

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ
БУХОРО ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

КИМЁ КАФЕДРАСИ

Қўл ёзма ҳуқуқида

УДК 624.03.1.08

**ШАДИЕВА ШОИРА ШУХРАТОВНА
МАХАЛЛИЙ ХОМ АШЁЛАРДАН ОЛИНГАН
КРАХМАЛНИ ОКСИДЛАШНИНГ РЕСУРСТЕЖАМКОР
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

5А 140501- Кимё (фанйўналишлари бўйича)

**Магистр академик даражасини олиш учун ёзилган
диссертация**

Илмий раҳбар:

т.ф.н., доцент М.С. Шарипов

Бухоро – 2015

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ**

БУХОРО ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

Факультет **Табиий фанлар** Магистратура талабаси **Ш.Ш.Шадиева**

Кафедра **Кимё** Илмий раҳбар: **Шарипов Музафар Самандарович**

Ўқув йили **2013-2015** Мутахассислиги **5А 140501- Кимё (фан йўналишлари бўйича)**

МАГИСТРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АННОТАЦИЯСИ

Мавзунинг долзарблиги. Мамлакатимиз президенти И.А.Каримов ўзининг “Жаҳон молиявий иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари” номли асарида кўрсатиб ўтганларидек, корхоналарни модернизация қилиш, техник ва технологик қайта жиҳозлаш янада жадаллаштириш, замонавий, мослашувчан технологияларни кенг жорий этиш ҳамда импорт ўрнини босадиган, экспортга йўналтирилган ва маҳаллийлаштирадиган ишлаб чиқариш қувватларини ривожлантириш, мамлакатимизнинг ҳам ташқи, ҳам ички бозорда барқарор мавқега эга бўлишини таъминлайди.

Республикаимиз президентининг ушбу кўрсатмаларидан келиб чиққан ҳолда маҳаллий хом ашёлар асосида оксидланган крахмал ишлаб чиқариш ва хусусиятига қараб саноатда қўллаш ҳозирги куннинг долзарб масалаларидан бири ҳисобланади.

Шуни инобатга олиб, маҳаллий хом ашёлар асосида ҳозирги кунда тақчил бўлган, импорт ўрнини боса оладиган янги турдаги маҳсулотлар олиш ва шу асосида оксидланган крахмал ишлаб чиқаришнинг ресурстежамкор технологиясини яратиш бугунги кунда ўз ечимини кутаётган долзарб муаммолардан биридир.

Мавзунинг мақсади: маҳаллий хом ашёлар асосида оксидланган крахмал олиш усулини ишлаб чиқиш ва унинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш.

Мавзунинг вазифалари: Иш мақсадидан келиб чиққан ҳолда куйидаги вазифалар белгиланди.

1.Республикаимизда ишлаб чиқариладиган крахмал хом ашёсини ва уни оксидлаш учун кимёвий ишлаб чиқариш корхоналари маҳсулотлари орасидан оксидловчиларни танлаш;

2. Крахмални кимёвий усулларда оксидлашда кечадиган жараёнлар ва улардаги қонуниятларни ҳамда крахмал хоссалари ўзгаришини ўрганиш;

3.Крахмални турли оксидловчилар билан оксидлашни ресурстежамкор усулларини ишлаб чиқиш ва технологик параметрларни такомиллаштириш

Тадқиқот объекти ва предмети Гуруч крахмали, натрий хлорат, натрий гидроксиди.

Тадқиқот усуллари. вискозиметрия, кимёвий анализ, визуал ва спектрал тадқиқот усуллари.

Тадқиқот методлари крахмални таркиби, физик-кимёвий хоссалари ва тузилиши ўрганилади, крахмалдан олинган оксидланган ҳосилаларнинг реологик хоссалари тадқиқ этилади

Тадқиқот натижаларининг илмий жиҳатдан янгилик даражаси: Маҳаллий хом ашёлардан крахмал олишнинг илмий асосини яратиш. Крахмал таркибига кирувчи компонентлар ва уларни функционал гуруҳлар таркибий қисмларининг бир-бирига мойиллигини ўрганиш. Крахмални оксидлаш жараёнида таркиб ва тузилиш ўзгаришини физик кимёвий асослаб, маҳаллий хом ашёларга асосланган ҳолда оксидланган крахмал олишнинг энг мақбул ва ресурстежамкор технологиясини ишлаб чиқиш

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган полифункционал хусусиятга эга бўлган композицияларни ишлаб чиқаришнинг турли соҳаларида қўллаш ва уни самарадорлигини аниқлаш.

Иш тузилиши ва таркиби Ушбу магистрлик диссертация иши кириш ва 3 та бобдан иборат бўлиб, ----- бетлик ҳажмдан иборат. Унинг тузилиши куйидагилардан иборат:

- кириш;
- 1-боб. илмий адабиётлар таҳлили;
- 2- боб. Маҳаллий хом ашёлардан олинган крахмаллар таркибини ва оксидлашни, ҳамда хоссаларини тадқиқ этиш методларини ишлаб чиқиш;
- 3- боб. Маҳаллий хом ашёлардан олинган крахмални оксидлаш жараёни механизминини ўрганиш; Крахмални оксидлаш жараёнида хосса, таркиб ва тузилиш тизимини узаро боғлиқлигига турли омиллар таъсирини.

Илмий раҳбар

Шарипов Музафар Самандарович

Магистратура талабаси:

Шадиева Шоира Шухратовна

**Ministry of higher and secondary special education of the Republic of
Uzbekistan**

BukharaStateUniversity

Faculty of

Chair Chemsry

literature department year 2013/2015

of discipline

Student of magistracy: Sh.Sh.Shadiyeva

Scientific supervisor: M.S.I.Sharipov

Speciality: 5A 140501 –Chemistry (regarding to the
area)

The annotation of master's dissertation

Cand.scien.doc:

S.I.Nazarov

Student of magistracy:

Кириш.....	3
I. Адабиётлар тахлили	
1.1. Табиий крахмалнинг таркиби ва структурасини ўрганишнинг замонавий усуллари	6
1.2. Табиий крахмални модификациялаш саноатининг назарий ва амалий аспектлари	13
1.3 Крахмал ва унинг хосилаларининг қуюқлаштирувчилар сифатида ишлатиш.....	24
II. Методик қисм	
2.1 Кулланадиган хом ашёлар ва уларнинг таснифи.....	25
2.2 Крахмал модификацияси.....	27
2.3 Тадқикот услубиёти	
2.3.1 Полимер эритмалари ковушқоклигини урганиш.....	29
2.3.2. Крахмалнинг намлик даражасини аниклаш.....	30
2.3.3 Букиш ва эрувчанликни аниклаш.....	31
2.3.4. Плёнка тайёрлаш услубиёти.....	32
2.3.5. Полимер эритмалари тиксотроп кайтарилиш даражасини аниклаш.....	33
III. БОБ. Крахмал оксидланиш жараёнининг илмий асослари ва унинг реологик ҳамда физик – кимёвий хоссалари	
3.1. Крахмалнинг электрокимёвий оксидлаш жараёнида кечадиган физик – кимёвий ўзгаришлар ва уларнинг таъсири.....	
3.2. Крахмал оксидланишида реологик хоссаларини ўзгариши....	39
3.3. Оксидланган крахмалнинг сарбцион хоссаларини ўрганиш.....	44
3.4. Крахмал оксидланишида физик-кимёвий хоссаларининг ўзгариши.....	46
3.5. Модификацияланишда гел ҳосил қилган крахмалнинг ҳосилларига омиллар таъсири.....	48
3.6 Модификация жараёнида сув-крахмал суспензияларда доначаларнинг гранула тавсифлари ўзгаришини урганиш.	52
3.7. Модификация жараёнида сув-крахмал суспензияларда доначаларнинг гранула тавсифлари ўзгаришини урганиш.....	56
Хулосалар.....	54
Фойдаланилган адабиётлар.....	56

Кириш.

Мавзунинг долзарблиги. Мамлакатимиз президенти И.А.Каримов ўзининг “Жаҳон молиявий иқтисодий инқироzi, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари” номли асарида кўрсатиб ўтганларидек, корхоналарни модернизация қилиш, техник ва технологик қайта жиҳозлаш янада жадаллаштириш, замонавий, мослашувчан технологияларни кенг жорий этиш ҳамда импорт ўрнини босадиган, экспортга йўналтирилган ва маҳаллийлаштирадиган ишлаб чиқариш қувватларини ривожлантириш, мамлакатимизнинг ҳам ташқи, ҳам ички бозорда барқарор мавқега эга бўлишини таъминлайди.

Республикаимиз президентининг ушбу кўрсатмаларидан келиб чиққан ҳолда маҳаллий хом ашёлар асосида оксидланган крахмал ишлаб чиқариш ва хусусиятига қараб саноатда қўллаш ҳозирги куннинг долзарб масалаларидан бири ҳисобланади.

Шуни инобатга олиб, маҳаллий хом ашёлар асосида ҳозирги кунда тақчил бўлган, импорт ўрнини боса оладиган янги турдаги маҳсулотлар олиш ва шу асосида оксидланган крахмал ишлаб чиқаришнинг ресурстежамкор технологиясини яратиш бугунги кунда ўз ечимини кутаётган долзарб муаммолардан биридир.

Мавзунинг мақсади: маҳаллий хом ашёлар асосида оксидланган крахмал олиш усулини ишлаб чиқиш ва унинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш.

Мавзунинг вазифалари: Иш мақсадидан келиб чиққан ҳолда қуйидаги вазифалар белгиланди.

1. Республикаимизда ишлаб чиқариладиган крахмал хом ашёсини ва уни оксидлаш учун кимёвий ишлаб чиқариш корхоналари маҳсулотлари орасидан оксидловчиларни танлаш;

2. Крахмални кимёвий усулларда оксидлашда кечадиган жараёнлар ва улардаги қонуниятларни ҳамда крахмал хоссалари узгаришини ўрганиш;

Тадқиқот объекти ва предмети Гуруч крахмали, натрий хлорат, натрий гидроксиди.

Тадқиқот усуллари. вискозиметрия, кимёвий анализ, визуал ва спектрал тадқиқот усуллари.

Тадқиқот методлари крахмални таркиби, физик-кимёвий хоссалари ва тузилиши ўрганилади, крахмалдан олинган оксидланган хосилаларнинг реологик хоссалари тадқиқ этилади

Тадқиқот натижаларининг илмий жиҳатдан янгилик даражаси:

Маҳаллий хом ашёлардан крахмал олишнинг илмий асосини яратиш. Крахмал таркибига кирувчи компонентлар ва уларни функционал гуруҳлар таркибий қисмларининг бир-бирига мойиллигини ўрганиш. Крахмални оксидлаш жараёнида таркиб ва тузилиш узгаришини физик кимёвий асослаб, маҳаллий хом ашёларга асосланган ҳолда оксидланган крахмал олишнинг энг макбул ва ресурстежамкор технологиясини ишлаб чиқиш

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган полифункционал хусусиятга эга бўлган композицияларни ишлаб чиқаришнинг турли соҳаларида қўллаш ва уни самарадорлигини аниқлаш.

Иш тузилиши ва таркиби Ушбу магистрлик диссертация иши кириш ва 3 та бобдан иборат бўлиб, ----- бетлик ҳажмдан иборат. Унинг тузилиши қуйидагилардан иборат:

- кириш;
- 1-боб. илмий адабиётлар таҳлили;
- 2- боб. Маҳаллий хом ашёлардан олинган крахмаллар таркибини ва оксидлашни, ҳамда хоссаларини тадқиқ этиш методларини ишлаб чиқиш:

3- боб. Маҳаллий хом ашёлардан олинган крахмални оксидлаш жараёни механизмини ўрганиш; Крахмални оксидлаш жараёнида

хосса, таркиб ва тузилиш тизимини узаро боғлиқлигига турли омиллар таъсирини.

I. АДАБИЁТЛАР ТАХЛИЛИ. КРАХМАЛНИ МОДИФИКАЦИЯЛАШНИНГ НАЗАРИЙ ВА АМАЛИЙ АСПЕКТЛАРИ

1.1. Табiiй крахмалнинг таркиби ва структурасини ўрганишнинг замонавий усуллари.

Крахмал – полисахаридлар гуруҳидаги юқори молекуляр моддadir. Крахмал ўсимликларда энг кўп тарқалган углевод бўлиб, у фотосинтез жараёнида барглarda ҳосил бўлади. Ва илдизларда, тугунак, ҳамда уруғларда дон кўринишда тўпланади. Дон ҳар қайси ўсимлик тури учун характерли катталиқ, шакл ва ички тузилишга эга бўлади. Крахмал донларини ўлчамлари сифатида микронларда ўлчаш қабул қилинган.

Унинг келиб чиқиш терига кўра крахмал донларининг ўлчамлари турли ўлчамларда бўлади. Энг йириги картошка крахмалининг дончалари – 17 – 35 см, энг кичиги гуруч крахмали дончалари – 5 -7 мкм бўлиб ҳисобланади [1:2].

[3] Тадқиқотчиларнинг таъкидлашича, донли ўсимликларнинг майда крахмал дончалари йирикларига солиштирилганда, уларга нисбатан юқорироқ ҳароратда кмейстрланиш хуссиятига эга. Бундай хусусият кичик дончаларда юқори микдорда оксил моддаларнинг бўлиши билан тушунтирилади. Ассацияланган оксил тутиши билан тушунтирилади.

Ассацияланган оксил донни парчаланишдан ҳимоя қилади, шунингдек гелицеллюлоза ва β глюконлар билан агрегатлар ҳосил қилиш қобилиятига эга эканлигини тахмин қилмоқдалар.

Крахмалнинг эрувчанлиги, бўқиши, абсорбция ва адсорбцияси бевосита унинг солиштирма юзасига боғлиқ равишда тўғри пропорционалдир [2]. Сувнинг адсорбцияланиш тезлиги крахмал

бўлакчалари ўлчамининг камайиши билан ва крахмалдаги сувнинг дастлабки миқдорига боғлиқ равишда ўсиб боради [4].

Крахмал дончалари полисахарид бўлишига қарамай бир жинсли эмас, унинг таркибига сув (10 – 20%) ва унга кўп бўлмаган миқдорда (0,5 – 2 %) целюлоза, фосфатлар, кремнезём, ёғ кислоталари, липидлар ва оксил қолдиқларини сақлайди. Шу билан бир қаторда тадқиқотчилар айна кампонетларнинг агротехник тадбирларининг ўтказилишига боғлиқлигини таъкидлашди [1,5]. Ўсимликларга минерал ўғитларнинг миқдорини ортиши крахмал таркибида золь, фосфор, калий ва магний камайишига ва кальцийнинг ошишига олиб келади [2]. Умуман олганда, крахмал гелларининг барқарор хусусиятлари иқлим билан боғлиқ бўлган наслий белги бўлиб ҳисобланади [6]

Фосфортлар билан боғланган катионларнинг спектрометрия методи ёрдамида аниқланади [1,7]. Турли навдаги картошка крахмаллари анализ натижалари, 100 гр намунадаги катионлар миқдори қуйидаги чегарада тебраниб туришини кўрсатади: Р 28 – 90; К 19 – 58; Mg 6 – 16 ва Са 0,9 – 3,6 мг. Катионларнинг миқдорини анчагина тўғрироқ аниқлаш учун золланиш ўрнига крахмал экстракциясидан фойдаланиш қулай [7].

Крахмал D – глюкозадан иборат яъни 2 – D глюкопириноза кўринишда бўлиб, улар полимерланиш даражасини ва α - D – глюкопириноза ҳалқаларининг характерли боғлари билан фарқ қилади. Бундан келиб чиқиб полисахаридларни иккита муҳим қисмгаб амилоза ва амилопектинга ажратиш мумкин.

Амилаза молекулалари ўзаро α - 1,4 – гликозид боғлари билан боғланган, 200 ÷ 1000 та D – глюкоза қолдиқларидан таркиб топган чизиқли ёки жуда ҳам тармоқланган бўлиб, амилазадаги тармоқланган глюкоза қолдиқлари жойида α - 1,6 боғлари ҳосил қилади. Шунингдек амилазада оз миқдорда β – 1,2 – , β -1,3- ва β - 1,4- гликозид боғлари мавжуд бўлади. Тузилишига кўра амилоза клетчаткага ўхшайди, фақат

охирида α - боғнинг мавжудлиги (клетчаткада глюкопираноза қолдиқлари β - боғ ҳосил қилади) ва макромолекулаларнинг фазовий конфигурацияси билан фарқ қилади [8].

ЯМРС¹³ спектроскопияси ва кенг бурчакли рентген дифракцияси методлари [9,10] сувлим эритмада амилаза макромолекулалари спиралсимон структурага (тузилишига) эга эканлигини исботлайди. Крахмалнинг битта спирал ўрамада 6 -8 та глюкоза қолдиқлари мавжуд. Юқори молекуляр амилаза структураси бузилган яъни қисқа узилган ёки деформацияланган спирал ҳосил қилади.

Ана шу таранг тортилган нукталарда гликозид брикмаларининг айланиши содир бўлади, натижада молекула айлана бошлайди. Шундай қилиб, алоҳида спиралсимон сегментлардан таркиб амилаза, кўпгина чизиқли полимерларга ўхшаб, ўзини калава ўрашдек намоёнқилади. Амилоза макромолекулалари спиралсимон конформацияга эга бўлганлиги туфайли спиртлар, ёғ кислоталари, феноллар, нитропарафинлар ва пиридин билан стабил кристалл комплексларни ҳосил қилади [11,12].

Ультрацентрифуга [13] усули билан амилаза фракциясидаги полисахаридларнинг молекуляр массасини аниқлаш натижалари крахмалида у 200 ÷ 250 мингни, картошка крахмалида эса 1 мингни ташкил этади.

