Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 2, Issue 3, 2023 Chemistry of Goods

O'ZBEKISTONDA LAKTOZA INTOLERANSI VA LAKTOZASIZ YOGURT ISHLAB CHIQARISHDA SIFAT KO'RSATKICHLARI

НЕПЕРЕНОСИМОСТЬ ЛАКТОЗЫ В УЗБЕКИСТАНЕ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗЛАКТОЗНОГО ЙОГУРТА

LACTOSE INTOLERANCE IN UZBEKISTAN AND QUALITY INDICATORS IN THE PRODUCTION OF LACTOSE-FREE YOGURT

Qobiljon Qaxramonovich Otaxonov, *Andijon davlat universiteti*
Kimyo kafedrasi mudiri, kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent
Jamshidbek Asatillo o'g'li Habibullayev, *Andijon davlat universiteti*
Kimyoviy va oziq-ovqat texnologiyasi kafedrasi oqituvchisi
Ibrohimjon Rahmonovich Asqarov, *Andijon davlat universiteti*
Kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan ixtirochi, O'zbekiston TABOBAT Akademiyasi raisi
Nodirbek Ibragimovich Asqarov, *Andijon davlat universiteti*
Iqtisodiyot kafedrasi professori, Magistratura bo'limi boshlig'i, iqtisodiyot fanlari doktori

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol2.iss3.2023.189

Anotatsiya. *Ushbu maqolada O'zbekiston respublikasi va dunyoda laktoza intoleransi muammolari va yechimlari muhokama qilingan. Yurtimizda aholisining ko'pchilik qismi sut mahsulotlarini sevib iste'mol qiladi ayniqsa yogurt(mahalliy tilda "qatiq" nomi bilan mashxur). Biroq sut tarkibidagi laktozaning hazmi bilan bog'liq muammolar tufayli iste'molchilar o'rtasida turli xila so'gliqdagi muammolar paydo bo'ladi. Buni oldini olish va laktozasiz sifatli yogurt yetkazib berish maqsadida bu tajribada yogurt ishlab chiqarishda keng qo'llaniladigan starter(mikroorganizm) Yoflex acidifix 1.0 va Nola Fit 5500 ferment o'rtasidagi fermentatsiya jarayonlari va sifat ko'rsatkichlari taxlil qilingan.*

Аннотация. *В данной статье рассматриваются проблемы и решения непереносимости лактозы в Республике Узбекистан и мире. Большая часть населения нашей страны любит есть молочные продукты, особенно йогурт (известный как «йогурт» на местном языке). Однако из-за проблем, связанных с перевариванием лактозы в молоке, у потребителей возникают различные проблемы со здоровьем. Чтобы предотвратить это и получить качественный йогурт без лактозы, в данном эксперименте были проанализированы процессы ферментации и показатели качества между закваской (микроорганизмом) Yoflex acidifix 1.0 и ферментом Nola Fit 5500, широко используемым в производстве йогурта.*

Annotation*. This article discusses the problems and solutions of lactose intolerance in the Republic of Uzbekistan and the world. Most of the population in our country loves to eat dairy products, especially yogurt (known as "yogurt" in the local language). However, due to problems related to the digestion of lactose in milk, various health problems arise among consumers. In order to prevent this and to deliver quality yogurt without lactose, in this experiment, the fermentation processes and quality indicators between the starter (microorganism) Yoflex acidifix 1.0 and Nola Fit 5500 enzyme, widely used in yogurt production, were analyzed.*

Kalit so'zlar*: Yoflex acidifix 1.0, Nola Fit 5500, laktozasiz-yogurt, laktoza-intoleransi, sut mahsuloatlari.*

Ключевые слова*: Йофлекс ацидификс 1.0, Нола Фит 5500, безлактозный йогурт, непереносимость лактозы, молочные продукты.*

***Key words**: Yoflex acidifix 1.0, Nola Fit 5500, lactose-free yogurt, lactose intolerance, dairy products.*

Kirish. Hozirgi vaqtda laktoza qo'llanilishi sanoatning ko'plab sohalarida, shu jumladan oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatida qo'llaniladi. Oziq-ovqat sanoatining aksariyat holatlarida uning qo'llanilishi uning shirinligi va energiya manbai bo'lishiga asoslanadi. Laktoza boshqa shakarlarga qaraganda kamroq shirinlikka ega. Masalan, saxaroza laktozadan 3,3 marta shirinroq (1-jadvalga qarang). Bu shuni ko'rsatadiki, mahsulot shirinligiga juda ko'p ta'sir qilmasdan mahsulotga ko'proq laktoza qo'llanilishi mumkin. Taxminlarga ko'ra, shirinlikning yuqori kontsentratsiyasi ishtahani va ortiqcha ovqatlanish odatlarini chaqirishi mumkin va nihoyat, keyingi bosqichda shirin taomlarga bo'lgan ta'mga moyillik paydo bo'lishiga olib keladi.

1-jadval

Ba'zi shakarlarning shirinlik darajasi (sukrozaga nisbatan ¼, Schaafsma, 2008).

Shakar	Nisbiy shirinlik
Sukroza	1
Glyukoza	0.6-0.7
Maltoza	0.4-0.5
Sorboza	04
Xylaza	0.6-0.7
Laktoza	0.2-0.4
Fruktoza	13
Galaktoza	0.5-0.7

Og'iz bo'shlig'ida iste'mol qilingan shakar tishlarning emal qismini buzishi mumkin bo'lgan organik kislotalarga fermentlanadi. Boshqa shakarlar orasida laktoza kamroq shirinligi tufayli kamroq kariogen ko'rinadi va og'iz bo'shlig'ida kislota hosil bo'lishini kechiktiradi; Bundan tashqari, sutning buferlik qobiliyati laktozaning kanserogenligini kamaytiradi (Schaafsma, 2008). Bu, ayniqsa, chaqaloq formulalarida mos uglevod sifatida foydalanishda muhim omil. U oziq-ovqatning juda shirin bo'lishiga ta'sir qilmasdan, kristallangan shakar tuzilishini saqlaydi. Bundan tashqari, laktoza kamroq glisemik indeksga ega, ya'ni dietali laktozaning qonga singishi qondagi glyukoza kontsentratsiyasiga ta'sir qilmaydi. Bu bir necha omillarga bog'liq, birinchidan, laktoza ingichka ichakda to'liq hazm qilinadi va ikkinchidan, galaktoza komponenti qondagi glyukoza kontsentratsiyasini oshirishdan oldin, uning katta qismi jigarda aylanadi va u erda saqlanadi. Shuning uchun giperglikemiya va diabet bilan og'rigan odamlar insulinga nisbatan kamroq sezgir bo'lgan laktoza qo'shilgan ovqatlardan foydalanishlari mumkin (Schaafsma, 2008).

Yo'g'on ichakda hazm bo'ladigan va yo'g'on ichakda fermentlangan laktoza yo'g'on ichakda minerallarning, xususan kaltsiy va magniyning so'rilishini kuchaytirishi ko'rsatilgan (Majkovska, 2003).

Bundan tashqari, laktoza oziq-ovqat sanoatida bir nechta kam hajmli, maxsus qo’llanishlarga ega. U erkin oqadigan yoki aglomeratsiya qiluvchi vosita sifatida, ba'zi oziq-ovqatlarning ta'mini yaxshilash, qisqartirish funksiyalarini yaxshilash va pigmentlar, ta’m beruvchilar va fermentlar uchun suyultiruvchi sifatida ishlatilishi mumkin. Qandolat sanoatida Maillard reaktsiyasi orqali karamel ta’mlarini ishlab chiqarish uchun, odatda, sut oqsillari bilan, ko'pincha laktoza bilan shirinlashtirilgan

quyultirilgan sut qo'shiladi. Laktoza odatda oziq-ovqat bo'yoqlari va ta’mlarini singdirishda yordam beradi va bu xususiyatdan qandolatchilikda juda ko’p qo'llaniladi (Shendurse, 2015).

Laktoza intoleransi turi va zarar ko'rgan mamlakatlar. Sut mahsulotlari kaltsiy, oqsil, kaliy, fosfor, riboflavin va boshqa foydali oziq moddalarning juda boy manbaidir. Ayniqsa, ular Yevropa, Kanada, Amerika Qo'shma Shtatlari va boshqa ko'plab mamlakatlarda bolalarning ovqatlanishiga asosiy hissa qo'shadilar (Digestion, 2007). Biroq, ba'zi odamlar sut shakari va sut mahsulotlari tarkibidagi asosiy uglevod bo'lgan laktozani hazm qilishi genetik jihatdan cheklanganligi sababli sut mahsulotlarini hazm qilishda muammolarga duch kelishadi. Dunyo aholisining 75 foizigacha qismida ushbu kasallik borligi taxmin qilingan, ammo turli mamlakatlarda bu muammoning ahamiyati turlicha. (2-jadvalga qarang).

2-jadval

Katta yoshdagi birlamchi laktaza yetishmovchiligining tarqalishi (kattalar aholisining ulushi (Strzatkowska, 2018)

	Davlat	Katta yoshdagi birlamchi laktaza etishmovchiligining tarqalishi (%)
1	Fransiya	30-40
2	Germaniya	15-20
3	Rossiya	20-30
4	Finlandiya	15-20
5	Shvetsiya	<5
6	Gretsiya	70-80
7	Efiopiya	80-90
10	Xitoy	90-100
11	Yaponiya	95-100
12	Xindiston	60-65
14	Shimoliy Amerika, Oq tanlilar	10-15
15	Shimoliy Amerika, Qora tanilalar	65-70
16	Shimoliy Amerika, Xindular	85-90
17	Meksika	50-60
18	Urugvay	60-65
19	Janubiy Amerika, Xindular	90-100
20	Grelandiya, Eskimoslar	85-90
21	Avstraliya, Aborogenlar	80-85

Ushbu kasallik laktoza intoleransi (LI), gipolaktaziya yoki laktaza yetishmovchiligi sifatida tanilgan. Bu sut yoki sut mahsulotlarini iste'mol qilish yoki ichishdan keyin qorin shishiradi, diareya va gaz kabi bir nechta noxush oshqozon-ichak belgilariga olib kelishi mumkin (Digestion, 2007). Shunga qaramay, bu laktoza hazm qilishning yetishmasligi oshqozon-ichak trakti bilan bog'liq muammolarni keltirib chiqarmaydi. Taxminlarga ko'ra, ingichka ichakda gidrolizlanmagan laktozaning taxminan 1% qon oqimiga passiv diffuziya orqali so'riladi va keyinchalik metabolizmsiz siydik bilan chiqariladi. So'rilmagan laktozaning qolgan qismi ichakning jejunumga yetib borgach, u osmotik ta'sir ko'rsatadi, bu esa suv va natriyning ichak bo'shlig'iga ajralishiga olib keladi. Ingichka ichak tarkibining tranziti tezlashadi. Keyinchalik katta miqdordagi laktoza yo'g'on ichakka kirishi mumkin, u erda yo'g'on ichak bakteriyalari tomonidan fermentlanadi. Yo'g'on ichakka tushadigan hazm bo'lmagan laktozaning katta qismi qisqa zanjirli organik kislotalarga, vodorod, metan va karbonat angidrid gazlariga metabollanadi. Organik kislotalarning bir qismi qon oqimiga so'riladi, ba'zilari esa najas bilan chiqariladi, natijada kislotali axlat paydo bo'ladi (Digestion, 2007).

