərkibli ağır metal olan torpaqlarda yetişən məhsullara uyğun gəlir.

Təbii və antropogen təsirlərə görə ətraf mühitdə Pb elementi mövcuddur. Bir qayda olaraq, yetişdirmə, becərmə, saxlama və ya istehsal zamanı xammal Pb elementi ilə çirklənə bilər.

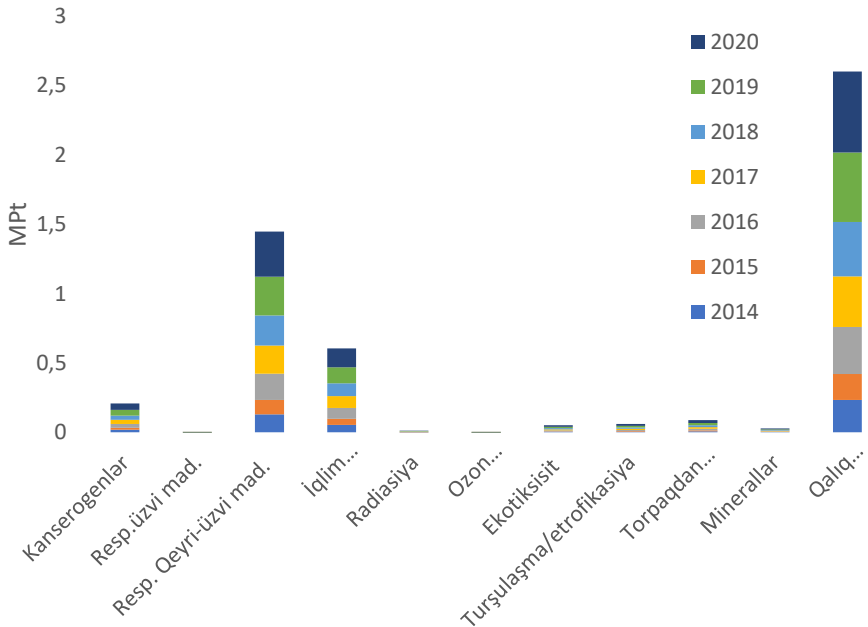
Əgər şokoladda Pb mənbəyi kakao liköründədirsə (mayesi), onda tünd şokoladdın Pb tərkibi südlü şokoladdın Pb tərkibindən daha yüksək olacaqdır.

Kakao və qənnadı məmulatlarının istehsalı və istehlakı zamanı qida təhlükəsizliyinə dair ən böyük risklər nəzərə alınır. ISO22000:2005 standartlarına uyğun olaraq qidada sağlamlığa mənfi təsir göstərə bilən bioloji, kimyəvi və fiziki agentlər vardır. Bioloji təhlükə əsasən xammalın daxil olması və düzgün olmayan emal prosesi; fiziki təhlükələrə sərt - mexaniki yad cisimlər; kimyəvi təhlükələrə çirklənmənin 2 növü daxildir 1) daxil olma zamanı xammalın çirklənməsi və 2) istehsal zamanı baş verə bilən çirklənmə. Şirniyyat məmulatlarının içərisində yüksək dozada metal olarsa bu istehlakçının zəhərlənməsinə səbəb ola bilər.

Şokolad nümunələrin metal tərkibi ilə həyat tsiklinin qiymətləndirilməsi və risklərin təhlili və kritik nəzarət nöqtələri (RTKNN) qarşılıqlı əlaqədədir. Bu qarşılıqlı əlaqə istehsal və istehlakın qaynar nöqtələrində özünü göstərir. Beləliklə, şokoladın istehsalı və istehlakı ilə bağlı ekoloji aspektlərin

qiymətləndirilməsində metal tərkibi və risk analizi və kritik nəzarət nöqtələri (RTKNN) əhəmiyyət kəsb edir.

2014-2020-ci illər arasında Azərbaycanda kakao, şokolad və şəkərli qənnadı məmulatlarının istehsal və istehlakının ətraf mühitə təsirlərinin qiymətləndirməsi Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsinin “Azərbaycanın ərzaq balansları” statistik məcmuəsinin məlumatlarına uyğun olaraq SimaPro 9.3.0.2 Demo proqramında Eko-indikator'99 metodundan istifadə etməklə modelləşdirilmişdir.