Амилопектин макромолекулалари кучли тармоқланган 600 дан 6000 гача

D – глюкоза қолдиқлари ўзаро α - 1,4 – глюкозид боғлари билан, тармоқланган жойларда эса α - 1,6 боғлар билан боғланган. Шунингдек амилопектинда оз миқдорда 1,3 – боғлар мавжудлиги ҳам аниқланган [8].

Ён занжирларини 2 та типга ажратиш мумкин: α - занжир, тахминан 45 та элементлар звенолардан ташкил топган ва S – занжир, 15 – 20 та элементлар звенодан ташкил топган. Ён занжирларнинг ўртача боғлиқ қиймати [14]1,69 нисбатан бўлиши аниқланган. Амилопектининг молекуляр массаси (50 ÷ 500) x10⁶ атрофида бўлади.[13]. Ферментатив усулда [15] ажратиб олинган

амилопектининг ён занжирлари масса улуши жиҳатидан картошка крахмали учун 64,5 ни, макажўхори крахмали учун эса 62,75 ни ташкил этади. Ажратилган ён занжирнинг узунлиги 12 элементар звенони ва бу занжирлар орасидаги интервал 7 элементар звенони ташкил этади. Амилопектин макромолекуласи чизиқли ва глобулар орасидаги оралиқ конформация бўлиб, у эса ихчамликни намоён қилади, бу эса тармоқланган полимер учун характерлидир [16].

Турли ўсимликлар крахмалида амилаза ва амилопектин турли нисбатларда бўлиб, у крахмалнинг дон ва эритмаси таркибида муҳим хусусиятларни белгилайди. Бундан ташқари, бир хил турдаги крахмалда бу нисбатларда сезиларли фарқ кузатилади[10].

Крахмалнинг келиб чиқиши	Амилоза миқдори %
Картошка (24 нави)	19 – 24
Батот (22 хиллари)	17,5 – 21,7
Маккажўхори (39 нави)	22,2 – 28,3
Гуруч (19 нави)	12,9 – 25,5
Овес	26,0

1- жадвал

Буғдой	25,0
Арпа	22,0
Жонлока	16,7

Крахмал ўртача 25 % амилаза ва 75 % амилопектиндан иборатдир. Селикция йўли билан крахмал таркибида 55 – 82 % амилаза сақланган маккажўхори навлари олинмоқда. Мумсимон макажўхори крахмали таркибида 93% амилаза сақлайди. Крахмал дончаларининг ички структурасини ўрганиш учун электрон микроскопиядан фойдаланилади. Дон структурасида самоген ҳолат кузатилмаган. Синик дончаларда ўлчамлари 4 – 10 ннли бўлган заррачалар мавжудлиги аниқланган [17]. Кўпгина муаллифлар, крахмал дончалари тузилишининг асосий ташкил этувчиси чизиқли макромолекулаларнинг радиалфибриляр боғламлари бўлиб ҳисобланади [18 - 20]. Бундай структура доннинг айланасимон жойларининг ўртасида тўпланган бўлади. Фибрилларнинг ўртача йўғонлиги 0,1 мкмни ташкил этади [19]. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики донларнинг тангенциаль қатламлари доннинг даврий равишдаги ўсишига боғлиқ экан [20]. Тадқиқотчиларнинг кўрсатишича [21] крахмал дончаларининг ядро зонасида асосан амилаза тўпланар экан. Бунда оксидлаб ишлов беришда клейстеризация жараёнининг боришида [19] амилаза донлардан ажралади.

Крахмалнинг майда дончалари учун ҳажм бир – биридан кейин келаётган амилопектиннинг сиртқи қатламлари ядро ҳажмига мувофиқ келади. Рентген структур анализ усули билан кетма – кет келадиган блоклар қатламларининг радиал тақсимланиши таъкидланган [22].

Зичликни эътиборга олган ҳолда блокнинг полимерланиши даражаси аниқланди, у $(4 \div 6) \times 10^5$ ни ташкил этди[21]. Алоҳида блок – бу амилопектин молекуласи деган тахминга келинди. Тангенционал йўналиш даврийлиги $\sim 6A$ билан биргаликда радиал йўналиш қатламларнинг даврийлиги $\sim 5 A$ ораллигида бўлиши кузатилади.

Баъзи бир [23] муаллифлар фикрича, крахмал доналарини электромикроскопик усулда таҳлил қилинганда крахмалнинг концентранган қатламлари аниқланади. Бундан ташқари, тангенционал жойлашган қатлам қисмлари топилмаган. Шунга кўра муаллифлар қуйидагича хулосага келишди: крахмал дончаларини асосий ташкил этувчи қисм структураси полисахарид молекулаларининг радиал жойлашиши ёки бу молекулаларнинг радиал фибриляр тўпламлари ҳисобланади.

Муаллифлар [24] крахмал дончаларининг ярим микроскопик радиаль структурасини “микрофибриляр” эмас балки “қатламли мицеляр” деб тасвирлаш анчагина тўғрироқ бўлади, деб ҳисоблашди. Крахмал дончаларининг қатламли тангенциал структураси, уларнинг фикрича, юқори ва қуйи молекуляр амилаза ва аминопетин фракцияларининг кетма – кет келиши билан тушунтирилади.

Муалифлар фикрича целюлозага ўхшаб крахмал микрофибриллари ўзида 6 – 7 элементлар фибриллалар сақлайди, оз миқдорда липид боғлари мавжуддир [25]. Бу эса крахмал структурасида бўш капилярлар мавжудлиги уларнинг сувни кучли адсорбциялаш хусусиятини ифодалаши билан бир қаторда у ҳаво намлигини ўзгаришига боғлиқ бўлади. Рентгенографик таҳлил маълумотлар шуни кўрсатадики, бу типдаги моделга хос хусусиятлар яъни гидролизга бўқиш, зичлик мос келади.

Крахмал дончалари микрокриталл тузилишга эга бўлиб, 2 та асосий рентгенограмма типини беради: “А” тип бошоқчиларнинг крахмали учун характерли ва “В” тип тугунаклилар учун характерли. Оралиқ типлар “С” типга тегишлидир. Рентгеноструктур таҳлил ёрдамида [26] кўп сонли крахмал турларининг кристаллиги аниқланди ва кристаллик даражаси ўртача 14 – 19 % ни ташкил этди. Кристаллар орасида донли крахмалларнинг “В” типдаги структураси 10 % ни ташкил этди, қолган улуш “А” типига тўғри келди. Рентгеноструктур ва электронмикроскоп усуллари натижаларини солиштириб [27] тадқиқотчилар шундай хулосага келишди:

- рентгенограммада навбатлашиб келаётган тигиз крахмал донларининг мавжудлиги акс этган, бу электрон микраскопдан ўтказиш методида қайд этилган доннинг “толали тузилишига” мос келади.

Крахмал, амилаза ва амилопектин совуқ сувда эримайди. Қайноқ сувда крахмал дончалари парчаланиш натижасида гелъ (клейстр) ҳосил қилади. Крахмалнинг гел ҳосил қилиши – мураккаб жараён бўлиб, уч асосий босқичда боради. Аввал крахмал дончалари оз миқдордаги сувни ўзига боғлаб бўқади. Температуранинг оширилиши билан катта миқдордаги сув боғланиб, донларнинг кучли бўқиши натижасида уларнинг ҳажми юзлаб марта ортади ва эритманинг қовушқоқлиги ошади; бу қайтмас жараёндир. Крахмалнинг бўқиши водород боғларининг узилиши ва полисахарид макромолекулаларининг гидротланиши билан тушунтирилади. Охирги босқичда эриган полисахаридлар сувдан ажралади, дон ўз шаклини ўзгартиради. Крахмал гелининг бундай структураси бирламчи структура бўлиб ҳисобланади [28]

Муаллифлар [29], сув молекуласи протонлари ва биопалимерлар релаксация вақтининг, гелларнинг ҳосил бўлиш механизмини кўп ядроли комплекс бирикмалар – кластерларнинг ҳосил бўлиши орқали тушунтирадилар. Биринчи босқичда кластерларнинг ҳосил бўлиши кузатилади, уларнинг яшаш вақти сув молекуласининг релаксация вақтидан кам бўлади. Иккинчи босқичда амилаза макромолекулаларидан таркиб топган бўлади, сувнинг релаксация вақтига солиштирганда тенг ёки кўп бўлиши аниқланган. Якунловчи босқичда, кластерларнинг ягона гелъ ҳосил қилади.

Крахмал гелларнинг кристалл тузилиши ҳақидаги савол қизиқарли ва мунозарали бўлиб ҳисобланади. Спин – спинли релаксация вақтининг системасининг температураси ва концентрациясининг таъсирини ўрганиш[30] натижасида бу қийматларнинг қиздиришнинг дастлабки

даврида пасайишига олиб келади, айниқса кичик концентрацияда бу яққол сезилади. Олинган натижаларини муаллифлар қуйидагича изоҳлайдилар:

- гелга айланиш жараёни суюқланишга ўхшайди ва кристалл ҳолидаги крахмалнинг қисман аморф ҳолатига этиш билан ифодаланади. Гелга айланиш жараёнининг натижаси гидратланишнинг ошишига ва макромолекула занжирларнинг ҳаракатчанлигига олиб келади.

Тадқиқотчиларнинг [31] сўнги йиллардаги ишларида рентгенография методида катта ва кичик бурчакларда юқори электрон зичликка эга бўлган дисксимон соҳаларни аниқлашиб, кристаллик структурага эга β - шаклдаги амилаза мавжудлигини аниқлашди. Гелларнинг кристалланиш даражаси 16.5 ни ташкил этди. Муаллифларнинг таҳлил қилишича, гидратланган молекулаларнинг заль – фракциясида чизиқли ва тармоқланган молекулаларнинг узун сегментларида дегидратланиш пайтида қўш спираллар ҳосил бўлади. Критик концентрациясидан юқори бўлганда, қўш спираллар дисксимон соҳаларда кристалл ядро ҳосил қилиб агрегатланади.

Дифференциал термик анализ (ДТА) ва термогравиметрик анализ (ТГА) ни бирга қўшиб олиб борганда [32] крахмал доначаларнинг структурасини бузиш учун зарур бўлган қўшимча энергия гелга айланиш жараёнининг эндотермиклигини кўрсатади. Энергиянинг бу қиймати крахмалнинг гидротацияси бораётганда чиқаётган энергиядан кўпдир.

Ядро магнит резонанс методи ва майдоннинг пульсация градиенти ёрдамида гелларда сувнинг диффузиясини ўргандилар [33].

Гелларда сувнинг барча молекулалари, худди тоза сувдагидек дифференциал хоссаларини намоён қилиши аниқланди. Бунда гелда сувнинг активланиши энергияси, тоза сувда қандай бўлса, шундайлигича қолади. Ўз – ўзидан диффузияланиш коэффициенти гелдаги сувнинг сақланиш миқдорини квадратига пропорционалдир. Крахмал доналарининг бўккан гранулалари, шундай қилиб, сувнинг диффузияланиши учун тўсқинлик қила олмайди.

Полисахаридли системаларни [34] тузилишларини ўрганиш куйидагича хулосага келишга имкон беради: тармоқланган амилопектиннинг ва амилазалар (агрегатланган) ва чизикли сегментлари орасида гелга айланишни биргаликда боғлайди. Айнан амилопектин амилазанинг агрегатланишига имкон беради. Шу билан бирга у чўктирувчи сифатида иштирок этади, фезаларни ажратишда амилопектин бирлашган полимерлар фазасида бўлмайди, крахмал гелларида эса уч ўлчамли полимер турни шакллантиришда бой полимер фазада тўлдирувчи сифатида иштирок этади [35]. Тадқиқотчилар [36] характерли қовушқоқлик узун ва калта занжирнинг молекуляр массасини эмас, балки тармоқланган ва тармоқланмаган қисмларининг ўзаро структуравий боғлиқлигини аниқлашини ўргандилар.

1.2. Табiiй крахмални модификациялаш саноатининг назарий ва амалий аспектлари.

Крахмал саноатнинг турли соҳаларида, масалан, тўқимачилик, озиқ – овқат, қоғоз, нефть қидиришди кенг миқёсда ишлатилмоқда. Бу крахмал тан нархининг арзонлиги, хом ашё базасининг мавжудлиги ва амалий жиҳатдан тўлиқ биологик парчаланишидадир.

Тўқимачилик саноатида крахмал ва унинг ҳосилалари қуюқлаштирувчи перепарат сифатида ишлатиш ҳажми жиҳатидан етакчи ўринни эгаллаб келмоқда. Швецариянинг “Бенинген Корпарейшен” фирмаси маълумотларига кўра, 1997 йилда оҳорловчи ва қуюқлаштирувчи препаратларни дунёда ишлаб чиқаришнинг 75% крахмал ва унинг ҳосилаларига тўғри келади [37]. Бунда Ғарбий Европадаги ишлаб чиқарувчилар модификацияланган крахмалнинг кенг ассартиментини таклиф этмоқдалар: сольвитозалар (Нидерландияликлар), Сальвитекслар, эшпринтлар CE (“*Em* – St”, Германия) ва бошқалар, АҚШ да ҳар йили 700 минг тонна, Японияда эса 200 минг тонна атрофидаги модификацияланган

крахмал ишлатилади. Россияда биринчи марта модификацияланган крахмалларни ишлаб чиқаришни БКИТИ ишлаб чиққан лойиҳа асосида ташкил қилинган ва ҳозирги кунда уларнинг фақатгина 10 тури саноатнинг турли соҳаларида 40,5 минг тонна ишлаб чиқарилмоқда, лекин уларга бўлган эҳтиёж йилига 150 минг тоннани ташкил этади [38]. Ҳозирги кунда крахмални модификациялашнинг кимёвий, физикавий ва механик ҳамда комбинацион усуллари мавжуддир [39].

Кимёвий модификация деганда крахмални макромолекулаларида кимёвий ўзгаришларнинг бориши жараёнларининг тушуниш мумкин. Табиий крахмални кимёвий усулда модификациялашга қуйидагиларни киритиш мумкин: оксидланиш, фосфатланиш, (ред - клейстеризация), макромолекулаларни тикиш, синтетик полимерларни тикиш (пайвандлаш), этерфикациялаш.

Модификациялашнинг энг муҳим усулларида бири, табиий крахмални оксидлашдир [40-41] . оксидланиш реакциясининг асосий мақсади крахмал молекуласидаги гидроксил гуруҳларини карбонил ва карбоксил гуруҳларигача қисман оксидлаш орқали унга турли хил хоссаларни, юқори эрувчанлик, адгезион хоссаларни (ёпишувчилик) ва парда ҳосил қилиш хоссаларини беришдир.

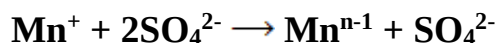
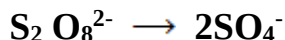
Оксидланган крахмални қуюқлаштирувчи препарат сифатида тўқимачилик саноатида қўллаш фаол бўёқларни матога сингиш даражасини оширади. Крахмал макромолекулаларининг кучли оксидланиш деструкциясидан сақланиш мақсадида уни оксидлаш жараёни суспензияда паст ҳароратларда олиб борилади. Крахмални оксидлашда оксидловчининг концентранган эритмаси бир неча босқичда киритилади. Крахмалнинг оксидланиш реакциясини амалга ошириш учун қуйидаги оксидловчилар: калийпермаганат (KMnO_4), водород перексид (H_2O_2), аммонийперсульфат ($(\text{NH}_4)_2 \text{S}_2 \text{O}_8$), натрий гипохлорид (NaClO) қўлланилади. Россияда картошка крахмалини першанганот билан оксидлаш технологияси амалда кенг

қўлланилиб келинмоқда [42 - 44]. Кучли кислотали муҳитда крахмалнинг сувли суспензиясига перманганат эритмаси киритилади. Крахмал доналарининг оксидланиши унинг юза қисмидан бошланиб, сўнгра крахмал доналарининг ғоваклиги туфайли оксидловчи унинг ичига диффузияланади. Бунда, перманганат крахмални оксидлаб, Mn^{2+} гача қайтарилади. $KMnO_4$ билан оксидлантирилган крахмал, жуда кўп миқдорда музқаймоқ ишлаб чиқаришда қўлланилади. Тадқиқотчилар крахмал асосида қуюқлаштирувчи олишда оксидланиш жараёни учун водород перексиддан фойдаланишни таклиф қилдилар [45 - 46]. Катализатор сифатида натрий карбонатдан фойдаланишди. Водород пероксид иштирокида крахмални оксидлашда катализатор сифатида натрий карбонатни қўллаганда, водород пероксид парчаланиб, кислород ажралиб чиқиб, у эса крахмалдаги гидроксил гуруҳларининг то карбоксил гуруҳларигача оксидланишига олиб келади.

Бу регентларни крахмални оксидлашда қўллаш натижасида, қуюқлаштирувчиларни сақлашдаги барқарорлиги, реагент тиниқлиги, бўёқнинг матога фиксацияси физик – механик таъсирларга чидамлилиги ортади. Водород перексид билан крахмалнинг оксидланиш эффективлигини ошириш мақсадида[47] ишда (Fe^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+}) металлларнинг тузларидан фойдаланиш яхши самара бериши кўрсатилган. Водород пероксид билан оксидлашда катализатор сифатида металл тузларининг қўлланиши оксидланган крахмал клейстирининг оқувчанлигини, модификацияланмаган крахмалга нисбатан ошишига имкон яратди. Бу усул билан оксидланган крахмал тўқимачилик саноатида қуюқлаштирувчи ва қуюқлаштирувчи препарат сифатида, шунингдек қоғоз ишлаб чиқариш саноатида қоғозни елимлашда кенг миқёсида қўлланилади.