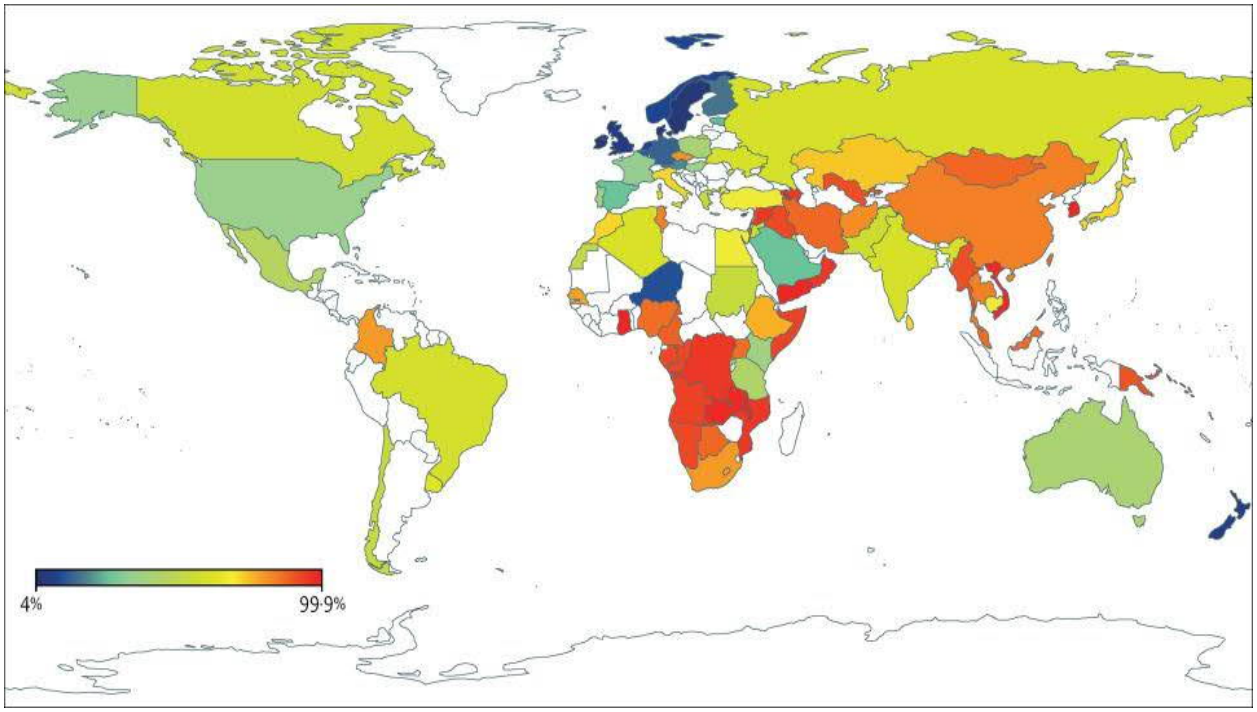
Ingichka ichak - ovqat hazm qilish va ozuqa moddalarining eng ko'p so'rilishi sodir bo'lgan organ va u laktaza deb ataladigan fermentni ishlab chiqaradigan joy. Laktaza disaxarid bo'lib, laktozani shakarning ikkita oddiy shakliga: glyukoza va galaktozaga parchalash orqali laktozaga tanlab ta'sir qiladi. Keyin tana bu oddiy shakarlarni qon oqimiga singdiradi (Pray, 2014).

Laktoza intoleransining uch turi mavjud. Hozirgacha eng keng tarqalgani - bu birlamchi laktoza intoleransi, keyin ikkinchi darajali laktoza intoleransi va nihoyat, uchinchisi - tug'ma alaktaziya, bu kam uchraydigan kasallikdir (Pray, 2014).

Birlamchi laktaza yetishmovchiligi, shuningdek, laktaza turg'unligi sifatida ham tanilgan, laktaza fermenti odatda vaqt o'tishi bilan pasayadi. Bu ko'pincha irqiy/etnik kelib chiqishiga qarab taxminan ikki yoshda sutdan ajratilgandan keyin boshlanadi. Shunga qaramay, ba'zi odamlarda u keyinroq boshlanishi mumkin. Laktaza yetishmovchiligi bo'lgan bolalar kech o'smirlik yoki voyaga yetgunga qadar laktoza intoleransi alomatlarini sezmasligi mumkin. Tadqiqotchilar ba'zi odamlar ota-onalaridan birlamchi laktaza yetishmovchiligini keltirib chiqaradigan genlarni meros qilib olishlarini aniqladilar.

Tug'ma laktaza yetishmovchiligi yoki alaktaziya - bu juda kam uchraydigan holat bo'lib, unda bolalar ingichka ichakda laktaza fermenti kam yoki bo'lmasdan tug'iladi. Ushbu kasallik ota-onadan mas'ul genlarni meros qilib olish bilan bog'liq. Bunday holda, bemorlar laktozasiz dietaga rioya qilishlari kerak, ammo ba'zilari oxir-oqibat minimal laktaza faolligini rivojlanishi mumkin (Pray, 2014).

Ikkilamchi laktaza yetishmovchiligi vaqtinchalik holat bo'lib, ko'pincha laktaza ichakka chiqariladigan ichak shilliq qavatiga zarar yetkazadigan har qanday atrof-muhit omillari tufayli yuzaga keladi. Shuning uchun bu kasallikning paydo **bo'lishi** uchun aniq yosh yo'q. Ikkilamchi laktaza etishmovchiligining asosiy sabablari yuqumli diareya, giardia va askariya parazitlari, Kron kasalligi, çölyak kasalligi kabi yallig'lanishli ichak kasalliklari va oshqozon-ichak traktidagi jarrohlik, radiatsiya davolash va ba'zi dorilarni qabul qilishdan keyin qoladigan boshqa ta'sirlardir. aspirin, steroid bo'lmagan yallig'lanishga qarshi dorilar va antibiotiklar kabi. Ikkilamchi laktaza etishmovchiligining sababini davolash bilanoq bemor odatdagi holatiga qaytishi mumkin (Pray, 2014)



1-rasm Turli mamlakatlarda laktoza malabsorbtsiyasining tarqalishi barcha usullar bilan baholanadi (Storhaug, 2017)

Tug'ma nuqsoni bo'lgan chaqaloqlar bundan mustasno, deyarli har bir chaqaloq ona sutidan kelib chiqadigan laktoza hazm qilish uchun yuqori laktaza darajasiga ega. Ko'pgina irqiy/etnik guruhlarda sutdan ajratilgandan keyin laktaza faolligi pasayadi. Ba'zi olimlar bu hodisani genetika va evolyutsiya nuqtai nazaridan tushuntirishga harakat qilishdi.

Eng samarali yechim. Laktoza intoleransi belgilarining oldini olishning asosiy usullaridan biri laktozasiz sut mahsulotlarini iste'mol qilishdir. Laktozasiz yoki laktoza kamaytirilgan sut mahsulotlari ozuqaviy jihatdan oddiy mahsulotlar bilan bir xil. U boshlang'ich starter deb ataladigan bakteriyalar tomonidan ishlab chiqariladi. Yogurt ishlab chiqarishda asosan Lactobacillus bulgaricus va Streptococcus thermophilus aralashmasi qo'llaniladi (Wolf va boshq., 2015). Bundan tashqari, boshqa laktobakteriyalar va bifidobakteriyalar ba'zan yogurt yetishtirish paytida yoki undan keyin qo'shiladi. Yogurt tabiiy ravishda Ca va K ning ekspressiv tarkibini o'z ichiga oladi va u yuqori sifatli protein manbai bo'lib, to'yinganlikni ta'minlaydi va mushaklarning o'sishi va suyak salomatligini yaxshilaydi (Souza va boshq., 2018). Bundan tashqari, har kuni yogurt iste'mol qilish odatda saraton kasalligidan himoya qilish, immunitetni oshirish va qonda xolesterinni kamaytirish kabi foydali ta'sirlar bilan bog'liq. Ayniqsa, laktoza intoleransi bo'lgan odamlar sut mahsulotlarini iste'mol qilishning muqobil usuli sifatida laktozasiz yogurtlarni qidirmoqdalar. Laktozasiz yogurt ishlab chiqarishning taktikalaridan biri fermentativ usullar bilan laktoza gidrolizidir. b-galaktozidaza (laktaza) laktozaning glyukoza va galaktozaga gidrolizlanishini katalizlovchi fermentdir. Glikoliz natijasida bir mol glyukoza nazariy jihatdan jarayon davomida ikki mol ATP shaklida hujayra ichidagi energiya ishlab chiqarish bilan birga ikki mol sut kislotasiga aylanadi. S. thermophilus, L. delbrueckii subsp. bulgaricus va L. acidophilus bu reaktsiyalarni gomofermentativ metabolik yo'lga ko'ra boshqaradi. Fermentni o'simliklar, hayvonlar, xamirturushlar, zamburug'lar va bakteriyalardan ajratib olish mumkin. Bu laktoza intoleransi bo'lgan aholi uchun oziq-ovqat va sut sanoatida laktoza kamaytirilgan mahsulotlarni ishlab chiqarishda potentsial ahamiyatga ega (Souza va boshq., 2018)

Yogurtning reologik xususiyatlari, masalan, yopishqoqlik, silliqlik va qalinlik va stressga strukturaviy qarshilik iste'molchilar tomonidan qabul qilinishini aniqlash uchun muhim atributlardir va bugungi kunda bu xususiyatlar sog'liq uchun ma'lum foydalar bilan birga keladi (Ebrahimi va boshq., 2015). Reologiya - bu oziq-ovqat materiallarining oqimi va deformatsiyasini o'z ichiga olgan kompozit bilimdir (Ebrahimi va boshq., 2015). Ushbu xususiyatlarni tushunish an'anaviy yogurt va laktozasiz yogurt o'rtasidagi reologiyani solishtirishga yordam beradi. Oxir-oqibat, bizni laktozasiz yogurtni yaxshiroq tekstura, barqarorlik va jarayon dizayni bilan yaratishga olib keladi

Material va metodika.

Yogurt ishlab chiqarish. Pasterizatsiya qilingan sut mahalliy bozordan sotib olindi (yog'liligi 2,5%, Tukuma piens Ltd., Latviya). Dastlab sigir suti (pH 6,70±0,05) pasterizatsiya qilingan (5 daqiqa davomida 95,0±1,0 C), 40 °C gacha tez sovutilgan va fermentning turli konsentrasiyalarini qo ‘shish uchun beshta stakanga (uch marta) bo ‘lingan. (NOLA™ Fit 5500) va bir xil miqdordagi boshlang'ich starter(mikroorganizm) (YoFlex Acidifix 1.0). Tadqiqotda foydalanilgan ferment kontsentratsiyasi quyidagicha edi: 0 (A - nazorat namunasi), 500 (B); 1000 (C); 1500 (D) va 2000 (E) BLU L-1. Har bir namunaga bir vaqtning o'zida ferment va boshlang'ich starter qo'shildi. Barcha stakanlar termostatda (Inkubator IN55, Memmert, Germaniya) 40±1 °C da 5,0±0,5 soat davomida pH 4,8±0,1 ga yetguncha inkubatsiya qilindi. Shundan so'ng, namunalar aralashtiriladi va 5 ± 1 ° C gacha sovutiladi. Keyin, yogurt solingan stakanlar usti berkitilib, tahlil qilishdan oldin 24 soat davomida 5±1 °C da saqlanadi (KHabibullaev va boshq., 2019).

Rheological tahlillar. Yopishqoqlik. Yopishqoqlik DV-III Ultra Programmable Reometer (Brookfield Engineering Laboratories Inc., AQSh) yordamida o'lchandi, 2.4-rasmga qarang. Yogurt bir kechada 5 °C da tindirilgandan keyin kichik namuna ushlagichiga o'tkazildi. SC4-16 milning aylanish tezligi 10 min-1 ga o'rnatildi. Ma'lumotlar Rheocalc V2.6.: Reometr dasturida shpindel aylanishi boshlanganidan 10 s keyin qayd etilgan. Yopishqoqlik har safar yangi yogurt namunasi yordamida 5 marta o'lchandi.

Tekstura tahlili. TA.HD Plus (Stable Micro Systems, Buyuk Britaniya) yogurtlarning qattiqlik, mustahkamlik, yopishqoqlik kabi tekstura xususiyatlarini tahlil qilish uchun ishlatilgan. Yagona siqish sinovi orqa ekstruziya xujayrasi diski yordamida amalga oshirildi (A/BE; diametri 35 mm; masofa 30 mm; sinovdan oldingi tezlik 1,00 mm s-1; sinov tezligi 1,00 mm s-1; sinovdan keyingi tezlik 10,00 mm s-1 ; tetik kuchi 0,098 N) va 50 kg yuk xujayrasi bilan uzatma paneli. Barcha ma'lumotlar keyingi tahlil qilish uchun Exponent 32 Software tomonidan avtomatik ravishda kompyuterda to'plangan.