Qrafik 16. 2014-2020-ci illər arasında Azərbaycanda kakao, şokolad və qənnadı məmulatları istehsalının orta göstəricilərinin modelləşdirilməsi

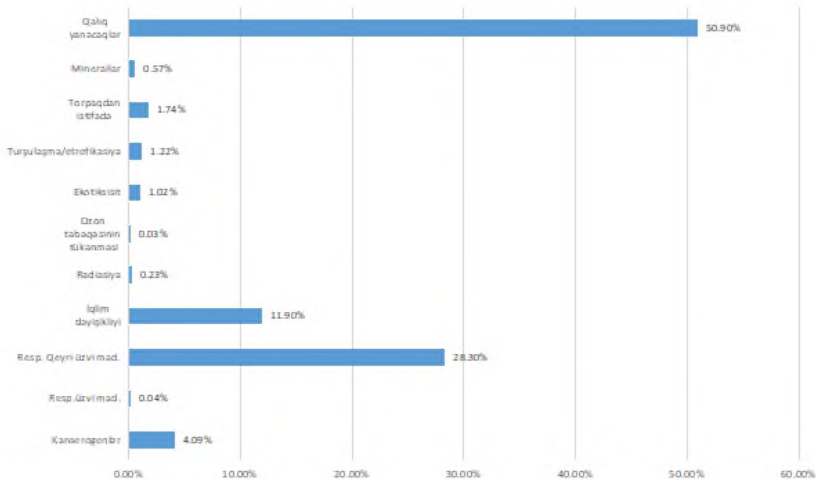
Eko-Indicator'99 metodu məhsul, proses və ya xidmətin ekoloji yükünün qiymətləndirilməsi üçün geniş istifadə olunur. Ətraf mühit yükünün zərərlərinə görə son nöqtələr insan sağlamlığı, ekosistemin keyfiyyəti və resurslar kimi təsnif edilir. Eko-indikator'99

metodologiyasının son nöqtələrinə istinad edən təsir kateqoriyaları 11 orta nöqtəni əhatə edir: kanserogenlər, tənəffüs yollarına təsir edən üzvi maddələr, tənəffüs yollarına təsir edən qeyri-üzvi maddələr, iqlim dəyişikliyi, radiasiya, ozon təbəqəsinin tükənməsi, ekotoksit, turşulaşma/etrofikasiya, torpaqdan istifadə, minerallar, qalıq yanacaqlar.

Dissertasiya işində orta və son nöqtələrin dəyəri eko-indikator vahidi - MPt vasitəsilə hesablandı və müqayisələr aparıldı.

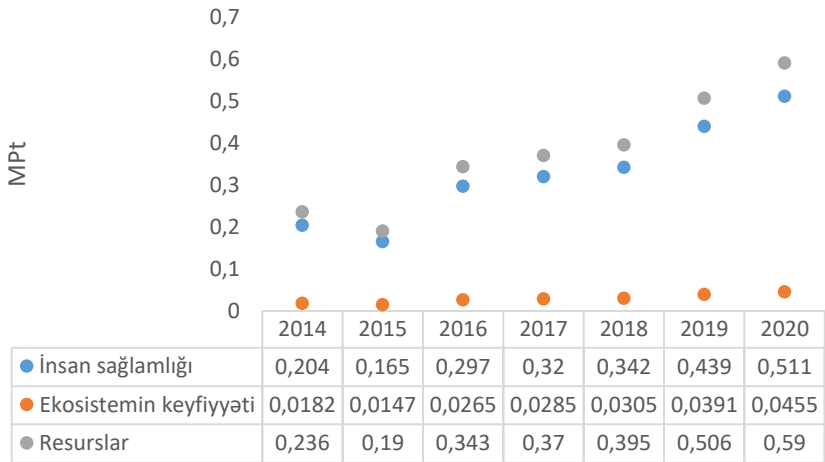
Kakao, şokolad və qənnadı məmulatlarının istehsalının HDQ-nin bütün orta nöqtələri 2015-ci ildə ən aşağı səviyyəyə, 2020-ci ildə isə ən yüksək səviyyəyə çatmışdır. Ümumiyyətlə, bütün orta nöqtələrin kəmiyyət göstəriciləri 2015 < 2014 < 2016 < 2017 < 2018 < 2019 < 2020 istiqamətində artmışdır (qrafik 16).

Qrafik 16-də kakao, şokolad və qənnadı məmulatlarının istehsalı üzrə orta nöqtələrin kəmiyyətə qiymətləndirilməsində əldə edilən qanunauyğunluq qida məhsulları kimi istehlakın və ümumi istifadənin qiymətləndirilməsində müşahidə olunmamışdır.