Крахмални юмшоқ шароитда оксидлаш аммоний персульфатни қўллаш тадқиқотчилар[48] томонидан таклиф этилган. Бу оксидловчини ишлатишнинг афзаллиги шундаки, турли қўшимчалар қўшилганда ҳам крахмални макромолекулаларини узмасдан ҳам юмшоқ шароитда оксидлаш

имкониятини яратади. Аммоинй персульфат водород пероксидга нисбатан анчагина юқори редокс – потенциалга эга. Крахмални аммоний персульфат билан катализаторлар (Fe^{2+} , Co^{2+} , WO_4^{2-} , Mn^{2+} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) иштирокида оксидлаш реакцияси схемасини қуйидаги кўринишда тасаввур қилиш мумкин:



Оксидланган крахмал оқ рангли бўлиб, унинг қовушқоқлиги нотив крахмалга нисбатан юқори, лекин модификацияланмаган крахмалга нисбатан паст. Крахмални аммоний персульфат билан оксидлаш реакцияси жараёнида ультратрабинафша нурни таъсир эттириш оксидланиш даражасига унча катта таъсир кўрсатмайди. Аммоний персульфат билан оксидланган крахмал қуюлтирувчи препарат сифатида фаол бўёқлар иштирокида гул босишда ишлатилади.

Крахмални оксидлаш учун кўпинча саноатда оксидловчи сифатида натрий гипохлорит қўлланилади. Гипохлорит билан ишланган крахмални оксидлаш учун крахмал суспензияси гипохлоритнинг ишқорий эритмаси билан ишлов берилади ва реакция сўнгида суспензия кислота билан нейтралланади. Оксидланган крахмалнинг хоссаси ишлов бериш усули ва реакция шароитига боғлиқдир.

Реакция шароитига ҳарорат, РН крахмал ва гипохлоритнинг концентрацияси, органик ва ноорганик қўшимчаларнинг иштироки мисол бўлади[49, 50].

Истимолчиларга етказиб бериладиган гипохлорит билан оксидланган крахмал донатор шаклга эга бўлиб, у ўзига хос ялтироқликка эга.

Қатор ишларда [51 - 53] оксидланган крахмалнинг хоссалари крахмал доначаларининг юза структурасига боғлиқлиги аниқланди. Оксидлашда крахмалнинг ангидроглюкозали звеноларининг бир қисми карбоксил

гуруҳига айланади. Бошқа қисми эса гидролизга учрайди. Оксидланиш крахмал структурасининг юза қисмига фаол хлорнинг концентрацияси 6 % дан кам бўлмаганда таъсир қилади. Оксидланиш даражасининг ошиши билан оксидланган крахмалнинг эрувчанлиги пасаяди. Гипохлорит билан оксидланган крахмалнинг паст ҳароратларда ҳам осон клейстризоцияланади. Унинг қовушқоқлиги модификацияланмаган крахмалга нисбатан секин ортади[54].

Қатор муаллифлар [53 - 54] фаол хлор концентрациясининг ошиши билан, унинг реакциядаги сарфи ва крахмалдаги карбоксил гуруҳлар концентрацияси ортиши аниқланди. Оксидланган крахмал клейстрининг реалогик хоссалари ротацион вискозиметр ёрдамида ўрганилган. Крахмалнинг оксидлашгача ва оксидлашдан кейинги клейстрлари Ньтон эритмаларга хос бўлмаган ва тиксотроп хоссаларни намойн қилишди. Саноатда гипохлорит билан оксидланган елими сифатида, шунингдек, тўқимачилик саноатида сунъий ипак, синтетик тола ва уларнинг аралашмалари асосидаги калава ипларни охорлаш учун қўллаш тавсия этилган [55].

Крахмални модификациялашнинг энг кўп тарқалган ва кенг қўлланиладиган усулларида бири уни этерификациялаш жараёни ҳисобланади. Крахмални этерификациялаш реакцияси турли хилдаги алкилловчи ва ацилловчи агентлар ёрдамида амалга оширилади. Крахмалнинг оддий эфирларни олиш учун галоидакиллари таъсир эттириши ($R - Cl$, $R - Br$, $R - Y$), шунингдек мураккаб эфирларни олишда эса, унга эцилловчи агентлар сифатида анча кенг кўп қўлланиладиган галоген сақланган карбон кислоталар ҳосилалари ишлатилади. Крахмалнинг этерификациялаш натижасида юқори адизион, парда ҳисол қилиш ва пластик хоссаларни олишга ёрдам беради. Бундан ташқари, этерификацияланган крахмал юқори диспергирланиш ва ретроградацияга яхши барқарорлик намоён қилади.

Муаллифларнинг [56] кўрсатишича карбоксиметилкрахмал эфирининг гидрогенил модификацияланмаган крахмал гидрогелидан ўзининг реалогик хоссалари билан фарқ қилади ва бу агрегатланувчи қисмлар системаси учун характерлидир. Натижада қовушқоқлик аномалиясининг пасайиши ва пластикликнинг ошишига олиб келади. Крахмални этерификациялаш жараёнида унинг макромолекуласига ён гуруҳларнинг киритилиши қисмларнинг агрегатланишига ва натижада крахмалнинг юқори диспергацияланишига олиб келади.

Крахмалга гидрофоб хоссани бериш учун [57] потентда кўп функционалли этирификацияловчи агентлар, яъни таркибида гидрофоб $C_3 - C_{12}$ бўлган алкил ва арилалкил $C_7 - C_{42}$ гуруҳлар ёрдамида крахмални этерификацияланишини амалга ошириш кўрсатиб ўтилган. Бундай модификацияланишини амалга ошириш кўрсатиб ўтилган. Бундай модификациялаш натижасида крахмал гидрофоблик хоссани намоён қилади.

Этирификация қилинган крахмалга бўлган ва у йилига 25 – 30 минг тоннага етади. Ҳозирги кунда Республикамиз тўқимачилик корхоналарида этерификация қилинган крахмалнинг турли хил маркалари: эипринтлар – (“Em - st” Германия), присулонлар (“Трюноу”, Германия), [58] шунингдек (“полимерсинтез”, Россия) кенг ишлатилади. Крахмални этирификациялашнинг кўп тарқалган усулларида бири уни ортофосфат кислота тузлари билан фосфатлаш бўлиб ҳисобланади [59 - 61]. Фосфатлаш реакциясининг асосий мақсади, крахмал макромолекуласига фосфат гуруҳининг киритилишидир.

Бу мақсадда крахмални натрий ортофосфат ёки унинг ҳосилалари билан таъсир эттирилади. Крахмал фосфотлар крахмалнинг фосфорланиш даражаси, қайта ишлов бериш усулларига боғлиқ. Натижада фосфотланиш маҳсулотлари сувда эрийдиган ва эрмайдиган бўлиши мумкин.

Крахмал фосфотларни икки гуруҳга ажратиш мумкин:

- Фосфат кислотанинг моноэфири, бунда, крахмалнинг гидроксил гуруҳи фосфат кислотанинг 3 та кислота гуруҳидаги фақат биттаси эфирли боғланган;

- Фосфат кислотанинг – моно, - ди, - три – эфирлари, бунда бирдан ортиқ кислота гуруҳлари эфирли юоғланган [62 – 64].

Крахмалофосфатларнинг моноэфирлари крахмални фосфат кислотанинг сувда эрувчан тузлари, - орто,- пиро, ёки триполифосфат кислотанинг нордон тузларининг куруқ аралашмаси қиздириб олинади.

Тадқиқотчилар [65] крахмални этерификациялаш учун, бирламчи ва иккиламчи натрий ортофосфат тузлар ҳамда мочевина аралашмасидан фойдаланишган. Бунинг учун крахмалга натрий ортофосфат ҳамда мочевина эритмаси сингдирилади, натижада керакли алмашиниш даражасига керакли алмашиниш даражасига эга бўлган маҳсулот олинади. Охирги маҳсулот клейстрининг қрвушқоқлиги мочевина қўшмасдан тайёрланган крахмалофосфатларга нисбатан анча юқори бўлади. Хормстед [66] эса крахмалофосфат эфирларини крахмални турли хил эритмалар: амидлар, натрий моно ва дисфосфотлари билан ишлов бериш орқали ҳосил қилди. Бу усулга мувофиқ, олинган крахмал эфирлари азот радикаллари сақланган фосфат гуруҳларига эга. Крахмалнинг монофосфатли эфирлари модификацияланмаган крахмалга солиштирганда унинг клейстри юқори шаффофлик ва қовушқоқликка ҳамда ретроградицияга барқарор бўлиб, эластик пардаларни ҳосил қилади.

Муаллифлар [67] крахмалофосфатларнинг диэфирларини олишда крахмал макромолекуласида кўндаланг боғларни ҳосил қилиш мақсадида фосфорхлороксид, фосфорпентахлориди ва тиофосфорли хлориддан фойдаланганлар. Худди шу мақсадда тадқиқотчилар [68] сувда эрийдиган натрий трифосфатдан фойдаланганлар.

Кўндаланг – боғланган крахмал (крахмалофосфатларнинг диэфирлари) крахмал молекулаларини ўзаро боғловчи эфир кўприкчаларини сақлайди.

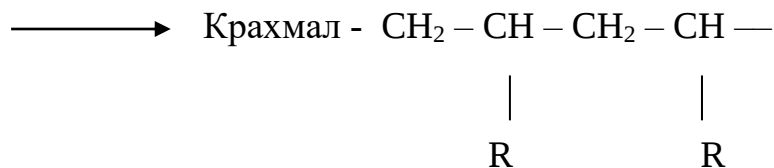
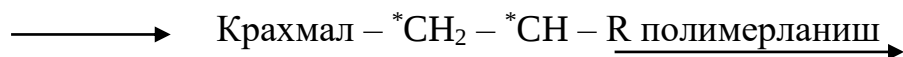
Бундай крахмаллар кислоталар таъсирига юқори даражада барқарорликни намоён қилади, уларда бўқиш ва донларнинг ёрилиши пасаяди. Кўндаланг боғланган крахмаллар узок вақт давомида юқори ҳароратга, механик аралаштириш шароитларига чидамлидир. Кўндаланг боғланиш даражасини оширганда крахмал дончаларининг клейстрланиши жуда кескин камаяди, натижада у ҳатто иссиқ сувда ҳам эримайдиган бўлиб қолади. Крахмалофосфатларнинг - моно ва диэфирлари жуда кенг миқдорда озиқ – овқат саноатида тўлдирувчи сифатида, пўлат қуйишда (боғловчи модда сифатида), шунингдек қоғоз саноатида – қоғозга қўшимча модда сифатида ва тўқимачилик саноатида қуюқлаштирувчи тайёрлашда ишлатилади.

Қатор ишларда [69 - 72] крахмални модификациялашда крахмал суспензияси маълум вақт оралиғида ($85^{\circ} - 95^{\circ} \text{C}$ ҳароратда) пиширилади ва ҳосил бўлган елимсимон маҳсулот махсус қурилмада қурилади. Натижада совуқ сувда эрувчан кукун ҳосил бўлади. Бундай крахмал совуқ сув билан аралаштирилганда бошқа ингредиентлар қўшмасдан ҳам барқарор эритма ҳосил қилади. Бундай усулда модификацияланган крахмал озиқ – овқат саноатида турли хил маҳсулотлар ишлаб чиқаришда қуюқлаштирувчи модда сифатида қўлланилади.

Кейинги йилларда крахмал модификациясининг ривожланнаётган усулларида бири синтетик полимерларни пайвандлашдир. Синтетик полимерларни пайвандлаш крахмал клейстрининг бўкувчанлик хусусиятини ошириш, пластиклик ва парда ҳосил қилиш хусусиятини яхшилаш мақсадида амалга оширляпти.

Крахмалнинг пайвандланган сополимерларини олиш учун крахмал суспензиясига инциатор иштирокида пайвандланувчи реагент қўшилади. Крахмалнинг винил мономерларини тикиш реакцияси схемасини қуйидагича тузиш мумкин:





Пайвандловчи агент сифатида жуда кўп винил мономерлари: метакрилот [73], поливинил спирти [74], метакрил, малеин кислоталари [75], винилацетат [76], акриламид ва акрил кислотаси [77] дан фойдаланилади. Пайвандлаш реакциялари радикал полимерланиш усулида оксидланиш қайтарилиш системалари ва пероксидли инициаторлар (бензоил перексид, персульфат сульфид аралашмаси ва бошқалар) иштирокида ўтказилади. Пайвандланиш даражаси сополимерланиш реакциясининг ўтказилиши шароитига боғлиқ равишда кенг ораликда яъни 0,1 – 100 % гача ўзгартириш мумкин [76 - 78].

Муаллифлар крахмалга акриламидни сувли муҳитда оксидланиш – қайтарилишли система Ce^{4+} - спирт таъсирида пайванд сополимерланишини ўрганадилар [77]. Молекуляр нисбатда олинган акриламид – крахмалнинг пайвандланиш даражаси 40 % ни ташкил этган. Пайвандлашнинг максимал даражаси ва пайвандланган сополимернинг молекуляр массаси 70°C ҳароратда энг юқори қийматга эга бўлади. Тадқиқотчилар [79 - 80] акрил кислотасини крахмалга пайвандлаб полимерлаш жараёнини ўргандилар. Пайвандлаш жараёнида инициатор сифатида калий персульфатдан фойдаланишди.

Модификацияланган крахмалнинг юқори унумини олиш мақсадида полимеризация жараёнини кислотали муҳитда олиб бориш керак.

Модификацияланган крахмалнинг эрувчанлиги, натив крахмалга нисбатан юқори эканлиги намоён бўлди. Крахмал ва акрил кислотасидан

пайвандлаб олинган сополимер ўз ҳажмига нисбатан 500 марта кўп ҳажмдаги сувни юта олади ва ҳатто юқори босим берилганда ҳам сув сополимердан ажралиб чиқмайди. Бундай усулда модификацияланган крахмал тўқимачилик саноатида қуюқлаштирувчи ва эмульгатор сифатида ишлатилади. Шунитаъкидлаш лозимки, крахмални кимёвий модификациялаш кимёвий корхоналарда марказлашган ҳолда амалга оширилади. Одатда бу узок давом этадиган ва кўп босқичли жараёндир. Шу сабабли крахмални кимёвий модификациялаш жараёни кўп микдорда электро энергия ва буғ сорфини талаб қилади.

Крахмалнинг физикавий модификация усуллари, уни тўқимачилик ва саноатнинг бошқа тармоқларида ҳам кенг миқёсда қўлланилмаяпти, лекин бу методга бўлган қизиқиш охириги вақтда сезиларли даражада ортди. Крахмалнинг физикавий модификацияси усулларида бири, ултратовуш [81 - 83], кавитация [84], шунингдек кучли нурлар таъсир этиришдан иборатдир [85 - 87].

Қатор ишларда [85 - 86] картошка, мажжори ва буғдой крахмалини радиацион нур таъсир этириб ($43 - 200 \text{ кГр} / \text{соат}$) унинг депалимерланишдаги жараёнини ўрганишди. Бундай ишлов беришдан сўнг олинган намуналарнинг қовушқоқлиги нурланиш дозасининг ошиши билан $1,5 - 2$ марта камайди, сувда эрувчан фракциянинг концентрацияси $5 - 10$ мартага ортади, рН ва ретроградация даражаси сезиларли даражада пасаяди.

Баъзи Муаллифлар [86] мажжори крахмалини декстринлаштириш ва Co^{60} - нурлари билан (биринчи доза 700 крад , иккинчиси 70 Мрад) нурлаштиришни амалга оширдилар.

Декстринлаштириш ва 70 Мрад доза билан нурлантириш натижасида крахмалнинг кислоталик хоссасини ошириш мумкинлиги аниқланди. Нурлантириш натижасида глюзид қолдиғининг охиридаги $2 - 3 - \text{С}$ атомлари орасидаги боғларнинг узилиши тахмин қилинди.

Шунингдек, крахмални модификация қилишнинг энг кўп тарқалган усулларида бири экструзия бўлиб ҳисобланади [88 - 89]. Бу усул кенг миқёсда ўрганилган ва саноатда кенг қўлланилади. Экструдирлаш жараёни 3 та фактор таъсирига: босиш, температура ($150 - 190^{\circ}\text{C}$) ва силжишга боғлиқ.

Кўп ҳолларда крахмал модификациялашда комбинацион усул кимёвий ва физикавий таъсирларнинг комбинациясидан фойдаланилади. Бу усул технологик жараёнларнинг вақтини қисқартириб, крахмалнинг ўзгариш даражасини оширади. Тадқиқотчилар [90] H_2 O_2 нинг аскорбин кислотаси оксидланиш – қайтарилиш системаси билан радикал иницирлаш усули ёки $0,8 - 1,0$ Мрад доза билан нурлантириш натижасида крахмалнинг акрил кислота билан модификацияланган кучли бўкувчи полимергидрогелларини олишга муваффақ бўлишди.

Натижада кучсиз тикилган полимер геллари юқори даражада бўкиш хусусиятига эга. H_2 O_2 ва 48 Б – нурлари таъсирида крахмални модификациялаш жараёнини 2 мартагача қисқартириш имконияти мавжуд.

Шундай қилиб, крахмални модификациялашнинг янги, анча самарали усуллари излаб топиш кўп сонли тадқиқотчиларнинг эътиборини тортмоқда. Тадқиқотчилар крахмалнинг технологик хусусияларини яхшилаш ва унинг турли тармоқларда қўллаш, технологик жараёнларни қисқартириш, шунингдек энергия сарфини камайтиришни йўлга қўйдилар.

