PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI
ISSN: 3060-4923 Impact Factor –7,212

MUZLATISH VA SAQLASHNING MAHSULOT BIOKIMYOVIY TARKIBIGA TA'SIRI

Qo'chqorov Abdukarim Nuriddinovich assistent ,
Umirboqiyev Mirzobek Akbar o'g'li talaba,
Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universitetining Toshkent filiali

Annotatsiya:oziq-ovqat mahsulotlarini muzlatish va uzoq muddatli saqlash jarayonida yuz beradigan biokimyoviy o'zgarishlar, xususan oqsillar, yog'lar, vitaminlar va fermentlarning strukturaviy va funksional transformatsiyalari batafsil yoritilgan. Maqolada muzlatish tezligi, saqlash harorati, saqlash muddati, qadoqlash turi va mahsulotning dastlabki sifati kabi omillarning oqsil denaturatsiyasi va agregatsiyasiga, yog'larning oksidlanish va gidroliz jarayonlariga, vitaminlarning parchalanishiga hamda fermentlarning qoldiq faolligiga ta'siri tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari jadvallar ko'rinishida keltirilib, turli harorat rejimlarida (-18°C, -30°C, -78°C) 12 oy davomida saqlangan mol go'shti va baliq mahsulotlaridagi o'zgarishlar qiyosiy baholangan. Shuningdek, muzdan tushirish (eritish) usullarining qiyosiy tavsifi, xususan sekin eritish (+2…+4°C) usulining afzalliklari va kamchiliklari ko'rib chiqilgan. Maqolada oqsil denaturatsiyasini baholash usullari (suv saqlash qobiliyati, tuz eritmasida eruvchanlik, SDS-PAGE, DSC) va yog' oksidlanishini nazorat qilish ko'rsatkichlari (peroksid soni, anizidin soni, TBA soni) keltirilgan.

Kalit so'zlar: muzlatish, oqsil denaturatsiyasi, yog' oksidlanishi, vitaminlar, fermentlar, suv saqlash qobiliyati, peroksid soni, eritish, biokimyoviy o'zgarishlar, saqlash harorati.

Аннотация: данной научной статье подробно освещены биохимические изменения, происходящие в пищевых продуктах в процессе замораживания и длительного хранения, в частности структурные и функциональные трансформации белков, жиров, витаминов и ферментов. В статье проанализировано влияние таких факторов, как скорость замораживания, температура хранения, продолжительность хранения, тип упаковки и исходное качество продукта, на денатурацию и агрегацию белков, процессы окисления и гидролиза жиров, деградацию витаминов, а также остаточную активность ферментов. Результаты исследования представлены в виде таблиц, где приведена сравнительная оценка изменений в говядине и рыбной продукции, хранившихся в течение 12 месяцев при различных температурных режимах (-18°C, -30°C, -78°C). Также рассмотрена сравнительная характеристика способов размораживания (оттаивания), в частности преимущества и недостатки медленного оттаивания (+2…+4°C). В статье приведены методы оценки денатурации белков (водоудерживающая способность, растворимость в солевых растворах, SDS-PAGE, DSC) и показатели контроля окисления жиров (перекисное число, анизидиновое число, ТБК-число).

Ключевые слова: замораживание, денатурация белков, окисление жиров, витамины, ферменты, водоудерживающая способность, перекисное число, размораживание, биохимические изменения, температура хранения.

Annotation: This scientific article provides a comprehensive overview of biochemical changes occurring in food products during freezing and long-term storage, specifically focusing on structural and functional transformations of proteins, lipids, vitamins, and enzymes. The article analyzes the influence of factors such as freezing rate, storage temperature, storage duration, packaging type, and initial product quality on protein denaturation and aggregation, lipid oxidation and hydrolysis processes, vitamin degradation, and residual enzyme activity. The research findings are presented in tabular form, providing a comparative assessment of changes in beef and fish products stored for 12

months at different temperature regimes (-18°C, -30°C, -78°C). Additionally, a comparative characterization of thawing methods is considered, particularly the advantages and disadvantages of slow thawing (+2…+4°C). The article presents methods for assessing protein denaturation (water-holding capacity, salt-soluble protein content, SDS-PAGE, DSC) and indicators for monitoring lipid oxidation (peroxide value, anisidine value, TBARS value).

