TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/2025.27.12.T.42.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

KURBANOVA NODIRA BAHTIYAROVNA

BUG'DOYNI UNGA QAYTA ISHLASH JARAYONIDA UNING ELEMENT TARKIBIDAGI O'ZGARISHLAR QONUNIYATLARINI TADQIQ ETISH

02.00.17- Qishloq xo'jalik va oziq-ovqat mahsulotlariga ishlov berish, saqlash hamda qayta ishlash texnologiyalari va biotexnologiyalari

TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI

Toshkent - 2026

UO‘K: 664.641:633.16

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Content of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Kurbanova Nodira Bahtiyarovna
Bug’doyni unga qayta ishlash
jarayonida uning element tarkibidagi
o’zgarishlar qonuniyatlarini tadqiq etish……...……3

Курбанова Нодира Бахтияровна
Исследование закономерностей
изменения элементного состава пшеницы
в процессе переработки в муку....…….....21

Kurbanova Nodira Bakhtiyarovna
A study of the patterns of change
in the elemental composition of
wheat during processing into flour …….……39

E’lon qilingan ishlar ro‘yxati
Список опубликованных работ
List of published works.……..…42

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/2025.27.12.T.42.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

KURBANOVA NODIRA BAHTIYAROVNA

BUG'DOYNI UNGA QAYTA ISHLASH JARAYONIDA UNING ELEMENT TARKIBIDAGI O'ZGARISHLAR QONUNIYATLARINI TADQIQ ETISH

02.00.17- Qishloq xo'jalik va oziq-ovqat mahsulotlariga ishlov berish, saqlash hamda qayta ishlash texnologiyalari va biotexnologiyalari

TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI

Toshkent - 2026

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.2.PhD/T5599 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent kimyo-texnologiya institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz(rezyume)) Ilmiy kengash veb- sahifasi (www.tkti.uz) hamda «Ziyonet» Axborot ta’lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	**Djaxangirova Gulnoza Zinatullayevna** falsafa doktori (PhD), professor
Rasmiy opponentlar:	**Barakayev Nusratullo Rajabovich** texnika fanlari doktori, professor
	Gafurova Dilorom Abbasovna texnika fanlari nomzodi., dotsent
Yetakchi tashkilot:	**Guliston Davlat universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Toshkent kimyo-texnologiya instituti huzuridagi DSc.03/2025.27.12.T.42.01 raqamli Ilmiy Kengashning 2026 yil «___» _____ soat «___» dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 100011, Toshkent sh., Shayxontoxur tumani, A.Navoiy ko‘chasi, 32-uy. Tel.: (99871)244-79-20, faks: (99871) 244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz.).

Dissertatsiya bilan Toshkent kimyo-texnologiya instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (__ raqam bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: (100011, Toshkent sh., Shayxontoxur tumani, A.Navoiy ko‘ch.32. Tel.: (99871) 244-79-20).

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil «___» _____ kuni tarqatildi.
(2026 yil «___» _____ dagi № ___ raqamli reyestr bayonnomasi).

S.M. Turobjonov
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy Kengash raisi, t.f.d., akademik

X.I. Kadirov
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy Kengash kotibi t.f.d., professor

Q.P. Serkayev
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy Kengash
qoshidagi ilmiy seminar raisi, t.f.d., dotsent

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. So‘nggi yillarda dunyo miqyosida donni qayta ishlash va non mahsulotlari ishlab chiqarish sohasidagi dolzarb muammolarni hal etishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar faol olib borilmoqda. Muntazam va ommaviy iste’mol qilinadigan ijtimoiy ahamiyatga ega mahsulotlar sirasiga kiruvchi non va boshqa un mahsulotlarini modifikatsiyalashning zamonaviy usullarini ishlab chiqishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Xom-ashyodan samarali foydalanish, yuqori iste’mol va biologik qiymatga ega bo‘lgan tayyor mahsulotlar sifatini oshirish masalalari ustuvor yo‘nalishlar sirasiga kiradi.

Jahon amaliyotida don ekinlarining element tarkibini o‘rganish, yanchish texnologiyalarini takomillashtirish hamda temir va rux kabi hayot uchun muhim mikroelementlar bilan boyitilgan funksional un turlarini ishlab chiqish yo‘nalishlari jadal rivojlanmoqda. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar donni qayta ishlash va non mahsulotlari ishlab chiqarish sohasida mikroelementlar tanqisligini kamaytirish hamda oziqaviy va biologik qiymati yuqori mahsulotlar yaratishga qaratilgan.

Respublikamizda xamir tayyorlash jarayonini jadallashtirish yo‘llari tadqiq etilmoqda, mahalliy xom-ashyo resurslaridan kompleks va oqilona foydalanishni ta’minlaydigan "sog‘lom ovqatlanish" mahsulotlarining yangi texnologiyalari yaratilmoqda. Ushbu dissertatsiya ishi bug‘doyni unga qayta ishlash jarayonida element tarkibidagi o‘zgarish qonuniyatlarini o‘rganish, tabiiy boyitish texnologiyalarini ilmiy asoslash hamda makro va mikroelementlarning texnologik jarayonda taqsimlanishini o’rganib, ularni saqlab qolishga bag‘ishlangan.

Ushbu dissertatsiya ishi, [1]ma’lum darajada O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi № PQ-60 “Yangi O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”, 2020-yil 10-noyabrdagi № PF - 4887 “Aholining sog‘lom ovqatlanishini ta’minlash bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”, 2020-yil 9-sentyabrdagi №4821 “Respublikaning oziq-ovqat sanoatini jadallashtirib rivojlantirish va aholining sifatli oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan ehtiyojini to‘liq ta’minlash chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorlarida belgilangan vazifalarning bajarilishiga xizmat qiladi. Shuningdek, mazkur tadqiqot 2019-yil 23-oktabrdagi № PQ-5853 “O‘zbekiston Respublikasi qishloq xo‘jaligini rivojlantirish strategiyasini 2020-2030-yillarda amalga oshirish to‘g‘risida”gi qarorda hamda ushbu sohada qabul qilingan boshqa normativ-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarning amalga oshirilishiga ham muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishi ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining V-ustuvor yo‘nalishlariga «Qishloq xo‘jalik, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhit muhofazasi» muvofiq bajarilgan.

[1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi 60-sonli «2022-2026 yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonni taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi Farmoni

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Donni qayta ishlash texnologiyasining nazariy va amaliy asoslarini rivojlantirishga E.S. Posner, A.N. Hibbs, Y. Pomeranz, N.L. Kent, P.R. Shevry, D.D. Kasarda, V.R. Bushuk kabi xorijlik tadqiqotchilar o‘zlarining salmoqli hissalarini qo‘shganlar, ularning ishlari un tortish jarayonlari, don biokimyosi va un sifatini shakllantirishga bag‘ishlangan. Rossiya va mamlakatimiz olimlaridan G.A.Yegorov, V.A.Butkovskiy, E.D.Kazakov, N.P.Kozmina, P.M. Tursunxodjayev, D.A. Gafurova, N.K. Ayxodjayeva, Z.Z. Shukurov, X.B. Ergasheva, S.S. Ravshanov, N.R. Barakayev, G.Z. Djaxangirova, A.M. Normatov, U.N. Boltabayev va boshqalarning tadqiqotlari un ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish va mahsulotning ozuqaviy qiymatini oshirishga qaratilgan.

Sog‘liqni saqlash tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, aholining uchdan bir qismidan ortig‘i turli shakldagi makro va mikroelementlar tanqisligi bilan bog‘liq holatlardan aziyat chekadi. Ushbu tadqiqot yo‘nalishini tanlashning asosiy sababi aholining ovqatlanishida, ayniqsa temir va rux yetishmovchiligi muammosining ortib borayotganligidir. Bu esa kamqonlik va moddalar almashinuvi buzilishlarining asosiy omillaridan biri hisoblanadi. Mahalliy un mahsulotlari fortifikatsiya qilinishiga qaramasdan, yuqoridagi muammo bartaraf etilmagan. Natijada, makro va mikro elementlarga boy bo’lgan tabiiy mahsulotlarga ehtijoj paydo bo’lgan.

Ushbu dissertatsiya ishida unni tabiiy yo‘l bilan boyitish imkoniyati yaratilib, donning minerallarga boy fraksiyalaridan oqilona foydalanish va qayta ishlash texnologik jarayonlarini optimallashtirish alohida ahamiyatga ega.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta’lim muassasasi ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent kimyo-texnologiya institutining amaliy loyiha doirasidagi AL - 652204243 «Oziqaviy qo‘shimchalarsiz bug‘doy unining funksional xususiyatlarini yaxshilash texnologiyasini ishlab chiqish» (2024-2027 yillar) mavzusidagi ilmiy tadqiqot ishlari doirasida amalga oshirilgan.

Tadqiqotning maqsadi bug‘doyni unga qayta ishlash jarayonida element tarkibining o‘zgarish qonuniyatlarini aniqlash bilan biologik muhim elementlarni saqlanishini ta’minlaydigan texnologik jarayonni takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqot vazifalari:

bug‘doy va uni qayta ishlash mahsulotlarining element tarkibiga oid ilmiy manbalarni tahlil qilish hamda qayta ishlash texnologik jarayonlarining makro va mikroelementlar saqlanishi, qayta taqsimlanishi va yo‘qotilishiga ta’sirini aniqlash;

bug‘doyning element tarkibini aniqlash hamda uni qayta ishlash jarayonida elementlarning o‘zgarish qonuniyatlarini tadqiq etish;

temir va ruxning biosinguvchanligini baholash;

bug‘doyni qayta ishlash jarayonining takomillashtirilgan texnologik sxemasi asosida biologik qiymatga ega maqsadli un ishlab chiqish;

bug‘doy va uni qayta ishlash mahsulotlarining element tarkibini aniqlash metodikasini ishlab chiqish.

Tadqiqot obyektlari O’zbekiston va Qozog‘iston Respublikalarida yetishtirilgan yumshoq bug‘doy, shuningdek, donni qayta ishlash jarayonida olingan oraliq mahsulotlari, birinchi navli va maqsadli un hisoblanadi.

Tadqiqotning predmeti bug‘doy va uni qayta ishlash mahsulotlari element tarkibining o‘zgarish qonuniyatlari, shuningdek, maqsadli un olish uchun mineral moddalarga boy fraksiyalarni ajratib olishning texnologik sharoitlari hisoblanadi.

Tadqiqot usullari. Ilmiy tadqiqotlar fizik-kimyoviy, biokimyoviy, reologik, organoleptik shuningdek, instrumental neytron-aktivatsion tahlil (INAT) usullaridan foydalangan holda o‘tkazildi, tadqiqot natijalari bo‘yicha MS Word, MS Excel dasturlari paketidan foydalangan holda hisob-kitoblar va grafik talqinlar amalga oshirildi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi:

bug‘doyni unga qayta ishlash texnologik jarayonining bosqichlarida makro- va mikroelementlar taqsimlanishining miqdoriy qonuniyatlari ilk bor aniqlanib, an’anaviy qayta ishlash jarayonida biologik jihatdan muhim elementlar (Fe, Zn, Mn, Ca) miqdorining 50 % dan ortig‘i yo‘qotilishi isbotlangan;

vimol jarayonida vibrotsentrofugal uskunasi yordamida bug‘doyni qayta ishlash texnologiyasi takomillashtirilib, qo’shimcha 3,0 % hajmda tabiiy minerallarni o’zida saqlovchi maqsadli un olish imkoniyatlari asoslangan;

taklif etilgan maqsadli unda, ruxning biosinguvchanligi an’anaviy boyitilgan birinchi navli unga nisbatan 15,0 % ga yuqori ekanligi isbotlangan;

maqsadli unning boyitilmagan birinchi navli unga nisbatan tabiiy mineral boyitish koeffitsiyentlari asoslanib, Zn - 4,16; Fe - 3,63; Ca - 2,49; Mn - 1,70 marta ko’pligi isbotlangan;

bug‘doyni unga qayta ishlash jarayonida element tarkibining o‘zgarish qonuniyatlarini aniqlash bilan donning minerallarga boy fraksiyalarini qayta ishlash texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

bug‘doyni qayta ishlash bilan biologik qiymatga ega maqsadli un olish jarayonining maqbul parametrlarini aniqlandi;

makro va mikroelementlarga boy bug‘doy va uni qayta ishlashning maqbul parametrlarini aniqlandi;

vibrotsentrofugal uskunasidan foydalanishga asoslangan bug‘doyni qayta ishlashning takomillashgan texnologiyasini ishlab chiqildi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tahlilda zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot uslublari, xomashyo va tayyor mahsulotlarning xususiyatlarini zamonaviy o‘lchov asboblari va yadro-fizikaviy, fizik-kimyoviy va organoleptik tadqiqot usullari yordamida yuqori aniqlikda aniqlash, bug‘doyni qayta ishlash bilan biologik qiymatga ega maqsadli un ishlab chiqarish texnologiyalarini sanoatga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati bug‘doyni unga qayta ishlash jarayonida element tarkibining o‘zgarish qonuniyatlarini aniqlash va tabiiy mineral elementlarni saqlab qolish

imkoniyatlarini, maqsadli un ishlab chiqish va foydalanish ilmiy asoslarini yaratilganligi bilan ifodalanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati vimol jarayonida vibrosentrofugal qurilmasini ishlatilishi natijasida, bug‘doyni qayta ishlab chiqarish jarayonini takomillashtirish bilan tabiiy mineral elementlarni saqlagan maqsadli un olish texnologiyasini ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Bug‘doyni unga qayta ishlash jarayonida element tarkibining o‘zgarish qonuniyatlarini aniqlash bilan donning minerallarga boy fraksiyalarini qayta ishlash texnologik jarayonlarini optimallashtirish bo‘yicha erishilgan ilmiy natijalar asosida:

bug‘doyni qayta ishlashning takomillashgan texnologiyasi «Galla-Alteg» AJ da amaliyotga joriy qilingan («O’zdonmahsulot» aksiyadorlik kompaniyasining 2025-yil 27-noyabr №27-109/11-2025-sonli ma’lumotnomasi). Natijada mineral tarkibi yaxshilangan, temir va rux miqdori yuqori, organoleptik va reologik xususiyatlari talablarga mos «maqsadli un» ishlab chiqarish imkonini bergan;

temir va rux miqdori yuqori «maqsadli un» asosida funksional shakar pechenelari ishlab chiqarish texnologiyasi «FUNKSIONAL OZIQ-OVQAT KOMBINATI» MCHJ ning «2023-2030-yillarda amaliyotga joriy etish bo’yicha istiqbolli ishlanmalar ro’yxati»ga kiritilgan («O’zdonmahsulot» aksiyadorlik kompaniyasining 2025-yil 27-noyabr №27-109/11-2025-sonli ma’lumotnomasi). Natijada oziq-ovqat mahsulotlari xavfsizligi ta’minlangan yangi turdagi un mahsuloti ishlab chiqarish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari 5 ta xalqaro va 8 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida ma’ruza qilingan hamda muhokamadan o‘tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi va materiallari bo‘yicha jami 19 ta ilmiy ish nashr etilgan. Ulardan 5 tasi ilmiy maqola, jumladan, 3 tasi xorijiy va 2 tasi respublika jurnallarida chop etilgan bo‘lib, ushbu jurnallar O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan doktorlik dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini nashr etish uchun tavsiya etilgan.

Dissertatsiya tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rt bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 113 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida masalaning hozirgi holati qisqacha tavsiflangan; tadqiqotning dolzarbligi va zarurati, uning maqsadi va vazifalari, ilmiy va amaliy ahamiyati asoslangan; ishning davlat dasturlari va respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga bog‘liqligi ko‘rsatilgan, olingan ishlanmalarning ishlab chiqarishga joriy etilishi to‘g‘risida ma’lumotlar keltirilgan.