1.3. Крахмал ва унинг хосилаларининг қуюқлаштирувчилар сифатида ишлатиши

Матоларга гул босиш учун маккажухори ва гуручдан олинган крахмал ишлатилади. Крахмал идеал қуюқлаштирувчи эмас, чунки унинг асосида олинган қуюқлаштирувчи сакланиш вақтида баркарор булмайди ва паст эластикликка эга. Крахмал асосида олинган қуюқлаштирувчилар кислота, ишкор ва металл тузларнинг таъсирига сезилувчан бўлиб, тола ичига

ёмон киради ва гул босишдан кейин матодан кийинчилик билан ювилиб кетади. Улар ноэластик, ёмон курийдиган, сувда эримайдиган каттик коплама киладилар, бу эса гул босишдан кейин мато ювилишини кийинлаштиради ҳамда ювиш вақтида матода «ётиklar» ҳосил бўлиш мумкинлигига олиб келади. Ундан ташқари, ювишдан кейин қолиб кетган қуйилтирувчи матога каттикликни ва бўёқнинг сиртни мустаҳкамлашини беради, қайсики бўёқларнинг ишқаланишига нисбаттан барқарор бўлишини пасайтиради.

Ҳозирги вақтда дунё амалиётида турли синф бўёқлар учун гул босиш бўёқларни қуюқлаштирувчи сифатида модификацияланган крахмалларни олиш ва ишлатишда тажрибалар тупланган. Мухим ҳоссаларга эга бўлган крахмал препаратлар муаммосини ечиш йулидан бири - бу турли реакцион қобилятларга эга бўлган гуруҳлар сақлаган бирикмалардан олинган крахмал бўлади. Мамлакатимиз саноатида ишлатиладиган крахмал ҳосилаларидан олинган солвитоза, НМ, К-Р1, С-5, моногум N, W каби бошқа четдан келадиган қуюқлаштирувчиларни кимёвий қорхона шароитида мураккаб кимёвий синтез йули билан оладилар.

Актив бўёқлар билан гул босишда полиакриламид, совунланган полиакриламид, полиакриламид билан туташган крахмал ва карбоксиметил крахмал (КМК) асосидаги қуюқлаштирувчиларни қуллаш билан гул босиш натижалари алгинат асосида олинган қуюқлаштирувчиларни ишлатишда ҳудди шундай натижалар олинганлиги ишда қурсатилган. Қайд этилган қуюқлаштирувчиларни ишлатишда ҳосил бўлган гул расмлар тозаллиги ва равшанлиги, крахмалга полиакриламид туташган ва КМК асосидаги қуюқлаштирувчилар билан босиш натижаларига яқин келади ҳамда полиакриламид, совунланган полиакриламидга нисбатан анча каттик бўлганлиги аниқланган[91].

Қуюқлаштирувчи сифатида бўлган крахмал ацетати, карбоксиметилкрахмал тадқиқот этилган. Актив бўёқлар билан гул босишда КМК, КМЦ, крахмал ацетат ива оксидланган гуаран асосидаги

куюқлаштирувчиларни ишлатиш билан буёкнинг мустахкам булиш даражаси алгинат асосида олинган куюқлаштирувчиларга кураанча юкори. Айникса КМК ва крахмал ацетати кулланганда нихоятда равшан туз хосил булиши аникланди. Актив буёкнинг энг кичик мустахкамлик даражаси декстрин билан булади [92].

Актив буёклар ва пегментларга кура бошка (кубли, азо буёклари) билан гул босиш куюқлаштирувчиларга алохида талаблар куйилмайди, шу сабабли коидага кура мамлакатимиздаги тукимачилик саноатларида классик технология буйича модификацияланмаган крахмалдан олинган, иктисодий жихатдан арзон булган куюқлаштирувчиларни куллайдилар. Аммо, модификацияланмаган крахмалнинг куюқлаштириш кобилияти ва эриши паст булганлиги туфайли, бундай куюқловчилар куюқлаштирувчининг юкори булиши ва унинг паст ювилиши билан ажралиб туради. Ундан ташкари, модификацияланмаган крахмалдан куюқлаштирувчи тайёрлаш вақт ва энергиянинг куп сарф булиши билан боглик. Кубли ва азобуёклар учун яхшиланган куюқлаштирувчиларни ишлаб чиқиш ва ишлатишда крахмални кимёвий модификациялашда турли усулларни куллаш гоёси яккол намоён булди. Шу тарика ишларда кубли, актив ва азобуёклар билан гул босишда, босиш буёкларни куюқлаштириш учун, модификацияланган крахмални куллаш тавсия этилган [93].

Модификацияланган крахмални маккажухори крахмали билан натрий ортофосфат ва карбамид булган ёки натрий триполифосфат ва карбомид булган аралашмага термик ишлов бериш($t=160-170^{\circ}\text{C}$) натижасида олдилар. Хосил булган фосфатли крахмал турли буёклар билан гул босишда лаборатория ва саноат шароитларида синовлар утган. Аммо олинган куюқлаштирувчи кубли ва азобуёклар учун катта кизикишга эга. Бу куюқлаштирувчининг камчилиги унинг микробиологик деструкцияга нисбатан сезилувчанлигидир.

Актив ва совук буёклар билан матога гул босиш учун буёкларга қуюқлаштирувчи сифатида гуруч крахмали ва фосфор саклаган олигомер асосидаги полимер композициянинг муваффақиятли равишда қўлланилиши ишда аниқланган.

Крахмалли қуюқлаштирувчига олигомернинг қушилмоғи босилган гул шаклини кескин ҳосил бўлишига имкон беради. Нихоят, қуриб чиқилган крахмал-олигомер-босим буёклар аралашмалари улардаги реологик хоссаларнинг яхшиланишини курсатади. Композицияга крахмал, ПВК ва ДХГГ асосидаги фосфор саклаган, сувда эрийдиган олигомерларнинг киритилиши, қуюқловчи таркибидан Республикамизга четдан олиб келадиган алгинатни тулик чиқариб юборишга имкон беради [94].

II. Методик қисм.

2.1. Қўлланиладиган хом ашёлар ва уларни тавсифи.

Гуруч крахмали – умумий формуласи $C_6H_{10}O_5$ бўлган оқ рангли кукунсимон модда. Таркибида асосий модда крахмал масса улуши 81 – 85 % гача бўлиб, глютен миқдори 1,2 – 2 %, намлик масса улуши 14 – 18 % клетчатка ва золи миқдори 0,2 – 0,3 %.

Натрий гидроксид - NaOH (ГОСТ 2263 - 71) ўювчи масса (қаттиқ шаклда). $T_{\text{суюқ}} = 322 \text{ K}$, $T_{\text{қайн}} = 1385 \text{ K}$, сувда, метанол ва этанолда эрийди.

NaClO_3 – натрий хлорат. Оқ, қиздирилганда парчаланади. Совук сувда яхши эрийди. Иссиқ сувда парчаланади. Жуда кучли оксидловчи. $M_r = 74,44$; $d = 1,097$; $t_{\text{суюқ}} = 24,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (кр); $k_s = 53,4^{(20)}$, $129,9^{(50)}$.

KY - калий йодид. Оқ, ёруғликда сақланганда сарғаяди. Сувда яхши эрийди (гидролизланмайди). Кристаллогидратлар ҳосил қилмайди. Тирик қайтарувчи. Кунинг сувдаги эритмаси комплекс комплекс ҳосил қилиш

хисобига йодни кимёвий эритади. $M_r = 166,00$; $d = 3,115$; $t_{\text{суюқ}} = 681^{\circ}\text{C}$, $k_s = 144,5^{(20)}$, $190,7^{(80)}$.

2.2 Крахмални модификациялаш технологияси

Крахмал озик-овкат ҳамда енгил саноатда кенг қулланилади. Крахмалнинг ҳароратда буқишида унинг қандайлигидан катъий назар бир хил талаблар қуйилмайди. Баъзан крахмал елимланмаслиги, гомоген эритма ҳосил бўлиши, паста ҳосил қилиши ва бошқа хоссалар талаб қилинади. Табиий ҳолда крахмал бундай талабларни қондира олмайди, шунинг учун уни қайта ишлаб қеракли хоссалар берилади.

Кимёвий усулда модификациялашнинг асосини гидролиз ва оксидлаш ташкил қилади. Бу усул натижасида маҳсулотлар аралашмасини таркиби қайта ишлаш натижасида шароитга боғлиқ бўлади. Крахмал доначаларига қам микдорда қислота таъсир эттирилганда у уз структурасини йукотмайди. Лекин баъзи ҳолларда крахмал макромолекуласи заифлашади. $\{(C_6H_{10}O_5)_n\}_x$ да ассоциация коэффиценти қамаяди. Баъзи ҳолларда жуда қам гидролиз қечади. Қислота ёрдамида масалан, крахмал еритмасида эриб қетадиган пудинг уни олинади. Пудинг уни ишлаб қикаришда крахмал сути зичлиги $45^{\circ}\text{--}55^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилади, хлорид қислота қушилади. Шу аралашмани аввалги ҳароратда бир соат 45 минут сақланади. Крахмал деконтацияланади, қислотали суви ажратилади, крахмал сода билан нейтралланади.

Енгил саноатда кимёвий модификацияланган крахмал ишлаб қикариш технологияси қуйидагича: қом крахмалдан $28\text{--}30^{\circ}\text{C}$ ҳароратда илиқ сувда зичлиги қарийб 43° ли крахмал сути тайёрланади ва реакторга юборилади. У ерда натрий хлорат эритмаси қушилади.

Натрий хлоратнинг факат суви эритмаси ёрдамида оксидлаш қечади. Бу оксидлаш реакторда маҳсус аралаштиргичда $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$ да ишқор иштирокида олиб борилади. Крахмал оксидланишида натрий гидроксид микдори эритма рН оралиги 9-10 сақланиши муҳим аҳамиятга эга. Оксидлан

крахмал эритмасидан ажратилади, вакуум филтлда ювилади, вакуум куритгичда 40-50⁰С да куритилади. Тайёр махсулот ок порошок холидаги, намлиги 11 % дан юкори булмаган модда.

Тадқиқот услубиёти.

2.3. Крахмал таркиби ва хоссаларини ўрганиш.

2.3.1. Крахмал таркибини миқдорий жиҳатдан ўрганиш.

Потенциометрик титрлаш усулида карбоксил гуруҳлари миқдорини ўрганиш.

Карбоксил гуруҳлар миқдорини аниқлаш усули таҳлил этилаётган модда эритмасини потенциометрик титрлашда р Ни ўзгаришига асосланган [95].

Полимернинг 0,1 – 0,3 гр тортилиш устига мўл миқдордаги 0,1 н NaOH эритмаси қўшилади, сўнгра 0,01 н HCl билан титрланади. Титрладиган эритма рНи потенциометрик асбоб билан (потенциометрик билан) аниқланади. Методни кичик концентрациядаги COOH гуруҳлар аниқланишида ҳам қўллаш мумкин.

Титрлаш натижасида олинган қийматлар ёрдамида $pH = f(VHCl)$ тенглама графиги ясади.

Графиклар асосида қуйидаги формула бўйича карбоксил гуруҳлар масса улуши ҳисоблаб топилади:

$$C(caon) = \frac{45 \cdot (V - V) \cdot 0,01 \cdot 100\%}{1000}$$

Бунда 45 = COOH гуруҳи массаси.

V= график йўл билан аниқладиган потенциал саркамасига тўғри келадиган HCl ҳажми.

Карбонил гуруҳлари миқдорини ўрганиш.

Крахмалдаги карбонил гуруҳлар миқдорини аниқлаш учун дастлаб 0,02 – 0,03 гр модда намунаси ва 50 мл 1н гидроксила мингидрохлориди ёки

сульфати эритмаси 100мл сувда эритилади. Колба оғзи ёпилади ва 5 сутка қолдирилади. Сўнгра эритма метилоранж иштирокида 0,01 н NaOH эритмаси билан титрланади [96].

Кислота ортикча миқдорини аниқлаш учун 0,01 NaOH эритмаси билан қайта назорат титрлаш ўтказилади ва ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича олиб борилади:

$$A = \frac{a \cdot M \cdot 100 \cdot 0,01}{E \cdot 1000}$$

Бунда А – карбонил гуруҳлари миқдори,%:

а – NaOH эритмаси ҳажми;

М – карбониль бирикмаси массаси;

Е – тадқиқот этиладиган модда массаси;

Крахмалнинг намлик даражасини аниқлаш.

Олинган крахмал намунасидаги намлик миқдорини аниқлаш учун 0,1 мг аниқликда 0 г намунанинг намлик даражасиқуйидаги формула билан топилади [99]:

$$\Psi = \frac{(M2 - M3)}{M2 - M1} \cdot 100$$

Бунда

Ψ = намлик, % да

M1 = қуритилган бўш қопқоқли бюкс

M2 = қуритилганда бўлган оғирлик

M3 = қуритилгандан кейин оғирлик.

2.3.2. Крахмал хоссаларини ўрганиш.

Бўкиш ва эрувчанликни аниқлаш.

Краxмал сувда эрувчанлиги табиий краxмалнинг эрувчанлигига нисбатан юқорилиги сабабли бўкиш даражаси краxмалга нисбатан фарк қилади [97] 30 – 70° С ли ҳарорат оралигида бўкиш ва эриш массавий усулда аниқланади.

Ўлчаб олинган 1 г краxмал намунаси 50 мл сувда аралаштириб туриб, суспензия ҳосил қилинади. 20 минут давомида термостатда сақланади, сўнг 30°С да 5 минут центрофураланади. Чўкма устидаги оқлик декантацияланади. Бўккан краxмал эритмаси ўлчаб олинади [98].

Қуруқ ураxмал нисбатан бу чўкма массасининг фоиз бўйича миқдори бўкиш даражасини характерлайди ва қуйидаги формула билан аниқланади:

$$K_v = \frac{(V_1 - V_0)}{(V_0)}$$

K_v = бўкиш даражаси

V_0 = бўкишгача бўлган краxмалнинг ҳажми;

V_1 = бўкишдан кейинги краxмалнинг ҳажми;

Оқувчанликни ўрганиш.

Саноатда модификацияланган краxмалларни қовушқоқликка тескари бўлган катталиқ оқувчанлик қиймати билан характерланади. Оқувчанлик қийматини шартли бирликларда кўпинча мл яъни муайян краxмал ишқорий эритмасини 10 мл эритувчи оқиб ўтган вақтда (сув учун одатда 40 – 70 секунд) ўтиши мумкин бўлган краxмал клейстри ҳажми ҳисобланади[94].

Краxмал эритмалари қовушқоқлигини ўрганиш.

Полимерларнинг молекуляр массаларини аниқлашда гап абсолют ёпишқоқлиги ҳақида эмас, ёпишқоқликнинг тегишли баландлиги ҳақида

бўлса, унда ўлчаш полимер эритмасининг қовушқоқлигини аниқлашдан иборат (тоза эритма η_0 ҳам) ва бу ўлчашнинг солиштирма қовушқоқлиги η уд асосида ҳисоблаш.

$$\eta_{уд} = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0}$$

Агар ўлчашларни маълум размерларда ва кичик концентрацияларда ўтказилса, унда қовушқоқли ўрнига (η ва η_0) тенгламада t эритманинг зтиш вақтини тагига қўйиш мумкин ва t_0 эритмани қўйиш мумкин. Бу вазиятда тенглама оддийлаштирилади:

$$\eta_{уд} = \frac{(t - t_0)}{t_0}$$

Агар олинган қийматларни полимер эритмаси концентрациясига бўлсак, ($\eta_{уд} \setminus c$) келтирилган қовушқоқликнинг қиймати олинади. Мадомики, бу катталиқ концентрацияга боғлиқ экан, чизиқли макромолекуланинг қовушқоқлик хоссалари ўлчови сифатида характеристик қовушқоқлик қўлланилади ва у қуйидагича аниқланади.

$$[\eta] = \lim$$

Модомики η – размерсиз ҳажми бўлганлиги сабабли (η) тесқари концентрациянинг размерлигини мужассамлайди. Охирги вақтда шунингдек см $\setminus$ г размерликни ишлатадилар (штаудингер кўрсатгичи), шу учун қовушқоқликни ўлчаганда концентрациянинг катталигини кўрсатиш зарур [101].

Эритмаларнинг чегарасиз кам концентрациясининг ёпишиш ўлчовини амалга ошириб бўлмайди, шу учун ёпишишни иложи борича кам концентрацияда ўлчайдилар ва олинган маънони нолли концентрацияда экстранолировка қилинади. Бу вазиятда график усуллар ишлатилади, уларда ҳар хил концентрация учун (масалан 10, 5,25 ва 1,25 г\л) $\eta_{уд} \setminus C$ аҳамиятини аниқлайдилар ва кейин уларни мос келадиган концентрацияга қарши олиб

бориб улайдилар. Налли концентрацияга экстрополяция [η] аҳамиятига мос келадиган ординатали кесмани беради.

Крахмал эритмаси қовушқоқлигини ўрганиш учун авваламбор 5 % ли крахмал эритмасини тайёрлаймиз. Бунинг учун техник тарозида 5 гр крахмал ўлчаб, уни 95 мл сувда яхшилаб аралаштирамиз, бунда крахмал суспензияси ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган аралашмани 5 – 10 минут давомида крахмал клейстри ҳосил бўлгунча аралаштириб туриб қиздирамиз. Сўнгра ҳосил бўлган клейстрни хона ҳароратигача совутамиз. Дастлаб 5 % ли крахмал эритмасини муайян миқдорини махсус воронкадан оқиб ўтиш вақтини аниқлаймиз ва уларнинг оқиб ўтиш вақтини ўрганамиз ҳамда солиштирма қовушқоқлигини ўрганамиз, бунинг учун худди шундай 5 % ли эритмасидан суюлтириб, 4,3,2,1 % ли эритмаларини тайёрлаймиз ва уларнинг оқиб ўтиш вақтини ўрганамиз ва солиштирма қовушқоқлиги ўрганилади.