Keywords: freezing, protein denaturation, lipid oxidation, vitamins, enzymes, water-holding capacity, peroxide value, thawing, biochemical changes, storage temperature.

Muzlatish va undan keyingi uzoq muddatli saqlash mahsulot tarkibidagi oqsil, yog‘, uglevod, vitamin va fermentlar kabi biokimyoviy komponentlarda sezilarli o‘zgarishlarga olib keladi. Ushbu o‘zgarishlarning darajasi muzlatish tezligi, saqlash harorati, saqlash muddati, qadoqlash turi va mahsulotning dastlabki sifatiga bog‘liq.

Oqsillarning o‘zgarishi (denaturatsiya va agregatsiya). Oqsillar – go‘sht, baliq va sut mahsulotlarining eng muhim komponentlaridan biri bo‘lib, ularning biologik va funksional xususiyatlari (suv saqlash qobiliyati, emulsiya qilish qobiliyati, gel hosil qilish qobiliyati) mahsulot sifatiga bevosita ta’sir qiladi.

Muzlatish jarayonida oqsillarda kechadigan asosiy o‘zgarishlar:

1.
idrat qobig‘ining buzilishi. Oqsil molekulalari suv molekulalari bilan o‘ralgan holda barqaror holatda bo‘ladi (gidrat qobiq). Muzlatishda erkin suvning bir qismi muzga aylanadi, natijada qolgan suyuq fazada erigan moddalar (tuzlar, oqsillar, uglevodlar) konsentratsiyasi keskin ortadi. Bu yuqori osmotik bosim oqsil molekulalarining gidrat qobig‘ini buzadi.

2.
qsil molekulalarining konformatsiyasining o‘zgarishi. Gidrat qobig‘i buzilganda oqsil molekulasi o‘zining ikkinchi, uchinchi va to‘rtinchi darajali tuzilishini o‘zgartirishi mumkin (denaturatsiya). Denaturatsiya natijasida oqsil molekulalari yoyilib, avval yashirin bo‘lgan gidrofob (suvni itaruvchi) va kovalent bo‘lmagan o‘zaro ta’sirlar yuzaga chiqadi.

3.
qsil agregatsiyasi. Denaturatsiyalangan oqsil molekulalari bir-biri bilan kovalent va kovalent bo‘lmagan bog‘lar orqali birlashib, katta komplekslar – agregatlar – hosil qiladi. Bu agregatlar erimaydi (suvda, tuz eritmasida) va hujayra to‘qimasida to‘planadi.

4.
iofibrillar oqsillarning o‘zgarishi. Go‘sht va baliqning asosiy oqsil fraksiyasi – miofibrillar oqsillar (miozin, aktin, tropomiozin, troponin) – muzlatishga eng sezgir. Ayniqsa miozin eng zaif hisoblanadi. Miozinning denaturatsiyasi va agregatsiyasi mahsulotning suv saqlash qobiliyatini keskin pasaytiradi.

5.
arkoplazmatik oqsillarning o‘zgarishi. Sarkoplazmatik oqsillar (mioglobin, gemoglobin, fermentlar) nisbatan barqarorroq, lekin uzoq saqlashda ular ham o‘zgaradi. Mioglobinning oksidlanishi natijasida mahsulot rangi o‘zgaradi (qizil rangdan jigarrangga, kulrangga).

