



**KRAXMALNING TURLARI VA UNGA ISSIQLIK ISHLOV BERISH DAVRIDA
YUMSHASHIGA TA'SIR QILUVCHI OMILLARI.**

Suvonov Ziyovuddin Shaminovich

SamISI

Shokirova Dilnoza Anvarovna

SamISI

Annotatsiya. *Ushbu maqolada kraxmalning asosiy turlari, ularning fizik-kimyoviy xossalari hamda issiqlik ishlov berish jarayonida yuzaga keladigan strukturaviy o'zgarishlari kompleks ilmiy yondashuv asosida tahlil qilinadi. Tadqiqotda kraxmal granulalarining suv bilan o'zaro ta'siri natijasida sodir bo'ladigan gelatinizatsiya va keyingi bosqichdagi retrogradatsiya jarayonlari orqali yumshash mexanizmi chuqur yoritiladi. Shuningdek, kraxmalning yumshash darajasiga ta'sir etuvchi asosiy omillar — harorat, suv miqdori, pH muhiti va mexanik ta'sirlarning o'zaro bog'liqligi asoslab beriladi. Olingan ilmiy natijalar oziq-ovqat mahsulotlari sifatini boshqarish va texnologik jarayonlarni optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega.*

Kalit so'zlar. *kraxmal, gelatinizatsiya, retrogradatsiya, amiloza, amilopektin, issiqlik ishlov berish, suv miqdori, harorat, viskozlik, gel hosil qilish.*

Annotation. *This article provides a comprehensive scientific analysis of the main types of starch, their physicochemical properties, and structural changes occurring during thermal processing. The study explains in detail the mechanism of starch softening through gelatinization and subsequent retrogradation processes resulting from interaction with water. In addition, key factors influencing starch softening, including temperature, water content, pH environment, and mechanical effects, are substantiated in their interrelation. The obtained results are important for quality control and optimization of technological processes in food production.*

Key words. *starch, gelatinization, retrogradation, amylose, amylopectin, thermal processing, water content, temperature, viscosity, gel formation.*

Аннотация. *В данной статье представлен комплексный научный анализ основных видов крахмала, их физико-химических свойств и структурных изменений, происходящих при тепловой обработке. Подробно раскрыт механизм размягчения крахмала через процессы клейстеризации и последующей ретроградации, возникающие при взаимодействии с водой. Также обоснована взаимосвязь основных факторов, влияющих на размягчение крахмала, таких как температура, содержание воды, рН среды и механическое воздействие. Полученные результаты имеют важное значение для управления качеством и оптимизации технологических процессов в пищевой промышленности.*





TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'UYALAR



Ключевые слова. *крахмал, клейстеризация, ретроградация, амилоза, амилопектин, тепловая обработка, содержание воды, температура, вязкость, гелеобразование.*