Mikrostruktura xarakteristikasi. Yogurt namunalarining mikro tuzilishini o'rganish va nazorat qilish uchun yorug'lik mikroskopi (LEICA DM 3000 LED, Leica Microsystems, Germaniya) qo'llanildi. Mikroskop 10 × va 20 × kattalashtirishga ega ikkita ob'ektivdan iborat bo'lib, raqamli suratga olish va ularni kompyuterda saqlash uchun LEICA DFC290 HD kamerasi bilan birlashtirilgan. Kompyuterning LAS V4.2 dasturi suratlardagi yogurt namunalari yuzasida zardob cho'ntaklarini o'lchash uchun ishlatilgan.

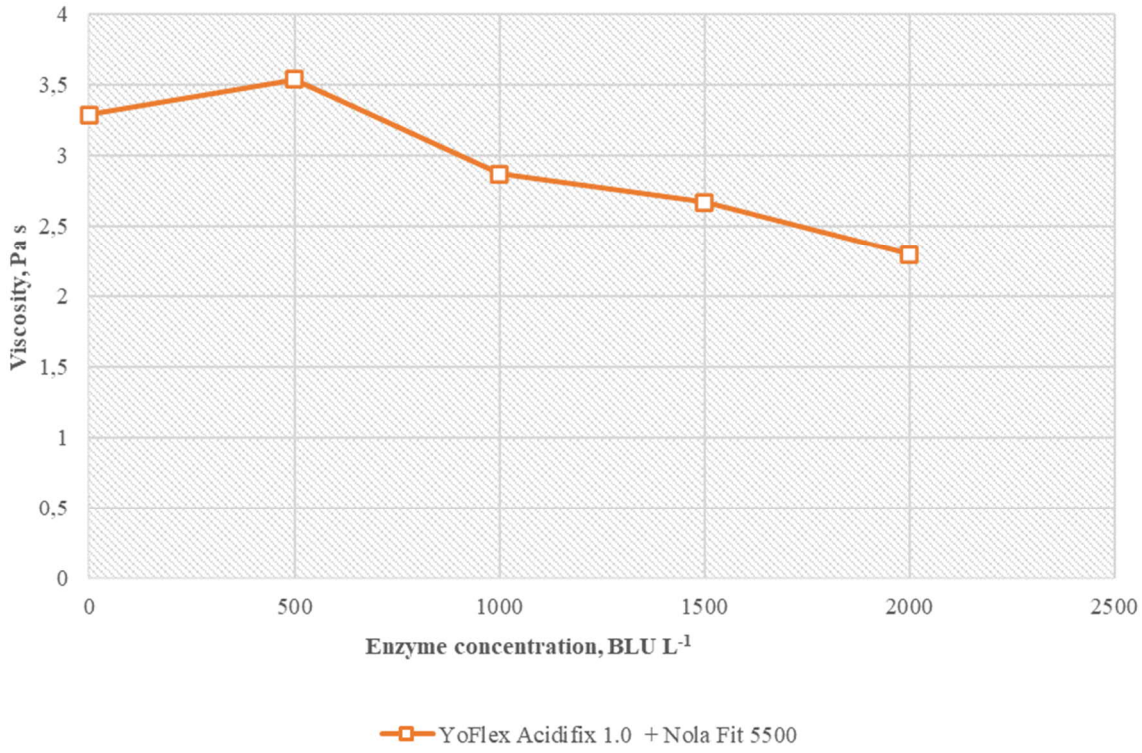
Ma'lumotlarni qayta ishlash / Statistik tahlil. Dispersiya tahlili (ANOVA) Statistical 10.0 dasturi (Stat Soft. Inc., Tulsa, AQSH) yordamida amalga oshirildi va parametrlarning o‘rtacha taqqoslashlari Dunkan-testi yordamida amalga oshirildi, muhimlik darajasi 0,05 ga teng.

Olingan natijalar va muhokamalar

Yogurtlarning reologik, teksturaviy va mikrostrukturaviy xususiyatlari bevosita iste'molchilarning mahsulotni qabul qilinishi bilan bog'liq. Yogurt, ishlab chiqarish jarayonida sutning konsentratsiyasi, tarkibi va dastlabki ishlovi (ayniqsa issiqlik bilan ishlov berish), boshlang'ich starter va inkubatsiya sharoitlari kabi bir qancha omillarga asoslangan murakkab xatti-harakatlarni namoyish etadi (Bonfim, 2017).

Birinchidan, YoFlex Acidifix 1.0 va Nola Fit 5500 kombinatsiyalari sezilarli darajada pastroq yopishqoqlik qiymatlarni ko'rsatdi (2-rasmga qarang).

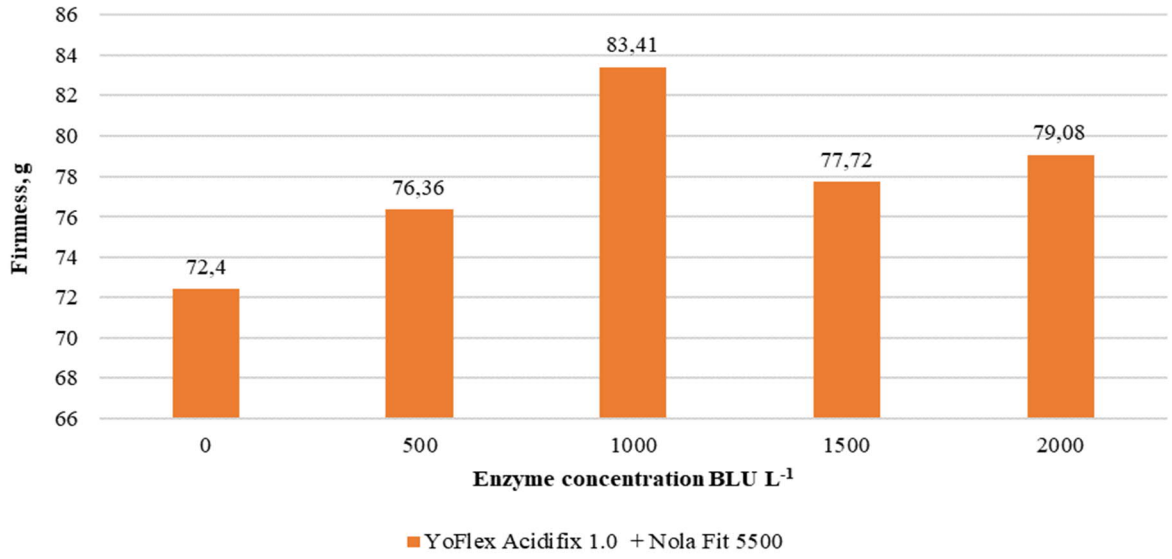
Boshqa tomondan, starterlar YoFlex Acidifix 1.0 ferment kontsentratsiyasidagi o'zgarishlarga yuqori darajada ta'sir ko'rsatdi. Yopishqoqlik birinchi navbatda eng past ferment kontsentratsiyasida eng yuqori (500 BLU L-1) darajada oshdi va keyinchalik namunalarda ferment konsentratsiyasi ortishi bilan bir vaqtning o'zida kamaydi($p < 0,05$). Standart namuna esa yopishqoqlik xususiyati bo'yicha ikkinchi o'rinda qayd etildi. Olingan natijalar orqali xulosa qilish mumkinki ferment konsentratsiyasi va yopishqoqlik xususiyati o'rtasida uzviq bog'liqlik mavjud.



2 –rasm. Yogurt yopishqoqligi

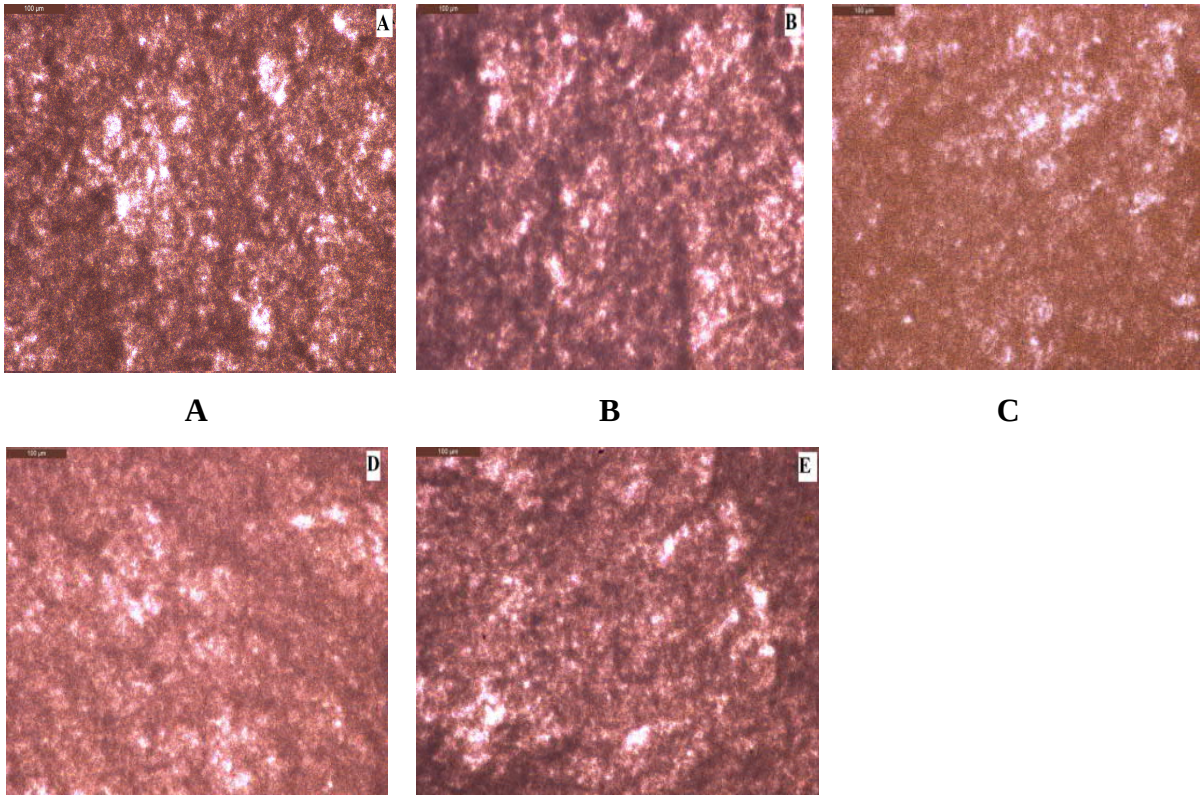
Yogurtning teksturaviy xossalari. Ko'rib chiqilishi kerak bo'lgan yogurtning muhim xususiyatlari - bu teksturaviy xususiyatlar. Yogurt namunalarining teksturaviy xususiyatlari quyida keltirilgan (3.14-rasmga qarang).

Qattiqlik natijalari namunalar orasida sezilarli farqlar mavjudligini ko'rsatdi ($p < 0,05$). Standart namunadan boshlab ferment konsentratsiyasi 1000 BLU L gacha bo'lgan namunalarda doimiy o'sish kuzatildi va keying namunadan boshlab (1500 BLU L) qattiqlik pasaya boshladi. Lekin so'ngi namunalar orasida sezilari farq kuzatilmagan. Bu shuni ko'rsatadiki ferment meyorining ortib ketishi yogurtning tashqi bosimga bardoshlilik xususiyatlarini kamaytiradi.



3 - rasm. Yogurtning qattiqlik xususiyatlari.