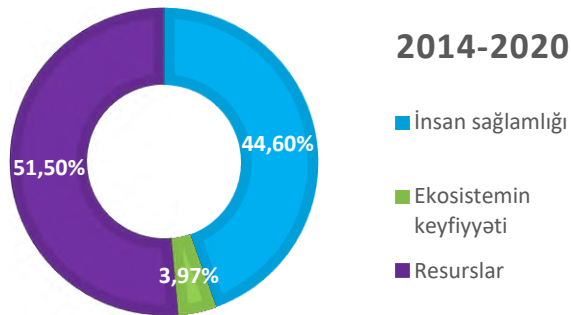


Qrafik 17. 2014-2020-ci illər arasında Azərbaycanda kakao, şokolad və qənnadı məmulatlarının istehsalı, qida məhsulları kimi istehlakı və ümumi istifadəsinin orta nöqtələrinin faizlə qiymətləndirilməsi

2014-2020-ci illər arasında Azərbaycanda kakao, şokolad və qənnadı məmulatlarının istehsalı, qida məhsulları kimi istehlakı və ümumi istifadəsinin orta nöqtələrinin faizlə qiymətləndirilməsi qrafik 17-də verilmişdir.



Qrafik 18. 2014-2020-ci illər arasında Azərbaycanda kakao, şokolad və qənnadı məmulatları istehsalının son nöqtəsinin modelləşdirilməsi



Qrafik 19. 2014-2020-ci illər arasında Azərbaycanda kakao, şokolad və qənnadı məmulatlarının istehsalı, qida məhsulları kimi istehlakı və ümumi istifadəsinin son nöqtələrinin faizlə qiymətləndirilməsi

NƏTİCƏLƏR

1. 2014-2020-ci illərdə Azərbaycanda istehsal və istehlak olunan kakao, şokolad və qənnadı məmulatların həyat qiymətləndirilməsinin ekoloji modelləşdirilməsi insan sağlamlığına və ekosistemin keyfiyyətinə mənfi təsir göstərən eko-indikatorların (kanserojenlər, tənəffüs yollarına təsir edən üzvi və qeyri-üzvi maddələr, iqlim dəyişikliyi, radiasiya, ozon təbəqəsinin tükənməsi, torpaqdan istifadə, turşulaşma/evtrofikasiya, ekotoksikliyin və sair) kəmiyyət göstəricilərinin artması ilə müşahidə olunmuşdur [12, 13, 14].

2. İnduktiv birləşdirilmiş plazma-optik emissiya spektrometriyası (ICP-OES) ilə müxtəlif çeşidli şokolad məhsullarında miqdarlarına görə $\sim 815 \div 9594$ mq/kq K (Kalium), $\sim 1282 \div 6246$ mq/kq Ca (Kalsium), $\sim 2382 \div 2748$ mq/kq Mg (Maqnezium) makroelementləri; $\sim 129 \div 161$ mq/kq Fe (Dəmir), $\sim 30 \div 75$ mq/kq Zn (Sink), $\sim 1.44 \div 2.26$ mq/kq Se (Selen), $\sim 24 \div 28$ mq/kq Cu (Mis), $\sim 0.2 \div 2$ mq/kq Mo (Molibden), $\sim 0.2 \div 1$ mq/kq Cr (Xrom), $\sim 12 \div 42$ mq/kq Mn (Manqan), ~ 27 mq/kq Ni (Nikel), $\sim 0.8 \div 1$ mq/kq Co (Kobalt) mikroelementləri; ~ 1 mq/kq Pb (Qurğuşun), ~ 0.2 mq/kq Cd (Kadmium) zəhərli elementləri aşkar olunmuşdur. İnduktiv birləşdirilmiş plazma-optik emissiya spektrometriyası metodunun (ICP-OES) müxtəlif çeşidli şokolad məhsullarının hazırlanmasında istifadə olunan inqrediyentlərinin mənşəyinin və şokolad məhsullarının çeşidinin təyin olunmasında faydalı olduğu sübut edilmişdir [7].

3. Şokolad nümunələrinin Cd tərkibinə əsasən, xammal kimi istifadə olunan kakao ləpələrinin Venesuela və Ekvadorun vulkanik mənşəli torpaqlarında yetişən məhsullara uyğun olduğu müəyyən olunmuşdur [7].