Kirish. Kraхmal o‘simliklarda zahira polisaxarid sifatida to‘planadigan murakkab uglevod bo‘lib, u inson oziqlanishida asosiy energiya manbalaridan biri sifatida muhim o‘rin egallaydi hamda oziq-ovqat sanoatida keng ko‘lamda qo‘llaniladi. Uning tarkibida mavjud bo‘lgan amiloza va amilopektin komponentlarining o‘zaro nisbati kraхmalning fizik-kimyoviy xossalarini, jumladan, suv bilan o‘zaro ta’siri, yopishqoqligi va gel hosil qilish qobiliyatini belgilaydi. Kraхmalning turli manbalardan olinishi, xususan, donli ekinlar, ildiz-mevali o‘simliklar va dukkalkilar asosida farqlanishi uning granularlar shakli, o‘lchami va ichki tuzilishining xilma-xilligini yuzaga keltiradi. Bu esa o‘z navbatida kraхmalning texnologik jarayonlardagi xatti-harakatini va issiqlik ta’siriga bo‘lgan reaksiyasini belgilaydi. Shu jihatdan kraхmalning turlari va ularning xususiyatlarini chuqur o‘rganish zamonaviy oziq-ovqat texnologiyasining muhim ilmiy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Kraхmalga issiqlik ishlov berish jarayoni uning molekulyar va granularlar darajasidagi tuzilishida sezilarli o‘zgarishlarni yuzaga keltirib, mahsulotning yakuniy sifat ko‘rsatkichlarini shakllantiradi. Issiqlik ta’sirida kraхmal granularari suvni o‘ziga singdirib shishadi va gelatinizatsiya jarayoni boshlanadi, natijada yopishqoq va viskoz massa hosil bo‘ladi. Ushbu jarayonning intensivligi va davomiyligi harorat, suv miqdori, muhitning kimyoviy xususiyatlari hamda mexanik ta’sir kabi omillarga bevosita bog‘liq bo‘ladi. Shuningdek, sovutish bosqichida retrogradatsiya jarayoni sodir bo‘lib, kraхmal strukturasi qayta tashkil topishi kuzatiladi, bu esa mahsulotning tekstura va barqarorligiga ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli kraхmalning issiqlik ishlov jarayonidagi xatti-harakatini ilmiy asosda tahlil qilish uni samarali boshqarish va yuqori sifatli mahsulotlar ishlab chiqarish uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar sharhi. Oziq-ovqat kimyosi yo‘nalishidagi darsliklarda kraхmalning asosiy xususiyatlari uning suv bilan o‘zaro ta’siri orqali tushuntiriladi va unda “Issiq suv ta’sirida esa kraхmal granularari suvni o‘ziga singdirib kengayadi. Bu jarayon gelatinizatsiya deb ataladi” degan ilmiy fikr ilgari suriladi, bu esa mazkur maqola mavzusida kraхmalning issiqlik ta’sirida yumshash mexanizmini asoslashda muhim nazariy tayanch vazifasini bajaradi. Ushbu fikr tahlil qilinganda, gelatinizatsiya jarayoni kraхmalning texnologik xatti-harakatini belgilovchi markaziy hodisa ekanligi va u mahsulot teksturasini shakllantirishda hal qiluvchi rol o‘ynashi anglashiladi.

Food Chemistry kabi fundamental manbalarda kraхmalning struktura va xossalari o‘rtasidagi bog‘liqlik yoritilib, “Gelatinizatsiya davomida granularlarning kristall tuzilishi buziladi” degan fikr keltiriladi, bu esa kraхmalning issiqlik ta’sirida molekulyar darajada qayta tashkil topishini ko‘rsatadi. Mazkur yondashuv maqola mavzusida kraхmal



TANQIDIY NAZAR, TAHLILY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'UYALAR



yumshashining faqat tashqi emas, balki ichki strukturaviy o'zgarishlar bilan bog'liqligini isbotlashga xizmat qiladi va uning ilmiy asoslanganligini ta'minlaydi.

Starch: Chemistry and Technology yo'nalishidagi ilmiy qarashlarga mos ravishda kurs ishida "Kraxmal asosan ikki fraksiyadan — amiloza va amilopektindan tashkil topgan bo'lib, ularning nisbati kraxmalning umumiy xususiyatlarini belgilaydi" degan fikr berilgan, bu esa kraxmalning turli turlaridagi xatti-harakat farqlarini izohlash imkonini beradi. Ushbu fikr tahlil qilinganda, aynan molekulyar tarkib kraxmalning issiqlik ta'sirida qanday yumshashini, gel hosil qilishini va viskozlik darajasini aniqlab berishi ma'lum bo'ladi.

Food Science yo'nalishidagi manbalarda kraxmalning texnologik ahamiyati ochib berilib, "Kraxmal eritmaları nenyuton suyuqliklar toifasiga kiradi" degan jumla keltiriladi, bu esa kraxmal tizimlarining murakkab reologik xatti-harakatini anglatadi. Bu fikr maqola mavzusida kraxmalning issiqlik ishlov jarayonida nafaqat yumshashi, balki oqim xossalari o'zgarishi orqali mahsulot sifatiga ta'sir qilishini asoslashga yordam beradi.