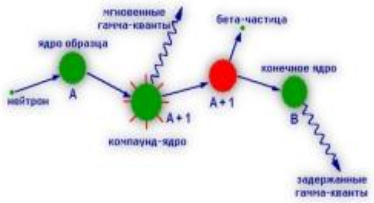
Dissertatsiyaning **“Muammoning hozirgi holati va bug‘doyning element tarkibini tadqiq qilish usullari tahlili”** deb nomlangan birinchi bobida O‘zRda bug‘doy va un ishlab chiqarishning hozirgi holati, inson ovqatlanishida makro- va

mikroelementlarning o‘rni va ularning tanqisligi sabablari ko‘rib chiqilgan. Bug‘doyni qayta ishlash temir va rux miqdorini sezilarli darajada kamaytirishi va mavjud fortifikatsiya dasturi yetarli darajada samarali emasligi ko‘rsatilgan. Makro va mikroelementlarga bo‘lgan kunlik ehtiyoj to‘g‘risidagi ma’lumotlar umumlashtirilgan. Tahliliy usullarning (AAS, ICP-MS, INAT) qiyosiy tahlili taqdim etilgan hamda bug‘doy va uni qayta ishlash mahsulotlarining element tarkibini aniqlashda eng sezgir, ishonchli, selektiv va yuqori aniqlikdagi instrumental neytron-aktivatsion tahlil usulini tanlash asoslangan.

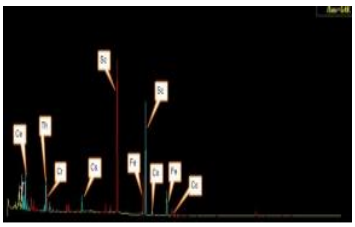
Dissertatsiyaning **“Tadqiqot metodikasi va don mahsulotlarining mineral tarkibini aniqlashga mo’ljallangan qurilma tavsifi”** deb nomlangan ikkinchi bobi tadqiqot obyektlari va usullariga bag‘ishlangan. Foydalanilgan xom-ashyo turlari (turli navli bug‘doy va uni qayta ishlash mahsulotlari, shuningdek maqsadli un), tajribalarni o‘tkazishning laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitlari tavsiflangan. Bug‘doy, oraliq mahsulotlar, un, non va pechene sifatini baholash usullari majmuasi taqdim etilgan bo‘lib, u organoleptik, fizik-kimyoviy, yadro-fizik va reologik tadqiqotlarni o‘z ichiga oladi. Makro va mikroelementlar tarkibini aniqlash uchun WWR-SM tipli tadqiqot yadro reaktoridan (1 - rasm) foydalanish asosidagi INAT usuli batafsil bayon etilgan. Tadqiq etilayotgan namunalarni neytronlar oqimida aktivlashtirish 2 - rasmda tasvirlangan sxema bo‘yicha amalga oshadi. 3 - rasmdagi neytronlar oqimida nurlatish natijasida hosil bo‘lgan radionuklidlar o‘ziga xos gamma-nurlanish spektrini chiqaradi.

Eksperimental ma’lumotlarni statistik qayta ishlash usullari tavsiflangan.

1 - rasm. VVR-SM atom reaktori



2 - rasm. Neytronning atom yadrolari bilan o‘zaro ta’sir sxemasi



3 - rasm. INAA usulida radionuklidlarning amma-nurlanish spektri

Dissertatsiyaning **“Bug‘doy va uning qayta ishlash mahsulotlarida element tarkibining o‘zgarish qonuniyatlarini o‘rganish hamda unni tabiiy boyitish texnologik sxemasini asoslash”** deb nomlangan uchinchi bobida O‘zRda yetishtirilgan yumshoq kuzgi bug‘doy va undan qayta ishlab chiqarilgan mahsulotlarning element tarkibi o‘rganilgan. Tadqiqotlar Toshkent shahridagi “Galla-Alteg” AJ korxonasida, murakkab tarmoqlangan tizimdan iborat “GENCH” liniyasi asosida olib borildi. Olingan natijalar asosida, hayotiy muhim elementlarga boy bo’lgan maqsadli un olishni ta’minlovchi, takomillashtirilgan texnologiya taklif etilgan va asoslab berilgan.

Dissertatsiyaning **“Maqsadli un asosidagi mahsulotlarning sifat va element tarkibini kompleks baholash hamda texnologiya samaradorligini asoslash”** deb nomlangan to‘rtinchi bobida maqsadli undan namunaviy non, shakarli pechenya mahsulotlarini pishirib, uning sifat ko‘rsatkichlariga baho berilgan. Hamda, bug’doyning element tarkibini aniqlash uslubiyatining

metrologik parametrlari kiritilgan. Tahlil usuli validatsiyalangan va qoniqarli aniqlik va takrorlanuvchanlik ko‘rsatkichlariga ega ekanligi ko‘rsatilgan.

Bug‘doy element tarkibining mintaqaviy farqlarini o‘rganish uchun bug’doy yetishtirish bo’yicha yuqori hosildorlikka ega bo’lgan hududlar o’rganildi. Olingan natijalarga ko’ra Toshkent viloyatidagi tuproqni mineral tarkibi (Fe – 27000,0 mkg/g, Zn – 96,0 mkg/g) nisbatan yuqori ekanligi aniqlandi. Keyingi tadqiqotlar uchun kuzgi yumshoq bug‘doyning keng ekiladigan “Alekseech”, **“**Asr” va **“**Turon” navlari tanlab olindi (1 - jadval).

1 - jadval

Keng ekiladigan bug‘doy navlari element tarkibi, mkg/g

Element nomi	“Alekseech” Toshkent viloyati	“Asr” Sirdaryo viloyati	“Turon” Qashqadaryo viloyati	“Alekseech” Farg‘ona viloyati
Ca	390,0	490,0	410,0	470,0
Fe	41,4	44,6	49,9	42,2
K	3400,0	3600,0	3560,0	4500,0
Mn	20,6	36,4	37,2	26,5
Zn	24,5	47,9	24,4	29,8
Rb	3,2	1,9	1,6	1,1
Cl	615,0	970,0	710,0	620,0
Br	0,59	0,22	0,19	0,27

Kaliy va kalsiy don tarkibida yetishtirilgan hududga bog‘liq holda deyarli o‘zgarmas miqdorda uchraydi, bu esa ularning o‘zlashtirilishi biologik jihatdan tartibga solinishini ko‘rsatadi. Natriy va xlor miqdori tuproq sharoitlariga qarab o‘zgaradi. Temir va rux bo‘yicha sezilarli farqlar aniqlangan: ruxning yuqori miqdori Sirdaryo viloyatiga, temir esa Qashqadaryo viloyatiga xos. Sirdaryo va Qashqadaryo hududlaridan olingan namunalar yuqori nutritiv qiymatga ega xomashyo sifatida alohida qiziqish uyg‘otadi.

Donning element tarkibi tahlil qilingandan so‘ng, texnologik jarayonning turli bosqichlaridan oraliq mahsulotlar tanlab olingan: boshlang‘ich don (zavalka), maydalash, saralash, boyitish, sayqallash, un tortish va vimol tizimlari va un nazoratidan. So’ngra muhim (essensial) elementlar tarkibi miqdoriy balans usuli yordamida hisoblab chiqilib, ularning o’zgarish qonuniyatlariga baho berildi (2 - jadval).

Jadvalda bug‘doyning 1 - maydalash tizimiga tushishdan oldingi elementlar (Mn, Na, K, Ca, Zn, Fe) konsentratsiyasi, qayta ishlanayotgan xom-ashyo massasiga nisbatan ularning umumiy miqdori, shuningdek ajratmalardagi miqdori keltirilgan: V2 (2 - mayalash tizimiga yo‘naltiriladigan mahsulot), F (un), S1 va S2 (sitoveykaga yuboriladigan fraksiyalar), hamda DIV (saralash sistemasiga kelib tushadigan oraliq mahsulotlar). Tahlil shuni ko‘rsatadiki, elementlarning asosiy qismi texnologik tizimda saqlanadi va ularning taqsimlanishi fraksiyalarning anatomik kelib chiqishi hamda endospermning tozalash darajasiga bog‘liq holda qayta taqsimlanadi.

2 - jadval

Maydalash tizimida element tarkibining saqlanish qonuniyatlari tahlili

Element	Bug'doy, mkg/g	100 tonnadagi element massasi, g	1 – maydalash sistemasida hosil bo'ladigan oraliq mahsulotlarning element tarkibi, mkg/g				
			balans (chiqish), %				
			B2	DIV	S1	S2	F
Mn	42,1	4210,0	40,1	46,3	49,5	54,6	16,0
			70,0	8,5	8,0	11,0	2,5
Na	24,7	2470,0	25,2	21,6	21,1	21,2	23,5
			70,0	8,5	8,0	11,0	2,5
K	5050,0	505000,0	4823,0	2300,0	10553,0	4811,0	2100,0
			70,0	8,5	8,0	11,0	2,5
Ca	410,0	41000,0	443,0	398,0	68,3	541,0	210,0
			70,0	8,5	8,0	11,0	2,5
Zn	36,5	3650,0	40,5	11,0	18,8	56,7	8,3
			70,0	8,5	8,0	11,0	2,5
Fe	37,4	3740,0	41,5	18,5	21,2	46,7	10,0
			70,0	8,5	8,0	11,0	2,5

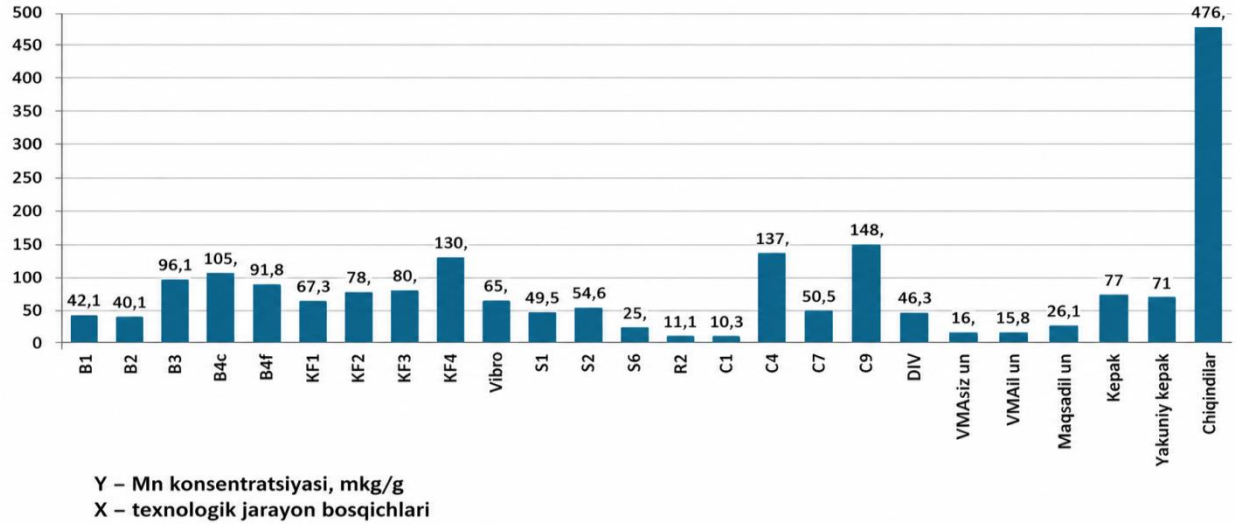
Shu bilan birga, turli oqimlarda elementlar konsentratsiyasining sezilarli darajada farqlanishi kuzatiladi, bu esa ularning don ichida notekis taqsimlanganligi bilan izohlanadi.

3 - jadval

Donni qayta ishlashning asosiy mahsulotlari (un, kepak, chiqindilar) bo'yicha element tarkibining saqlanish qonuniyatlarini tahlil qilish

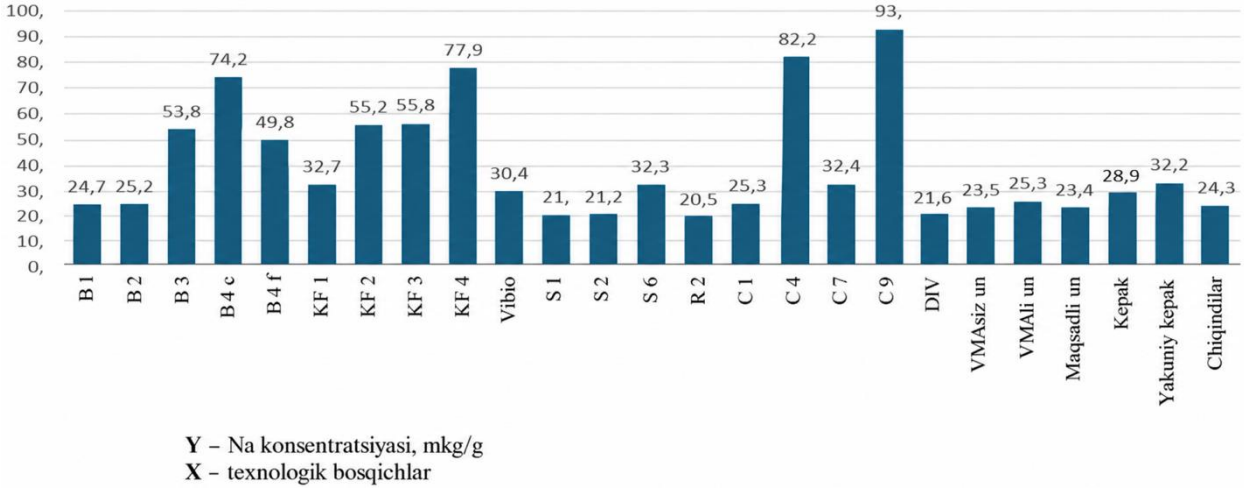
Ele-ment	Bug'-doy, mkg/g	100 tn. bug'doyda elementlar yig'indisi, g	Bug'doyni qayta ishlash mahsulotlarida elementlar miqdori, mkg/g			Unda elementlar yig'indisi, g.	Yo'qotil-gan elementlar yig'indisi, g.
			balans (chiqish), %				
			VMA siz un	kepak	chiqindi		
Mn	42,1	4210,0	16,0	77,0	476,0	1200,0	2988,3
			75,0	21,5	2,8		
Na	24,7	2470,0	23,5	28,9	24,3	1762,5	689,3
			75,0	21,5	2,8		
K	5050,0	505000,0	3498,0	9985,0	8602,0	262350,0	238763,1
			75,0	21,5	2,8		
Ca	410,0	41000,0	210,0	916,0	1846,0	15750,0	24862,8
			75,0	21,5	2,8		
Zn	36,5	3650,0	8,3	117,0	158,7	622,5	2959,8
			75,0	21,5	2,8		
Fe	37,4	3740,0	10,0	114,0	188,0	750,0	2977,4
			75,0	21,5	2,8		

Yuqoridagi jadvalda donni qayta ishlashning asosiy mahsulotlari (un, kepak, chiqindilar) bo‘yicha essensial elementlarning miqdoriy taqsimlanishi, ularning chiqishi va umumiy moddiy balans hisobga olingan holda o‘rganildi. Chiqindilar miqdori 0,7 % mineral chiqindilar chiqarib tashlangan holda qayta hisoblab chiqilgan (3 - jadval). Ma’lumotlar tahlili qayta ishlash mahsulotlari o‘rtasida mineral moddalarning aniq notekis taqsimlanishini ko‘rsatadi. Ko‘pchilik elementlarning eng yuqori konsentratsiyasi kepak va chiqindilarda kuzatiladi, un tarkibida esa ularning miqdori sezilarli darajada past. Sanoat korxonasida bug’doyni unga qayta ishlash texnologik jarayonidagi 25 ta bosqichdan namuna ajratib olindi va INAT usulida asosiy elementlarning o’zgarish qonuniyatlari aniqlandi. Olingan eksperimental natijalar 4 - 9 - rasmlarda keltirilgan.