Полимер эритмаларининг тиксотроп тикланиш даражасини аниқлаш.

Полимер структураларининг механик ишлов таъсирида бузилишдан сўнг қайтадан ўз ҳолатига келиши тиксотроп хусусиятидир.

Тиксотроп тикланиш даражаси қуйидаги формула бўйича топилади.

$$P = \frac{\sum \eta_{ish}}{\sum \eta_{bosh}} \cdot 100\%$$

η_{bosh} – бошланғич ҳолатдаги қовушқоқлик

η_{ish} - механик ишловдан сўнгги қовушқоқлик.

2.3.3. Крахмал асосидаги материаллар физик – механик хоссалари.

Крахмал гидрогеллари шаффофлиги визуаль таҳлили.

Намуналар дистилланган сувда клейстерга айлантирилади. Геллар паст ҳароратида совутилгандан сўнг уларнинг шаффофлиги ўрганилади. Крахмал

клеysterлари оқ – қора фонда фотосуратга олинади ва визуаль таҳлил қилинади.

Плётка тайёрлаш услуги [100].

Полимер эритмаларидан плётка олиш эритувчини буғлатиш услуги асосланган. Полимер эритмаси 30 x 22 x 0,5 см ўлчамдаги силлиқ силикат шишадан тайёрланган текис тузилишидаги кюветаларга қўйилади.

Плётка ҳосил қилувчи эритмалар концентрацияларини танлашда уларнинг кювета юза қатламида оқиш қобилияти, қовушқоқлиги ва филтрланиши ҳисобга олинади. Тажриба йўли билан шу аниқландики, танланган полимерларнинг 5 – 10 % ли эритмалари плётка олиш мақсадида қўлланса мақсадга мувофиқдир.

Шиша филтр Шотта N 2 орқали филтраб олинган эритма жуда тозаланган ва шиша столда горизонтал ҳолатда жойлаштирилганда кюветага қўйилади.

Эритма шундай миқдорда олинандики, ҳосил бўладиган плётка калинлиги 60 – 100 мкм бўлиши керак. Эритма солинган кюветани ҳавони тозалаш учун янги куйдирилган калций хлоридли ҳаво термостатида жойлаштирилади. Эритувчини буғлатишдан олдин эритма солинган кюветани тоза шиша усти ёпилиб эритма кювета сиртида бир текис ёйилиши учун 4 – 5 соат қолдирилади. Сўнгра шиша оғзини эритувчи қайнаш ҳароратига боғлиқ равишда бир оз очиб қўйилади. У эритувчи қайнаш ҳарорати қанча паст бўлса шунча кичик очиб қўйилса шунчалик тоза бир жинсли плётка олинади.

Эритувчи 298⁰K ҳароратда плёткадаги миқдори 15 – 20 % қолгунча 1 – 1,5 сутка буғлатилади. Кейин ҳосил бўладиган плётка кюветадан ажратиб олинади ва эритувчи тўлиқ буғланиши учун чизиксимон - қаламча қўринишида 4,5 x 0,6 см ўлчамда кесилади. Қўритиш давомида тажриба вакуум шкафта 10⁻² мм симоб уст босимда ва ҳароратни 298 дан 373 K гача

секинлик билан кўтарган ҳолда олиб брилади. Ҳар қийси ҳарорат кўтарилиши босқичида плёнкани домий массагача сақланади.

Қуритишнинг барча босқичларида плёнкадаги қолган эритувчи миқдори бюксдаги намунавий эритма масса йўқотишига нисбатан ҳисобланади.

Крахмални нам ютиш қобилиятини ўрганиш [102]

10 гр массадаги куруқ крахмал 100мл сувда эритилади. Олинган суспензия центрифугаланди ва центрифугат ажратилади. Центрифугатдан қолган чўкма массаси дастлаб ўлчаниб, махсус чашкага ўтказилади. Сўнгра доимий массага келгунча қуритилади ва эксикаторга қўйилади. Намлик даражаси қуйидаги формула билан топилади:

$$\Psi = \frac{M_1}{M_2} \cdot 100\%$$

Бунда:

Ψ = намлик даражаси;

M_1 = крахмал ютган сув миқдори, гр

M_2 = қуритишдан сўнг крахмал массаси, гр.

Модификацияланган крахмални оптик микроскопияда таҳлил этиш методикаси

Крахмал эритмаси (клейстери)ни чуқур ўрганиш мақсадида ёруғлик (оптик) микроскопия усулидан фойдаланилди. Бунда тўғридан – тўғри микроскопик таҳлил ўтказиш учун крахмал намунаси қуйидагича тайёрланади: 10% ли крахмал суспензияси дастлаб 90⁰С да клейстеризацияланди (15 минут). Олинган массадан йоднинг KI даги эритмаси суркалган микроскопик таҳлил учун микроскоп учун мўлжалланган шишага 2 -3 томчи томизилади ва АУ – СК – 6600 (Anjcan

маркали OMAX фирмаси; Корея) микроскопи билан фотокамера билан суратга олинди. ST – 400 D NTSC\ PAC рафамли.

Крахмални ҳимояланиш қобилияти.

Икки қатор 5 тадан пробиркалар олинади. Биринчи қатор 1 – пробиркасига 2 мл 1% ли тоза тайёрланган крахмал эритмаси қўйилади. Қолган пробиркаларга 1 млдан дистилланган сувдан қўйилади ва тегишлича биринчидаги пробиркадан иккинчисига 1мл, сўнгра иккинчисидан учинчисига ҳамда шу тартибда кетма – кет охириги пробиркагача эритмалар қўйилади. Бунда [103,104] крахмалнинг концентрацияси камайиш тартибидаги қатор эритмалари олинади. 25% ли оксидланган крахмал эритмасидан ҳам шу йўсинда 2 чи қатор эритмалар олинади. Икки қатор эритмалар устига 1 мл дан темир гидроксид золи, 1мл дан 1н калий сульфат эритмасидан қўйилади. Пробиркаларнинг қайсиларида каогулятсия кузатилиши ва кузатув натижалари жадвалга киритилади.

3.БОБ. КРАХМАЛ ОКСИДЛАНИШ ЖАРАЁНИНИНГ ИЛМӢЙ АСОСЛАРИ ВА УНИНГ РЕОЛОГИК ҲАМДА ФИЗИК – КИМӢВИЙ ХОССАЛАРИ

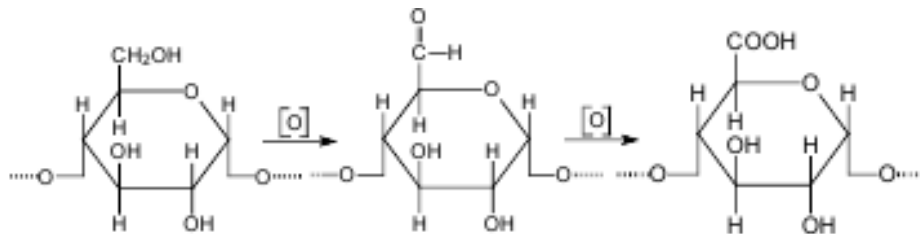
3.1. Крахмалнинг кимӢвий оксидлаш жараёнида кечадиган физик – кимӢвий ўзгаришлар ва уларнинг таъсири

Крахмал сақлаш жараёнида амилоза молекулалари бир – бири билан ассоцияланиб, муайян кристалл панжарани ҳосил қилади, натижада крахмалнинг ретроградацияси (агрегатларнинг ҳосил бўлиши) ва сувнинг ажралиши (сиперезис) содир бўлади. Крахмалда амилозанинг ассоцияланиши ва ретроградацияси сиперезисдан тезроқ кечади, шу сабабли уларни оксидлаш йўли билан модификациялаш мақсадга мувофиқдир. Модификацияланган крахмалда бу жараён кичик тезлик билан амалга ошади, бунини эса қисман оксидланган крахмалда карбоксил гуруҳларининг мавжудлиги билан тушунтириш мумкин. Бу гуруҳлар сув молекулалари билан боғланиб, гидратли ассоциатларни ҳосил қилади. Фаол бўёқлар билан эса карбоксил гуруҳлар ишқорий муҳитда ионланган – COO^- – шаклга ўтади. У қолган гидроксил гуруҳларнинг фаоллигини сўндиради ва шунинг ҳисобига фаол бўёқ анионларининг макроанионидан узоқлашиш содир бўлади.

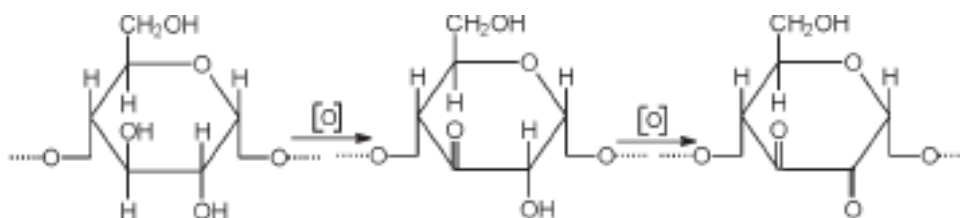
Крахмал оксидланишида натрий хлорат кимӢвий усулнинг танланиши биринчидан ҳам ашё базасининг арзонлиги бўлса, иккинчидан эса крахмал оксидланишининг ҳеч қандай юқори термик ишлов беришларсиз олиб борилишдадир.

Органик моддалар оксидланиши анодда адсорбцияланган ҳолатда кечишининг ҳисобга олсак, крахмал ток билан эмас, хлор – кислородли бирикмалари бевосита оксидланади. Ҳосил бўлган гипохлорит кислота носелектив оксидловчиларга кириб, бундай оксидловчилар крахмални турли йўналишларда оксидлаш ва турли хил маҳсулотлар ҳосил қилиши мумкин. Натижада қуйидаги оксидланиш реакциялари амалга ошади:

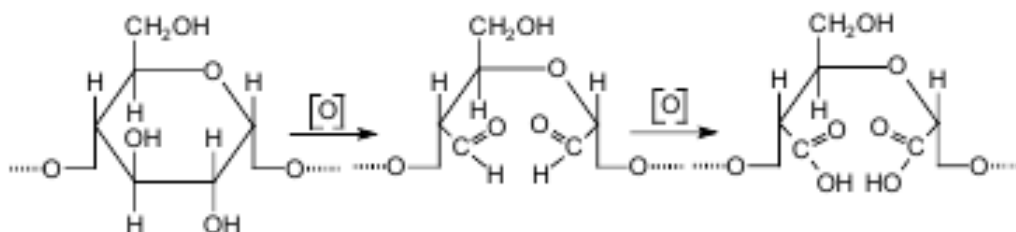
Олтинчи углерод атомидаги бирламчи гидроксил гуруҳлари оксидланиб глюкурон кислота ва унинг қолдиқларини ҳосил қилади [105].



Иккинчи ва учинчи углерод атомларидаги иккиламчи гидроксилларининг оксидланиши натижасида бир ёки икки кетон гуруҳи ҳосил бўлади ($C_2 - C_3$ боғланиши узулмайди) [106].



Иккинчи ва учинчи углерод атомларидаги иккиламчи гидроксилларнинг C_2 ва C_3 ($C_2 - C_3$) боғ узилиши билан оксидланиб икки альдегид, ундан сўнгги оксидланишда эса карбоксил гуруҳлар ҳосил қилади:



Носелектив оксидланишда крахмалда полисахарид звеноларининг деструкцияси кечади ва гидроксил гуруҳларга нисбатан осон оксидланадиган альдегид гуруҳлар ҳосил бўлади. Дастлабки босқичда охирги альдегид гуруҳлар карбоксилгача оксидланади. Натив крахмалда альдегид гуруҳлар жуда кам бўлишига қарамасдан, оксидланиш жараёнида гидролиз ёки полисахариди занжирининг узилиши натижасида оксидланганда карбоксил гуруҳга айланадиган қўшимча альдегид гуруҳлар ҳосил бўлади.

Крахмалнинг гидроксил гуруҳларини карбоксил гуруҳига оксидлаш йўли билан кимёвий модификациялаш натижасида крахмалнинг хоссалари

ўзгариши мумкин. Максимал оксидланган даражадаги крахмални олган ҳамда унинг қуюқлаштирувчилик хоссаларини сақлаган ҳолда оксидловчилар билан крахмал модификацияланганда крахмал макро – молекуласининг элементар звеносидаги углерод карбоксил гуруҳларгача (COOH) оксидланади (3.1 - жадвал).

3.1- жадвал

Крахмал таркиби ўзгаришининг турли омилларга боғлиқлиги

Концентрацион омил		Технологик омил		Оксидланган гуруҳ	
Крахмал, w%	NaClO_3 , w%	Вақт, мин	Мухит, pH	- COOH , w%	- $\text{C} = \text{O}$, w%
20	0,1	30	8	0,22	0,15
	0,15	60	9	0,33	0,23
	0,2	90	10	0,54	0,24
25	0,1	30	8	0,13	0,10
	0,15	60	9	0,21	0,14
	0,2	90	10	0,41	0,20
30	0,1	30	8	0,09	0,04
	0,15	60	9	0,16	0,11
	0,2	90	10	0,34	0,15

3.1- жадвалдан кўринадик, электролитлар концентрацияси, реакция давомийлиги ва ток кучига боғлиқ ҳолда карбоксил ва карбонил гуруҳларининг миқдори ортиб боради.

Карбоксил гуруҳларининг тўпланиши натижасида крахмалнинг дисеоцилланиш ва эриш жараёни осонлашиб клейстерларнинг қовушқоқлиги ва барқарорлигига таъсир этади.

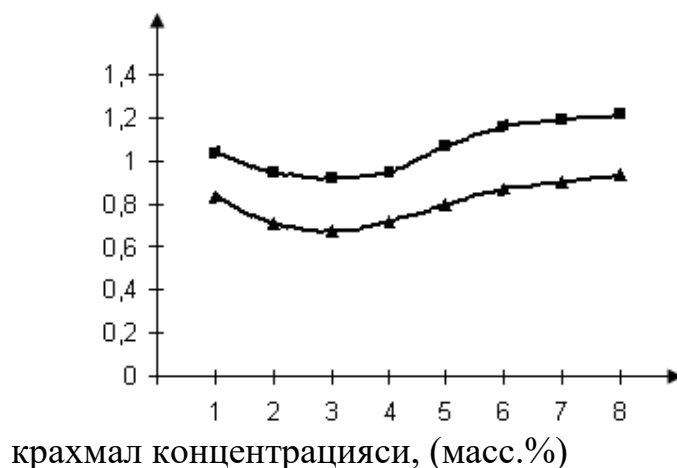
3.2. Крахмал оксидланишида реологик хоссаларини ўзгариши

Озиқ – овқат ва тўқимачилик саноатида ишлатиладиган крахмалнинг аксарияти картошка ёки маккажўхори крахмалларидир. Бунга сабаб уларнинг

юқори бўкиши ва паст клейстерланиш ҳароратига эгалигидир. Яъни бўкиш ва кейин клейстерларнинг ҳосил бўлиши жараёнида сув молекулалари боғланиб амилозанинг грануладан макромолекуляр ҳолатда эритмада текис матқсимланиши маълум қовушқоқликни сақлаб туришга имкон беради .

Крахмал амилоза молекулалари бирлашиши ва уларнинг дегродацияси (сув ажралиши билан) сиперезисини оширади, шунинг учун уларни узок сақлаш мақсадида модификацияланади. Чунки бу жараён кечиш тезлиги натив ва модификацияланган крахмалларда фарқланади. Яъни модификацияланган крахмалда бу жараён секин кечади. Буни қисман оксидланган крахмалда карбоксил гуруҳларнинг миқдори жуда кўплигидадир. Ва бу гуруҳлар сувни боғлаб олади ва гидрат асоциациялар ҳосил қилади. Бу билан уларнинг диссоциланиши ва эрувчанлигини ҳам тушунтириш мумкин. Карбоксил гуруҳларининг модификацияланган крахмалда кўп бўлишини оксидланиш жараёнида молекуляр фрагментация кечиши билан изоҳлаш мумкин.

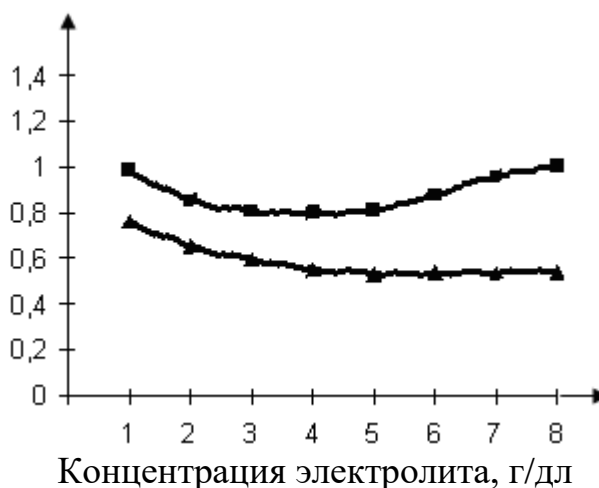
Тажрибаларни кўрсатишича шу нарса аён бўлдики, кам миқдордаги махсус реагентлар иштирокида ишлов берилган крахмал клейстерларини реологик хоссаларида ҳам катта эффект кузатилади. (3.1 – расм).



3.1 – расм. 1 – крахмал, 2 – модификацияланган крахмал клейстерлари солиштирма қовушқоқлигининг ўзгариши.

Графикдан кўриниб турибдики крахмал концентрациясини ошиши билан клейстерни келтирилган қовушқоқлиги 3 – 4 % ораликда минимумдан ўтади. Модификация қилинган крахмалда эса бу ҳолат кам (2 – 3,5 %) концентрацияли майдонда кузатилади. Клейстер қовушқоқлигидаги бундай ўзгаришни крахмал макромолекуласидаги конформацион ўзгариши билан тушунтирилади.