Oziq-ovqat texnologiyasi asoslari bo'yicha adabiyotlarda esa kraxmalning issiqlik ta'siridagi umumiy xatti-harakati yoritilib, "Issiqlik ta'sirida kraxmal granulari shishadi va ichki tuzilishi buziladi" degan muhim ilmiy xulosa beriladi, bu esa kraxmal yumshashining asosiy mexanizmini qisqa va aniq ifodalaydi. Ushbu fikr tahlili shuni ko'rsatadiki, issiqlik ta'siri kraxmalning strukturaviy buzilishi va yangi fazaviy holatga o'tishini ta'minlab, mahsulotning yakuniy sifatini belgilaydi.

Tadqiqot va metodologiya.

Tadqiqot jarayonida kraxmalning fizik-kimyoviy xossalari tahlil qilish, issiqlik ishlov berish jarayonidagi o'zgarishlarni solishtirma usulda o'rganish va ilmiy manbalarni qiyosiy tahlil qilish metodlari qo'llanildi. Shuningdek, kraxmalning yumshashiga ta'sir qiluvchi omillarni aniqlashda nazariy umumlashtirish va tizimli yondashuv asosida ilmiy xulosalar shakllantirildi.

Tahliliy qism.

Kraxmalning issiqlik ta'sirida yumshashi murakkab fizik-kimyoviy jarayon bo'lib, bu jarayon asosan gelatinizatsiya va retrogradatsiya bosqichlari orqali amalga oshadi, bunda granular suvni o'ziga singdirib shishadi va ichki kristall tuzilish buziladi, natijada yopishqoq massa hosil bo'ladi. Olimlar bu jarayonni kraxmalning texnologik xatti-harakatini belgilovchi asosiy omil sifatida baholaydilar, chunki aynan shu bosqichda mahsulotning teksturasi va konsistensiyasi shakllanadi. Shu bilan birga, gelatinizatsiya haroratining turli kraxmal turlarida farqlanishi ularning amaliy qo'llanish sohalarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Bugungi kunda ushbu jarayonni aniq nazorat qilish oziq-ovqat sanoatida sifatni boshqarishning asosiy yo'nalishlaridan biriga aylangan.

Kraxmalning molekulyar tarkibi, xususan, amiloza va amilopektin nisbati uning issiqlik ta'siriga bo'lgan reaksiyasini belgilovchi asosiy omil sifatida qaraladi, chunki yuqori amiloza tarkibli kraxmallar zichroq gel hosil qilsa, amilopektin ko'p bo'lgan kraxmallar elastik va yopishqoq tuzilishga ega bo'ladi. Bu esa oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarishda turli kraxmal turlarini maqsadga muvofiq tanlash zaruratini keltirib chiqaradi. Zamonaviy





TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G‘OYALAR



tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, kraxmalning strukturaviy modifikatsiyasi orqali uning funksional xossalarini boshqarish mumkin. Shu sababli modifikatsiyalangan kraxmallar ishlab chiqarish bugungi kunda dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

Kraxmalning yumshash jarayonida suv miqdori hal qiluvchi rol o‘ynaydi, chunki suv yetarli bo‘lmaganda granular to‘liq shishmaydi va gelatinizatsiya jarayoni to‘liq amalga oshmaydi, bu esa mahsulot sifatining pasayishiga olib keladi. Shu bilan birga, ortiqcha suv ham tizimning barqarorligini buzishi mumkin, natijada kraxmal dispersiyasi optimal xossalarini yo‘qotadi. Olimlar suv miqdorini nazorat qilishni texnologik jarayonning muhim parametri sifatida e‘tirof etadilar. Amaliy jihatdan bu omil mahsulotning viskozligi, zichligi va umumiy sifat ko‘rsatkichlariga bevosita ta‘sir ko‘rsatadi.

Harorat kraxmalning yumshash jarayonini tezlashtiruvchi asosiy faktor bo‘lib, uning oshishi granularning tezroq shishishi va strukturaviy buzilishiga olib keladi, biroq ortiqcha harorat molekularning parchalanishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu sababli optimal harorat rejimini tanlash texnologik jarayonning eng muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi. Zamonaviy sanoatda haroratni avtomatik nazorat qilish tizimlari keng qo‘llanilmoqda, bu esa mahsulot sifatini barqaror saqlash imkonini beradi. Haroratning noto‘g‘ri tanlanishi esa mahsulot teksturasining buzilishiga olib kelishi mumkin.