Yogurt namunalarining mikrostruktur tuzilishi. Yogurt namunalarining mikrostrukturaviy xossalari natijalari rasmlarda keltirilgan.YoFlex Acidifix 1.0 namunalarida deyarli bir xil ko'rsatkich qayd etilgan. Zardob donachalari kamligi yogurtning sifat ko'rsatkichi yuqoriligini bildiradi.



4 -rasm. Yogurt namunalarining mikroskopik tasvirlari (YoFlex Acidifix 1.0 + Nola Fit 5500) A - Nazorat namunasi; B – 500 BLU L-1; C – 1000 BLU L-1; D – 1500 BLU L-1; E – 1500 BLU L-1 (barcha tasvirlar 100 mkm dan kichik)

Xromatograf natijalariga ko’ra fermentatsiya jarayonidan keyin xar bir namunada laktoza to’liq parchalangan. (standart namunadan tashqari.

Xulosa.

1. Ferment va uning konsentratsiyasi yopishqoqlikka sezilarli ta'sir ko'rsatadi (p <0,05). Boshlang'ich starterdan qat'i nazar, Nolat Fit 5500 ning eng past konsentratsiyasi (500 BLU L-1) bo'lgan namunalarda yuqori yopishqoqlik aniqlandi.
2. Yo-Flex Acidifix 1.0 bilan fermentlangan namunalarda sezilarli darajada yuqori qattiqlik (p <0,05) aniqlandi. Nola Fit 5000 ning yuqori konsentratsiyasi pastroq ko'rsatkichlarda aks ettirilgan
3. Starter va ferment kontsentratsiyasi yogurtning mikro tuzilishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi (p <0,05). YoFlex Acidifix 1.0 bilan tayyorlangan namunalarda yaxshi natijalarga erishildi.
4. Barcha gidrolizlangan namunalarda laktoza kontsentratsiyasi 0,01% dan past bo'lganligi sababli, mahsulotni laktozasiz yogurt deb hisoblash mumkin. Shu bilan birga, hosil bo'lgan birikmalar konsentratsiyada bir oz farq qiladi. Laktozasiz yogurtlarning shirinligi oshganligi sababli, tijorat aromali yogurtlarni tayyorlash uchun qo'shilgan shakar miqdori kamayishi mumkin, bu esa yanada sog'lom mahsulotlarni ishlab chiqarishga olib keladi.

В настоящее время лактоза используется во многих отраслях промышленности, включая пищевую и фармацевтическую. В большинстве случаев в пищевой промышленности его использование основано на его сладости и на том, что он является источником энергии. Лактоза менее сладкая, чем другие сахара. Например, сахароза в 3,3 раза слаще лактозы (см. табл. 1). Это указывает на то, что в продукте можно использовать больше лактозы без слишком большого влияния на сладость продукта. Предполагается, что высокие концентрации сладкого могут вызывать аппетит и привычку переедать и в конечном итоге приводить к развитию вкусового предпочтения сладкой пищи на более позднем этапе.

Таблица 1

Степень сладости некоторых сахаров (¼ по сравнению с сахарозой , Schaafsma, 2008).	
Сахар	Относительная сладость
сахароза	1
Глюкоза	0,6-0,7
Мальтоза	0,4-0,5
Сорбоза	04
Ксилаза	0,6-0,7
лактоза	0,2-0,4
Фруктоза	13
Галактоза	0,5-0,7

Употребляемый в ротовой полости сахар ферментируется в органические кислоты, способные разрушать эмаль зубов. Среди других сахаров лактоза оказывается менее кариесогенной из-за меньшей сладости и задерживает образование кислоты в ротовой полости; Кроме того, буферная способность молока снижает канцерогенность лактозы (Schaafsma, 2008). Это важный фактор, особенно при использовании в качестве подходящего углевода в детских смесях. Он сохраняет структуру кристаллизованного сахара, не делая пищу слишком сладкой. Кроме того, лактоза имеет низкий гликемический индекс, а это означает,

что всасывание пищевой лактозы в кровь не влияет на концентрацию глюкозы в крови. Это зависит от нескольких факторов, во-первых, лактоза полностью переваривается в тонком кишечнике, а во-вторых, до того, как галактозный компонент повысит концентрацию глюкозы в крови, большая ее часть циркулирует в печени и запасается там. Поэтому люди с гипергликемией и диабетом могут употреблять продукты с добавлением лактозы, менее чувствительные к инсулину (Schaafsma, 2008).

Было показано, что лактоза, которая переваривается в толстой кишке и ферментируется в толстой кишке, улучшает абсорбцию минералов, особенно кальция и магния, в толстой кишке (Majkowska, 2003).

Кроме того, лактоза имеет несколько небольших специальных применений в пищевой промышленности. Его можно использовать в качестве сыпучего или агломерирующего агента, для улучшения вкуса некоторых пищевых продуктов , для улучшения восстановительных функций, а также в качестве разбавителя для пигментов, ароматизаторов и ферментов. В кондитерской промышленности сгущенное молоко, обычно подслащенное молочными белками, часто лактозой, добавляют для получения карамельных ароматизаторов посредством реакции Майяра. Лактоза обычно помогает поглощать пищевые красители и ароматизаторы, и это свойство широко используется в кондитерских изделиях (Shendurse, 2015).

Типы непереносимости лактозы и пораженные страны. Молочные продукты являются очень богатым источником кальция, белка, калия, фосфора, рибофлавина и других полезных питательных веществ. В частности, они вносят основной вклад в питание детей в Европе, Канаде, США и многих других странах (Digestion, 2007). Однако у некоторых людей возникают проблемы с перевариванием молочных продуктов, потому что они генетически ограничены в способности переваривать молочный сахар и лактозу, основной углевод в молочных продуктах. Подсчитано, что этим заболеванием страдает до 75 процентов населения мира, но важность этой проблемы варьируется от страны к стране. (См. Таблицу 2).

Таблица 2

Распространенность первичной лактазной недостаточности у взрослых (в процентах от взрослого населения (Strzatkowska, 2018)		
	Состояние	Распространенность первичной лактазной недостаточности у взрослых (%)
1	Франция	30-40
2	Германия	15-20
3	Россия	20-30
4	Финляндия	15-20
5	Швеция	<5
6	Греция	70-80
7	Эфиопия	80-90
10	Китай	90-100
11	Япония	95-100
12	Индия	60-65

14	Северная Америка, Белые люди	10-15
15	Северная Америка, чернокожие	65-70
16	Северная Америка, индусы	85-90
17	Мексика	50-60
18	Уругвай	60-65
19	Южная Америка, индусы	90-100
20	Гренландия, эскимосы	85-90
21	Австралия, аборигены	80-85

Это заболевание известно как непереносимость лактозы (ЛИ), гиполактазия или недостаточность лактазы. Это может привести к ряду неприятных желудочно-кишечных симптомов, таких как вздутие живота, диарея и газы после еды или питья молока или молочных продуктов (Пищеварение, 2007). Тем не менее, отсутствие переваривания лактозы не вызывает проблем с желудочно-кишечным трактом. Подсчитано, что примерно 1% негидролизованной лактозы в тонком кишечнике всасывается в кровоток путем пассивной диффузии и затем выводится с мочой без метаболизма. Когда остальная часть неабсорбированной лактозы достигает тощей кишки, она оказывает осмотический эффект, вызывающий выброс воды и натрия в полость кишечника. Транзит содержимого тонкой кишки ускоряется. Затем большие количества лактозы могут попасть в толстую кишку, где она ферментируется бактериями толстой кишки. Большая часть непереваренной лактозы, попадающей в толстый кишечник, метаболизируется до короткоцепочечных органических кислот, водорода, метана и углекислого газа. Часть органических кислот всасывается в кровоток, а часть выводится с калом, что приводит к кислому стулу (Пищеварение, 2007).

Тонкая кишка – это орган, в котором происходит большая часть переваривания и всасывания питательных веществ, и здесь вырабатывается фермент лактаза. Лактаза — это дисахарид, который избирательно действует на лактозу, расщепляя лактозу на две простые формы сахара: глюкозу и галактозу. Затем организм всасывает эти простые сахара в кровоток (Pray, 2014).

Существует три типа непереносимости лактозы. Безусловно, наиболее распространенной является первичная непереносимость лактозы, за ней следует вторичная непереносимость лактозы и, наконец, третья — врожденная алактазия, которая является редким заболеванием (Pray, 2014).

Существует три типа непереносимости лактозы. На сегодняшний день наиболее распространенной является первичная непереносимость лактозы, за которой следует вторичная непереносимость лактозы, и, наконец, третья — врожденная алактазия, которая является редким заболеванием (Pray, 2014).

При первичной недостаточности лактазы, также известной как застой лактазы, фермент лактазы обычно снижается с течением времени. Это часто начинается после отлучения от груди в возрасте около двух лет, в зависимости от расы / этнической принадлежности. Однако у некоторых людей это может начаться позже. У детей с лактазной недостаточностью симптомы непереносимости лактозы могут отсутствовать до позднего подросткового или

взрослого возраста. Исследователи обнаружили, что некоторые люди наследуют от своих родителей гены, вызывающие первичную лактазную недостаточность.

Врожденная недостаточность лактазы, или алактазия, является очень редким заболеванием, при котором дети рождаются с небольшим количеством фермента лактазы или без него в тонкой кишке. Это заболевание связано с наследованием ответственных генов от родителей. В этом случае пациенты должны соблюдать безлактозную диету, но у некоторых со временем может развиться минимальная активность лактазы (Pray, 2014).

Вторичная лактазная недостаточность – это временное состояние, которое часто вызывается какими-либо факторами окружающей среды, повреждающими слизистую оболочку кишечника, где лактаза секретируется в кишечник. Таким образом, нет определенного возраста для **начала этого заболевания.** Основными причинами вторичной лактазной недостаточности являются инфекционная диарея, паразитарные лямблии и аскариды, воспалительные заболевания кишечника, такие как болезнь Крона, глютеновая болезнь, и другие последствия, остающиеся после операций на желудочно-кишечном тракте, лучевой терапии и приема некоторых лекарств. таких как аспирин, нестероидные противовоспалительные препараты и антибиотики. Как только причина вторичной недостаточности лактазы будет устранена, пациент может вернуться к нормальной жизни (Pray, 2014).

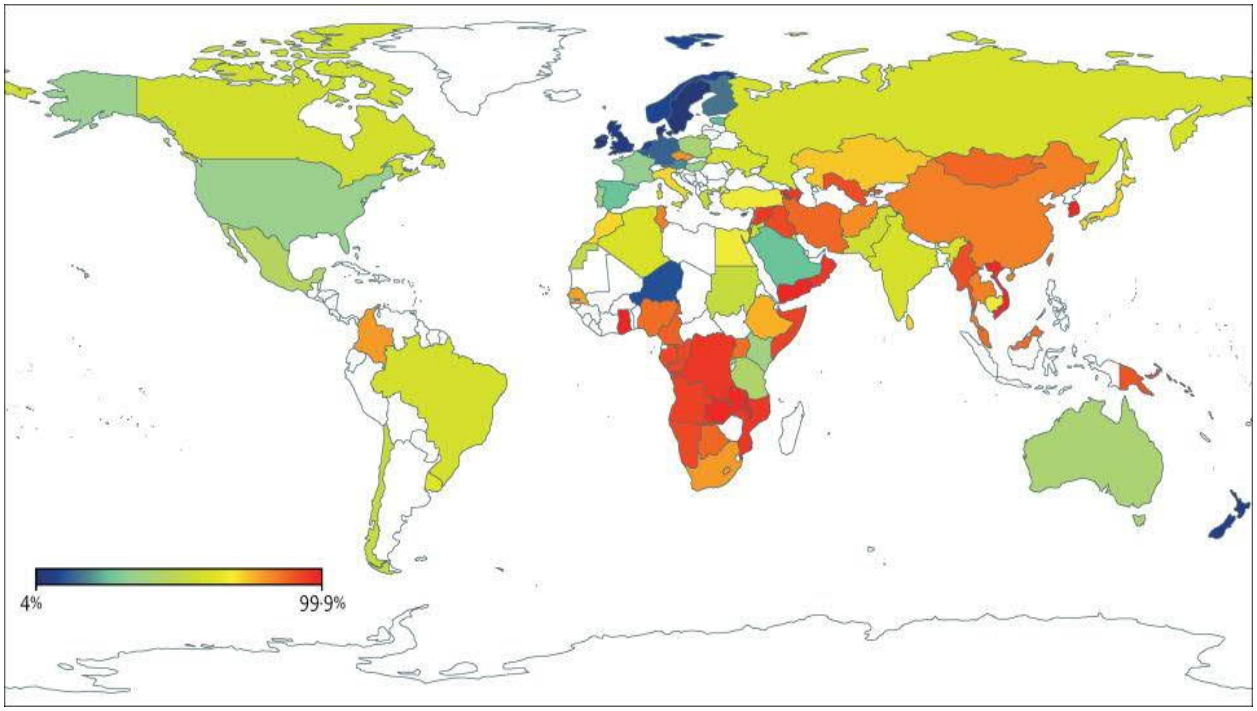


Рисунок 1 Распространенность мальабсорбции лактозы в разных странах, оцененная всеми методами (Storhaug, 2017)

За исключением детей с врожденными дефектами, почти каждый ребенок имеет высокий уровень лактазы для переваривания лактозы из грудного молока. Активность лактазы снижается после отлучения от груди в большинстве расовых/этнических групп. Некоторые ученые пытались объяснить это явление с точки зрения генетики и эволюции.