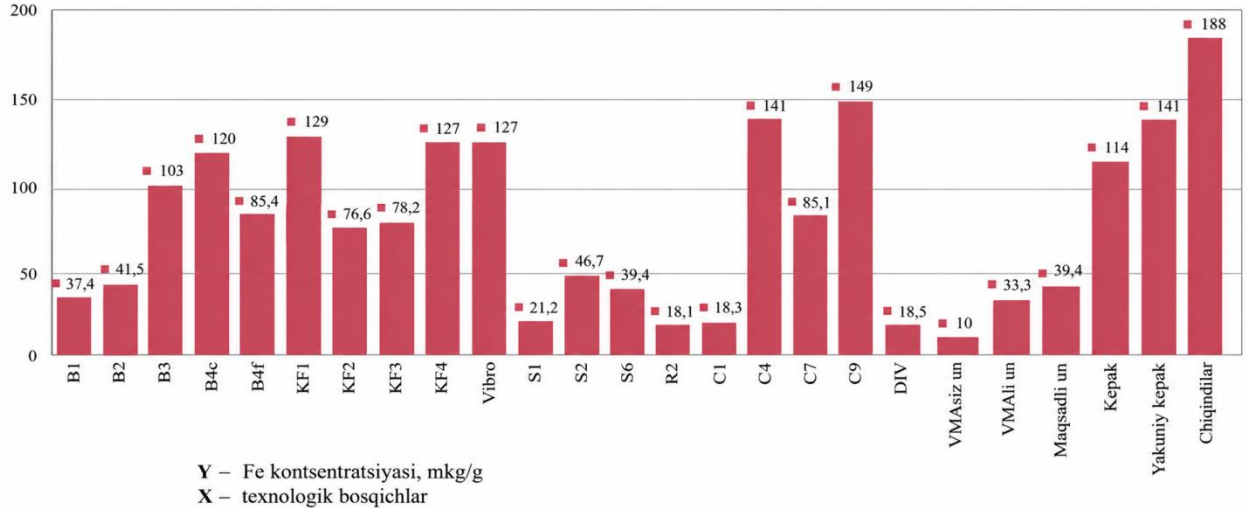
4 – rasm. Bug’doyni qayta ishlash texnologik jarayonda Mn elementining o‘zgarish qonuniyati

Marganes elementining ko‘p miqdori - chiqindilarga (476,0 mkg/g) taqsimlangan. Maqsadli unda esa uning miqdori 26,1 mkg/g bo‘lib, VMAsiz (vitamin-mineral aralashma bilan boyitilmagan) va VMAli (vitamin-mineral aralashma bilan boyitilgan) unlardan (16-15,8 mkg/g) 1,62 baravar yuqori.



5 – rasm. Bug’doyni qayta ishlash texnologik jarayonda Na elementining o‘zgarish qonuniyati

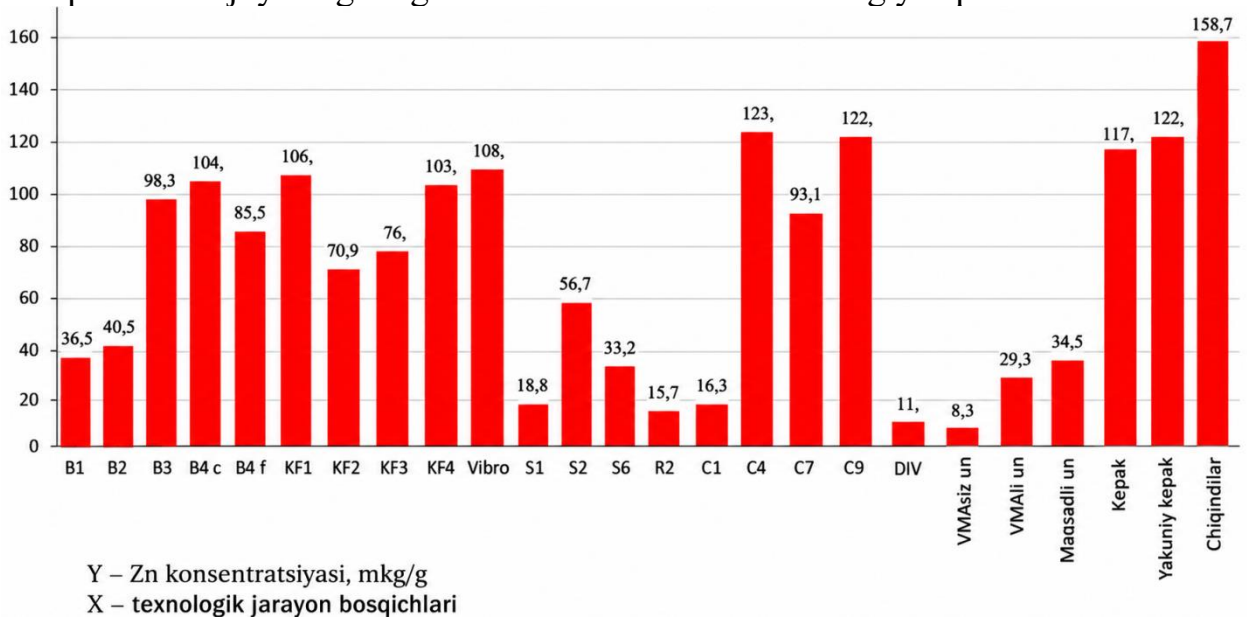
Natriy eng ko‘p C9 texnologik liniyada 93,0 mkg/g, eng kam R2 liniyada 20,5 mkg/g miqdorda aniqlandi. Maqsadli unda uning miqdori 23,4 mkg/g bo‘lib, VMAsiz undagi qiymatga (23,5 mkg/g) deyarli teng bo‘ldi.



6 – rasm. Bug’doyni qayta ishlash texnologik jarayonda Fe elementining o‘zgarish qonuniyati

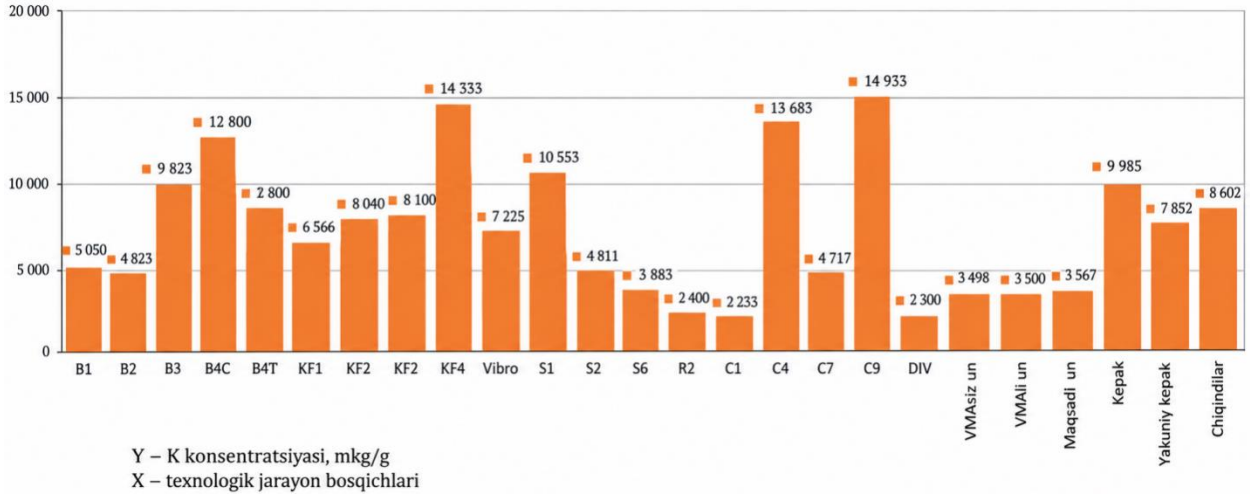
Rasmda, eng yuqori miqdor temir elementi chiqindida 188,0 mkg/g, eng past miqdor VMAsiz unda 10,0 mkg/g. Maqsadli unda bu ko‘rsatkich 39,4 mkg/g bo‘lib, VMAsiz undagidan qariyb 4 baravar yuqori.

Bug’doyni qayta ishlash texnologik jarayonda elementlarining o‘zgarish qonuniyati. Bu bug‘doyni qayta ishlash jarayonida boshlang‘ich xomashyo elementlarning katta qismini qobiq (kepak), dunst fraksiyalariga chiqib ketyotganidan dalolat beradi, aynan shu qatlamlarda donning asosiy mineral komponentlari joylashganligi sababli ushbu elementlarning yo’qotilishi kuzatiladi.



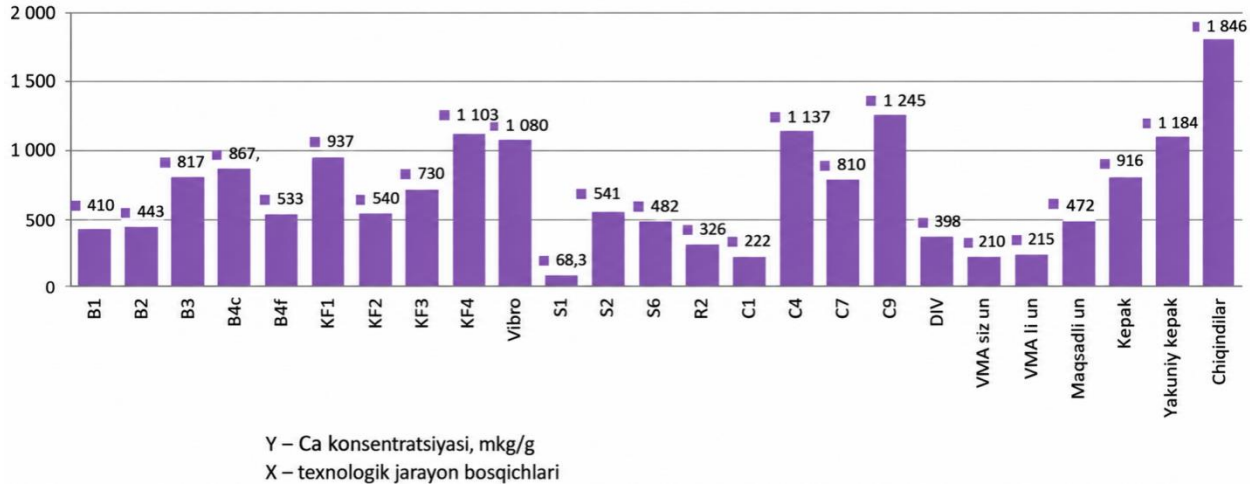
7 – rasm. Bug’doyni qayta ishlash texnologik jarayonda Zn elementining o‘zgarish qonuniyati

Rux elementi ham ko‘p miqdorda chiqindida (158,7 mkg/g) aniqlangan, eng kam VMAsiz un 8,3 mkg/g miqdorda aniqlandi. Maqsadli unda rux miqdori 34,5 mkg/g bo‘lib, VMAsiz undagidan 4,16 baravar yuqori bo‘ldi.



8 – rasm. Bug'doyni qayta ishlash texnologik jarayonda K elementining o'zgarish qonuniyati

Kaliy eng ko'p C9 texnologik liniyada 14933,0 mkg/g miqdorda aniqlandi. Maqsadli unda kaliy miqdori 3567,0 mkg/g deyarli VMAsiz va VMA bilan boyitilgan virinchi navli unlar kabi bir xil.

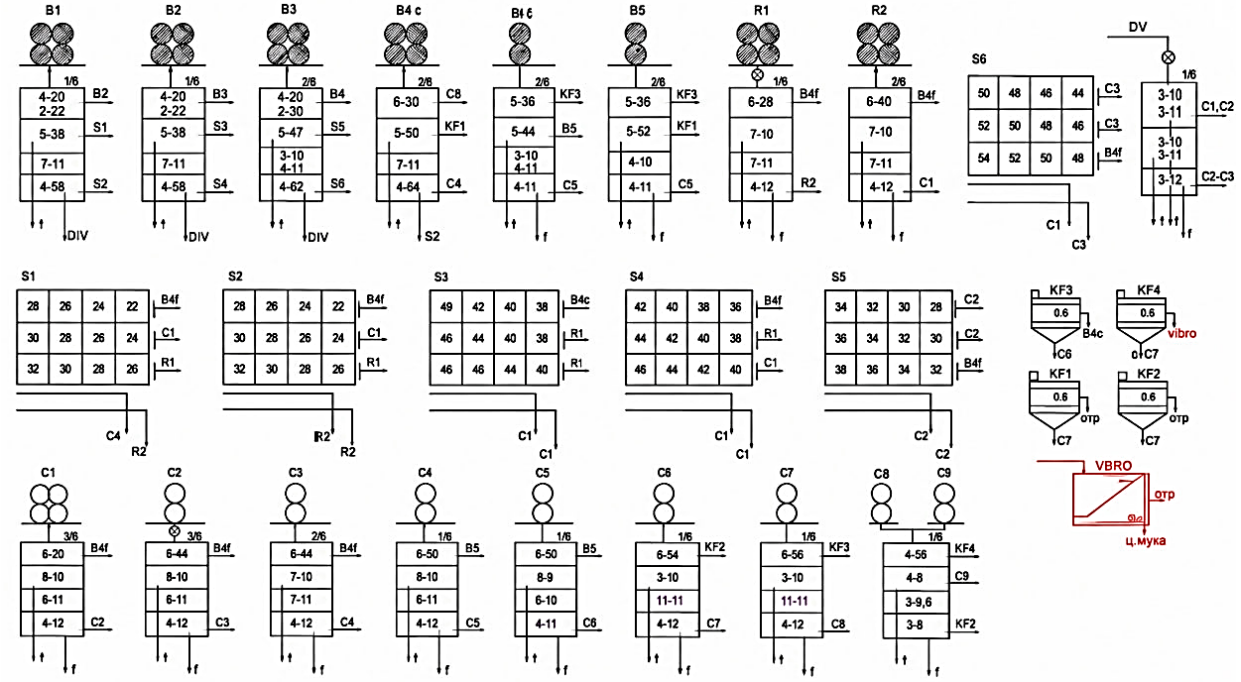


9 – rasm. Bug'doyni qayta ishlash texnologik jarayonda Ca elementining o'zgarish qonuniyati

Kalsiy ko'p miqdorda chiqindilar tarkibida 1846,0 mkg/g, eng kam S1 texnologik liniyada 68,3 mkg/g miqdorda aniqlandi. Maqsadli unda kalsiy miqdori 472,0 mkg/g bo'lib, birinchi navli unlardan (210,0 – 215,0 mkg/g) yuqori qiymatga ega.

8- va 9- yanchish tizimlaridan chiqqan mahsulotlar mos ravishda KF4 elash uskunalariga yuboriladi. KF4 elagidan o'tgan mahsulot C7 yanchish tizimiga qaytariladi, elakda qolgan mahsulot esa vibrosentrofugal uskunaga yo'naltiriladi. Vibrotsentrofugal uskunasi mahsulotga zarbali-markazdan qochma ta'sir ko'rsatib, qobiq zarrachalarining to'liqroq ajralishiga va endosperm ajralish darajasining oshishiga yordam beradi. Natijada elash jarayonida ikki mahsulot hosil bo'ladi. Chiqish - yakuniy kepak; o'tish - maqsadli un. Shunday qilib, ilgari to'liq kepakka kiritilgan mahsulotning (21,5 %) bir qismidan qo'shimcha ravishda 3,0% xajmda tabiiy biologik minerallarga boy maqsadli un ajratib olish mumkin. Oldingi texnologik sxemada un chiqishi 75%, kepak 21,5%, chiqindilar 3,5% ni tashkil etgan. Takomillashtirilgan sxemada esa kepakdan mahsulotning bir qismini ajratib

olish hisobiga maqsadli un olish imkoniyati paydo bo‘ladi, bu esa mahsulot assortimentini kengaytirishga xizmat qiladi (10 - rasm).



10 – rasm. “Galla-Alteg”AJ un tortish bo’limining takomillashtirilgan texnologik sxemasi.

(B1–B5) - maydalash; (R1–R2) - sayqallash; (S1–S6) - sitoveyka (boyitish); DIV - saralash; (KF1–KF4) - vimol; VIBRO - vibrotsentrofugal; (C1–C9) - un tortish.

Keyingi bosqichda maqsadli un shakllanishi jarayonida elementlarning taqsimlanishi baholandi (5-jadval).