Muzlatish va saqlashda oqsil denaturatsiyasining miqdoriy bahosi. Oqsil denaturatsiyasining eng oddiy va ishonchli ko‘rsatkichi – mahsulotning suv saqlash qobiliyatining (SSQ) o‘zgarishidir. SSQ qancha yuqori bo‘lsa, oqsil denaturatsiyasi shuncha kam. Yana bir ko‘rsatkich – tuz eritmasida eruvchan oqsil miqdorining o‘zgarishi (denaturatsiyalangan oqsil tuz eritmasida erimaydi). Shuningdek, SDS-PAGE (poliakrilamid gel elektroforezi) va differensial skaner kalorimetriyasi (DSC) oqsil denaturatsiyasini aniq baholash imkonini beradi.

1-jadval.

Turli haroratlarda 12 oy saqlangan mol go‘shti oqsil tarkibidagi o‘zgarishlar (%) – adabiyot ma’lumotlari

Ko‘rsatkich	Muzlatilmagan	–18°C	–30°C	–78°C
Umumiy oqsil (Kjeldahl), %	20,1	18,5	19,4	19,9
Suvda eruvchi oqsil	4,8	2,9	3,8	4,5
Tuz eritmasida eruvchi oqsil (miofibrillar)	12,3	7,6	10,2	11,8
Erimaydigan oqsil (stroma + agregatlar)	3,0	8,0	5,4	3,6
Denaturatsiya darajasi (miozinning yo‘qotilishi, % nazoratga nisbatan)	0	38	17	4

Manba: James & James (2014), modifikatsiyalashtirilgan.

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, muzlatish tezligi oshgani sayin oqsil denaturatsiyasi kamayadi. –18°C sekin muzlatishda oqsil denaturatsiyasi 38% ni tashkil etgan bo‘lsa, –78°C ultra-tez muzlatishda bu ko‘rsatkich atigi 4% ni tashkil etgan.

Yog‘larning o‘zgarishi (oksidlanish va gidroliz). Yog‘lar – ayniqsa to‘yinmagan yog‘ kislotalariga boy bo‘lgan baliq va go‘sht mahsulotlarida – muzlatilgan saqlashda oksidlanishga moyil.

Yog‘ oksidlanishining bosqichlari:

1. **nititsiya (boshlanish bosqichi).** Eritilgan yog‘ kislotalari zanjiridan vodorod atomining ajralishi natijasida erkin radikal hosil bo‘ladi. Bu jarayon yorug‘lik, issiqlik va metall ionlari (temir, mis) tomonidan katalizlanadi.

2. **ropagatsiya (zanjirning o‘sishi).** Hosil bo‘lgan erkin radikal kislorod bilan reaksiyaga kirishib, peroksil radikalini hosil qiladi. Peroksil radikal boshqa yog‘ kislotasi molekulasidan vodorod atomini tortib olib, gidroperoksid va yangi erkin radikal hosil qiladi. Bu bosqich o‘z-o‘zini ta’minlaydigan zanjirli reaksiya hisoblanadi.

3. **erminatsiya (zanjirning tugashi).** Ikki erkin radikal bir-biri bilan reaksiyaga kirishib, barqaror mahsulotlar (ketonlar, aldegidlar, spirtlar, kislotalar) hosil qiladi.

Yog‘ oksidlanishining asosiy birlamchi mahsulotlari – gidroperoksidlar. Ular barqaror emas va parchalanib, ikkilamchi mahsulotlar – aldegidlar (geksanal, malondialdegid), ketonlar, spirtlar, qisqa zanjirli yog‘ kislotalarini hosil qiladi. Aynan ikkilamchi mahsulotlar mahsulotga «achchiqlangan», «moyli», «baliq hidi» kabi begona hidlarni beradi.