Самое эффективное решение . Одним из основных способов предотвращения симптомов непереносимости лактозы является употребление безлактозных молочных продуктов. Безлактозные молочные продукты или молочные продукты с пониженным

содержанием лактозы по своей питательной ценности идентичны обычным продуктам. Он вырабатывается бактериями, называемыми закваскаами. Смесь Lactobacillus bulgaricus и Streptococcus thermophilus в основном используется при производстве йогурта (Wolf et al., 2015). Кроме того, во время или после ферментации йогурта иногда добавляют другие лактобактерии и бифидобактерии. Йогурт, естественно, содержит выразительную композицию Ca и K и является высококачественным источником белка, который способствует насыщению и улучшает рост мышц и здоровье костей (Souza et al., 2018). Кроме того, ежедневное потребление йогурта обычно связано с такими полезными эффектами, как защита от рака, повышение иммунитета и снижение уровня холестерина в крови. В частности, люди с непереносимостью лактозы ищут безлактозные йогурты в качестве альтернативы молочным продуктам. Одной из тактик производства безлактозного йогурта является гидролиз лактозы ферментативными методами. β-галактозидаза (лактаза) представляет собой фермент, катализирующий гидролиз лактозы на глюкозу и галактозу. В результате гликолиза один моль глюкозы теоретически превращается в два моля молочной кислоты с образованием в процессе внутриклеточной энергии в виде двух молей АТФ. S. thermophilus, L. delbrueckii subsp. bulgaricus и L. acidophilus контролируют эти реакции по гомоферментативному метаболическому пути. Ферменты могут быть выделены из растений, животных, дрожжей, грибов и бактерий. Это имеет потенциальную ценность при производстве продуктов с пониженным содержанием лактозы в пищевой и молочной промышленности для населения с непереносимостью лактозы (Souza et al., 2018).

Реологические свойства йогурта, такие как вязкость, гладкость и толщина, а также структурная устойчивость к нагрузкам, являются важными атрибутами, определяющими приемлемость для потребителей, и в настоящее время эти свойства сопровождаются определенной пользой для здоровья (Ebrahimi et al., 2015). Реология — это сложное знание, которое включает течение и деформацию пищевых материалов (Ebrahimi et al., 2015). Понимание этих свойств может помочь вам сравнить реологию между обычным йогуртом и йогуртом без лактозы. В конечном итоге это привело нас к созданию безлактозного йогурта с лучшей текстурой, стабильностью и технологической структурой.

Материал и методика.

Производство йогурта . Пастеризованное молоко было закуплено на местном рынке (жирность 2,5%, Tukuma piens Ltd., Латвия). Первоначально коровье молоко (pH 6,70±0,05) пастеризовали (95,0±1,0°C в течение 5 мин), быстро охлаждали до 40°C и разделяли на пять чашек (три раза) для добавления различных концентраций фермента. (NOLA™ Fit 5500) и такое же количество закваски (микроорганизма) (YoFlex Acidifix 1.0). Концентрации фермента, используемые в исследовании, были следующими: 0 (А - контрольный образец), 500 (Б); 1000 (С); 1500 (Д) и 2000 (Э) БЛУ Л-1. В каждую пробу одновременно добавляли фермент и исходную закваску. Все стаканы инкубировали в термостате (Incubator IN55, Memmert, Германия) при 40±1°C в течение 5,0±0,5 ч до достижения pH 4,8±0,1. После этого образцы перемешивали и охлаждали до 5 ± 1 °C. Затем стаканчики с йогуртом закрывали крышками и хранили при температуре 5±1 °C в течение 24 ч до анализа (Хабибуллаев и др., 2019).

Реологические анализы. Липкость. Вязкость измеряли с помощью ультрапрограммируемого реометра DV-III (Brookfield Engineering Laboratories Inc., США), см. рис. 2.4. После охлаждения в течение ночи при 5 °C йогурт переносили в небольшой держатель для образцов. Скорость шпинделя SC4-16 была установлена на 10 мин-1. Данные были записаны в Rheocalc V2.6.: Rheometer software через 10 с после начала вращения шпинделя. Вязкость измеряли 5 раз, каждый раз используя образец свежего йогурта.

Текстурный анализ. TA.HD Plus (Stable Micro Systems, Великобритания) использовали для анализа текстурных свойств йогуртов, таких как твердость, консистенция,

вязкость. Однократное испытание на сжатие было выполнено с использованием заднего диска экструзионной камеры (A/BE; диаметр 35 мм; расстояние 30 мм; скорость перед испытанием 1,00 мм с-1; скорость испытания 1,00 мм с-1; скорость после испытания 10,00 мм с-1; усилие срабатывания 0,098 Н) и передающей панели с датчиком нагрузки 50 кг . Все данные были автоматически собраны на компьютере программным обеспечением Exponent 32 для дальнейшего анализа.

Характеристика микроструктуры. Для изучения и контроля микроструктуры образцов йогурта использовали световой микроскоп (LEICA DM 3000 LED, Leica Microsystems, Германия). Микроскоп состоит из двух объективов с 10-кратным и 20-кратным увеличением в сочетании с HD-камерой LEICA DFC290 для получения цифровых фотографий и их сохранения на компьютере. Компьютерное программное обеспечение LAS V4.2 использовалось для измерения сывороточных карманов на поверхности образцов йогурта на изображениях.

Обработка данных / Статистический анализ. Дисперсионный анализ (ANOVA) проводили с использованием программного обеспечения Statistical 10.0 (Stat Soft. Inc., Талса, США), а средние сравнения параметров выполняли с использованием критерия Дункана с уровнем значимости 0,05.

Полученные результаты и обсуждение

Реологические, текстурные и микроструктурные свойства йогуртов напрямую связаны с потребительским восприятием продукта. Йогурт демонстрирует сложное поведение, зависящее от нескольких факторов, таких как концентрация, состав и начальная обработка (особенно термическая обработка), исходная закваска и условия инкубации молока во время производства (Bonfim, 2017).

Во-первых, комбинация YoFlex Acidifix 1.0 и Nola Fit 5500 показала значительно более низкие значения вязкости (см. рис. 2).

С другой стороны, на стартеры YoFlex Acidifix 1.0 сильно влияли изменения концентрации ферментов. Вязкость сначала увеличивалась до максимального уровня (500 BLU л-1) при наименьшей концентрации фермента, а затем снижалась одновременно с увеличением концентрации фермента в образцах ($p < 0,05$). Стандартный образец был записан на второе место по показателю вязкости. На основании полученных результатов можно сделать вывод о наличии тесной связи между концентрацией фермента и вязкостными свойствами.

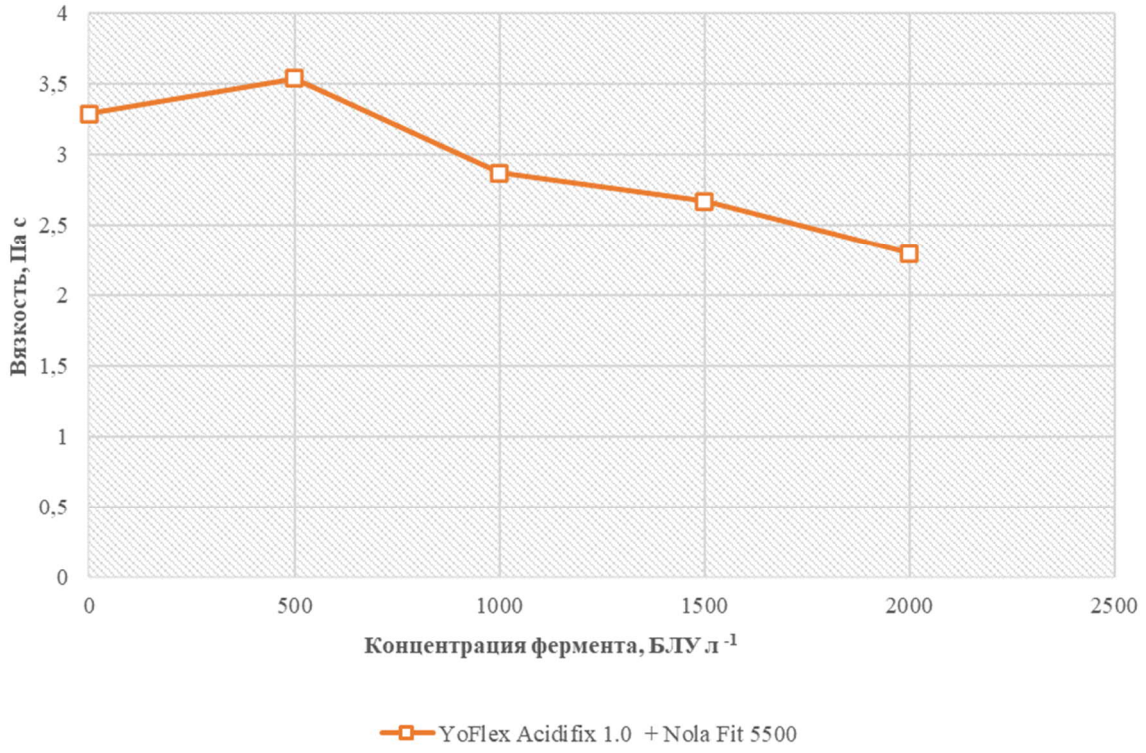
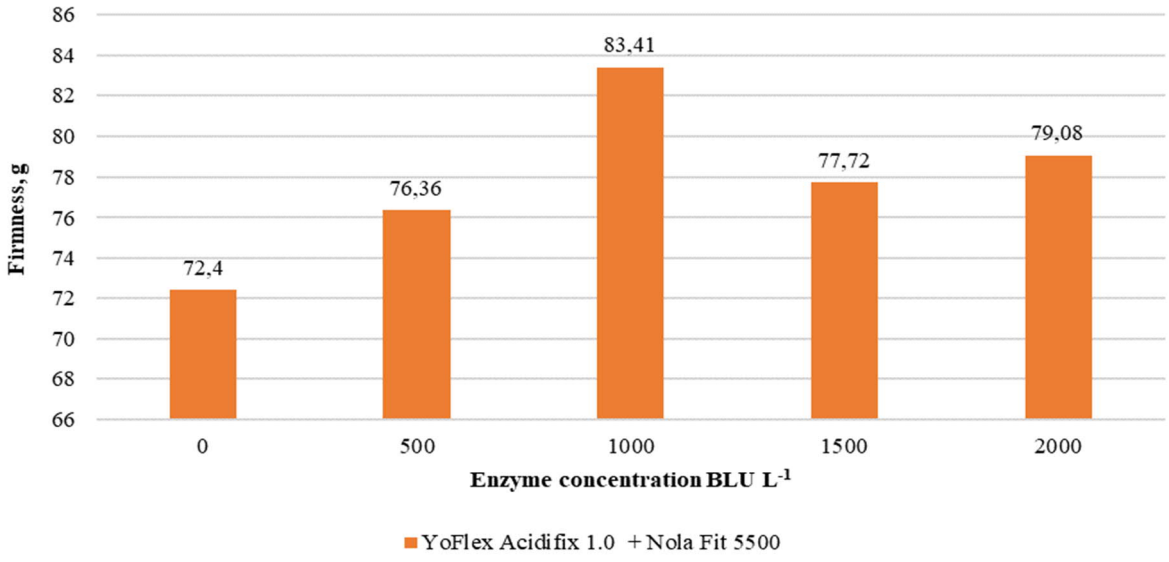


Рис. 2. Вязкость йогурта

Текстурные свойства йогурта. Наиболее важными свойствами йогурта, которые следует учитывать, являются текстурные свойства. Текстурные характеристики образцов йогурта показаны ниже (см. рис. 3.14).