5 - jadval

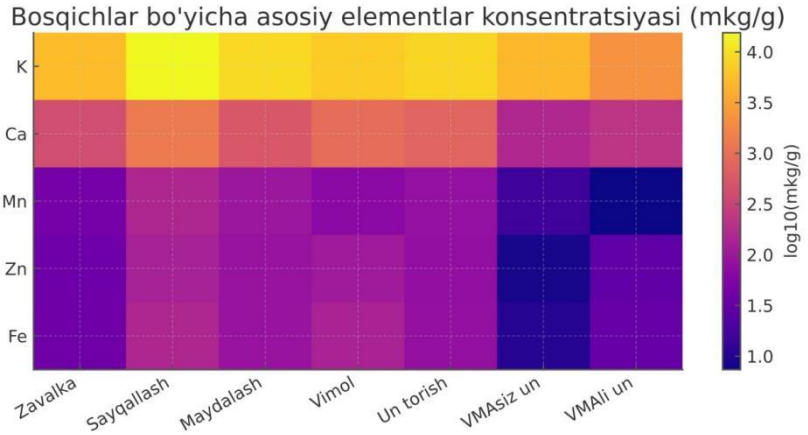
Texnologik sxema takomillashtirilganda element tarkibining saqlanish qonuniyatlari tahlili

Elementlar	Texnologiya takomillashtirilgandan keyingi mahsulotlarda elementlar miqdori, mkg/g		
	balans (chiqish), %		
	vibrotsentrofugalga keluvchi oraliq mahsulot	elakdan o‘tgani: maqsadli un	elakdan o’tmagani: yakuniy kepak
Mn	65,0	26,1	71,0
	21,5	3,0	18,5
Na	30,4	23,4	32,2
	21,5	3,0	18,5
K	7225,0	3567,0	7852,0
	21,5	3,0	18,5
Ca	1080,0	472,0	1184,0
	21,5	3,0	18,5
Zn	108,0	34,5	122,0
	21,5	3,0	18,5
Fe	127,0	39,4	141,0
	21,5	3,0	18,5

Elementlarning taqsimlanish qonuniyati shuni ko‘rsatadiki, qobiq va aleyron qatlamlarda joylashgan essensial elementlar (Mn, Fe, Zn, K, Ca, Na) asosan sxod

fraksiyasida to‘planadi, proxod fraksiya esa mineral komponentlarning endosperm bilan birga qisman o‘tishi hisobiga boyiydi. Bu qayta ishlash jarayonida donning anatomik qismlarining selektiv ajralishini aks ettiradi. Vimol jarayonida qo’shimcha vibrotsentrofuga uskunasidan foydalanish asosida 3% hajmda maqsadli un olish aniqlandi, natijada kepakdan ushbu fraksiyaga Fe 4,0 % va Zn 4,5 % miqdorda o‘tadi.

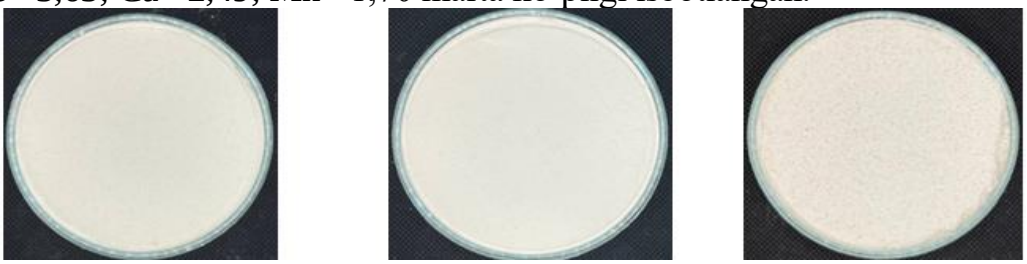
Texnologik jarayon bosqichlari bo‘yicha makro va mikroelementlarning taqsimlanishi. Ma’lumotlarni miqdoriy talqin qilish uchun qayta ishlash bosqichlari bo‘yicha makro va mikroelementlarning taqsimlanishini modellashtirish amalga oshirildi (11 - rasm).



11 - rasm. Bug'doyni qayta ishlashning mutloq kontsentratsiyasining taqsimlanishi ko'rsatilgan issiqlik xaritasi

Unning tajriba partiyasining asosiy parametrlarini kompleks baholash. Bu yerda nazorat (VMA bilan boyitilmagan va boyitilgan 1 - navli un) va tajriba (maqsadli unning) organoleptik va fizik-kimyoviy xususiyatlarini taqqoslash, ularning birinchi (O’z DSt 1104:2021. Vitamin-mineral aralashma bilan boyitilgan oliy va birinchi navli novvoylik bug‘doy uni) va ikkinchi navli (O’zDSt 1313:2009. Novvoylik bug‘doy uni) un talablari bilan solishtirilgan. Barcha namunalar organoleptik ko‘rsatkichlari bo‘yicha me’yoriy talablarga javob beradi. Nazorat namunalari oq rangda, tajriba namunalari esa standartda ruxsat etilgan sarg‘ish tusli oq rangda bo‘ladi. Barcha namunalardagi hid va ta’m begona belgilarsiz bug‘doy uniga xosdir. Chaynashda qarsillash yo‘q.

Tashqi ko’rinishidan (12 - rasm) barcha namunalar o‘xshash tuzilishga ega, ammo maqsadli un ko‘proq sarg‘ish tusga ega va kamroq oqlik va mayda kepak qoldiqlari borligi bilan ajralib turadi. 6 - jadvalda maqsadli unning boyitilmagan birinchi navli unga nisbatan tabiiy mineral boyitish koeffitsiyentlari asoslanib, Zn - 4,16; Fe - 3,63; Ca - 2,49; Mn - 1,70 marta ko’pligi isbotlangan.



VMA bilan boyitilmagan VMA bilan boyitilgan maqsadli

12-rasm. Nazorat va tajriba un namunalarini solishtirish

Shu bilan birga, uning fizik-kimyoviy ko’rsatkichlari shakllantirildi: namlik - 14,7 %, kuldorlik - 0,88 %, oqlik – 36,0 shartli birlik va xom kleykovina miqdori 29,0 %.

6 - jadval

Nazorat va tajriba namunalarining fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari

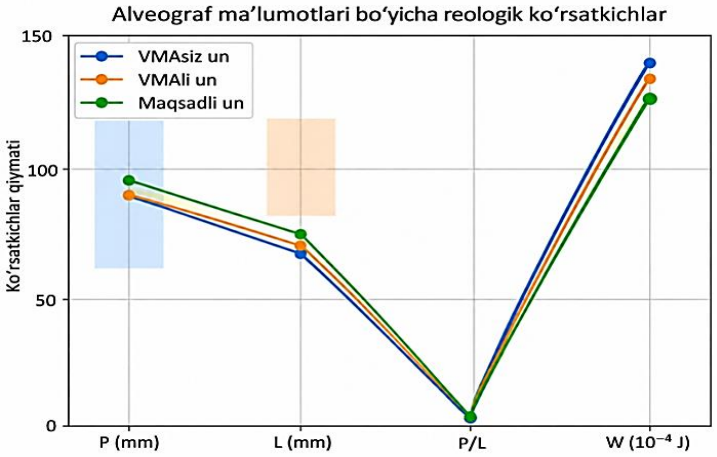
Ko‘rsatkichlar	Un ko‘rsatkichlari tavsifi			O’z DSt 1104:2021	O’zDSt 1313:2009
	nazorat		tajriba	1 - navli un	2 - navli un
	VMAsiz	*VMAli*	*maqsadli*		
Namlik, %, ko‘pi bilan	14,5	14,5	14,7	15,0	
Kul miqdori, %, ko‘pi bilan	0,7	0,7	0,88	0,55-0,75	0,75-1,25
Oqlik, RZ-BPL, kamida	50,0	50,0	36,0	54,0-36,0	36,0-12,0
Yirikligi, %: GOST 4403 bo‘yicha №35 ipak gazlamadan tayyorlangan elakdagi qoldiq, ko‘pi bilan	1,7	1,7	2,0	2,0	-
№ 27, ko‘pi bilan	-	-	-	-	2,0
GOST 4403 bo‘yicha №43 ipak matodan tayyorlangan elakdan o‘tish, kamida	85,0	85,0	81,0	80,0	-
№ 38, kamida	-	-	-	-	65,0
Xom kleykovina miqdori, %, kamida	31,0	31,0	29,0	28,0	23,0
Xom kleykovina sifati, IDK birliklari	95,0	95,0	100,0	45-102	38-102
Tushish soni, sek., kamida	290,0	290,0	300,0	200,0	160,0
1 kg metallomagnit aralashma, mg, ko‘pi bilan	iz	iz	iz	3,0	3,0

Nazorat va tajriba namunalarining reologik ko‘rsatkichlarini baholash. Ishning ushbu bosqichida bug‘doy unining reologik xususiyatlarini o‘rganish muhim edi, chunki aynan shu ko‘rsatkichlar kraxmal va oqsil kleykovina kompleksining issiqlik bilan ishlov berishdagi xatti-harakatlarini tavsiflaydi va shunga mos ravishda non pishirish sifati bilan bevosita bog‘liq (13 - rasm).

Nazorat un namunalari xamir deformatsiyasining umumiy energiyasi bo‘yicha birmuncha yuqori ko‘rsatkichlar (W - 145–140) bilan tavsiflanadi, bu ularning umumiy kuchi yuqoriroq va nonboplik xususiyatlari potensial jihatdan yaxshiroq ekanligini ko‘rsatadi. Maqsadli un esa xamirning qayishqoqligi (P -95,0) va cho‘ziluvchanligi (L - 75,0) bo‘yicha yuqoriroq qiymatlarni namoyon etadi.

Nazorat va tajriba namunalarida Fe va Zn bioo’zlashtiruvchanligi. Fitin kislotasi don tarkibidagi asosiy antinutritiv omil hisoblanadi, chunki u ikki valentli

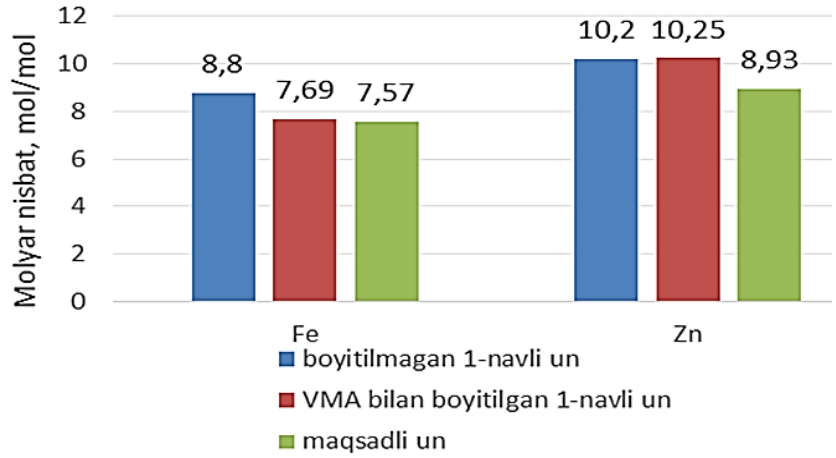
kationlar, xususan temir (Fe^{2+}) va rux (Zn^{2+}) bilan erimaydigan komplekslar hosil qilib, ularning o‘zlashtirilishini kamaytiradi.



13 - rasm. Alveograf ma’lumotlari bo’yicha reologik ko’rsatkichlar.

Fitin kislotasi ionlangan shaklda (fitat) bo‘ladi, shuning uchun bioo’zlashtiruvchanlikni hisoblashda “fitat:element” ko‘rsatkichi qo‘llaniladi. Shu sababli undagi fitat miqdori makro va mikroelementlarning bioo’zlashtiruvchanlik ko‘rsatkichi bo‘lib xizmat qiladi va tayyor mahsulotdan organizm hayotiy muhim oziq moddalarni qanchalik samarali o‘zlashtira olishini baholash imkonini beradi. Olingan ma’lumotlar temir va rux uchun “fitat: element” (mol/mol) ko‘rsatkichlarini hisoblashda foydalanilgan (14 - rasm).

Rasmda har xil unlar uchun fitat/Fe va fitat/Zn molyar nisbatlari keltirilgan. Eng yuqori ko‘rsatkichlar boyitilmagan unda, bu mikroelementlarning biologik o‘zlashtirilishi pastligidan dalolat beradi. Boyitilgan unda Fe va Zn miqdori ortishi hisobiga nisbatlar kamayadi, ammo fitin kislotasining ta’siri saqlanib qoladi.



14 - rasm. Fitat:temir va fitat:ruh elementlarining molyar nisbati, mol/mol.

Rux bo‘yicha eng qulay ko‘rsatkichlar maqsadli unda olingan bo‘lib, bu yerda fitat/Zn qiymati minimal darajada bo‘lib, uning biosinguvchanligi oshganligini ko‘rsatadi. Fe bo’yicha ham birinchi navli unlarga nisbatan pasayish kuzatiladi.

Bug‘doy unining mineral moddalarga bo‘lgan fiziologik ehtiyojni qoplashdagi ulushni baholash. Unning oziqaviy qiymatini baholash uchun makro va mikroelementlarga bo‘lgan kunlik ehtiyojni qoplash darajasi hisoblab chiqildi. Hisob-kitoblar bir kishiga kunlik 500g un iste’moli hamda namunalar tarkibidagi elementlar miqdoriga asoslanadi. Jadvalda turli elementlar bo‘yicha kunlik ehtiyojni qoplash darajasi (%) keltirilgan bo‘lib, bu unning organizmni zarur oziq moddalar bilan ta’minlashdagi hissasini baholash imkonini beradi (7 - jadval).

7 - jadval

Kunlik ehtiyojni qoplash darajasi, %

Elementlar nomi	Kunlik ehtiyojni qoplash darajasi, %		
	nazorat		tajriba
	VMAsiz un	VMAli un	maqsadli un
makroelementlar			
Na	11,4	9,6	14,6
K	42,0	43,2	78
Ca	7,5	10,75	18,67
Cl	16,7	17,8	19,1
essentsial makroelementlar			
Zn	26,8	93,5	96,3
Mn	21,7	22,2	82,5
Fe	27,7	91,6	95

Jadvalda turli xil un iste'moli sharoitida makro va mikroelementlarga bo‘lgan kunlik ehtiyojni qoplash darajasi bo‘yicha ma'lumotlar keltirilgan. Makroelementlar bo‘yicha namunalar o‘rtasidagi farqlar unchalik katta emas, bunda kalsiy miqdori past darajada saqlanib qoladi. Eng katta farqlar temir va rux bo‘yicha kuzatilgan: boyitilmagan unda ularning miqdori yetarli emas, boyitilgan va maqsadli unda esa ko‘rsatkichlar yuqori darajaga yetadi. Shu bilan birga, maqsadli un VMA qo‘llanmasdan ham taqqoslanadigan darajada qoplashni ta'minlaydi.

8 - jadval

Mineral elementlar yig‘indisi va kuldorlikning taqqoslamasi

Mahsulot nomi	Mineral tarkib		Kuldorlik, %
	mkg/g	%	
Bug'doy	15835	1,6	1,96
1 - navli VMA bilan boyitilmagan un	7067	0,7	0,7
1 - navli VMA bilan boyitilgan un	7179	0,71	0,7
Maqsadli un	8200	0,82	0,88
Kepak	28677,9	2,9	3,02
Yakuniy kepak (vibrosentrofugaldan o'tgan)	49734,3	4,97	5,22

Mineral tarkibning umumiy miqdori bilan kuldorlik ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni ko‘rsatadi. Mineral tarkibi oshgani sari kuldorlik ham mos ravishda ortib borgan: 1 - navli VMA bilan boyitilmagan va boyitilgan unlarda mineral tarkib 0,70–0,71%, kuldorlik 0,70% bo‘lgan bo‘lsa, bug‘doyda bu ko‘rsatkichlar mos ravishda 1,6% va 1,96% ni tashkil etgan. Kepakda mineral tarkib 2,9%, kuldorlik 3,02%, yakuniy kepakda esa eng yuqori natija - 4,97% mineral tarkib va 5,22% kuldorlik qayd etilgan. Barcha namunalarda kuldorlik mineral moddalarning hisoblangan yig‘indisidan biroz yuqori bo‘lib, mineral tarkib va kuldorlik o‘rtasida aniq ijobiy bog‘liqlik mavjudligi kuzatiladi.