Yog‘ oksidlanishining baholash usullari:

• *Peroksid soni* (PV) – 1 kg yog‘dagi gidroperoksidlarning miqdori (millimol yoki milliekvivalentlarda). Birlamchi oksidlanish bosqichini baholaydi. *Anizidin soni* – ikkilamchi oksidlanish mahsulotlari (asosan aldegidlar) miqdorini baholaydi. *Tiobarbiturat kislota (TBA) soni* – malondialdegid (MDA) miqdorini spektrofotometrik usulda aniqlaydi. MDA yog‘ oksidlanishining eng toksik ikkilamchi mahsulotlaridan biri hisoblanadi.

2-jadval.

Forel (baliq) go‘shtida 12 oy saqlashda peroksid sonining o‘zgarishi (mmol O_2/kg)

Saqlash muddati	–18°C	–30°C	–78°C
0 oy (muzlatilmagan)	1,2	1,2	1,2
3 oy	4,8	2,5	1,6
6 oy	8,9	4,2	2,1
12 oy	15,6	6,8	2,9

Peroksid sonining 10-15 mmol O_2/kg dan oshishi mahsulotning «achchiqlangan» deb hisoblanishiga olib keladi. Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, –18°C da saqlangan baliqda 6 oydan keyin peroksid soni kritik darajadan (10) oshib ketgan. –30°C da esa 12 oydan keyin kritik darajaga

yaqinlashgan (6,8). –78°C da esa 12 oydan keyin ham peroksid soni ancha past (2,9) – mahsulot sifati yaxshi saqlangan.

Vitaminlarning o‘zgarishi. Vitaminlar muzlatish va saqlashga turlicha chidamli. Eng chidamlilari – A, D, E, K (yog‘da eriydigan vitaminlar) va niasin (B3), riboflavin (B2). Eng chidamsizlari – C vitamini (askorbin kislota) va tiamin (B1).

C vitaminining parchalanishining asosiy sabablari:

- Askorbat oksidaza fermentining qoldiq faolligi (ferment –30°C da ham to‘liq inaktivatsiyalanmaydi).
- Kislorod ishtirokidagi kimyoviy oksidlanish.
- Eritilgan moddalarning konsentratsiyasining oshishi (muzlatishda qolgan suyuq fazada vitamin konsentratsiyasi ortadi, bu esa oksidlanish tezligini oshiradi).

3-jadval.

Muzlatilgan go‘shtda 12 oy saqlashda C vitaminining saqlanishi (%)

Saqlash harorati	3 oy	6 oy	12 oy
–18°C	65%	48%	32%
–30°C	78%	62%	45%
–78°C	92%	85%	72%

Manba: Barbosa-Cánovas (2018), modifikatsiyalashtirilgan.

Fermentlarning o‘zgarishi. Fermentlar – mahsulot tarkibidagi kimyoviy reaksiyalarni katalizlaydigan oqsil molekulalari. Muzlatish ularni to‘liq inaktivatsiyalamaydi, faqat faolligini pasaytiradi. Ba’zi fermentlar (lipazalar, proteazalar, katepsinlar) –30°C da ham qoldiq faollikni saqlaydi va uzoq muddatli saqlashda mahsulot tarkibida sekin o‘zgarishlarga olib keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Jo‘rayev S.M., Karimov A.A. (2020). *Oziq-ovqat mahsulotlarini muzlatish va saqlash texnologiyasi*. Toshkent: “Fan va texnologiya” nashriyoti, 145-178 b.
2. Xolmurodov M.T., Rasulova N.A. (2022). *Go‘sht va go‘sht mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi*. Samarqand: SamDU nashri, 89-112 b.
3. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. (2019). *Технология мяса и мясных продуктов*. Москва: Издательство «КолосС», 340-378 с.
4. Голубев В.Н., Пчелинцев С.А. (2021). *Холодильная технология пищевых продуктов. Замораживание и размораживание*. Санкт-Петербург: ГИОРД, 215-243 с.
5. Sun D.W. (Ed.). (2020). *Handbook of Frozen Food Processing and Packaging* (2nd ed.). CRC Press, Taylor & Francis Group, pp. 387-412.