4. Müxtəlif emal mərhələlərində olan şokolad məhsullarının tərkibindəki kakao likörünün, şəkərin və yağların aşkar olunmasında və tədqiqində termoqravimetriyanın (TQ) və differensial termoqravimetriyanın (DTQ) tətbiqi imkanları sübut olunmuşdur. Bununla da şokolad məhsullarının tərkibinin standartlara uyğunluğunun müəyyənlişməsində termal üsulların rolu aşkar edilmişdir [1, 4, 5, 6, 12].

5. Differensial skanedici kalorimetriya (DSK) nəticələrinə görə tünd və ağ şokolad nümunələrindən ekstraksiya olunmuş yağlar iki endotermik ərimə nöqtəsinə, südlü şokolad nümunələrindən ekstraksiya olunmuş yağlar isə üç endotermik ərimə nöqtəsinə malikdirlər; bununla da südlü və ağ şokolad məhsullarının yağ tərkibində qısa zəncirli yağ turşularının tünd şokolad nümunələrinə nəzərən daha üstün olması sübut olunmuşdur [9, 10, 12, 15].

6. Şokolad tozu nümunələrindən ekstraksiya olunan yağların DSK-da ərimə xüsusiyyətlərinə görə tünd şokolad tozu nümunələrindən ekstraksiya olunan yağların ərimə nöqtəsi südlü şokolad tozu nümunələrindən ekstraksiya olunan yağların ərimə nöqtəsinə nəzərən daha aşağı temperaturlara uyğun gəlir. Bu qanunauyğunluq yağların müxtəlif ərimə nöqtələrinə malik modifikasiya formalarının yaranmasında temperlənmə mərhələsinin rolunu sübut etmişdir [9, 10, 12, 15].

7. Fərqli istilik sürətlərində süd yağı nümunələrinin DSK əyrisinin başlanğıc temperaturu ($T_{\text{giriş}}$), parçalanma temperaturu (T_{ilkilkin}), istilik axının maksimum qiymətində temperatur (T_{max}) və oksidləşmə temperaturu (T_{son}) kəmiyyətləri müvafiq olaraq ~155–193 °C, ~196–239 °C, ~235–246 °C temperatur diapazonlarına uyğundur. Bununla da oksidləşmənin $t_{\text{giriş}}/t_{\text{ilkilkin}}/t_{\text{max}}/t_{\text{son}}$ kəmiyyətlərinin aşağı istilik sürətində müvafiq olaraq ərimənin 46, 61, 76, 90-cı dəqiqələrinə, yüksək istilik sürətində 10, 13, 15, 17-ci dəqiqələrinə uyğun gəldiyi aşkar olunmuşdur. Bu nümunələrin triasilqliserol tərkibində həm qısa, həm də uzun zəncirli karbon turşularının olduğunu sübut etmişdir [2, 3, 4, 11].

8. Müxtəlif emal mərhələlərinin şokolad nümunələrinin istilik xassələrinə təsirinin öyrənməsi məhsulun komponent tərkibinin termiki xüsusiyyətlərini təyin edir, məhsulun qeyri üzvi tərikibi ilə risk analizi və kritik nəzarət nöqtələri (RTKNN) və həyat tsiklinin qiymətləndirilməsi arasında qarşılıqlı əlaqə şokolad məhsullarının istehsalının və istehlakının ekoloji aspektlərini qiymətləndirir [1-15].

Dissertasiyanın əsas məzmunu aşağıdakı elmi əsərlərdə dərc

edilmişdir:

1. Ostrowska-Liğeza, E., Wirkowska-Wojdyła, M., Górski, A., Brys, J., Rejch, A., Shamilova, M. Thermokinetic analysis of cocoa butter by differential scanning calorimetry // 33rd Scientific Conference Oilseed Crops – Advances in genetics, breeding, technology and analytics of lipids. Poznań, Poland, - 5-6 April, - 2016, - p. 40.

2. Ratusz, K., Popis, E., Shamilova, M. The influence of storage conditions on the quality and oxidative stability of camelina sativa cold-pressed oil // 33rd Scientific Conference Oilseed Crops – Advances in genetics, breeding, technology and analytics of lipids. Poznań, Poland, - 5 - 6 April, - 2016 - p. 106.

3. Ratusz K., Ciemniowska-Żytkiewicz H., Wroniak M., Shamilova M. Physicochemical quality and oxidative stability of cold-pressed camelina (camelina sativa) oils // Bioeconomy in Agriculture, International Conference. Puławy, Poland, - 21 - 22 June, - 2016, - p.89-90.