XULOSALAR

“Bug’doyni unga qayta ishlash jarayonida uning element tarkibidagi o‘zgarishlar qonuniyatlarini tadqiq etish” mavzusidagi texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya tadqiqot ishlari asosida quyidagi xulosa chiqarildi:

1. Bug‘doyni unga qayta ishlash jarayonining turli bosqichlarida makro va mikroelementlarning taqsimlanish qonuniyati INAT usuli yordamida aniqlangan. Pomol jarayonida biologik jihatdan muhim bo‘lgan Fe, Zn, Mn va Ca elementlarining miqdori 50 % dan ortiq kamayishi aniqlanib, bu qayta ishlash texnologiyasining unning mineral va biologik qiymatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi;

2. Vibrotsentrofugaldan foydalanish asosida bug‘doyni qayta ishlash texnologik sxemasi takomillashtirildi, bu esa Fe va Zn miqdori yuqori bo‘lgan oraliq mahsulotlarni maqsadli shakllantirish hamda qo‘shimcha ravishda 3,0 % miqdorda maqsadli un olish imkonini beradi;

3. Tabiiy mineral moddalarni saqlovchi taklif etilgan maqsadli unda ruxning potensial biologik o‘zlashtiriluvchanligi an’anaviy usulda boyitilgan birinchi navli unga nisbatan 15 % yuqori ekanligi aniqlandi;

4. Maqsadli unning boyitilmagan birinchi navli unga nisbatan tabiiy mineral boyitish koeffitsiyentlari asoslandi: Zn 4,16; Fe 3,63; Ca 2,49; Mn 1,70. Shu bilan birga, uning fizik-kimyoviy ko’rsatkichlari shakllantirildi: namlik - 14,7 %, kuldorlik - 0,88 %, oqlik – 36,0 shartli birlik va xom kleykovina miqdori – 29,0 %;

5. Qo‘llanilgan INAT metodikaning metrologik bahosi uning yuqori aniqlik, takrorlanuvchanlik va natijalar ishonchliligini ta’minlashini ko‘rsatdi. Xatolik ko‘rsatkichlari ruxsat etilgan me’yorlardan oshmaydi, bu esa usulning bug‘doy va uning qayta ishlash mahsulotlarining element tarkibini aniqlashda yaroqliligini tasdiqlaydi;

6. Takomillashtirilgan texnologiya asosida maqsadli un ishlab chiqarish tayyor mahsulot chiqishini 3,0 % ga oshirish va katta qo‘shimcha xarajatlarsiz uning sifatini yaxshilash imkonini beradi, bu esa mazkur texnologiyani un ishlab chiqarish korxonalarida amaliy qo‘llashning maqsadga muvofiqligini ko‘rsatadi. Maqsadli unning yillik ishlab chiqarish hajmi 3000 t bo‘lganda, uning bir tonnasining o‘rtacha narxi (4 500 000 so‘m) asosida, kepak qiymatini (1500–2000 so‘m/kg) chegirib tashlashni hisobga olgan holda hisoblangan iqtisodiy samara yiliga 8,34 mlrd so‘mni tashkil etadi.

НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/2025.27.12.T.42.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КУРБАНОВА НОДИРА БАХТИЯРОВНА

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПШЕНИЦЫ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ В МУКУ

02.00.17 – Технология и биотехнология обработки, хранения и переработки сельскохозяйственных и пищевых продуктов

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Ташкент – 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под № B2025.2.PhD/T5599.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице научного совета по адресу (ik-kimyo.nuu.uz) и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	**Джахангирова Гулноза Зинатуллаевна** доктор философии (PhD), профессор
Официальные оппоненты:	**Баракаев Нусратулло Раджабович** доктор технических наук, профессор
	Гафурова Дилором Аббасовна кандидат технических наук, доцент
Ведущая организация:	**Гулистанский Государственный университет**

Защита диссертации состоится «____» _____ 2026 г. в _____часов на заседании Научного Совета DSc.03/2025.27.12.T.42.01 при Ташкентском химико-технологическим институте. (Адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхантахурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-21, факс: (99871) 244-79-17; e-mail: tkti_info@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института (зарегистрирована за №___). (Адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхантахурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (+99871) 244-79-21).

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2026 года.
(Протокол рассылки № ___ от «____» _____ 2026 г.).

С.М.Туробжонов
Председатель Научного совета по присуждению учёной степени доктора наук, д.т.н., академик

Х.И.Кадиров
Учёный секретарь Научного совета по присуждению учёной степени доктора наук, д.т.н., профессор

К.П. Серкаев
Председатель Научного семинара при Научном Совете по присуждению учёной степени доктора наук, д.т.н., доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD)

Актуальность и необходимость темы диссертации. В последние годы в мировом масштабе активно проводятся научные исследования, направленные на решение актуальных проблем в области переработки зерна и производства хлебобулочных изделий. Особое внимание уделяется разработке современных методов модификации хлеба и других мучных изделий, относящихся к социально значимым продуктам регулярного и массового потребления. Вопросы эффективного использования сырья, повышения качества готовой продукции с высокими потребительскими свойствами и биологической ценностью относятся к числу приоритетных направлений.

В мировой практике интенсивно развиваются направления по изучению элементного состава зерновых культур, совершенствованию технологий помола, а также разработке функциональных видов муки, обогащённых такими жизненно важными микроэлементами, как железо и цинк. Современные научные исследования в области переработки зерна и производства хлебобулочных изделий направлены на снижение дефицита микроэлементов и создание продуктов с высокой пищевой и биологической ценностью.

В нашей республике исследуются способы интенсификации процесса приготовления теста, создаются новые технологии продуктов «здорового питания», обеспечивающие комплексное и рациональное использование местных сырьевых ресурсов. Настоящая диссертационная работа посвящена изучению закономерностей изменения элементного состава пшеницы в процессе её переработки в муку, научному обоснованию технологий естественного обогащения, а также изучению распределения макро- и микроэлементов в ходе технологического процесса и обеспечению их сохранения.

Диссертационная работа в определённой степени служит выполнению[1] задач, определённых постановлением Президента Республики Узбекистан от 28-января 2022-года №ПП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана», Указом от 10 ноября 2020 года № УП-4887 «О дополнительных мерах по обеспечению здорового питания населения», постановлением от 9-сентября 2020-года №4821 «О мерах по ускоренному развитию пищевой промышленности республики и полному обеспечению потребности населения в качественных продуктах питания». Кроме того, настоящее исследование в определённой степени способствует реализации задач, определённых постановлением от 23-октября 2019-года №ПП-5853 «О реализации Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030-годы», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

[1] Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы»

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий РУз. Исследование выполнено в соответствии с V - приоритетным направлением развития науки и технологий «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Степень изученности проблемы. Значительный вклад в развитие теоретических и практических основ технологии переработки зерна внесли зарубежные исследователи, такие как E.S. Posner, A.N. Hibbs, Y. Pomeranz, N.L. Kent, P.R. Shewry, D.D. Kasarda, W.R. Bushuk, работы которых посвящены изучению процессов помола, биохимии зерна и формированию качества муки. Среди российских и отечественных ученых следует отметить Г.А. Егорова, В.А. Бутковского, Е.Д. Казакова, Н.П. Козьмину, П.М. Турсунходжаева, Д.А. Гафурову, Н.К. Айходжаеву, З.З. Шукурова, Х.Б. Эргашеву, С.С. Равшанова, Н.Р. Баракаева, А.М. Норматова, У.Н. Болтабаева и других, чьи исследования направлены на совершенствование технологий мукомольного производства и повышение пищевой ценности продукции.

По данным Всемирной организации здравоохранения, более трети населения страдает от состояний, связанных с различными формами дефицита макро и микроэлементов. Это, в свою очередь, является одним из основных факторов развития анемии и нарушений обмена веществ. Несмотря на то, что местная мучная продукция подвергается фортификации, вышеуказанная проблема остаётся нерешённой. В результате возникает потребность в натуральных продуктах, богатых макро- и микроэлементами.

В данной диссертационной работе создана возможность естественного обогащения муки, при этом особое значение имеет рациональное использование богатых минеральными веществами фракций зерна и оптимизация технологических процессов его переработки.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках исследовательских работ прикладных и инновационных проектов Ташкентского химико-технологического института по теме AL-652204243 «Разработка технологии улучшения функциональных свойств пшеничной муки без пищевых добавок» (2024 - 2027 гг.).

Целью исследования является совершенствование технологического процесса для обеспечения сохранения биологически значимых элементов путем определения закономерностей изменения элементного состава в ходе переработки пшеницы в муку.

Задачи исследования:

провести анализ научных источников, посвящённых элементному составу пшеницы и продуктов её переработки, а также определить влияние технологических процессов переработки на сохранение, перераспределение и потери макро- и микроэлементов;

определить элементный состав пшеницы и исследовать закономерности

изменения элементов в процессе её переработки;

оценить биодоступность железа и цинка;

разработать муку целевого назначения, обладающую биологической ценностью, на основе усовершенствованной технологической схемы переработки пшеницы;

разработать методику определения элементного состава пшеницы и продуктов её переработки.

Объектом исследования являются мягкая пшеница, выращенная в РУз и Казахстан, а также промежуточные продукты, полученные в процессе переработки зерна, мука первого сорта и целевая мука.

Предметом исследования являются закономерности изменения элементного состава пшеницы и продуктов её переработки, а также технологические условия выделения минерально-богатых фракций для получения муки целевого назначения.

Методы исследования научные исследования проводились с использованием физико-химических, биохимических, реологических, органолептических методов, а также метода инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА). По результатам исследований расчёты и графическая интерпретация данных осуществлялись с использованием пакетов программ MS Word и MS Excel.

Научная новизна исследования:

впервые установлены количественные закономерности распределения макро- и микроэлементов на этапах технологического процесса переработки пшеницы в муку и доказано, что при традиционной переработке теряется более 50 % биологически важных элементов (Fe, Zn, Mn, Ca);

усовершенствована технология переработки пшеницы с применением виброцентробежного оборудования на этапе вымола и обоснована возможность дополнительного получения 3,0 % муки целевого назначения, сохраняющей природные минеральные вещества;

установлено, что биодоступность цинка в целевой муке на 15,0 % выше, чем в традиционно обогащённой муке первого сорта;

обоснованы коэффициенты естественного минерального обогащения муки целевого назначения по сравнению с необогащённой мукой первого сорта: доказано, что содержание Zn выше в 4,16 раза, Fe - в 3,63 раза, Ca - в 2,49 раза, Mn - в 1,70 раза;

разработано технология переработки фракций зерна, богатых минеральными веществами, на основе выявленных закономерностей изменения элементного состава в процессе переработки пшеницы в муку.

Практические результаты исследования:

определены оптимальные параметры процесса получения целевой муки с биологической ценностью путём переработки пшеницы;

определены оптимальные параметры переработки пшеницы, богатой макро- и микроэлементами;

разработаны усовершенствованную технологию переработки пшеницы, основанную на использовании виброцентрофугального оборудования.

Достоверность полученных результатов исследования. Анализ проведён с использованием современных физико-химических методов исследования, позволяющих с высокой точностью определять свойства сырья и готовой продукции с помощью современных измерительных приборов, а также ядерно-физических, физико-химических и органолептических методов исследования. Это подтверждается внедрением в промышленность технологий производства целевой муки с биологической ценностью путём переработки пшеницы.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в установлении закономерностей изменения элементного состава пшеницы в процессе её переработки в муку, выявлении возможностей сохранения природных минеральных элементов, а также в создании научных основ разработки и применения целевой муки.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке технологии получения целевой муки с сохранением природных минеральных элементов за счёт совершенствования процесса переработки пшеницы с использованием виброцентрофугального устройства в процессе помола.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по определению закономерностей изменения элементного состава пшеницы в процессе её переработки в муку и оптимизации технологических процессов переработки фракций зерна, богатых минеральными элементами:

усовершенствованная технология переработки пшеницы внедрена в практику на АО «Galla-Alteg» (справка АО «O‘zdonmahsulot» №27-109/11-2025 от 27 ноября 2025 года). В результате появилась возможность производства «целевой муки» с улучшенным минеральным составом, повышенным содержанием железа и цинка, а также органолептическими и реологическими свойствами, соответствующими установленным требованиям;

технология производства функционального сахарного печенья на основе «целевой муки» с повышенным содержанием железа и цинка включена в «Перечень перспективных разработок для внедрения в практику на 2023–2030 годы» ООО «FUNKSIONAL OZIQ-OVQAT KOMBINATI» (справка АО «O‘zdonmahsulot» №27-109/11-2025 от 27 ноября 2025 года). В результате появилась возможность производства нового вида мучного пищевого продукта с обеспечением требований безопасности пищевой продукции.

Апробация результатов исследования. Полученные результаты доложены, обсуждены и одобрены на 5 международных и 8 республиканских научных конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме и материалам

диссертации опубликованы всего 19 научных работ. Из них 5 научных статей, в том числе 3 в зарубежных и 2 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией РУз для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем основного текстового материала составляет 113 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении кратко охарактеризовано современное состояние вопроса; обоснованы актуальность и востребованность исследования, его цель и задачи, научное и практическое значение; показана связь работы с государственными программами и приоритетными направлениями развития науки и технологий республики, приведены сведения о внедрении полученных разработок в производство.

В первой главе **«Анализ современного состояния проблемы и методов исследования элементного состава пшеницы»** рассмотрены современное состояние производства пшеницы и муки в РУз, роль макро- и микроэлементов в питании человека и причины их дефицита. Показано, что переработка пшеницы значительно снижает содержание железа и цинка, а существующая программа фортификации остаётся недостаточно эффективной. Обобщены данные о суточной потребности в макро- и микроэлементах. Представлен сравнительный анализ аналитических методов (ААС, ICP-MS, ИНАА) и обоснован выбор ИНАА как наиболее чувствительным, достоверным, селективным и высокоточным для определения элементного состава пшеницы и продуктов её переработки.

Вторая глава **«Методика исследования и описание установки, предназначенной для определения минерального состава зерновых продуктов»** посвящена объектам и методам исследования. Описаны виды используемого сырья, лабораторные и производственные условия проведения экспериментов. Представлен комплекс методов оценки качества пшеницы, промежуточных продуктов, муки включающий органолептические, физико-химические, ядерно-физические и реологические исследования. Для определения содержания макро- и микроэлементов подробно изложен метод ИНАА, основанный на использовании исследовательского ядерного реактора типа WWR-SM (рис. 1). Активирование исследуемых образцов в потоке нейтронов осуществляется по схеме (рис. 2). В результате облучения в нейтронном потоке образуются радионуклиды, испускающие характерный спектр гамма-излучения (рис. 3). Описаны методы статистической обработки экспериментальных данных.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «**Исследование закономерностей изменения элементного состава пшеницы и продуктов её переработки и обоснование технологической схемы природного обогащения муки**», изучен элементный состав мягкой озимой пшеницы,

выращенной в Республике Узбекистан, и продуктов её переработки.

Рис. 1. Атомный реактор WWR-SM

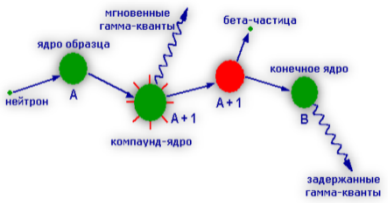


Рис. 2. Схема взаимодействия нейтрона с атомными ядрами

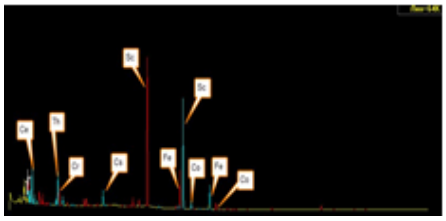


Рис. 3. Спектр гамма-излучения радионуклидов в ИНАА

Исследования проводились на предприятии АО «Galla-Alteg» в г. Ташкенте на базе линии «GENCH», представляющей собой сложную разветвлённую технологическую систему. На основе полученных результатов предложена и обоснована усовершенствованная технология, обеспечивающая получение муки целевого назначения, богатой жизненно важными элементами.