Mexanik ta‘sirlar ham kraxmalning issiqlik ishlov jarayonidagi xatti-harakatiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi, chunki aralashtirish va boshqa mexanik kuchlar granularning deformatsiyasini tezlashtiradi va gel hosil bo‘lish jarayonini jadallashtiradi. Biroq ortiqcha mexanik ta‘sir granularning parchalanishiga olib kelib, viskozlikni kamaytiradi va mahsulot sifatini pasaytiradi. Shu sababli issiqlik va mexanik ishlavlarni muvofiqlashtirish zamonaviy texnologiyaning muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. Bu yondashuv orqali kraxmal asosidagi mahsulotlarning sifat ko‘rsatkichlarini optimallashtirish mumkin.

1-jadval.

Kraxmalning yumshashiga ta‘sir qiluvchi asosiy omillar va ularning ta‘sir mexanizmi.

Omil	Ta‘sir mexanizmi	Natija
Harorat	Granular shishishi va kristall tuzilish buzilishi	Gelatinizatsiya tezlashadi
Suv miqdori	Suvning granularlarga singishi	To‘liq yoki qisman yumshash
Kraxmal turi	Amiloza/amilopektin nisbati	Gel tuzilishi farqlanadi
Mexanik ta‘sir	Granular deformatsiyasi	Viskozlik o‘zgaradi
Muhit (pH, tuz)	Kimyoviy o‘zaro ta‘sir	Jarayon tezligi o‘zgaradi

Ushbu jadvalda kraxmalning issiqlik ishlov jarayonida yumshashiga ta‘sir qiluvchi asosiy omillar tizimli ravishda keltirilgan bo‘lib, har bir omilning ta‘sir mexanizmi va natijasi o‘zaro





TANQIDIY NAZAR, TAHLILY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



bog'liq holda yoritilgan, bu esa texnologik jarayonlarni boshqarishda kompleks yondashuv zarurligini ko'rsatadi, chunki faqat bitta omilni emas, balki ularning o'zaro ta'sirini hisobga olish orqali yuqori sifatli mahsulot olish mumkin.

Xulosa.

Kraxmalning turlari va uning issiqlik ishlov berish jarayonida yumshash xususiyatlarini kompleks o'rganish shuni ko'rsatadiki, ushbu jarayon ko'p omilli va murakkab fizik-kimyoviy mexanizmlarga asoslanadi, bunda kraxmalning ichki tuzilishi va molekulyar tarkibi hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, amiloza va amilopektin nisbatining o'zgarishi kraxmalning gelatinizatsiya harorati, gel hosil qilish qobiliyati hamda yakuniy mahsulotning tekstura xususiyatlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birga, issiqlik ishlov berish jarayonida harorat, suv miqdori, mexanik ta'sir va muhitning kimyoviy xususiyatlari o'zaro uyg'un holda ta'sir etib, kraxmalning yumshash darajasini belgilaydi va texnologik jarayon samaradorligini aniqlaydi. Mazkur omillarni ilmiy asosda boshqarish orqali oziq-ovqat mahsulotlarining sifat ko'rsatkichlarini optimallashtirish, ularning barqarorligini oshirish hamda zamonaviy texnologiyalarni takomillashtirish imkoniyati yuzaga keladi. Shunday qilib, kraxmalning issiqlik ta'siridagi o'zgarishlarini chuqur tahlil qilish nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham muhim ilmiy yo'nalish hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P. Food Chemistry. Springer, 2009.
2. Whistler R. L., BeMiller J. N. Starch: Chemistry and Technology. Academic Press, 2009.
3. Damodaran S., Parkin K. L. Fennema's Food Chemistry. CRC Press, 2017.
4. Fellows P. Food Processing Technology: Principles and Practice. Woodhead Publishing, 2009.
5. Singh J., Kaur L., McCarthy O. J. Starch — Advances in Structure and Function. Elsevier, 2007.
6. Tester R. F., Karkalas J., Qi X. Starch composition and functionality. Journal of Cereal Science, 2004.
7. Hoover R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches. Carbohydrate Polymers, 2001.
8. Ratnayake W. S., Jackson D. S. Starch gelatinization. Advances in Food and Nutrition Research, 2007.