Результаты по твердости показали, что между образцами были значительные различия ($p < 0,05$). Начиная со стандартного образца, в образцах с концентрацией фермента до 1000 BLU л наблюдался непрерывный рост, а начиная с ключевого образца (1500 BLU л) твердость начала снижаться. Но существенной разницы между последними образцами не было. Это показывает, что увеличение соотношения ферментов снижает способность йогурта выдерживать внешнее давление.



3 - картинка. Жесткость йогурта.

Микроструктурный состав образцов йогурта. Результаты микроструктурных свойств образцов йогурта представлены на снимках Практически такой же показатель зафиксирован у образцов YoFlex Acidifix 1.0. Чем меньше частиц сыворотки, тем выше качество йогурта.

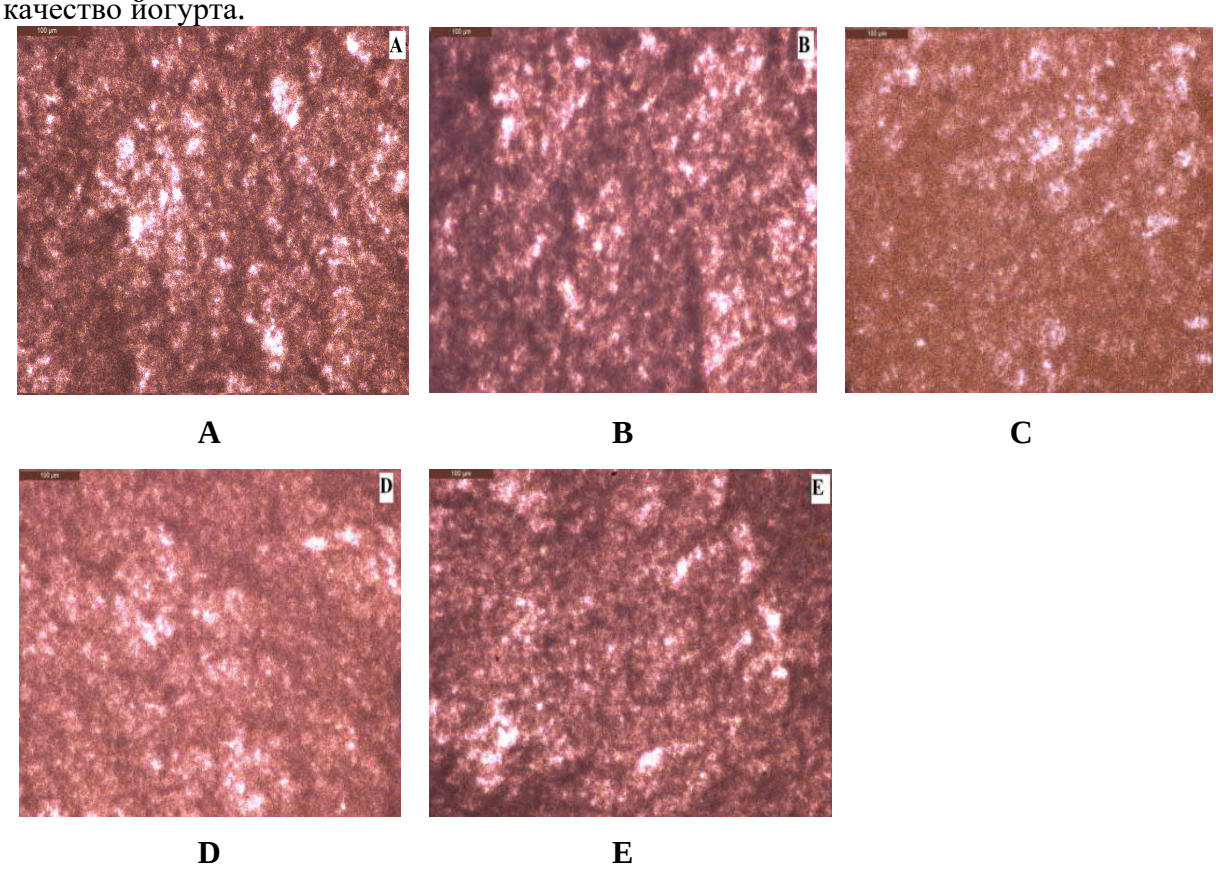


Рисунок 4 . Йогурт образцов микроскопический изображения (YoFlex Ацидификс 1.0 + Нола Подходит для модели 5500) А — управление образец _ Б – 500 синих Л -1; С – 1000 синих Л -1; Д – 1500 СИН Л -1; Э – 1500 СИН Л -1 (все изображения 100 мкм от маленький)

По результатам хроматографии лактоза полностью разложилась в каждом образце после процесса ферментации. (кроме стандартного образца.

Заключение

1. Фермент и его концентрация оказывают существенное влияние на адгезию ($p < 0,05$). Независимо от исходной закваски образцы с наименьшей концентрацией Nolat Fit 5500 (500 BLU L-1) показали более высокую вязкость.
2. Значительно более высокая жесткость ($p < 0,05$) была обнаружена у образцов, ферментированных Yo-Flex Acidifix 1.0. Более высокая концентрация Nola Fit 5000 отражается на более низких показателях.
3. Концентрации закваски и фермента оказывают значительное влияние на микроструктуру йогурта ($p < 0,05$). Хорошие результаты были получены на образцах, приготовленных с помощью YoFlex Acidifix 1.0.
4. Поскольку концентрация лактозы во всех гидролизованных образцах ниже 0,01%, продукт можно считать безлактозным йогуртом. При этом полученные соединения незначительно различаются по концентрации. Из-за повышенной сладости безлактозных йогуртов количество сахара, добавляемого для приготовления

коммерческих ароматизированных йогуртов, может быть уменьшено, в результате чего получаются более полезные для здоровья продукты.

Lactose is currently used in many industries, including the food and pharmaceutical industries. In most cases of the food industry, its use is based on its sweetness and being a source of energy. Lactose has less sweetness than other sugars. For example, sucrose is 3.3 times sweeter than lactose (see Table 1). This indicates that more lactose can be used in the product without too much effect on the sweetness of the product. It is hypothesized that high concentrations of sweetness may trigger appetite and overeating habits, and ultimately lead to the development of a taste preference for sweet foods at a later stage.

Table 1

The degree of sweetness of some sugars (¼ compared to sucrose , Schaafsma, 2008).

Sugar	Relative sweetness
Sucrose	1
Glucose	0.6-0.7
Maltose	0.4-0.5
Sorboza	04
Xylase	0.6-0.7
Lactose	0.2-0.4
Fructose	13
Galactose	0.5-0.7

Sugar consumed in the oral cavity is fermented into organic acids that can destroy the enamel of the teeth. Among other sugars, lactose appears to be less cariogenic due to its lower sweetness and delays the formation of acid in the oral cavity; In addition, the buffering capacity of milk reduces the carcinogenicity of lactose (Schaafsma, 2008). This is an important factor, especially when used as a suitable carbohydrate in infant formulas. It preserves the structure of crystallized sugar without affecting the food being too sweet. In addition, lactose has a low glycemic index, which means that the absorption of dietary lactose into the blood does not affect the concentration of glucose in the blood. This depends on several factors, firstly, lactose is completely digested in the small intestine, and secondly, before the galactose component increases the concentration of glucose in the blood, most of it circulates in the liver and is stored there. Therefore, people with hyperglycemia and diabetes may use foods with added lactose that are less sensitive to insulin (Schaafsma, 2008).

Lactose, which is digested in the colon and fermented in the colon, has been shown to enhance the absorption of minerals, particularly calcium and magnesium, in the colon (Majkowska, 2003).

In addition, lactose has several small-scale, specialty applications in the food industry. It can be used as a free-flowing or agglomerating agent, to improve the flavor of some foods , to improve reducing functions, and as a diluent for pigments, flavoring agents, and enzymes. In the confectionery industry, condensed milk, usually sweetened with milk proteins, often lactose, is added to produce caramel flavors through the Maillard reaction. Lactose generally helps absorb food colorings and flavors, and this property is widely used in confectionery (Shendurse, 2015).

Types of lactose intolerance and affected countries . Dairy products are a very rich source of calcium, protein, potassium, phosphorus, riboflavin and other beneficial nutrients. In particular, they are a major contributor to children's nutrition in Europe, Canada, the United States, and many

other countries (Digestion, 2007). However, some people have problems digesting dairy products because they are genetically limited in their ability to digest milk sugar and lactose, the main carbohydrate in dairy products. It is estimated that up to 75 percent of the world's population has this disease, but the importance of this problem varies from country to country. (See Table 2).

Table 2

Prevalence of primary lactase deficiency in adults (percentage of adult population (Strzatkowska, 2018)

	State	Prevalence of primary lactase deficiency in adults (%)
1	France	30-40
2	Germany	15-20
3	Russia	20-30
4	Finland	15-20
5	Sweden	<5
6	Greece	70-80
7	Ethiopia	80-90
10	China	90-100
11	Japan	95-100
12	India	60-65
14	North America, White people	10-15
15	North America, Black people	65-70
16	North America, Hindus	85-90
17	Mexico	50-60
18	Uruguay	60-65
19	South America, Hindus	90-100
20	Greenland, Eskimos	85-90
21	Australia, Aborigines	80-85

This disease is known as lactose intolerance (LI), hypolactasia or lactase deficiency. This can lead to several unpleasant gastrointestinal symptoms such as bloating, diarrhea and gas after eating or drinking milk or milk products (Digestion, 2007). Nevertheless, this lack of lactose digestion does not cause problems with the gastrointestinal tract. It is estimated that approximately 1% of unhydrolyzed lactose in the small intestine is absorbed into the bloodstream by passive diffusion and then excreted in the urine without metabolism. When the rest of the unabsorbed lactose reaches the jejunum of the intestine, it exerts an osmotic effect, which causes the release of water and sodium into the intestinal cavity. The transit of the contents of the small intestine is accelerated. Large amounts of lactose can then enter the large intestine, where it is fermented by colonic bacteria. Most of the undigested lactose that enters the large intestine is metabolized to short-chain organic acids,

hydrogen, methane, and carbon dioxide. Some of the organic acids are absorbed into the bloodstream, and some are excreted in the feces, resulting in acidic stools (Digestion, 2007).

The small intestine is the organ where most of the digestion and absorption of nutrients takes place, and it is where an enzyme called lactase is produced. Lactase is a disaccharide that selectively acts on lactose by breaking down lactose into two simple forms of sugar: glucose and galactose. The body then absorbs these simple sugars into the bloodstream (Pray, 2014).

There are three types of lactose intolerance. By far, the most common is primary lactose intolerance, followed by secondary lactose intolerance, and finally, the third is congenital alactasia, which is a rare condition (Pray, 2014).

There are three types of lactose intolerance. By far, the most common is primary lactose intolerance, followed by secondary lactose intolerance, and finally, the third is congenital alactasia, which is a rare condition (Pray, 2014).