В четвёртой главе диссертации, озаглавленной **«Комплексная оценка качества и элементного состава продуктов на основе целевой муки и обоснование эффективности технологии»**, из муки целевого назначения были выпечены образцы хлеба и сахарного печенья и проведена оценка показателей их качества. Также приведены метрологические параметры методики определения элементного состава пшеницы. Метод анализа валидирован и показано, что он обладает удовлетворительными показателями точности и повторяемости.

Для изучения региональных различий элементного состава пшеницы были исследованы регионы с высокой урожайностью пшеницы. Согласно полученным результатам установлено, что минеральный состав почвы Ташкентской области характеризуется относительно высоким содержанием элементов (Fe - 27000,0 mkg/g, Zn - 96,0 mkg/g). Для дальнейших исследований были отобраны широко возделываемые сорта мягкой озимой пшеницы «Алексеич», «Аср» и «Турон» (табл. 1).

Таблица 1

Элементный состав широко возделываемых сортов пшеницы, mkg/g

Наименование элементов	«Алексеич» Ташкентская область	«Аср» Сирдарья	«Турон» Кашкадарья	«Алексеич» Фергана
Ca	390,0	490,0	410,0	470,0
Fe	41,4	44,6	49,9	42,2
K	3400,0	3600,0	3560,0	4500,0
Mn	20,6	36,4	37,2	26,5
Zn	24,5	47,9	24,4	29,8
Rb	3,2	1,9	1,6	1,1
Cl	615,0	970,0	710,0	620,0
Br	0,59	0,22	0,19	0,27

Калий и кальций характеризуются стабильным содержанием в зерне независимо от региона выращивания, что указывает на биологическую регуляцию их усвоения. Натрий и хлор варьируют в зависимости от

почвенных условий. Существенные различия установлены для железа и цинка: повышенное содержание Zn характерно для Сырдарьинской области, Fe для Кашкадарьинской. Образцы из Сырдарьи и Кашкадарьи представляют наибольший интерес как сырьё с повышенной нутритивной ценностью.

После анализа элементного состава зерна были отобраны промежуточные продукты с различных этапов технологического процесса: исходное зерно (завалка), продукты драных, сортировочных, обогатительных, шлифовочных, размольных и вымольных систем, а также контроля муки. Затем содержание жизненно важных (эссенциальных) элементов было рассчитано методом количественного баланса и проведена оценка закономерностей их изменения (табл. 2).

Таблица 2

Анализ закономерности сохранения элементного состава в драной системе

Элемен-ты	Пшеница, mkg/g	Масса элемента в 100 тн., гр.	Содержание элементов в продуктах извлечения, mkg/g				
			баланс (выход), %				
			B2	DIV	S1	S2	F
Mn	42,1	4210,0	40,1	46,3	49,5	54,6	16,0
			70,0	8,5	8,0	11,0	2,5
Na	24,7	2470,0	25,2	21,6	21,0	21,2	23,5
			70,0	8,5	8,0	11,0	2,5
K	5050,0	505000,0	4823,0	2300,0	10553,0	4811,0	2100,0
			70,0	8,5	8,0	11,0	2,5
Ca	410,0	41000,0	443,0	398,0	68,3	541,0	210,0
			70,0	8,5	8,0	11,0	2,5
Zn	36,5	3650,0	40,5	11,0	18,8	56,7	8,3
			70,0	8,5	8,0	11,0	2,5
Fe	37,4	3740,0	41,5	18,5	21,2	46,7	10,0
			70,0	8,5	8,0	11,0	2,5

Данные отражают распределение эссенциально значимых элементов (Mn, Na, K, Ca, Zn, Fe) по основным извлечениям 1 - драного процесса при переработке 100 т пшеницы. В таблице приведена концентрация элементов пшеницы до поступления в драную систему, их общее количество в пересчёте на массу перерабатываемого сырья, а также в продуктах извлечения: B2 (продукт направляемый во 2 драную систему), F (мука), S1 и S2 (фракции направляемые в ситовейку), также DIV (промежуточные продукты поступающие в сортировочную машину). Анализ показывает, что основная часть элементов сохраняется в технологической системе и перераспределяется между фракциями в зависимости от их анатомического происхождения и степени очистки эндосперма. При этом наблюдается значительное варьирование концентраций элементов в различных потоках, что обусловлено их неравномерным распределением в зерне.

В следующей таблице изучается количественное распределение эссенциально значимых элементов по основным продуктам переработки зерна (мука, отруби, отходы) с учётом их выхода и общего материального

баланса. Выход отходов был пересчитан с исключением 0,7% минеральных отходов (табл. 3).

Таблица 3

Анализ закономерности сохранения элементного состава по основным продуктам переработки зерна (мука, отруби, отходы)

Элементы	Пшеница, mkg/g	Сумма элементов в 100 тн. пшенице, гр.	Содержание элементов в продуктах переработки пшеницы, mkg/g			Сумма элементов в муке, гр.	Сумма потери элементов, гр.
			баланс (выход), %				
			мука без ВМС	отруби	отходы		
Mn	42,1	4210,0	16,0	77,0	476,0	1200,0	2988,3
			75,0	21,5	2,8		
Na	24,7	2470,0	23,5	28,9	24,3	1762,5	689,3
			75,0	21,5	2,8		
K	5050,0	505000,0	3498,0	9985,0	8602,0	262350,0	238763,1
			75,0	21,5	2,8		
Ca	410,0	41000,0	210,0	916,0	1846,0	15750,0	24862,8
			75,0	21,5	2,8		
Zn	36,5	3650,0	8,3	117,0	158,7	622,5	2959,8
			75,0	21,5	2,8		
Fe	37,4	3740,0	10,0	114,0	188,0	750,0	2977,4
			75,0	21,5	2,8		

В приведённой выше таблице исследовано количественное распределение эссенциальных элементов в основных продуктах переработки зерна (муке, отрубях и отходах) с учётом их выхода и общего материального баланса. Анализ данных показывает выраженную неравномерность распределения минеральных веществ между продуктами переработки. Наиболее высокая концентрация большинства элементов наблюдается в отрубях и отходах, тогда как в муке их содержание значительно ниже. На промышленном предприятии были отобраны образцы на 25 этапах технологического процесса переработки пшеницы в муку и методом ИНАА установлены закономерности изменения содержания основных элементов. Полученные экспериментальные результаты представлены на рисунках 4 - 9.

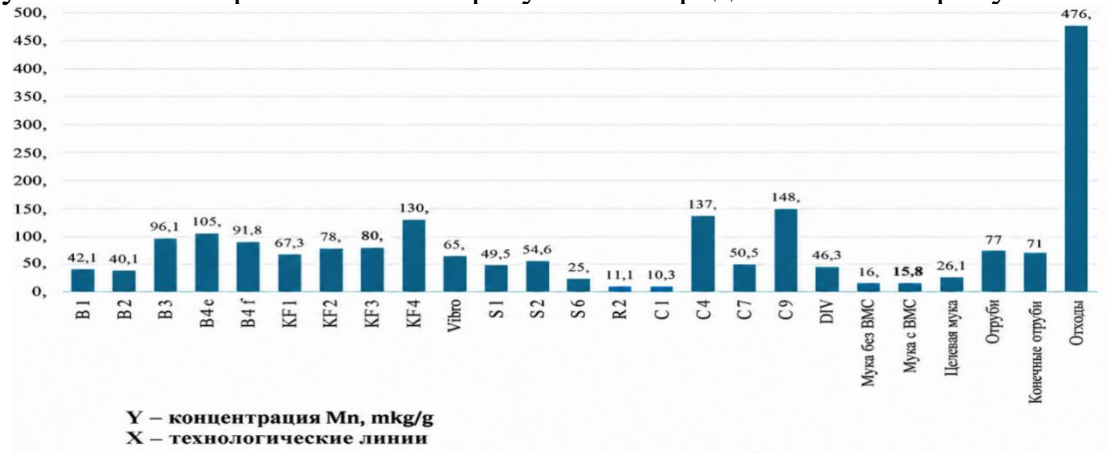


Рис. 4. Закономерности изменения Mn в ходе технологического процесса переработки пшеницы в муку

Марганец в наибольшем количестве обнаружен в отходах 476,0 mkg/g. В целевой муке его содержание составляет 26,1 mkg/g, что в 1,62 раза выше, чем в муке без ВМС (не обогащённой витаминно-минеральной смесью) и в муке с ВМС (обогащённой витаминно-минеральной смесью), где содержание марганца составляет 16,0 -15,8 mkg/g.

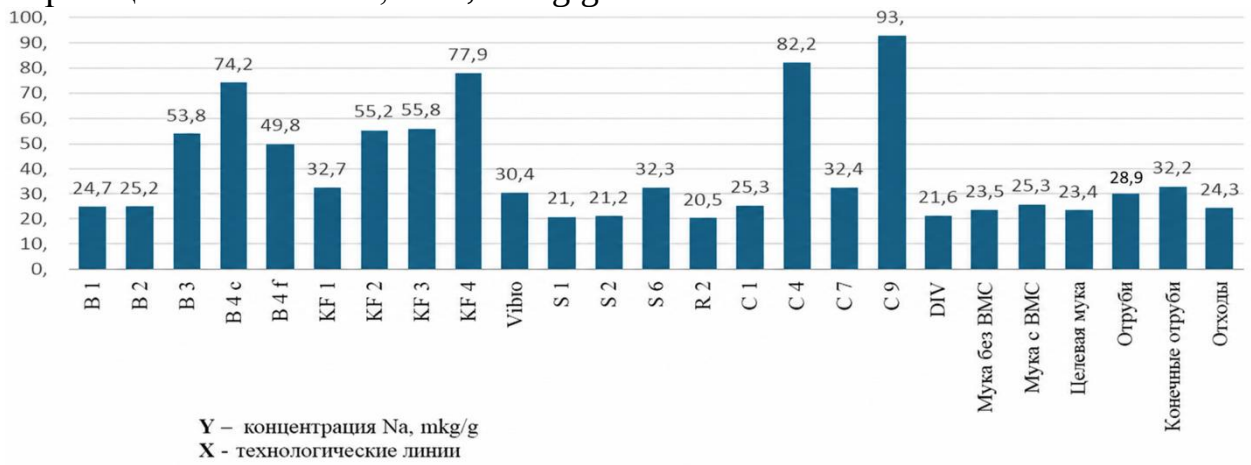


Рис. 5. Закономерности изменения Na в ходе технологического процесса переработки пшеницы в муку

Натрий в наибольшем количестве обнаружен на технологической линии С9 – 93,0 mkg/g, а в наименьшем количестве на линии R2 - 20,5 mkg/g. В целевой муке его содержание составило 23,4 mkg/g, что практически соответствует значению в муке без ВМС 23,5 mkg/g.

Закономерности изменения элементного состава в технологическом процессе переработки пшеницы. Это свидетельствует о том, что в процессе переработки пшеницы значительная часть элементов исходного сырья переходит в оболочку зерна (отруби) и дунстовые фракции. Поскольку именно в этих слоях сосредоточена основная часть минеральных компонентов зерна, наблюдается потеря данных элементов в процессе переработки.

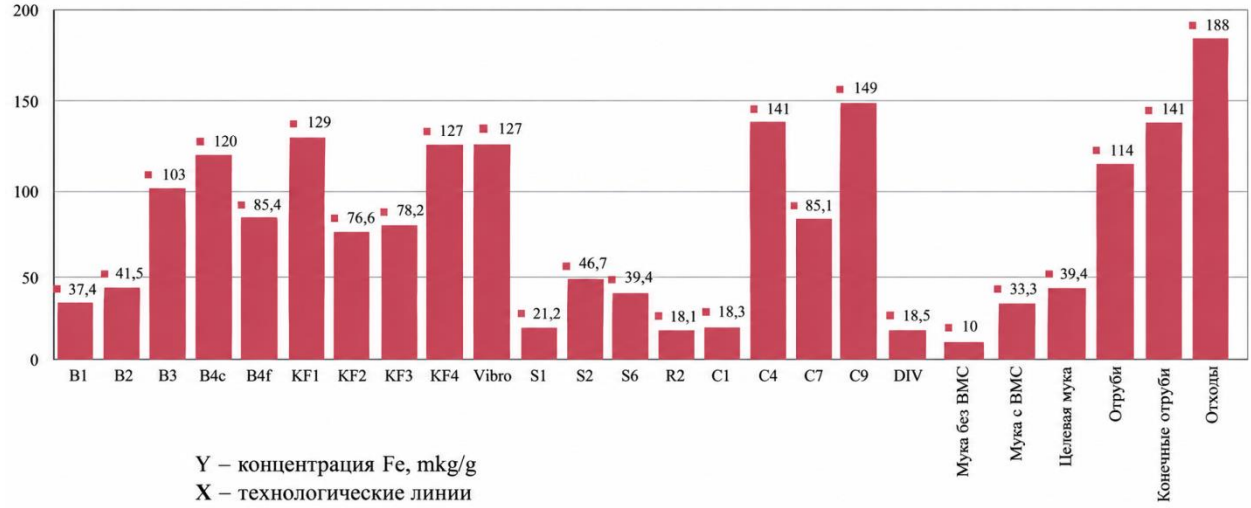


Рис. 6. Закономерности изменения Fe в ходе технологического процесса переработки пшеницы в муку

На рисунке максимальное содержание железа выявлено в отходах - 188,0 mkg/g, а минимальное - в муке без ВМС - 10,0 mkg/g. В целевой муке этот показатель составляет 39,4 mkg/g, что примерно в 4 раза выше, чем в муке без ВМС.

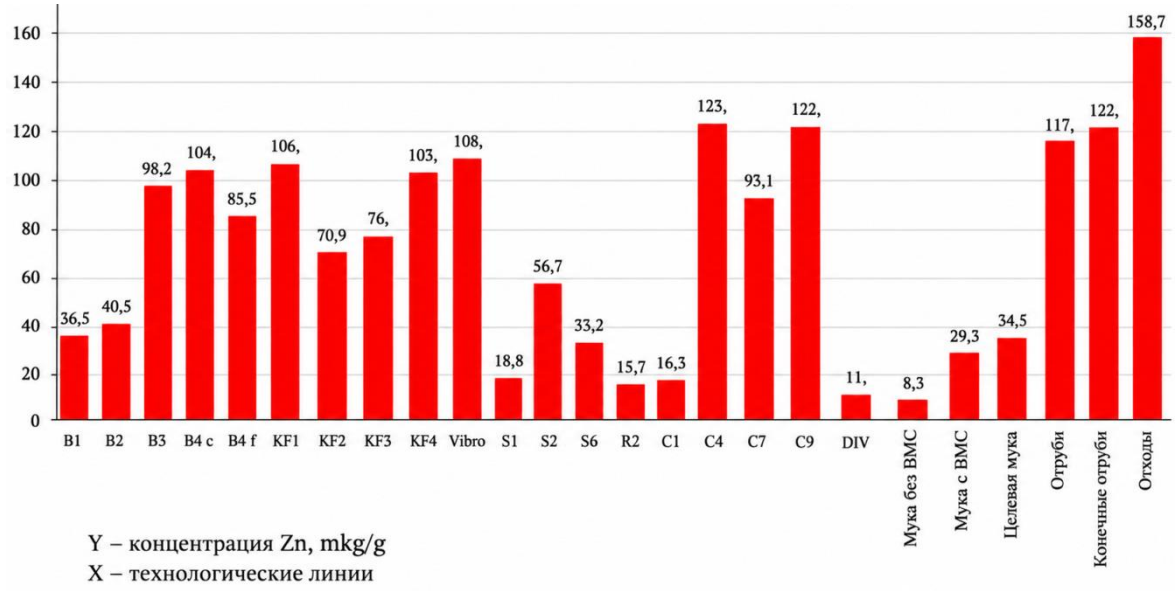


Рис. 7. Закономерности изменения Zn в ходе технологического процесса переработки пшеницы в муку

Цинк в наибольшем количестве обнаружен в отходах - 158,7 mkg/g, а в наименьшем - в муке без ВМС - 8,3 mkg/g. В целевой муке содержание цинка составляет 34,5 mkg/g, что в 4,16 раза выше, чем в муке без ВМС.