Модификацияланган крахмал клейстерларининг қовушқоқлигига турли электролитлар таъсири ўрганилган. Турли муҳитларга эга электролитлар таъсирида крахмал клейстерлари қовушқоқлигининг ўзгариши қуйидаги 3.2 – расмда келтирилган.

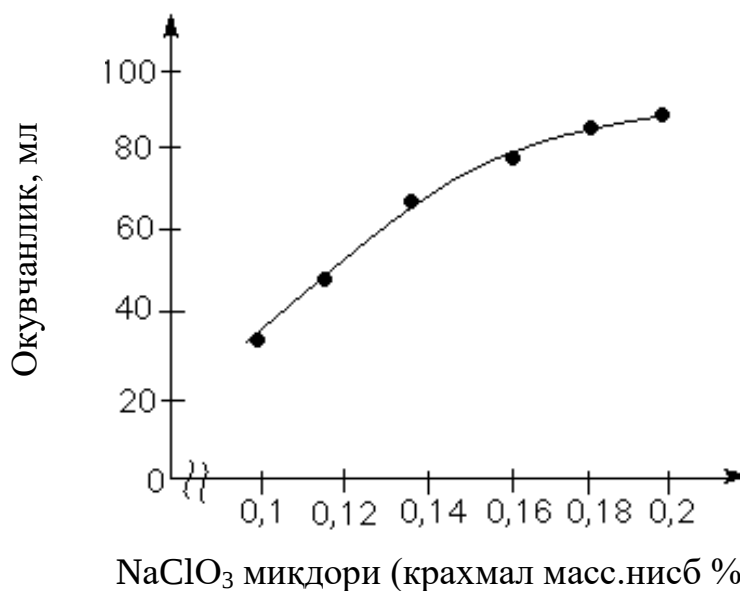


3.2 – расм. Модификацияланган крахмал ишқорий (Na_2CO_3 иштирокида - 1) ва кислотали муҳитдаги (NH_4Cl иштирокида -2) клейстрлари солиштирма қовушқоқлигини ўзгариши.

Келтирилган графикда ишқорий муҳитли электролитлар иштирокида клейстерлар қовушқоқлиги ошиб, кислотали муҳит ҳосил қилувчи электролитлар таъсирида клейстер қовушқоқлиги камайиб боришини кўриш мумкин.

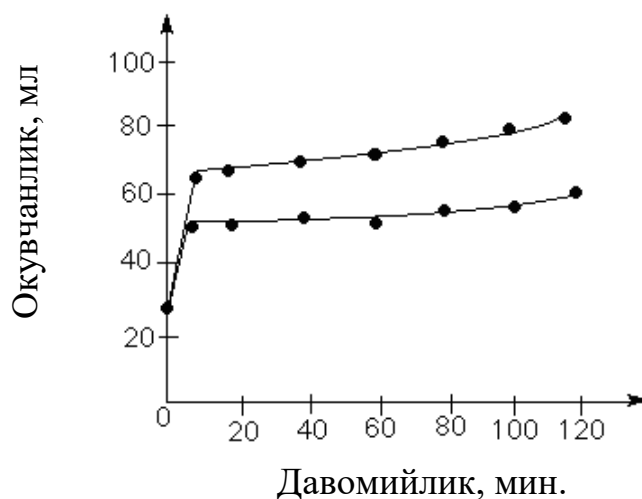
Ишқорий муҳитда оксидлашда крахмал клейстери қовушқоқлигининг камайишини термооксидланиш деструкцияси ҳисобига кичик занжирли молекулаларнинг ҳосил бўлиши билан тушунтириш мумкин.

Иссиқ ҳолдаги эритмаларни шиша капилляр орқали оқувчанлигини ўрганиш шуни кўрсатадики, турли концентрацияли ҳамма намуналарда



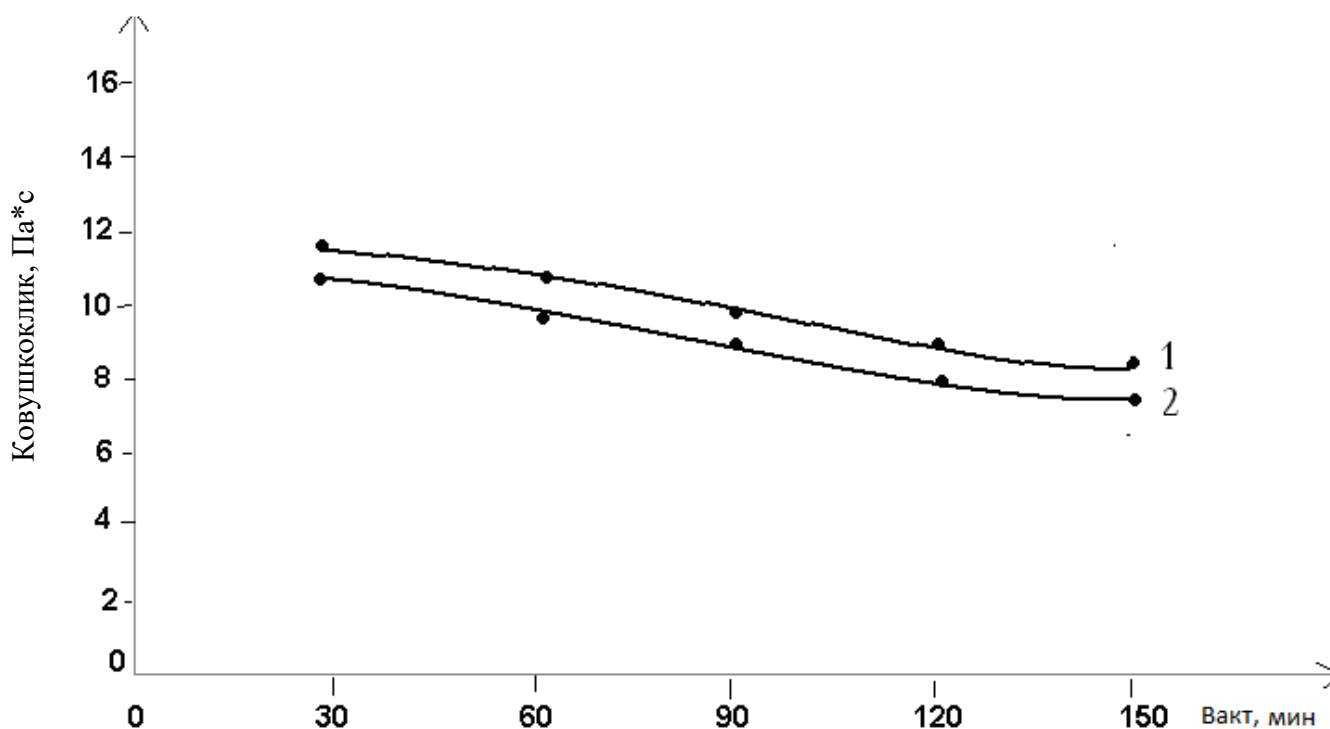
3.3 расм. NaClO₃ миқдорининг оксидланган крахмал оқувчанлигига таъсири оксидланган крахмал оқувчанлиги юқоридир.

Таҳлиллар шуни кўрсатадики, хаттоки бир оз ош тузи иштирокида электрокимёвий оксидланиш .қори оқувчанликка эга крахмал ошишига имкон беради. Ош тузи миқдори ошиши билан оксидланиб олинган крахмал



3.4. расм. Оксидланиш давомийлигининг қуруқ массага нисбатан 1% (2) ва 2% (1) NaClO₃ қўшилганда олинган оксидланган крахмал оқувчанлигига таъсири. оқувчанлиги ҳам пропорционнал равишда ошади.

Оксидлашнинг дастлабки дақиқаларидан бошлаб крахмал дисперсияларининг оқувчанликка сезиларли таъсири кўрсатмайди. Масалан калий перманганатнинг 1% миқдорида дастлабки дақиқаларида оқувчанлик 54 бирликка ва фақат 2 саотдан сўнггина эса 57 бирликка етади. Агар крахмал оксидланишида оксидловчи миқдори 2 % гача оширилса оксидланиш тезлиги сезиларли ошади, ҳамда дисперсия оқувчанлигига ҳам таъсир қилади.



3.5 расм. Модификацияланган крахмал қовушқоқлигининг ўзгариши.

Олинган натижалар шуни кўрсатадики, оксидланган крахмал оксидланмаган крахмалга нисбатан аввалроқ клейстерланади ва 80⁰С да унинг қовушқоқлик қиймати максимал даражага етади, ишланмаган крахмал учун эса катта қиймат 89⁰С да олинади.

Крахмал оксидланишини ишкорий муҳитда олиб борилишига карамакسدан кичикрок макромолекуляр занжирли молекулалар ҳосил бўлишига олиб келади яъни оксидланиб модификацияланган крахмалар ацил гуруҳлар ва водород катионларини ҳосил қилиб ошишига олиб келади. Бу омил амилоза бирлашишига халақит беради ва бунда ретроградация

секинлашади. Бунда яна модифицирланган крахмаллар клейстерлаши хароратининг пасайишига олиб келади. Демак, модификацияланган гуруч крахмали узоқ муддат сақланишида ҳам кўп миқдордаги сувни боғлаш ва сақлаб қолиш хусусиятига эга бўлиб, унинг клейстерланиш харорати уни саноатда қулай олиш мумкин бўлган даражага пасаяди.

3.3. Оксидланган крахмалнинг сарбцион хоссаларини ўрганиш.

Полимер материаллар билан сувнинг ўзаро таъсирлашув масаласига кизиқишнинг кўпгина сабаблари бор. Булардан бири сувнинг полимерлар билан таъсирлашуви ҳақидаги маълумотларнинг амалий аҳамиятига асосланган, чунки сув шундай муҳитки, полимер материаллар ва буюмларни реал шароитларда юқори намликда ишлатилганда кўпроқ у билан дуч келинади.

Узоқ вақт турганда крахмал эритмалар ретроградацияга учрайди. Ретроградацияда крахмал қисмининг аста секин агрегирланиши юз бериб, эримайдиганишроқ кристаллик чўкма ҳосил бўлиши билан боради. Крахмалдан клейстер тайёрлашда сувда қаттиқ бўқувчи ва ёпишқоқ турувчи коллоид эритмалар ҳосил қилувчи амилопектин ҳимояловчи коллоид ролини ўйнаб амилоза ретроградациясига тўсқинлик қилади.

Клейстерланиш ва сувни боғлаш хусусиятини миқдорий ифодадашда унинг эрувчанлигини ҳисобга олиш зарур. Табиий ҳолатда крахмал совуқ сувда эримади: у 25 – 30% сувни адсорбциялайди ва бунда бўқмайди. Юқори ҳолатларда мицеллар тузилма қисмлари ва эритувчи сув молекулаларини боғланишли ҳолатда сақлаб турувчи водородли боғланишлар парчаланади. Сувнинг анча диссоциаланган молекулалари энергиянинг анча юқори даражасида сингишига ва крахмал молекулалари бўйлаб кўп сонли гидроксид гуруҳларни аста – секин гидратлашга қодир. Максимал бўқишда зарра 2500% гача сувни ютади.

Оксидланиш реакцияси натижасида олинган модификацияланган крахмал оқ ва сувда эрувчан кукунсимон моддадир. Агар крахмал ва

модификацияланган крахмал эритмаларини солиштирсак модификацияланган крахмал эритмаси табиий крахмалникига нисбатан шаффофрокдир.

Оксидланган крахмал плёнкаларини олишда тегишлича ацетон, тетрахлорметан ва диоксан эритувчилари ишлатилади. Ўрганиш натижалари шуни кўрсатадики, ацетон ва тетрахлорметан ҳолатларида эритувчилар ўхшаш бўлгани учун жуда тиниқ, диоксан ҳолатида эса хирароқ ва мўртрок плёнкалар ҳосил қилиши кузатилди.

Крахмал клейстерларини ҳосил қилиш жараёнини ўрганиш шуни кўрсатадики, крахмалларни оксидловчи билан модификациялаш крахмалнинг сувни боғлаш хусусиятини ошишига олиб келади.

3.2 - жадвал

Крахмал ва унинг модификациясининг сувни боғлаш ва эрувчанлик хусусияти (крахмал, 6%)

Клейстер таркиби		1г крахмал шимган сув миқдори,г	Эрувчанлик, %	Сувни бириктириш хусусияти,%
Крахмал		32,59	28	45,0
Модификацияланган крахмал (курук крахмал массасига нисбатан кўшилган NaClO ₃ миқдори,%)	1	35,74	43,9	59,1
	1,25	36,24	52,3	72,2
	1,5	37,21	59,8	79,6
	1,75	37,64	61,5	84,8
	2	38,02	66,4	90,2

Солватация ҳисобига марказий полимер атрофидаги бўшлиқнинг сув билан тўйдирилиш бутун тизим бўкишининг ошишига, чегараланган бўкишнинг чегараланмаганига ўтишига олиб келади, бунинг натижасида полимернинг эрувчанлик хусусиятининг ҳам ошишига олиб келади, яъни крахмалнинг оксидловчи билан модификациялашда бўкиш хусусиятининг

ошишини карбоксил гурухли молекулалар ва гидроксил гурухлари ўртасида водород боғ орқали ички мустаҳкам комплектининг ҳосил бўлиши билан тушунтириш мумкин.

Шундай қилиб, крахмал пардаларнинг сарбицион хусусиятлари уларни оксидаб модификациялаш билан сув сольвот қобиғи ҳосил бўлиши натижасида ошади, бунинг натижасида плёнкалар бўқиши ва эрувчанлиги ошади.

3.4. Крахмал оксидланишида физик-кимёвий хоссаларининг узгариши

Крахмал клейстерлари бу—боғланган ҳолатдаги дисперс системалар, уларда коллоид дисперс фаза крахмал доначаларининг буқишидан ҳосил бўлади. Бундай клейстерларнинг тинч ҳолатда дам олгандан кейин етилиши вақтида, гелнинг физикавий флуктуацион тури ҳосил бўлади; ундаги гел структурасининг мустаҳкамлиги, аникроги, доначалар орасидаги адгезион тортилиш кучлари силжишнинг энг юқори бўлган кучланиш киймати τ_t билан таърифланади

Шуни ҳам ҳисобга олиш керакки, модификация вақтида клейстерланиш ҳарорати узгариб туради. Бунда модификацияланган крахмал узок вақт давомида сакланиши билан куп микдор сувни сингдириш ва ушлашга эга бўлиб, ишлаб чиқариш шароитида клейстерланиш ҳароратининг тушишига олиб келади.

Жадвал маълумотларидан қурииб турибтики, клейстерланишнинг ҳароратлар оралиги, суспензияларнинг рН кийматлари, крахмал суспензиясига натрий хлорат билан биринчи 30 минут давомида кимёвий ишлов берилгандан кейин сувда эрийдиган фракция микдори каби купчилик курсаткичлар муҳим даражада узгармайди. 30 минутдан ортиқ ишлов берилгандан сунг оптик зичлиги кийматларида муҳим узгариш қуринади.

Баркарор тиникликнинг пайдо булиши ишлов берилган суспензияларнинг сувли мухити кам микдорда коллоид заррачалар сакланишини билдиради.

3.3-Жадвал

Суспензиялар ва улардан ажратиб олинган модификацияланган крахмал хоссаларининг кимёвий ишлов бериш давомийлигига боғликлиги.

Модификациялаш вақти, мин	Суспензия				Модификацияланган курук крахмалнинг сувни сингдириши %	5% ли клейстерлар реологияси	
	Клейстерланиш харорати, °C ($\pm 0,5$)	Коллоидли фракция, D_{400}	pH	Сувда эрийдиган фракция, %		$\eta_{\max}$, Па·с	τ_t , Па·10 ⁻¹
Ишлов берилмаган намуна	(76-81)	0,176	6,52	13,8	13,8	14,1	650
30	(74-79)	0,162	6,38	17,9	19,7	13,2	620
60	(71-75)	0,122	6,17	32,5	32,6	11,7	510
90	(69-73)	0,093	5,84	54,6	47,8	8,5	390
120	(67-70)	0,078	5,36	61,3	66,4	6,7	260

3.3-жадвалдан куруниб турибдики, ишлов берилган суспензиялардан хосил булган гелларда, модификатор билан крахмал суспензияларга ишлов бериш вақтининг ортиши билан τ_t усади. Ишлов берилган суспензиялардан хосил булган клейстерларнинг бошлангич ковушқоклиги, назорат намунага караганда $\eta_{\max}$ анча юкори булганлиги маълум булди. Букган доначалар орасида адгезиянинг ортиши улардаги сирт кимёвий табиати узгариб туришига курсатади. Сирт хоссаларнинг узгаришини кимёвий модификацион суспензияларни курутиш йули билан крахмалда кислоталик ва сув сингдиришнинг конуният равишда усишихам курсатади. Келтирилган маълумотлар оксидланиш вақтида ички ва молекулалараро боғлар емирилиши ёки сусайиши натижасида, крахмал

доначалар мустахкамлигининг пасайишини тасдиклайди. Одатда крахмалнинг структуравий узгаришлари клейстерланиш хароратининг узгаришига олиб келади. Бу курсатгич оксидланиш реакциясининг кечишига караб, оксидланган крахмал доначалари учун аввал усади, сунгра пасаяди. Кайсики, юкорида келтирилган маълумотлардан куриниб турибди.

3.5. Модификацияланишда гел хосил килган крахмалнинг хосилларига омиллар таъсири.