In primary lactase deficiency, also known as lactase stasis, the lactase enzyme usually decreases over time. It often begins after weaning around age two, depending on race/ethnicity. However, in some people it may start later. Children with lactase deficiency may not experience symptoms of lactose intolerance until late adolescence or adulthood. Researchers have found that some people inherit genes from their parents that cause primary lactase deficiency.

Congenital lactase deficiency, or alactasia, is a very rare condition in which children are born with little or no lactase enzyme in the small intestine. This disease is associated with the inheritance of responsible genes from parents. In this case, patients must follow a lactose-free diet, but some may eventually develop minimal lactase activity (Pray, 2014).

Secondary lactase deficiency is a temporary condition that is often caused by any environmental factors that damage the intestinal mucosa, where lactase is secreted into the intestine. Therefore, there is no specific age for the **onset of this disease.** The main causes of secondary lactase deficiency are infectious diarrhea, giardia and ascaria parasites, inflammatory bowel diseases such as Crohn's disease, celiac disease, and other effects that remain after gastrointestinal surgery, radiation treatment, and certain medications. such as aspirin, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, and antibiotics. As soon as the cause of secondary lactase deficiency is treated, the patient can return to normal (Pray, 2014).

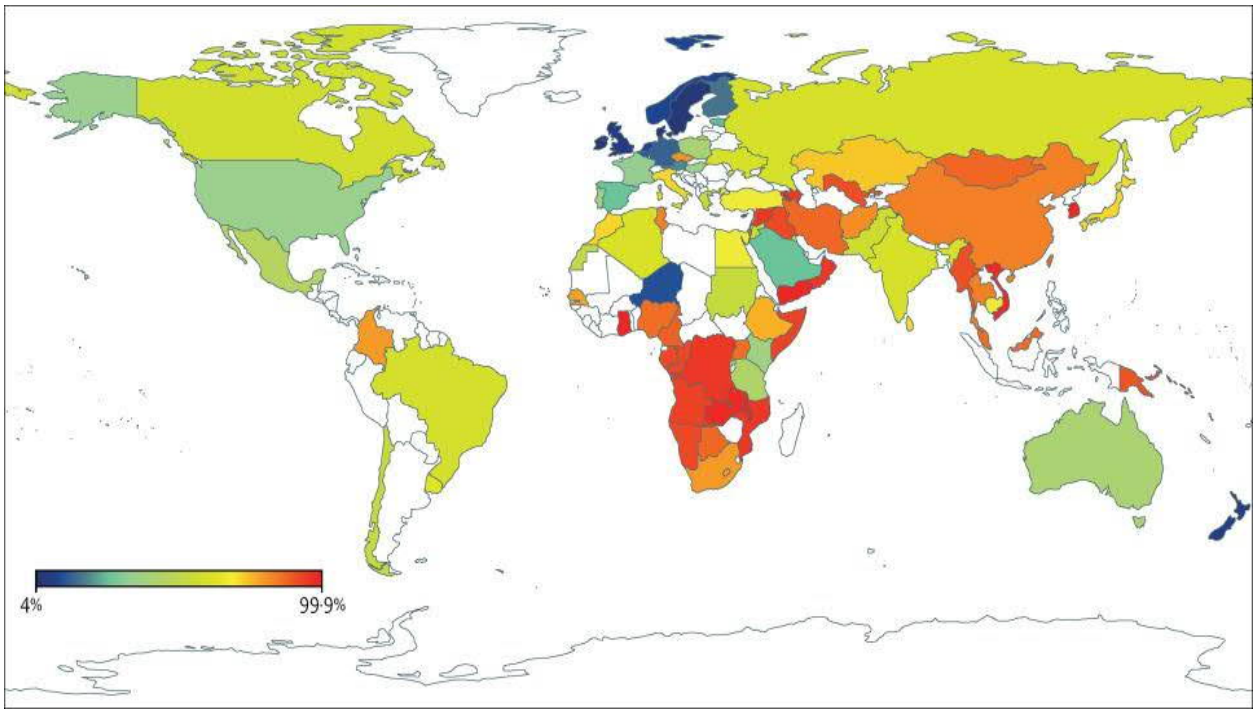


Figure 1 Prevalence of lactose malabsorption in different countries estimated by all methods (Storhaug, 2017)

Except for babies with birth defects, almost every baby has a high lactase level to digest the lactose from breast milk. Lactase activity declines after weaning in most racial/ethnic groups. Some scientists tried to explain this phenomenon in terms of genetics and evolution.

The most effective solution . One of the main ways to prevent the symptoms of lactose intolerance is to eat lactose-free dairy products. Lactose-free or lactose-reduced dairy products are nutritionally identical to regular products. It is produced by bacteria called starters. A mixture of Lactobacillus bulgaricus and Streptococcus thermophilus is mainly used in yogurt production (Wolf et al., 2015). In addition, other lactobacilli and bifidobacteria are sometimes added during or after yogurt fermentation. Yogurt naturally contains an expressive composition of Ca and K, and it is a high-quality protein source that promotes satiety and improves muscle growth and bone health (Souza et al., 2018). In addition, daily consumption of yogurt is generally associated with beneficial effects such as protection against cancer, increased immunity, and reduced blood cholesterol. Lactose-intolerant people in particular are looking for lactose-free yogurts as an alternative to dairy products. One of the tactics for the production of lactose-free yogurt is the hydrolysis of lactose by enzymatic methods. β-galactosidase (lactase) is an enzyme that catalyzes the hydrolysis of lactose into glucose and galactose. As a result of glycolysis, one mole of glucose is theoretically converted to two moles of lactic acid, with the production of intracellular energy in the form of two moles of ATP during the process. S. thermophilus, L. delbrueckii subsp. bulgaricus and L. acidophilus control these reactions according to the homofermentative metabolic pathway. Enzymes can be isolated from plants, animals, yeasts, fungi, and bacteria. This has potential value in the production of lactose-reduced products in the food and dairy industry for the lactose-intolerant population (Souza et al., 2018).

Yogurt rheological properties such as viscosity, smoothness and thickness and structural resistance to stress are important attributes to determine consumer acceptance, and nowadays these properties are accompanied by certain health benefits (Ebrahimi et al., 2015). Rheology is a composite knowledge that includes the flow and deformation of food materials (Ebrahimi et al., 2015). Understanding these properties can help you compare the rheology between conventional yogurt and lactose-free yogurt. Ultimately leading us to create lactose-free yogurt with better texture, stability, and process design

Material and methodology.

Production of yogurt . Pasteurized milk was purchased from the local market (fat content 2.5%, Tukuma piens Ltd., Latvia). Initially, cow's milk (pH 6.70±0.05) was pasteurized (95.0±1.0 C for 5 min), rapidly cooled to 40 °C, and divided into five cups (three times) to add different concentrations of enzyme. (NOLA™ Fit 5500) and the same amount of starter (microorganism) (YoFlex Acidifix 1.0). The enzyme concentrations used in the study were as follows: 0 (A - control sample), 500 (B); 1000 (C); 1500 (D) and 2000 (E) BLU L-1. Enzyme and initial starter were added simultaneously to each sample. All beakers were incubated in a thermostat (Incubator IN55, Memmert, Germany) at 40±1 °C for 5.0±0.5 h until the pH reached 4.8±0.1. After that, the samples were mixed and cooled to 5 ± 1 °C. Then, the yogurt cups were capped and stored at 5±1 °C for 24 h before analysis (Khabibullaev et al., 2019).

Rheological analyses. Stickiness. Viscosity was measured using a DV-III Ultra Programmable Rheometer (Brookfield Engineering Laboratories Inc., USA), see Figure 2.4. After cooling overnight at 5 °C, the yogurt was transferred to a small sample holder. The spindle speed of SC4-16 was set to 10 min-1. Data were recorded in Rheocalc V2.6.: Rheometer software 10 s after the start of spindle rotation. Viscosity was measured 5 times, each time using a fresh yogurt sample.

Texture analysis. TA.HD Plus (Stable Micro Systems, UK) was used to analyze textural properties of yogurts such as firmness, consistency, viscosity. A single compression test was

performed using a rear extrusion cell disc (A/BE; diameter 35 mm; distance 30 mm; pre-test speed 1.00 mm s-1; test speed 1.00 mm s-1; post-test speed 10.00 mm s-1 ; trigger force 0.098 N) and a transmission panel with a 50 kg load cell . All data was automatically collected on a computer by Exponent 32 Software for further analysis.

Characterization of microstructure. A light microscope (LEICA DM 3000 LED, Leica Microsystems, Germany) was used to study and monitor the microstructure of yogurt samples. The microscope consists of two lenses with 10× and 20× magnification, combined with a LEICA DFC290 HD camera to take digital photos and store them on a computer. LAS V4.2 computer software was used to measure the whey pockets on the surface of the yogurt samples in the images.

Data processing / Statistical analysis. Analysis of variance (ANOVA) was performed using Statistical 10.0 software (Stat Soft. Inc., Tulsa, USA), and mean comparisons of parameters were performed using Duncan's test, with a significance level of 0.05.

Results obtained and discussion

Rheological, textural and microstructural properties of yogurts are directly related to consumer acceptance of the product. Yoghurt exhibits complex behavior based on several factors such as the concentration, composition and initial treatment (especially heat treatment), initial starter and incubation conditions of the milk during production (Bonfim, 2017).

First, the combination of YoFlex Acidifix 1.0 and Nola Fit 5500 showed significantly lower viscosity values (see Figure 2).

On the other hand, starters YoFlex Acidifix 1.0 were highly affected by changes in enzyme concentration. The viscosity first increased to the highest level (500 BLU L-1) at the lowest enzyme concentration and then decreased simultaneously with the increase of enzyme concentration in the samples ($p < 0.05$). The standard sample was recorded in the second place in terms of viscosity. Based on the obtained results, it can be concluded that there is a strong relationship between enzyme concentration and viscosity properties.