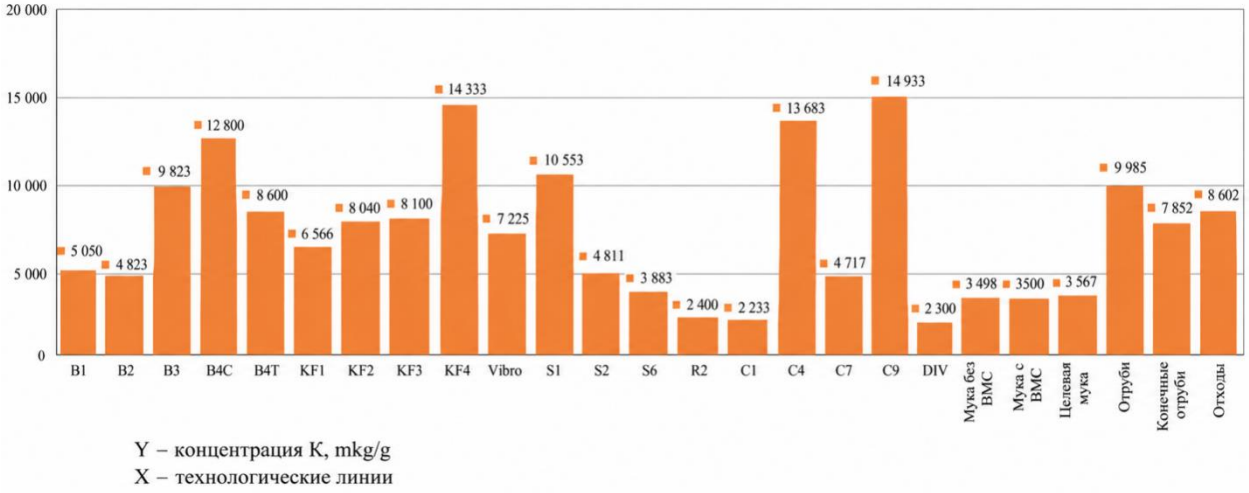


Рис. 8. Закономерности изменения K в ходе технологического процесса переработки пшеницы в муку

Калий в наибольшем количестве обнаружен на технологической линии С9 14933,0 mkg/g. В целевой муке содержание калия составляет 3567,0 mkg/g.

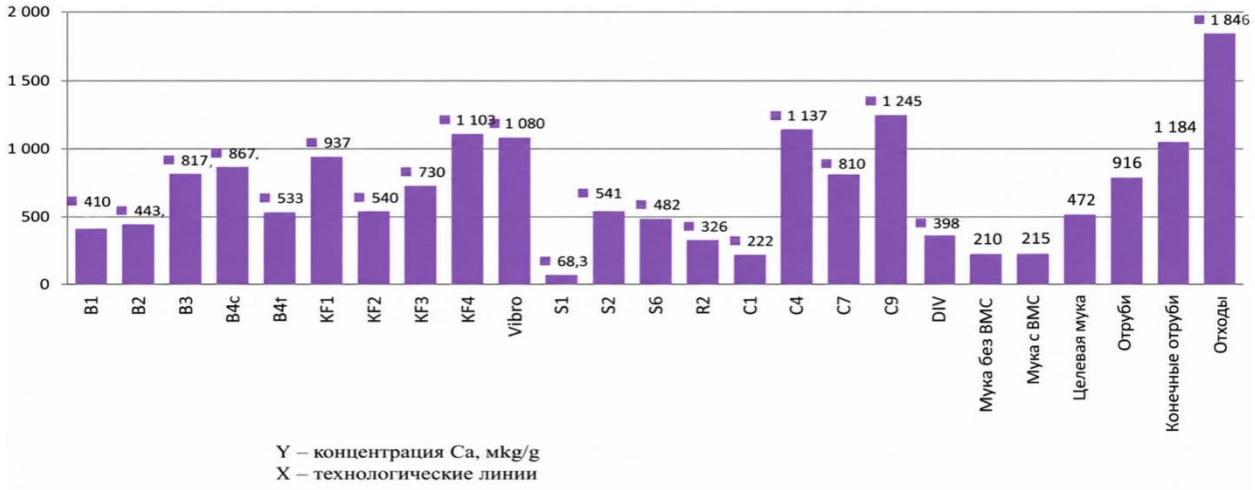


Рис. 9. Закономерности изменения Ca в ходе технологического процесса переработки пшеницы в муку

Кальций в наибольшем количестве обнаружен в отходах -1846,0 mkg/g, а в наименьшем на технологической линии S1 - 68,3 mkg/g. В целевой муке содержание кальция составляет 472,0 mkg/g, что выше показателей муки первого сорта (210,0 – 215,0 mkg/g).

Продукты, полученные из 8 - й и 9 - й систем измельчения, соответственно направляются на просеивающие установки KF4. Продукт, прошедший через сито KF4, возвращается в 7 - ю систему измельчения C7, а продукт, оставшийся на сите, направляется в виброцентрофугальное оборудование. Виброцентрофугал обеспечивает ударно-центробежное воздействие на продукт, способствуя более полному отделению частиц оболочек и повышению степени извлечения эндосперма. В результате в рассеве формируются два продукта: сход окончательные отруби; проход - **целевая мука**.

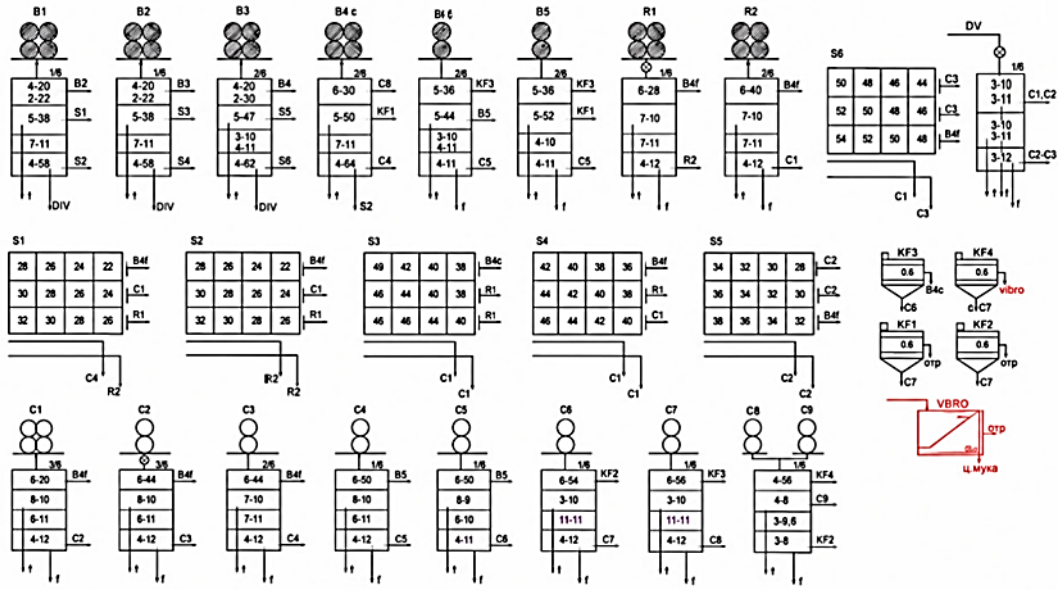


Рис. 10. Усовершенствованная технологическая схема размольного отделения АО “Galla-Alteg”. (B1-B5) - драная; (R1-R2) - шлифовочная; (S1-S6) - ситовеечная; DIV - сортировочная; (KF1-KF4) - вымольный; VIBRO - виброцентрофугал; (C1-C9) - размольная

Таким образом, из той части продукта, которая ранее полностью относилась к отрубям (21,5 %), можно выделить около 3,0% целевую муку с естественным содержанием биологически ценными минералами. В базовой технологической схеме выход муки составлял 75,0 %, отрубей 21,5 %, а отходов 3,5 %. В усовершенствованной схеме за счёт отбора части продукта из отрубей, можно получить целевой муки, что повлияет на расширение ассортимента продукции (рис. 10).

На следующем этапе была проведена оценка распределения элементов в процессе формирования целевой муки. Закономерность распределения элементов показывает (таб. 5), что эссенциальные элементы (Mn, Fe, Zn, K, Na, Ca), локализованные в оболочках и алейроновом слое зерна преимущественно концентрируются в сходовой фракции, тогда как проходовая фракция обогащается за счёт частичного перехода минеральных компонентов вместе с эндоспермом.

Это отражает селективное разделение анатомических частей зерна в процессе переработки. По расчетам при выделении 3,0% целевой мучной фракции в неё переходит около 4,0% железа и 4,5% цинка от их массы во входном потоке отрубей.

Таблица 5

Анализ закономерности сохранения элементного состава при усовершенствовании технологической схемы

Элементы	Содержание элементов в продуктах после усовершенствования технологии, mkg/g		
	баланс (выход), %		
	продукт поступающий в виброцентрофугал	проход: целевая мука	сход: конечные отруби
Mn	65,0	26,1	71,0
	21,5	3,0	18,5
Na	30,4	23,4	32,2
	21,5	3,0	18,5
K	7225,0	3567,0	7852,0
	21,5	3,0	18,5
Ca	1080,0	472,0	1184,0
	21,5	3,0	18,5
Zn	108,0	34,5	122,0
	21,5	3,0	18,5
Fe	127,0	39,4	141,0
	21,5	3,0	18,5

Распределение макро- и микроэлементов по стадиям технологического процесса. Для количественной интерпретации данных проведено моделирование распределения макро- и микроэлементов по этапам переработки (рис. 11).

Комплексная оценка основных параметров опытной партии муки.

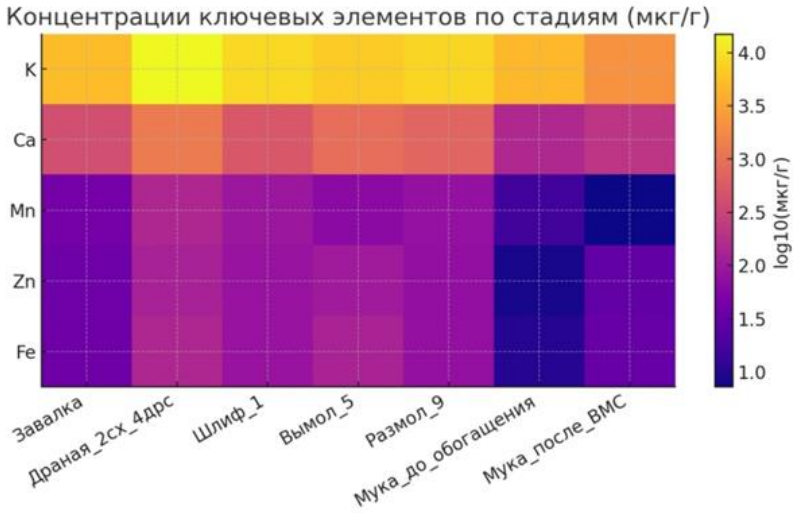


Рис. 11. Тепловая карта показывающая распределение абсолютных концентраций.

Проведено сравнение органолептических и физико-химических показателей контрольных образцов (мука первого сорта необогащённая и обогащённая с ВМС) и целевой муки с требованиями O‘z DSt1104:2021 и O‘z DSt 1313:2009 к муке первого и второго сортов соответственно. Все образцы имеют характерные вкус и запах. Целевая мука отличается от контрольных образцов допустимым желтоватым оттенком (рис. 12).

мука без ВМС мука с ВМС целевая мука

Рис. 12. Сравнение контрольных и опытного образцов муки

Таблица 6

Физико-химические показатели контрольных и опытного образцов

Показатели	Характеристика показателей муки			O‘z DSt 1104:2021	O‘z DSt 1313:2009
	контроль		опыт	мука 1 сорта	мука 2 сорта
	без ВМС	*с ВМС*	*целевая*		
Влажность, %, не более	14,5	14,5	14,7	15,0	
Зольность, %	0,7	0,7	0,88	0,55-0,75	0,75-1,25
Белизна, РЗ-БПЛ	50,0	50,0	36,0	54,0-36,0	36,0-12,0
Крупность, %: остаток на сите из шелковой ткани № 35 по ГОСТ 4403	1,7	1,7	2,0	2,0	-
№ 27, не более	-	-	-	-	2,0
проход через сита из шелковой ткани № 43 по ГОСТ 4403, не менее	85,0	85,0	81,0	80,0	-
№ 38, не менее	-	-	-	-	65,0
Количество сырой клейковины, %, не менее	31,0	31,0	29,0	28,0	23,0
Качество сырой клейковины, ус.ед. ИДК	95,0	95,0	100,0	45-102	38-102
Число падения, сек., не менее	290,0	290,0	300,0	200,0	160,0
1кг металломагнитной смеси,мг	след	след	след	3,0	3,0

Установлено, что в целевой муке по сравнению с необогащённой мукой первого сорта, на основании коэффициентов естественного минерального обогащения, содержание минералов выше: Zn- в 4,16; Fe - в 3,63; Ca - в 2,49; Mn - в 1,70 раза. Влажность 14,7%, зольность 0,88%, белизна 36,0 ус.ед. и содержание сырой клейковины 29,0 % (таб. 6).

Оценка реологических показателей контрольных и опытного образцов. На данном этапе работы важным являлось исследование реологических свойств пшеничной муки, так как именно эти показатели характеризуют поведение крахмала и белково-клейковинного комплекса при тепловой обработке и, соответственно, напрямую связаны с хлебопекарными качествами (рис. 13).

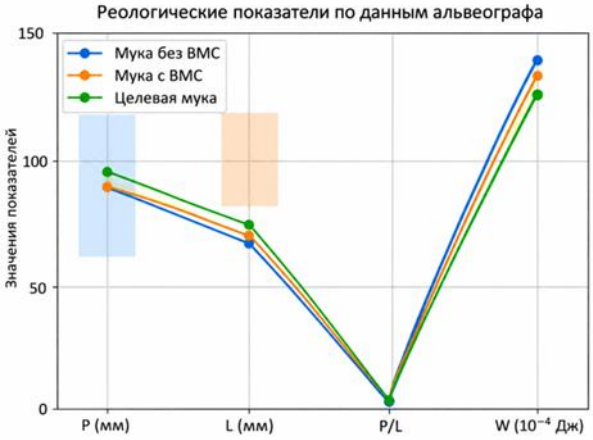


Рис. 13. Реологические показатели по данным альвеографа

Контрольные образцы муки характеризуются несколько более высокими показателями общей энергии деформации теста (W -145 - 140), что свидетельствует об их более высокой общей силе и потенциально лучших хлебопекарных свойствах. Целевая мука демонстрирует более высокие значения показателей упругости (P - 95,0) и растяжимости (L – 75,0).

Изучение биодоступности Fe и Zn в контрольных и опытных образцах. Содержание фитата в муке служит косвенным индикатором биодоступности макро и микроэлементов. Содержание фитиновой кислоты в контрольных образцах составляет 300,0 мг/100,0 г, в целевой муке это значение равняется 330,0 мг/100,0 г. Полученные данные использовались для расчёта показателей «фитат: элемент» (mol/mol) для железа и цинка (рис. 14).

На рисунке 14 представлены молярные соотношения фитат/Fe и фитат/Zn для различных видов муки. Наибольшие значения отмечены в необогащённой муке, что свидетельствует о более низкой биодоступности микроэлементов. В целевой муке, содержащей природные минеральные вещества, потенциальная биодоступность цинка на 15,0 % выше по сравнению с традиционно обогащённой мукой первого сорта.