4. Ostrowska-Liğeza, E., Shamilova, M., Górski, A., Wirkowska-Wojdyła, M., Brys, J. Melting characteristics of dark and milk chocolates in various stages of production by using differential scanning // 11th International Seminar on Thermal Analysis and Calorimetry to the memory of Prof. St. Bretsznajde, - Płock, Poland, - 26 - 29 September, - 2016, - p.86.

5. Ostrowska-Liğeza, E. Thermogravimetric characterization of dark and milk chocolates at different processing stages / E. Ostrowska-Liğeza, A. Górski, M. Wirkowska-Wojdyła, J. Brys, K. Dolatowska-Żebrowska, M. Shamilova, K. Ratusz // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, - Budapest: - 26 February, - 2018. 134, - p. 623-631.

6. Shamilova, M.E., Ostrowska-Liğeza, E., Brys, J., Aliyeva, T., Valiyeva, Z. Nutrition value of dark and milk chocolates on the basis of thermogravimetric characterization // Sustainable Regional Development - Challenges of Space and Society in the 21st Century - Gödöllő, Hungary, - 26 April, - 2018, - p. 72-76.

7. Shamilova, M. Multi-element analysis of different species of

chocolate bars in the inductively coupled plasma-optical emission spectrometry and estimation of HACCP/LCA of chocolate // Journal of Baku Engineering University - Chemistry and Biology, - Baku: – 2019. 3(2), – p. 101-109.

8. Shamilova, M.E. The influence of effects of optimal condition of super-critical fluid extraction in the cocoa butter industry / M.E. Shamilova, E. Ostrowska-Ligeża // HERALD of the Azerbaijan Engineering Academy The international science-technical journal, - Baku: - 2020. 12 (1), – p. 122-129.

9. Shamilowa, M., Hajiyeva, S., Ostrowska–Ligeża, E. Possibilities of differential scanning calorimetry (DSC) method for studying thermal properties of fats extracted from milk, white, dark chocolates and chocolate powder // V International Scientific Conference of Young Researchers. Baku, Azerbaijan, - 29 - 30, April, - 2021, - p.1034-1036.

10. Hajiyeva, S. Characterization of thermal properties of fats extracted from milk, white, dark chocolates and chocolate powder by differential scanning calorimetry (DSC) technique / S. Hajiyeva, M.Shamilova // New Materials, Compounds and Applications, - Baku: - 7 August, - 2021. 5 (2), – p. 102-109.

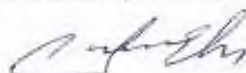
11. Shamilowa, M. Analysis of DSC (differential scanning calorimetry) thermograms of milk fat / M.Shamilowa, S.Hajiyeva // Technology Audit and Production Reserves Chemical Engineering: Food Production Technology, Kyiv: – 20 October, - 2021. 5(3(61)), - p.36-39.

12. Shamilova, M. E. Cocoa butter fats and possibilities of substitutions in confectionery production concerning cocoa assortments, alternative sources, composition and characteristics // Azerbaijan National Academy «Proceedings» Natural and technical sciences series, - Ganja – 2021. 4(83), – p. 68-77.

13. Hajiyeva, S. The Ecological Profile of Cocoa, Chocolate, And Sugar Confectioneries in Azerbaijan / S.Hajiyeva, M.Shamilova-Jalilova // Advances in Biology & Earth Sciences, – Baku: - 18 April, - 2022. 7(1) – p. 29-39.

14. Hajiyeva, S., Shamilova-Jalilova, M. The ecological profile of cocoa, chocolate, and sugar confectioneries in Azerbaijan // Modern problems Of theoretical and Experimental chemistry International Conference devoted to the 90th anniversary of academician Rafiga Aliyeva. Baku State University, Baku, Azerbaijan, - 29 - 30 September, -2022, - p.117-118.

15. Ostrowska-Ligeza, E., Shamilova-Jalilova, M. Thermal properties of fats extracted from milk, white, dark chocolates and chocolate powder by differential scanning calorimetry (DSC) technique // Modern problems of theoretical and experimental chemistry International Conference devoted to the 90th anniversary of academician Rafiga Aliyeva. Baku State University, Baku, Azerbaijan, - 29 - 30 September, -2022, - p.116-117.



Dissertasiyanın müdafiəsi 27 fevral 2024-cü il tarixində saat 10⁰⁰-da Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED1.16 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1025, Bakı şəhəri, Xocalı pr.30

Dissertasiya ilə Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun rəsmi internet saytında (www.nkpi.az) yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 24 yanvar 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 22.01.2024

Kağızın formatı:A5

Həcm:34900

Tiraj: 100