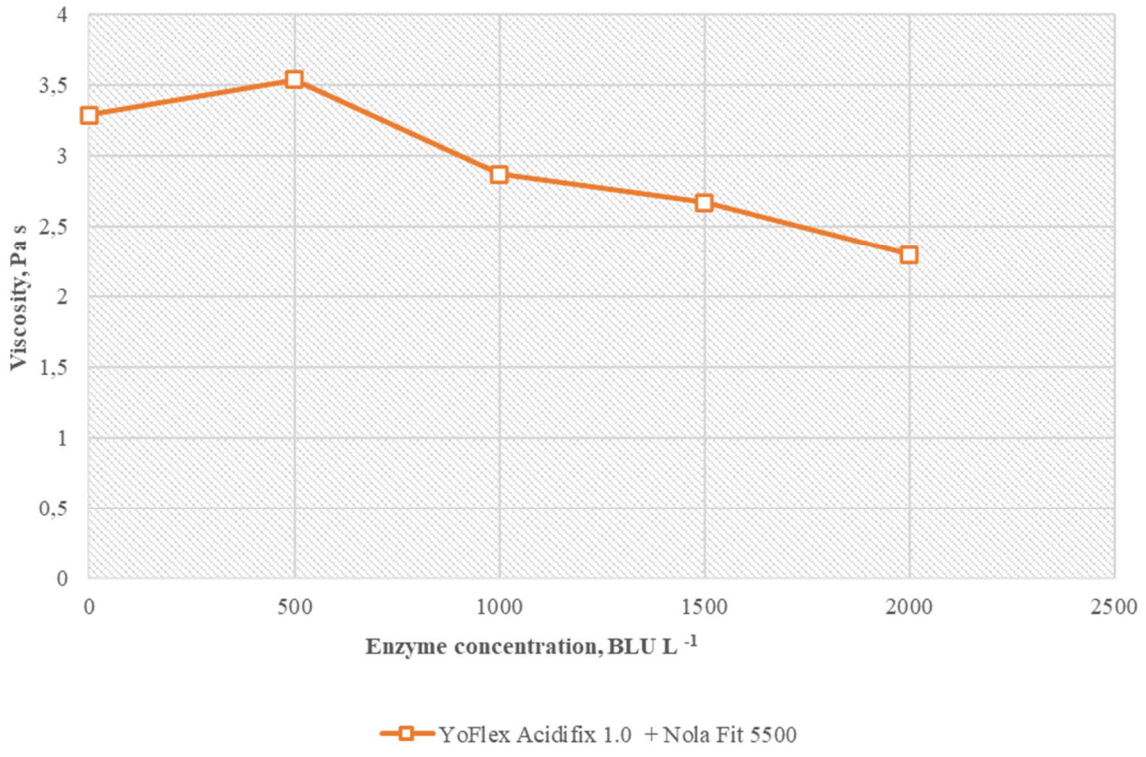
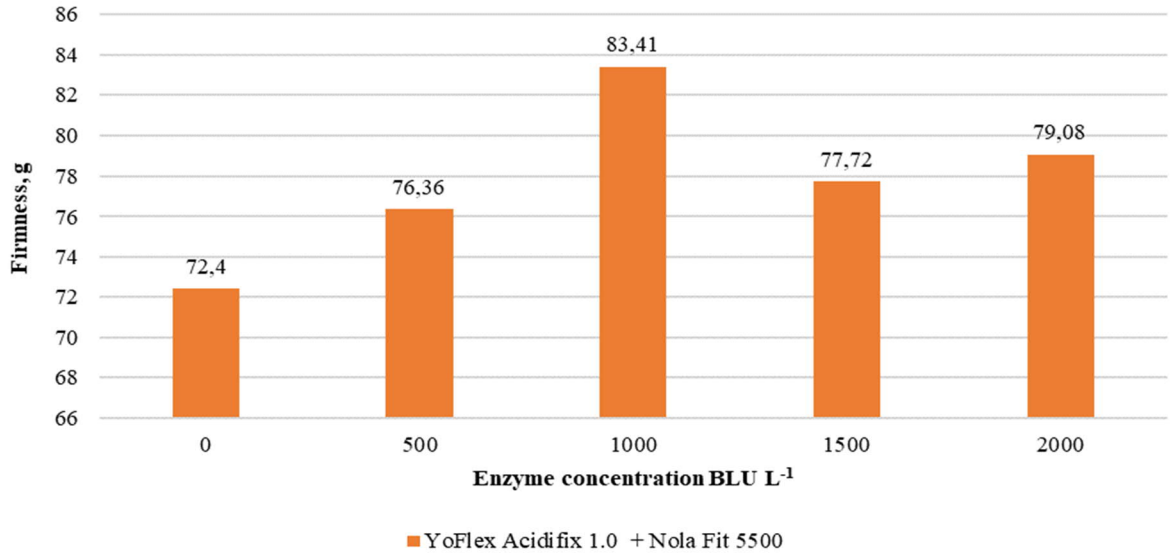


Fig. 2. Yogurt viscosity

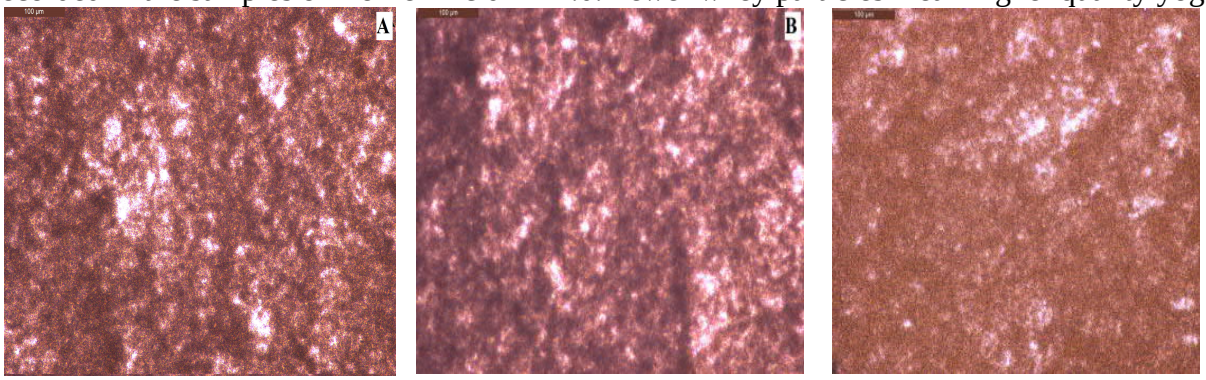
Textural properties of yogurt. The most important properties of yogurt to consider are textural properties. The textural characteristics of the yogurt samples are shown below (see Figure 3.14).

The hardness results showed that there were significant differences between the samples ($p < 0.05$). Starting from the standard sample, a continuous increase was observed in the samples with enzyme concentration up to 1000 BLU L, and starting from the key sample (1500 BLU L), the hardness started to decrease. But there was no significant difference between the latter samples. This shows that the increase in the enzyme ratio reduces the resistance properties of yogurt to external pressure.

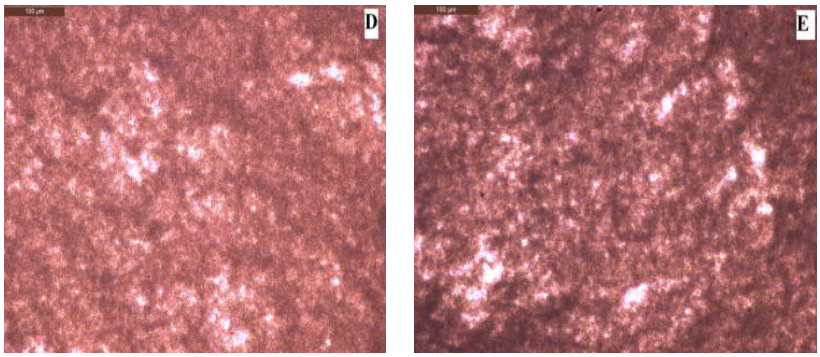


3 - picture. Hardness properties of yogurt.

Microstructural composition of yogurt samples. The results of the microstructural properties of the yogurt samples are presented in the pictures . Almost the same indicator was recorded in the samples of YoFlex Acidifix 1.0. Fewer whey particles mean higher quality yogurt.



A **B** **C**



D **E**

Picture 4 . Yogurt of samples microscopic images (YoFlex Acidifix 1.0 + Nola Fit 5500) A - Control sample _ B – 500 BLU L -1; C – 1000 BLU L -1; D – 1500 BLU L -1; E – 1500 BLU L -1 (all images are 100 μm from small)

According to the results of the chromatograph, lactose was completely decomposed in each sample after the fermentation process. (except the standard sample.

Conlusion.

1. Enzyme and its concentration have a significant effect on adhesion ($p < 0.05$). Regardless of the initial starter, the samples with the lowest concentration of Nolat Fit 5500 (500 BLU L-1) showed higher viscosity.
2. A significantly higher hardness ($p < 0.05$) was found in samples fermented with Yo-Flex Acidifix 1.0. The higher concentration of Nola Fit 5000 is reflected in lower indicators
3. Starter and enzyme concentrations have a significant effect on yogurt microstructure ($p < 0.05$). Good results were obtained in samples prepared with YoFlex Acidifix 1.0.
4. Since the concentration of lactose in all hydrolyzed samples is below 0.01%, the product can be considered lactose-free yogurt. At the same time, the resulting compounds differ slightly in concentration. Because of the increased sweetness of lactose-free yogurts, the amount of sugar added to make commercially flavored yogurts can be reduced, resulting in healthier products.

References

1. Bonfim V., DaCosta M., P., (2017). Reology Applied to Dairy Products. Rheology : Open Access Rheology Applied to Dairy Products. 1(2), 1–2.
2. Corrieu, G., & Béal, C. (2015). Yogurt: The Product and its Manufacture. In Encyclopedia of Food and Health (1st ed., Issue December). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00766-2.
3. Ebrahimi, A., Sani, A. M., & Islami, M. H. (2015). Evaluation of Rheological , Physicochemical , and Sensory Properties of Gundelia Tournefortii Yogurt. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, 3(3), 213–231.
4. Folkenberg, D., M., Dejmerk P., Skrived H., Ipsen R. (2005). Relation between sensory texture properties and exopolysaccharide distribution in set and in stirred yoghurts produced with different starter cultures. Journal of textural studies. 36, 174–189.
5. Forsgård, R. A. (2019). Lactose digestion in humans : intestinal lactase appears to be constitutive whereas the colonic microbiome is adaptable. American Journal of Clinical Research 110 (2), 273–279.

6. Goff H.D. (2002) Formation and stabilisation of structure in ice-cream and related products. Current Opinion in Colloid & Interface Science, Vol. 7(5–6), p. 432–437.
7. Горбатова К.К. Биохимия молоко и молочных продуктов. -3-е изд., перераб.и допю - СПб.: ГИОРД, 2004. -320 с.:ил. ISBN 5-901065-48-4
8. Hassan, A. N., Ipsen, R., Janzen, T., & Qvist, K. B. (2003). Microstructure and rheology of yogurt made with cultures differing only in their ability to produce exopolysaccharides. Journal of Dairy Science, 86(5), 1632–1638. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73748-5
9. Han X., Yang Z., Jing X., Yu P., Zhang Y., Yi H., Zhang L. (2016) Improvement of the texture of yogurt by use of exopolysaccharide producing lactic acid bacteria. BioMed Research International, Vol 5. 2016, p. 1–6.
10. Harju M, Kallioinen H, Tossavainen O (2012) Lactose hydrolysis and other conversions in dairy products: technological aspects. Int Dairy J, 22:104–109
11. Ibrahim, A. H. (2018). Impact of hydrolyzed lactose by β-galactosidase enzyme on the physicochemical and organoleptic properties of fermented camel milk. Emirates Journal of Food and Agriculture, 30(9), 778–790. https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i9.1801
12. Information, P. (2014). Ha-Lactase 5200. 1(7), 1–7. https://hjemmeriet.com/no/uploads/dokumenter/PI_GLOB_HaLactase5200_450804_EN.pdf
13. Jaster H., Arend G. D., Rezzadori K., Chaves V. C., Flávio Reginatto H., Cunha Petrus J. C. (2018) Enhancement of antioxidant activity and physicochemical properties of yogurt enriched with concentrated strawberry pulp obtained by block freeze concentration. Food Research International, Vol. 104, p. 119–125.
14. Kasimov, S., Nazarova, G., Kasimova, D., Yunusova, Z., & Rakhmatova, M. (2015). a Single Nucleotide Polymorphism C/T - 13910 and Consumption of Dairy Products in Uzbek Population. Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences, 4(86), 15042–15050. https://doi.org/10.14260/jemds/2015/2134.
15. Khabibullaev, J., Zagorska, J., Galoburda, Cinkmanis, I., (2019). RHEOLOGICAL PROPERTIES OF LACTOSE-FREE YOGHURT in. Proceedings of FoodBalt 2019, 40–44. https://doi.org/10.22616/FoodBalt.2019.018.
16. Lin, Y., Sun, X., Hou, X., Qu, B., Gao, X., & Li, Q. (2016). Effects of glucose on lactose synthesis in mammary epithelial cells from dairy cow. BMC Veterinary Research, 12(1), 1–11. https://doi.org/10.1186/s12917-016-0704-x.
17. Majkowska, A., Bielecka, M., & Biedrzycka, E. (2003). SELECTION OF THE PROBIOTIC STRAINS OF LACTIC ACID BACTERIA STIMULATED BY FRUCTANS IN THE PRESENCE OF CALCIUM. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences 53 (2), 64–68.

Author Biographies

Kobiljon K. Otakhonov*, Andijan State University*
Head of the Department of Chemistry, Philosophy Doctor in Chemistry, Associate Professor
Jamshidbek A. Khabibullaev*, Andijan State University*
Teacher of the Department of Chemical and Food Technology
Ibragim R. Askarov*, Andijan State University*
Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemistry, Honored Inventor of Uzbekistan, Chairman of the TABOBAT Academy of Uzbekistan
Nodirbek I Askarov, *Andijan State University*
Professor of the Department of Economics, Head of the Master's Department, Doctor of Economic Sciences