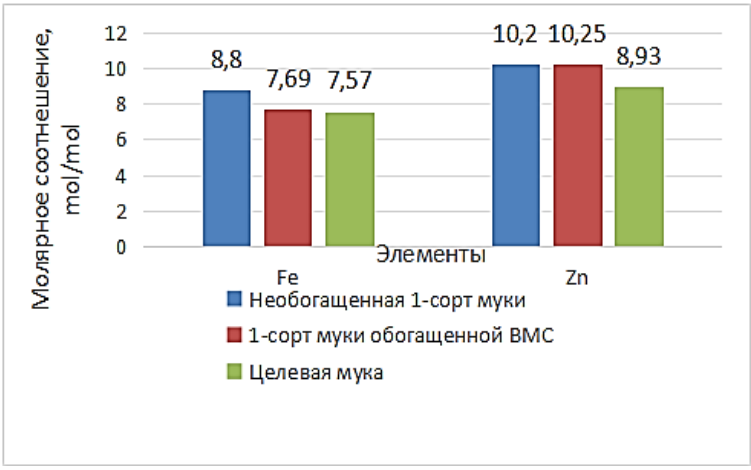


Рис. 14. Молярное соотношение «фитат:Fe» и «фитат:Zn» в исследуемых образцах муки, mol/mol

Оценка покрываемости суточной нормы в минеральных элементах. Для оценки пищевой ценности

муки проведён расчёт степени покрытия суточной потребности в макро- и микроэлементах.

Таблица 7

Степень покрытия суточной потребности, %

Наименование элементов	Покрытия суточной нормы, %		
	контроль		опыт
	мука без ВМС	*мука с ВМС*	*целевая мука*
макроэлементы			
Na	11,4	9,6	14,6
K	42,0	43,2	78
Ca	7,5	10,75	18,67
Cl	16,7	17,8	19,1
эссенциальные микроэлементы			
Zn	26,8	93,5	96,3
Mn	21,7	22,2	82,5
Fe	27,7	91,6	95

Расчёты выполнены исходя из суточного потребления муки 500 г на человека и содержания элементов в образцах с последующим сопоставлением с нормами ВОЗ (табл. 8).

Таблица 8

Сравнительная таблица суммы минеральных элементов и зольности

Наименование продуктов	Минеральный состав		Зольность, %
	mkg/g	%	
Пшеница	15835	1,6	1,96
Необогащенная мука 1 сорта	7067	0,7	0,7
Обогащенная мука с ВМС 1 сорта	7179	0,71	0,7
Целевая мука	8200	0,82	0,88
Отруби	28677,9	2,9	3,02
Конечные отруби (после виброцентрофугала)	49734,3	4,97	5,22

Показывает взаимосвязь между общим содержанием минеральных веществ и показателем зольности. По мере увеличения содержания минеральных веществ соответственно возрастала и зольность. В муке первого сорта, необогащённой и обогащённой ВМС, содержание минеральных веществ составляло 0,70 - 0,71%, а зольность 0,70%. В пшенице соответствующие показатели составили 1,6% и 1,96%. В отрубях содержание минеральных веществ достигало 2,9%, а зольность - 3,02%. В конечных отрубях зафиксированы наиболее высокие значения - 4,97% минеральных веществ и 5,22% зольности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые установлены количественные закономерности распределения макро- и микроэлементов на этапах технологического процесса переработки пшеницы в муку. Доказано, что традиционная переработка приводит к потере более 50 % биологически важных элементов (Fe, Zn, Mn, Ca);

2. Усовершенствована технологическая схема переработки пшеницы с применением виброцентрофугала, позволяющая направленно формировать промежуточные продукты с повышенным содержанием Fe и Zn и обеспечивающий дополнительно получать целевой муки в объеме 3,0 %;

3. Установлено, что в предложенной муке целевого назначения, содержащей природные минеральные вещества, потенциальная биодоступность цинка на 15,0 % выше по сравнению с традиционно обогащённой мукой первого сорта;

4. Обоснованы коэффициенты естественного минерального обогащения целевой муки по отношению к необогащённой муке первого сорта: по Zn - 4,16; Fe - 3,63; Ca - 2,49; Mn - 1,70, при этом сформирован её параметрический профиль: влажность 14,7%, зольность 0,88%, белизна 36,0 ус.ед. и содержание сырой клейковины 29,0 %;

5. Метрологическая оценка применяемой методики ИНАА показала, что она обеспечивает высокую точность, воспроизводимость и достоверность результатов. Показатели погрешности не превышают допустимых значений, что подтверждает валидность метода для определения элементного состава пшеницы и продуктов её переработки;

6. Целевая мука, вырабатываемая на основе усовершенствованной технологии позволяющий увеличить выход готовой продукции на 3,0 % повышает её качество без значительных дополнительных затрат, что делает её целесообразной для практического применения на мукомольных предприятиях. При годовом выходе целевой муки 3000,0 т экономический эффект, рассчитанный исходя из средней стоимости одной тонны целевой муки (4 500 000,0 сум) с учётом вычета стоимости отрубей (1500,0 – 2000,0 сум/кг), составляет 8,34 млрд сум в год.

SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES OF DSc.03/2025.27.12.T.42.01 UNDER TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

KURBANOVA NODIRA BAKHTIYAROVNA

A STUDY OF THE PATTERNS OF CHANGE IN THE ELEMENTAL COMPOSITION OF WHEAT DURING PROCESSING INTO FLOUR

02.00.17 - Technology and biotechnology of processing, storage and reprocessing of agricultural and food products

DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) ON ENGINEERING SCIENCE

Tashkent - 2026

The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) is registered at the Higher Attestation Commission of Republic of Uzbekistan numbered № B2025.2.PhD/T5599

The dissertation was completed at the Tashkent Chemical-Technological Institute.

The dissertation abstract is available in three languages (Uzbek, Russian, and English (summary)) on the Scientific Council's website (ik-kimyo.nuu.uz) and on the "ZiyoNet" information and educational portal (www.ziyonet.uz).

Scientific advisor:	**Djakhangirova Gulnoza Zinatullayevna** Doctor of philosophy, professor
Official opponents:	**Barakayev Nusratullo Rajabovich** Doctor of Technical Sciences, Professor
	Gafurova Dilorom Abbasovna Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Leading organization:	**Gulistan State University**

The defense of the dissertation will take place on "___" _____ 2026 at ____ at the meeting of Scientific Council DSc.03/2025.27.12.T.42.01 at the Tashkent chemical-technological institute (Address: 100011, Tashkent city, Shaykhantakhur district, A.Navoi street, 32. Tel.: (99871) 244-79-21, fax: (99871) 244-79-17; e-mail: tkti_info@edu.uz).

The dissertation can be found at the Informational Resource Centre of Tashkent chemical-technological institute (Address: 100011, Tashkent city, Shaykhantakhur district, A.Navoi street, 32. Tel.: (+99871) 244-79-21).

The abstract of the dissertation was distributed on "____" _____ 2026
(Mailing report register №___ on "____" _____2026 y).

S.M.Turobjonov
Chairman of the Scientific Council
on forawarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, professor

Kh.I. Kadirov
Scientific secretary of the Scientific Council for
awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

K.P. Serkayev
Chairman of the scientific seminar under Scientific
Council for awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor.

INTRODUCTION (the abstract of PhD dissertation)

The aim of the research is to improve the technological process of wheat processing into flour by identifying the patterns of changes in the elemental composition during processing and ensuring the preservation of biologically important elements.

The object of the research work is wheat grown in Uzbekistan and Kazakhstan, as well as the target flour obtained from this wheat.

The scientific novelty of the research consists of the following:

For the first time, the quantitative patterns of macro- and microelement distribution at the stages of the technological process of wheat processing into flour were established, and it was proven that more than 50% of the biologically important elements (Fe, Zn, Mn, Ca) are lost during conventional processing;

the technology of wheat processing was improved by using vibrocentrifugal equipment during the milling process, providing a substantiated possibility of obtaining an additional 3% of target flour containing natural minerals;

it was proven that the bioavailability of zinc in the proposed target flour is 15% higher than in conventionally fortified first-grade flour;

based on the natural mineral enrichment coefficients, it was established that, compared with unfortified first-grade flour, the target flour contains Zn - 4.16 times, Fe - 3.63 times, Ca - 2.49 times, and Mn - 1.70 times higher levels;

based on the identified patterns of changes in the elemental composition during wheat processing into flour, a technology for processing mineral-rich grain fractions was developed.

Implementation of the research results. Based on the results of experimental and analytical studies, the improved wheat processing technology was implemented at the enterprises specified in the relevant implementation acts: at the flour-milling enterprise JSC “Galla-Alteg” under Act №1 dated October 20, 2025; at the Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan under the Act dated November 18, 2025; and at LLC “FUNKSIONAL OZIQ-OVQAT KOMBINATI” under the Act dated October 28, 2025. The obtained results were included in the “List of Promising Developments for Practical Implementation in 2023–2030” of the Joint-Stock Company “O‘zdonmahsulot”, as confirmed by Certificate №. 27-109/11-2025.

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The volume of the main text material is 113 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO‘YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo‘lim (I часть; I part)

1. Курбанова Н.Б, Джахангирова Г.З., Курбанов Б.И. Исследование элементного состава зерновых продуктов с использованием метода нейтронно-активационного анализа // Universum: Технические науки. – 2023. -№6(111). -Стр. 11-14. (02.00.00, №1). https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15599

2. Курбанова Н.Б., Джахангирова Г.З., Курбанов Б.И., Мукимов З.М.. Совершенствование существующих технологий повышения пищевой ценности мучных изделий // Universum технические науки. -2024. №12(129). –Стр. 65-67. (02.00.00, №1). https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18945

3. Курбанова Н.Б., Джахангирова Г.З., Курбанов Б.И. Анализ и обоснование отечественного и международного опыта фортификации пшеничной муки // Central asian food engineering and technology. Научный журнал. -2025. -№3, Issue 3, -Стр. 13. (02.00.00. // (Постановление Президиума ВАК от 28 февраля 2023 года №333/5)). https://cce.researchcommons.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1700&context=journal

4. Курбанова Н.Б., Джахангирова Г.З., Курбанов Б.И., Каримова З.А. Patterns of redistribution of macro- and microelements during wheat processing into flour and assessment of factors affecting their retention // Европейский журнал междисциплинарных исследований и разработок ISSN: 2720-5746. -2025. -№46. -Стр. 74-87. (ВАК, 14-база, RESEARCHBIB) http://ejird.journalspark.org/index.php/ejird/index/?&utm_medium=researchbib

5. Курбанова Н.Б., Джахангирова Г.З., Курбанов Б.И., Klava D.D. Fortification of flour cultivated in the territory of the republic of Uzbekistan with own iron and zinc // Chemistry and chemical engineering. Manuscript 1700. -2026. -№1 -Стр. 66-73. (05.00.00 №26). https://cce.researchcommons.org/journal/vol2026/iss1/10/

II bo‘lim (II часть; II part)

6. Djakhangirova G.Z., Kurbanova N.B., Kurbanov B.I. Patterns of change in the microelement composition of wheat flour during processing and fortification // 4-th international food chemistry congress, 8-11 may, 2025. Турция / Abstract book https://gidakimyasikongresi.org/

7. Курбанова Н.Б., Джахангирова Г.З., Курбанов Б.И. Сравнительный анализ нутриентного состава зерна пшеницы и продуктов, полученных из него // Agrotech и fooddesing (foodtech) электронный сборник материалов. 2025. III Международного саммита молодых ученых. Россия, Кубан, стр.69-71 https://kubstu.ru/data/celist/CEM2297.pdf

8. Djakhangirova G.Z., Kurbanova N.B., Kurbanov B.I. Mukimov Z.M.Technology of enrichment of first grade flour from wheat grown in Uzbekistan // «Sustainable development and green economy». Май 28-30. 2025. Узбекистан, стр.450-451 https://www.researchgate.net/publication/392768677_International_Scientific_Forum_on_Sustainable_Development_and_Green_Economy

9. Курбанова Н.Б., Джахангирова Г.З., Курбанов Б.И., Мукимов З.М., Каримова З.А. Сравнительный анализ нутриентного состава зерна пшеницы и продуктов, полученных из него // “Марказий Осиёда озиқ-овқат саноатини ривожлантириш масалалари» мавзусидаги халқаро илмий-техник анжуман туплам материаллари, 6–7 ноябрь 2024. Ташкент https://www.researchgate.net/publication/405388278_Markaziy_Osiyoda_oziq-ovqat_sanoatini_rivojlantirish_masalalari_mavzusidagi_xalqaro_ilmiy-texnik_anjuman

10. Djakhangirova G.Z., Kurbanova N.B., Kurbanov B.I. Identification of the essential and toxic elements of wheat cultivated in different regions of Uzbekistan // May, Research for Rural Development 2024, Research for rural development, volume 39, Jelgava 2024, Food science, стр.85-89 https://rrd.lbtu.lv/sites/default/files/proceedings/files/LBTU_LatviaResRuralDev_30th_2024-85-89.pdf

11. Курбанова Н.Б., Каримова З.А. Определение основных элементов пшеницы, возделываемых в разных регионах Узбекистана. “Умидли кимёгарлар – 2024» мақолалар тўплами, Узбекистан, стр. 340-341. https://doi.org/10.5281/zenodo.18826650

12. Djakhangirova G.Z., Kurbanova N.B., Kurbanov B.I. Fermentation and Germination as a Strategy to Enhance the Bioavailability of Iron and Zinc in Wheat-Based Products // The First Silk Road Conference on Food Science and Foodomics (3-5 Nov, 2025). Узбекистан, Бухара. https://doi.org/10.5281/zenodo.17670973

13. Djakhangirova G.Z., Kurbanova N.B. Analysis and substantiation of domestic and international experience in fortification of wheat flour // Abstract from the collection of scientific papers of the international forum “WOMEN IN STEM” Book of Proceedings // Февраль 2025. Uzbekistan, p.116. https://doi.org/10.5281/zenodo.14970373

14. Курбанова Н.Б., Джахангирова Г.З., Иззатиллоёва Н., Абдуллаева Р., Бегботаева Р. Fodmap parhezi: irritabel ichak sindromini boshqarishda innovatsion yondashuv. “Муҳандислик технологияларида ечимларни топишда тизимли фикрлаш» халқаро илмий-техникавий анжумани. 2025 стр. 282-283. https://doi.org/10.5281/zenodo.17281438

15. Kurbanova N.B., Kurbanov B.I. Saidova Yu.T., Danilova E.A. Nuclear-physical method for the early diagnosis and prevention of thyroid diseases in children. The International Conference “Nuclear Medicine”, October 3-5, 2023, p.25. Uzbekistan

https://uniwork.buxdu.uz/resurs/14415_1_A1674D573A52EBDA62F429A74C5FC08BAF47939D.pdf?utm_source

16. Курбанова Н.Б., Джахангирова Г.З., Курбанов Б.И. Исследование микроэлементного состава функциональных продуктов питания, насыщенные йодом. «Перспективы развития инновационных технологий производства неорганических веществ и материалов в условиях глобализации». 9-10 ноября, 2023 года. Узбекистан. Стр. 245-246. https://doi.org/10.5281/zenodo.10200600

17. Djakhangirova G.Z., Kurbanova N.B., Kurbanov B.I. Study of the quality of wheat grain by elemental composition. International Conference on Advance. Research in Humanities, Sciences and Education. April 10th 2023, стр.14-15. London conference https://confrencea.org

18. Курбанова Н.Б., Джахангирова Г.З., Омонов Ш.Д., Курбанов Б.И. Исследование биодоступности микроэлементов в пищевых продуктах // «Women in stem» Сборник научных трудов Международного форума, Узбекистан, 2026-год, февраль 14-17. Стр.206-207. https://doi.org/10.5281/zenodo.18826650

19. Djakhangirova G.Z., Kurbanova N.B., Kurbanov B.I. Technological approaches to improving the mineral value of wheat flour. 9-12.04.2026. 5th International food chemistry congeress. Yildiz texnik university. Turkey, p. 36 https://gidakimyasikongresi.org/wp-content/uploads/FCC-Scientific_Programme-1.pdf?utm_source

Avtoreferat «Kimyo va kimyo texnologiyasi» jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

Bosmaxona litsenziyasi:

9338

Bichimi: 84x60 $^{1}/_{16}$. «Times New Roman» garniturasi.
Raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i: 3,5. Adadi 100 dona. Buyurtma № 39/26.

Guvohnoma № 851684.
«Tipograff» MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.
Bosmaxona manzili: 100011, Toshkent sh., Alisher Navoiy ko‘chasi, 36 uy.
Tel: +99894-600-44-07