Манбаъларга боглик булган холда крахмаллар турли сохаларда ишлатилишига, узига хос булган консистенцияга, стабилликга ва бошка хоссаларга эга. Дунёда ишлатиладиган крахмаллар учун одатдаги манбаълардан купрок маккажухори, бугдой ва гурунч хисобланади. Аммо, турли хоссаларга эга булган крахмалларни топиш, махсулот ва жараёнлар сифатини яхшилаш зарурияти туфайли хамда янги буюмларни ривожлантириш борасида доимий изланишлар мавжуд. Саноат тармокларни бозорга караб янги махсулотлар билан таъминлаш талаби ва улар сифатини яхши булиши туфайли “аъло” функционал хоссаларини берадиган натив крахмалларнинг кимёвий модификацияси ривожланган.

Крахмалнинг технологик хоссаларини яхшилаш ва хом ашё сарфини пасайтириш максадида кимёвий ва физикавий модификациясининг янги йуллари излаш долзарблигига шу табиий полисахариднинг турли саноат сохаларида ишлатилиши сабаб булди. Мамлакатимизнинг тукимачилик саноатида гул босиш ва целулоза толаларини шлихталашда ишлатишнинг хажми буйича крахмал етакчи урин эгаллашни давом этади. Бунга унинг нисбаттан арзон булиши, хом ашё базанинг ишончилиги ва тулик биопарчаланиши сабаб булди. Маълумки, қуюқлаштирувчи ва шлихталаш агенти сифатидаги крахмал катор камчиликларга эга, шу туфайли крахмалнинг факат модификацияланган шакллари ишлатилади. Кимёвий

корхоналарда олиб бориладиган, сувда суспензияланган крахмалнинг кимёвий модификацияси коидага биноан куп соатли жараён булиб, модификацияланган крахмалнинг ажралиб чиқиши ва унинг куритилиши билан тугайди. Бизнинг фикримизча, кимёвий ва интенсив механик таъсир комбинацияси крахмал модификациясини уни ишлатилиши жойида олиб боришга имкон беради.

Ишнинг бошлангич боскичидаги максоди модификацияланганда сув-крахмал суспензиялардаги мухим хоссалари кандай узгаришини кузатиш ва бунда шу узгаришлар учун қайси омиллар жавоб беришини аниклаш эди. Сув-крахмал суспензияларга ишлов берилганда крахмал доначаларининг узгаришини аниклаш учун хар томонли тахлилгахам суспензиялар ҳамда центрифугатни ажратиб олгандан кейин шу суспензиялар куритилганда хосил булган курук крахмалга ҳам дуч келдилар. Ундан ташқари, ишлов берилган суспензиялардан дамлаб олинган клейстернинг реологик хоссалари ҳам тадқиқот этилди.

Оксидланиш реакциясига ҳам амилоза, ҳам амилопектин киради. Лекин, амилоза занжирларга карбоксил ёки карбонил гурухлар киритилиши ретроградация ва гел хосил булишининг кискаришида асосий ролни уйнайди.

Аммо, икала турдаги оксидланиш учун риоя килинган полидисперсликдаги узгаришлар вақт билан фарк килади. Хар бита ҳолатда крахмал ва ундаги амилозанинг сон ва массанинг уртача қийматларида узгаришлар мавжуд. Углевод занжирининг унумдорликдаги пасайиши фақат жараён охирида кучлироқ булади, лекин ушанда ҳам молекулар масса, оддий шароитлардаги кузатишларга кура, киздирилганларидан пастроқ булади.

Модификацияланган гуруч крахмалида функционал хоссаларга нисбатан олиб борилган экспериментлар маккажухори ёки бугдой крахмаллари билан баъзи ухшашликларни курсатади. Гуруч крахмалининг клейстер геллари, маккажухори крахмали елимга ухшаш, толали реологияни ифодалайди ва гел мустахкамлиги (силжишнинг энг юкори статик кучланиши) маккажухори гел мустахкамлигига гоят ухшайди. Модификацияланган гуруч крахмалидан гелни шакллаш учун унинг мумкин буладиган энг юкори концентрацияси 7% (м/в) га тенг эканлиги маълум булди ва гел шаклланишига крахмал концентрациясининг таъсири 3.7-расмда курсатилган.



3.7-расм. Гуруч крахмалининг (мос равишда 5,6,7 % ли клейстерлардан олинган) оксидланган (пастки катор) ва натив (юкори катор) совутилган гидрогеллари.

Бугдой ва маккажухори модификацияланган крахмалларга кура, гуручнинг оксидланган крахмал геллари пасталар тиниклигига нисбатан уртача хоссаларни курсатди. Иссик ҳолатда (90⁰С) натив крахмалнинг пастаси тиник булган, аммо совутилган шароитда (15⁰С) паста жуда тиник булмаган. Лекин модификацион крахмал пасталари иккала ҳолда тиник эди. Эриш ва музлашдаги стабиллик крахмал тавсифларини аниқлашга нисбатан муҳим нуқтаи назардир.

Юкорида айтилганлардан крахмалнинг узи нихоят мураккаб система эканлиги куриниб турибди. Бугдой системанинг таркиби ва структураси бора-бора крахмал асосидаги материал хоссаларини белгилайди.

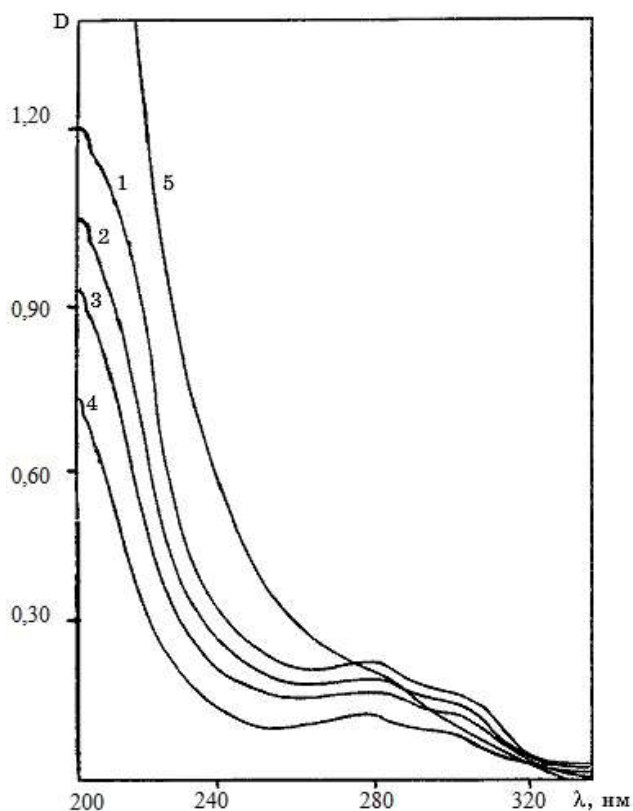
3.6. Модификация жараёнида сув-крахмал суспензияларда доначаларнинг гранула тавсифлари узгаришини урганиш.

Крахмал доначаларида сирт хоссаларнинг узгаришига крахмалнинг табиий кушимчалари, уларга липидлар (мумлар, глицеридлар, ёғли спиртлар, холестерин,стирол углеводлари, ёғ кислоталар) киради ва оксил бирикмалар, фосфатлар, металл ионларининг шиддат билан экстракцияси сабаб булади. Коллоидли дисперсланиш мойиллиги айникса, липидларда билинади. Улардан купчилиги сирт-актив хоссаларга эга.

Суспензияларга механик ишлов бериш натижасида крахмал доначаларининг сиртида экстракцияланган моддаларни сон жихатидан узгаришини кузатиш учун дастлабки спиртли крахмал экстракти ва реакторда турли шароитларда механик ҳамда кимёвий ишлов берилган крахмалларнинг электрон ютилиш спектрлари олинган(6-расм).

Кимёвий кушимчасиз булган суспензияларга ишлов берилганда, спиртли экстракт характери, дастлабки крахмал билан солиштирганда узгармайди, лекин ютилиш интенсивлиги пасаяди, бу эса доначалар сиртида колиб кетган экстракцияланган моддалар микдори камайиши хакида далолат беради. Крахмалнинг сувли суспензияга механик ишлов берилгандан сунг, экстракцияланган моддалар микдори камайиши хакида далолат беради. Крахмалнинг сувли суспензиясига механик ишлов берилгандан сунг, экстракцияланган моддалар пасайиш даражаси, ишлов берилган суспензия концентрацияси 25% дан (спектр 2) 6% гача (спектр 3) пасайганда ҳамда механик ишлов бериш харорати 20⁰С дан 50⁰С гача ошганда ортади(спектр 4). Суспензия концентрацияси пасайганда ҳамда харорат ошганда кушимчалар экстракциясининг ортиши одатдаги экстракция жараёнлари

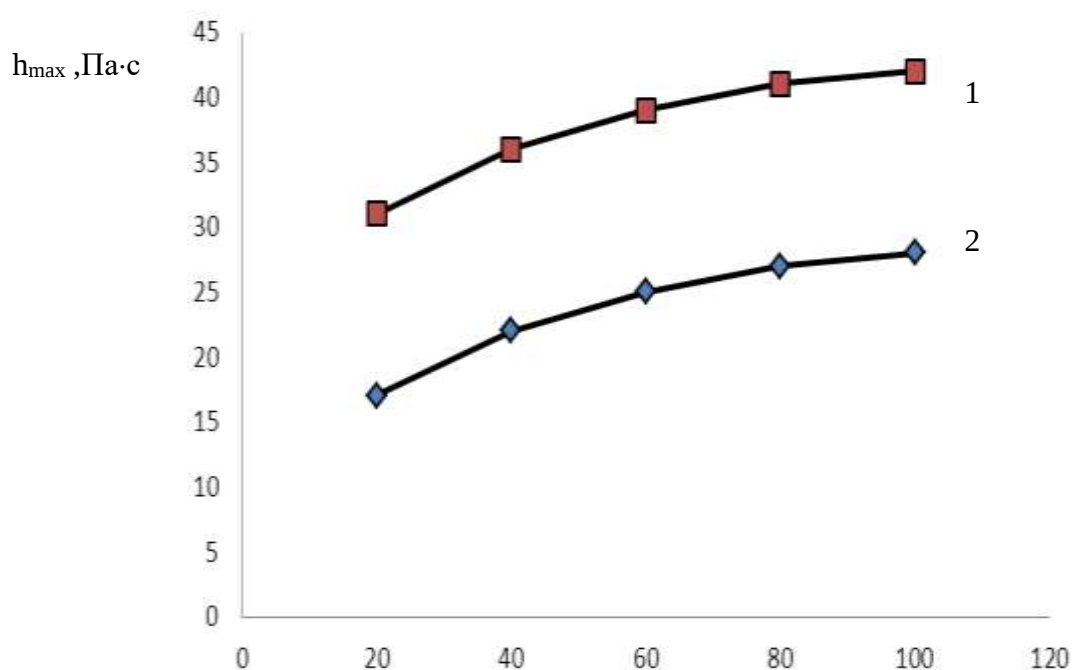
учун маълум булган қонуниятдир. Суспензияларга механик ишлов беришни олиб борганда, кам микдор (курук крахмал оғирлигига нисбатан 0,15% ҳисобида) радикал таъсир этиш механизмга эга булган оксидловчи қушимчаси борлигида, спиртлг экстрактлар спектри характерида узгаришлар қузатилади. (6-расм, 5 спектр).



3.8-расм. Натив крахмал спиртли экстрактларнинг (1) ва механик ишлов берилган крахмалларнинг 25% ли суспензия шаклида (2), 6%ли суспензия шаклида (3,4,5); 30°C (3), 40°C даги (4), оксидловчи борлигида (5) электрон ютилиш спекторлари.

Бу суспензияларнинг спиртли экстрактлар спектрида 200-205 нм атрофида қизик интенсивлиги анча ошади, бу эса экстракцияланган моддаларда карбоксил ва карбонил гуруҳлар ортишини қурсатади. Оксидловчи борлигида 20сек. давомида олиб борилган механик ишлов берилган крахмалнинг кимёвий тахлили, ундаги карбоксил гуруҳлар микдори 0,17%дан 0,41%гача ошишини қурсатди. Бу экспериментал маълумотлар крахмалдаги табиий қушимчалар доначалар сиртида механик катализланиш

равишда оксидланиб боришни курсатиб беради. Худди шундай шароитларда ($t=20^0\text{C}$, вақт 20сек.) механик ишлов беришсиз курсатилган оксидланиш жараёнлар унга тез кечмайди. Крахмал доначаларнинг сиртида крахмал ва унинг органик қушимчалар оксидланган маҳсулотларга тегишли булган кутубли гуруҳларнинг пайдо бўлиши, гелъ структурасидаги шаклланиганда, улар орасидаги адгезиянинг ошишига сабаб бўлади, бу эса силжишнинг юқори кучланиши ва ковушокликнинг усиши билан боради.



3.9- расс. Олинган клейстерлар ковушоклигига модификация ва клейстеризация орасидаги крахмал суспензиялар етилишига вақтнинг таъсири: 1-оксидловчини қушилиши билан; 2- қушимчасиз.

Кимёвий ишлов бериш эффектнинг ролини аниклаш мақсадида клейстеризация йули билан олинган клейстерлар ковушоклигига кимёвий модификация ва клейстеризация орасида суспензия етилиш вақтнинг таъсири тадқиқот этилган. Олинган боғлиқликлар расмда қайд этилган: крахмалнинг тоза суспензиясига ишлов бериш ходисаси учун (2чизик) ва (крахмал оғирлигига нисбатан) 0,15%ли оксидловчи бўрлигида ишлов берилган (1чизик). Расмдан куринадики, клейстерларнинг қуюқлашиш эффекти,

суспензияр хона хароратида, тинч холатда суспензиялар етилиши вақтида уса боради.

3.6. Крахмал коллоид кимёвий хоссаларини ўрганиш.

Маълумки, типик коллоид системалар электрометрлар таъсирига сезгир бўлади. Бироқ маълум бир бқори молекулали бирикмаларни зольларга қўшиш ва заррачалар юзасида тегишли адсорбцион қатлам ҳосил қилиш система барқарорлигини сезиларли даражада ошириши мумкин. Бундай ходиса каллоид химоя айтилади.

Каллоид химояга эга бўлган моддаларга оксиллар, углеводлар, пектинларни, сувсиз бундай дисперс муҳитга каучукни мисол қилиш мумкин. Химояловчи модда зольга айна модда эритмасининг хоссаларини беради. Юқори молекулали химояловчи моддалар иштирокида кўп миқдорда дисперс фазада ҳам концентранмайдиған золларни қуригунча буғлатиб, олинған қуруқ қолдиқ коллоид эритмасини ҳосил қилиш мумкин. Етарлича миқдорда химояловчи модда адсорбцияланған золлар заррачалари электрофоретик ҳаракатчанлиги одатда полимер молекуласининг ҳаракатлигига тенгдир. Ниҳоят химояланған золлар электрометрлар қўйилганда Шульд – Гарди қондасига бўйсунмайди, балки ўзини юқори молекулали бирикма химоясидаги эритмадек тутиб дисперс фазасидан чўкмани чўктириб ажратиб олишда юқори молекулали бирикмани чўктиришда керакли электролитдан талаб этилади.

Гидрофод золларнинг юқори молекулали бирикмалар билан химояланиш ходисаси барқарорликнинг структур – механик омили билан боғлиқ. Оксиллар ёки бошқа юқори молекулали бирикмалар молекулалари муайян қисмлари (асосан, ўзларининг гидрофод қисмлари) билан дисперс фазанинг заррачалари юзасида адсарбцияланиб, юқори механик мустаҳкамликка эга икки ўлчамли структуралар (пардалар) ҳосил қилади.

Адсорбцияланган оксил молекулалари сиртида жойлашган гидрофил гуруҳлар барқарорликнинг қўшимча омили бўлган гидрат қаватлар ҳосил бўлишига олиб келади. Бундан ташқари оксил молекулалари диссоциланади ва муҳит рНига ёки мусбат заряд ҳосил қилади

Баъзан лиофод зольга (масалан $\text{Fe}(\text{OH})_3$) кам миқдордаги лиофил зольни қўлланилиши (масалан крахмал) лиофоб каллоид барқарорлигини электролитга нисбатан сезиларли оширади.

Каллоидларнинг бундай типдаги барқарорлашуви ҳимояланиш дейилади. Леофил каллоидларнинг ҳимоя таъсири уларнинг лиофоб каллоид заррачалари юзасида адсорбцияланиш қобилияти билан тушунтирилади

Ҳимоя учун жуда кам ва муайян иқдордаги лиофил каллоид зарурки, бу миқдор лиофоб заррачалар юзасини қопида етарли бўлсин. Қўшимча миқдорда лиофил коллоид қўшилиши система барқарорлигига таъсир этмайди.

Леофил коллоид заррачаларини ўзига асорбциялаган (яъни у билан ҳимояланган) коллоид ўзига унинг хоссаларини олади. Леофил коллоидларнинг ҳимоя таъсири уларнинг индивидуал хоссаларига боғлиқ бўлиб, бу синф турли вакилларида турлича бўлади.

Крахмалнинг ҳимоя таъсирини механизмини қуйидагича изоҳлаш мумкин: қовушқоқлик вақат билан қопланган крахмал заррачалари гидрофоб заррачалар юзасини адсорбцияланса, уларнинг суюқлик қатламлари бир – бири билан қўшилиб гидрофоб коллоид заррачалари юзасида суюқлик қатлами ҳосил қилади ва бу унда гидрофил коллоид хоссалари беради.

Гидрофил ва гидрофоб золлар заррачалари ўлчами ҳамда у ёки бу бирлик ҳамждаги эритмада миқдорий нисбатларга боғлиқ ҳолда заррачаларнинг ўзро жойлашув ҳолати турлича бўлади. Жойлашиш характерига боғлиқ ҳолда гидрофил золь ҳимоя таъсири ҳам ўзгаради.

Агар ҳар иккала коллоидлар заррачалари зарядлари бир хил исмли бўлган ҳолатда юқори ҳимояланиш қобилияти намоён бўлади. Кислотали

муҳитда ($pH = 4,7$) крахмал манфий зарядланган $Fe(OH)_3$ заррачалари юзасида адсорбцияланишда коллоид эритмадаги дисперс фаза умумий заряди камаяди. Ишқорий муҳитда эса аксинча манфий зарядга эга бўлади. Бу ҳолатда $Fe(OH)_3$ заррачаларини манфий зарядланган крахмал заррачаси билан адсорбцияланиши нафақат крахмалнинг ҳимоя таъсири, шунингдек дисперс фаза манфий заряди ошиши ҳисобига зол барқарорлиги ошади. Демак, охирги ҳолатдаги ўхшаш шароитларда ҳимоя коллоиди сифатидага крахмал миқдори дастлабкисидан кам бўлиши керак.

Ушбу тадқиқотнинг мақсади натив ва модификацияланган крахмалларнинг ҳимоя таъсири (қобилятини) ўрганишдан иборат. Тадқиқот натижалари 3.3 – жадвалда келтирилган.

3.4 – жадвал

Крахмал	Концентрация, %				
	3,2	2,7	2,3	1,5	1,2
Натив	-	-	-	-	
Модификацияланиш	+	+	+	-	-

“+” – белгиси ҳимоя кузатилган

“-” – белгиси эса ҳимоясиз ҳолат.

Жадвалдаги натижалар натив крахмал эритмаларида коагуляция кузатилишидан далолат беради. Бу эса крахмал ва $Fe(OH)_3$ заррачалари орасида мицелалар ҳосил бўлишини билдиради. Молекулалараро боғланишлар ҳисобига биргаликда коагуляцияланиш юз беради. Нейтрал молекулалар орасида молекуляр – дисперс таъсирлашув юзага келади. Оксидлаш усулида олинган модификацияланган крахмал эритмаларида эса коагуляция кузатилмайди. Бу ерда темир гидроксиди золининг ўзигина коагуляцияланади. Бу модификация жараёнида крахмалдаги конформацион ўзгаришлар, макромолекулаларнинг оксидлангандаги деструкцияси ҳисобига кичик занжирларга парчаланиш билан изоҳланади. Лекин жуда кичик концентрацияда унда ҳам бу хоссалар ўзгаради.

ХУЛОСАЛАР

1. Крахмал оксидлаш йўли билан модификацияланганда карбоксил гуруҳларининг ҳосил бўлиши натижасида крахмалнинг диссоциланиш ва эриш жараёни осонлашиб, клейстерларнинг барқарорлиги ўзгариши аниқланди.
2. Крахмалнинг NaCl иштирокида ишлов берилганда крахмал клейстерларини реологик хоссаларида ҳам катта эффект кузатилди. Оксидлаш жараёни крахмал клейстерларининг қовушқоқлиги ва оқувчанлигининг камайишига олиб келиши аниқланди.
3. Крахмал пардаларнинг сарбцион хусусиятлари уларни кимёвий оксидлаб модификациялаш билан мустаҳкам комплекс ҳосил бўлиши кузатилади. Бунинг натижасида плёнкалар бўкиши ва эрувчанлиги ошиши аниқланди.
4. Оксидлаш усулида олинган модификацияланган крахмал эритмаларида коагуляция кичик концентрацияларда кузатилмаслиги аниқланди.
5. Крахмал ва модификацияланган крахмал клейстерлари қайнатилгандан сўнг турғун ҳолатда гелль флуктацион физикавий тўр ҳосил қилади. Иссиқ ҳолатда крахмал пасталари шаффоф бўлса, совуқ ҳолатда анча хирралашади, модификацияланган крахмал пасталари эса икки ҳолатда ҳам бир хил ярим шаффоф кўринишга эга бўлиши кузатилади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.

1. Mukami Nario and ad. “Y.Jap. Soc. Starch Sci”. , 1978,25, №3, Цитир.Р.Ж.Хим 8p458 – 79.
2. Nagai Tadashi, Nademoto Yoyoi, Yano Toshimasa Improvement of physical propeties by increase of specific surface area of startch gel powder. “Y.Jap.Soc. Food Sci and Technol”, 1991, 38 № 6,p. 533 – 539.
3. Bathgate GN, Ctapperton JF, Palmer GH/ the significance of smoll starrch granules. Eur. Brewery Conv, Amsterdam e. a, 1974, 183 – 195, Discuss.
4. Smith Tred B, Tsao George T. Sorptin characteristics of a modifical starch. “Chem. Eng. Progr. Ser”, 1971, 67, № 108, p. 24 – 29.
5. Tabata Shiro, Hizukuri Susumu “J. Jap. Soc. Starch Sci”, 1975, 22, №2, wbnbh РЖ Хим 3 p 514 – 76.
6. Wiesenborn Dennis P. Behaviour of paste from patoto starch connected from it by some natural and chemical propertis. “J Food Sci”, 1994, 59, № 3, pp 473.
7. Miyamoto Shigehiko and ad. “J. Jap. Soc. Starch, Sci”, 1976, 23, № 2, p 91 – 95 Цитир. Р.Ж. Хим 1p 493 – 77.
8. Химия и технология крахмала/ Под ред. Р.В. Кеппа, пер. С. Англ, 2 изд, М, 1956. С 118 – 121.
9. Shefer A, Shefer S, Kost J, Langer R/ Structural characterization of starch networks in the solid state by cross – polarization magis – ahgle – spinning ¹³C NMR spectroscopy and wide angle X – ray difraction. Macromolecules, 1992, 25 № 25, p. 6756 – 6760.
- 10.Ритхер М, Августат З, Ширбаум Ф. Избранные методы исследования крахмала М: «Пещевая пром», 1975, с 105 – 140.
- 11.Wulff G, Kubis S. Helical amilose kompleks with organic complexands. Microcalorimetric and circular dichroitc investigations. “Makromol. Chem”, 1992, 193 № 5, p 1071 – 1080.

12. Osman – Esmail Ferial The formatikon of inclusion compounds of starches and starch fraction. Diss. Dost. Techn. Sxi. Swiss Fed. Inst. Technol. Zurich. 1972, p 104.
13. Zobel H.F. Molecules to granules: a comprehensive starch review “Starke”, 1988, 40 № 2, p 44 – 50.
14. Altwel W.A, Millken GA. A note on determining, amilopektin A – to – B chain ratios. “Starke”, 1980, 32, № 11, p, 362 – 364.
15. Thorn Worner, Mohazzeb Sharbonou Molekular welights, lenth and distribution of side – chains in L – D – polyglucanes. “Starke” 1990, 42, № 10, p 373 – 376.
16. Terajima Kazuki, Tomita Shigeru and ad. 1971, 66 , № 2, p 51 – 60 Цитир 3 с 35 – 72.
17. Allen J.E Hodd LF, Parthasarathy M. The iltrastructure of unmodified and chemically – modufied tapioca starch granules as revealed by the freeze – etcccching technique. J Food Technol. 1976, 11 № 5, p. 537 – 541.
18. Sterling C. Fibrillar strucrure in lintnerized potato starch by scanning electron microscopy. “Starke”, 1971, 23, № 6. P. 193 – 196.
19. Sterling C. Fibrils of starch in potato and Curcuma. “Starke”, 1976, 28, № 2. P39 – 44.
20. Ho’lzl J. O’ber den Flinbau van Kartoffel und Weizenstarkeko’nern. “Zesr. Probl. Poste pow nauk roln”. 1974, № 159, 47 – 52 p.
21. Kassenbeck P. Elektronemikopicher Beitrant zur Konntnis der Feistruktur der Weizenstarke “Starke”, 1975, 27, № 7, p 217 – 227.
22. Lorsson Kare Strukture of the starrch granule – A curved crystal “Acta chem. Scond. “ 1991, 45, № 8. P. 840 – 843.
23. Wetzstein H.Y. Sterling C. Fibrillar Starch in Ultrathin Sections of Potato. “Starke”, 1977. 29, № 11, p 365 – 368.
24. Ho’lzl J. uber den Feinbau van Kartoffell – una Weizenstarke. “Starke”, 1973, 25, №9, p, 292 – 297.

25. Ruck H. Die ubermolekulare struktur der Kohlenhydrate. Teil II "Papier (BRD)", 1979, 33, № 1, p. 14 – 18.
26. Cernat Ch, Radosta S, Damaschum G, Schierbaum F. Determination of cristallinity and phase analysis of starches from different sources. Proc. 4th / nt. Conf: Phys. Properties Agr. Mater. And phase.
27. Oostergetel Gerrit T, Van Bruggen Ernst F.J. On the origin of low angle spacing in starch. "Starke", 1989, 41, № 9, p. 331 – 335.
28. Сенахов А.В, Коваль В.В, Садов Ф.И. зачустки, их теория и примениние М: "Лечкая индустрия", 1972, С. 7 – 10, 73.
29. Герман М.Л, Юрыв В.П и др. исследование механизма гемобразования крахмалов. «Применение магнитного резонанса в народном хоз - ве» тез. Докл. Всес. Конф. Казань, 22 – 24 июня, 1988, ч. 3 Казань, 1988, 38с
30. Liliever J, Vitchell J.A. A pulsed NMP studay of some aspects of starch gelatinization. "Starke", 1975, 27, №4, p. 113 – 115.
31. Reuther F, Cernat Ch, Plietz p, Damaschum G, Schierbaum F. strukture in degreded starch polysacharide – water system as revealed by X – ray scattering. "Marco' 87 31st IUPAC Macromol. Symp, Merseburg, June 30th – Jule 4th, 1987. Abstr. Pap. Microsymp. 2 Microsymp. 3" s. 1, s.a. 227.
32. Collisio R, Huddersfield Heats of dehudration of starch gels. "Starke", 1971, 23, № 6, p. 203 – 205.
33. Basler W, Lechert H. Diffision von Wasser in Starkegelen. "Starke" 1974, 26, №2, p. 39 – 42.
34. Schierbaum F, Kettlitz B, Radostos, Ruther F, Struktire – propeties relations as a basic concept for starch functionality. "Marco' 87: 31st IUPAC Macromol. Symp, Mersebug, June 30th – Jule 4th, 1987 Abstr. Pap. Microsymp. 2, Microsymp. 3"s. 1, s.a. 223.
35. Cerman ML, Blumenfeld AL and ad. Struktire formation in systems containing amylose, amylopectin, and their mixtures. "Carbohadr. polym", 1992, 18 № 1, p. 27 – 34.

36. Takeda Yasuhito, Maruta Nabuhisa, Juliano Bienvenido O. Molecular structures of rice starch. "Carbohydr. Res", 1989, № 189, p. 227 – 235.
37. Waber H, Strohle J. Современное состояние технологий предварительной и последующей обработок тканей. // Текстильпром, 1997. № 3, С. 7 -9.
38. Жушман А.И. производство модифицированного крахмала. // Пищевая промышленность 1993 №9 С. 11.
39. Will M. Der Модификация крахмала Alimentation. 1981. № 93. P. 70 – 72. Цитир ЗЖХим 5р4 28 – 82.
40. Nebesny E, Shalski J, Scrozinsski A. Molekulare struktur und physikalischchemische eigenschaften. || Stärke. 1989. 41 № 8 p 289 – 293.
41. Непрерывный способ струйной ворки и сушки распылением и крахмал с высоким содержанием амилозы, полученный этим способом. Патент 5131953. США. 1992.
42. Лукенов А.Б, Зубрев Н.М Совершенствование технологии окисленного желирующего крахмала // Сох. пром. 1980. № 3. С. 44 – 45.
43. Производство и применение модифицированного желирующего окисленного крахмала при выработке мороженого // Маркер В.Э, Штыркова Е.А, Оленев Н.И – М: ЦИНТИ пищевая промышленность 1970
44. Способ получения окисленного крахмала и дестринизация. А.с. № 9558. ЧССР. Заявл. 18. 12. 72. Опубл. 15. 08. 75.
45. Деулин В.И, Вилутис И.Г, Захаренко А.И. вискозиметрическое изучение процесса окисления крахмала перекисью водорода. // сох. Пром. 1981. № 4. С. 84 – 87.
46. Козорян Н.З и др. применение природных сополимеров в качестве золь-гелей в печати активными красителями. // химия и техн. Красители синтез красителей и полимеров. Иванова. 1981. С. 84 – 87.
47. Способ повышения текучести клейстера крахмала с помощью перекиси водорода. Патент № 39 75206. США заявл. 18. 11. 74. Опубл. 17. 08. 76.

48. Hasmon R E. Окисление крахмала в присутствии персульфата. // *Starke* 1971. № 6. P 197 – 199.
49. Schmorak J, Mijzbr D, Lulin M. химические и физика – химические свойства крахмала пшеницы, окисленного в мягких условиях щелочным раствором гипохлорита натрия. // *J. Polymer Sci.* 1963. A 1 № 8 P 2601 – 2620.
50. Potze I, Hiemsta P Влияние условий реакции на окисление корфельного крахмала, гипохлоритами // *Starke*. 1963. 15. №6. P.217 -225.
51. Hall D.M, Van Patten E. влияние окисления хлором на свойства кукурузного крахмала // *Eng Chem. Dorg. Resand Develap.* 1971. №2. S. 171 – 175.
52. Patel K.F, Mehta H.H, Srivastava H C. кинетика и механизм окисления крахмала гипохлоритом натрия // *J. Appl. Polym. Sci.* 1974. 18. № 2. С. 389 – 399.
53. Hebeish A, Abd El – Thalouth J, Refai R, Rogheb A. характеристика крахмала, окисленного гипохлоритом. // *Бюфклу*. 1989 41. № 8 3 293 – 298.
54. Abd El Thalouth I, Refai R, Ragheb A, Hebeish A. свойства окисленного и цианэтилированного крахмала. // *Starke*. 1990 2 № 1. P. 18 – 23.
55. Trast F. H. *Starch and Products in Paper Coating*. Tappi Monograph № 17 New York. Tech Pulp Ind. 1957. P 1.
56. Lapasin R. корбоксилитированный крахмал: реологическое изучение // *J. Appl. Polym. Sci.* 1992. 46. С. 1713 – 1722.
57. Монофункционально замещенный гидрофобный крахмал и получение из него плёкообразующих дисперсий. Патент № 3462283. США. опубл. 19. 08. 69.
58. Получение модифицированного крахмала. Патент № 2627516. США. Опубл. 03.02. 53.
59. Производство модифицированных крахмалов. Патент № 2754232. США. Опубл. 10.03.56.

- 60.Производство модифицированных крахмалов. Патент № 2854232. Сша. Оpubл. 10.03.56.
- 61.Пудинговая смесь. Патент № 28657626 СШАб опубл. 23.04.58.
- 62.Хирургическая пудра и способ её палучение. Патент № 2938901. США.опубл. 31.05.60.
- 63.Крахмал, модифицированный фосфотами щелочных металлов и мочевиной. Патент № 28824870. США. Оpubл. 25.02.58.
- 64.Модификацион of starch with phosphates and amides. Patent № 3069411. USAопубл. 18.12.62.
- 65.Способ получения деструктированных производных крахмала. Патент № 2833759. США. Оpubл. 06. 05.58.
- 66.Процесс приготовления сложных неорганических эфиров крахмала. Патент № 2961440 США.опубл 22.11.60.
- 67.Патент № 2057143 РФ. Способ получения фосфоритерованного крахмала. Оpubл. 2000г.
- 68.Крахмал, набухший в холодной воде // Food. Process. 1972.33.№5. С. 34.
- 69.Ростворимый крахмал. Патент № 3563798. Сша. Оpubл. 05.11.71
- 70.Непрерывный способ структурной ворки исушки распылением с высоким содержанием амилозы, полученный этим способом. Патент № 5131953. США 14.08.85.
- 71.Nebesny E., Shalski H. Молекулярная структура и физико-механические свойства растворимых крахмалов и декстринов.// Starke. 1989. №8. С.289-293.
- 72.Шлихта. Заявка 55-132771. Япония. 1979.
- 73.Шлихта. Заявка 55-107576. Япония. 1980.
- 74.Шлихта. Заявка 55-191373. Япония. 1982.
- 75.Шлихта из привитых сополимеров крахмала. Заявка 55-112203. Япония. 1979.

76. Hebeish A., El-Rafei M.H., Higazy A., Ramadan M. A. Poly(acrylic acid)-starch composites. A key for improving sizeability and desizeability of starch from cotton textiles. // *Starke*. 1992. 44. №3. P.1010-107.
77. Привитая сополимеризация акриламида к крахмалу, инициированная редокс - системой Ce^{4+} - Ce^{3+} . Часть 1. Синтез привитых сополимеров крахмала. // *Polim.-tworz. Wielkocząstek*. 1993. 38. №1. С.8-13.
78. Bayazeed A., Farag S., Hebeish A. Привитая полимеризация акриламида на крахмале с применением системы Fe^{2+} -крахмал и тиокарбонат - персульфат. // *Starke*. 1986. 38. №8. С.268-272.
79. Фудзаёси М. Привитая сополимеризация крахмала. // *Korё дзайрё. Eng. Mater.* 1981. 29. №8. С.40-43.
80. Изменение свойств крахмального клейстера. Заявка 58-76475. Япония. 1983.
81. Расщепление крахмала ультразвуком. Патент №35-30770. ФРГ. 1986.
82. Думитраш П. Т., Пауков Ю. Н. Опытнo-промышленное испытание процесса получения шпихты в поле упругих колебаний. Тез. докл. Рум. Конф. по текстилю и коже. – Яссы. Румыния. 14-16 мая. 1992. С.19.
83. Modification of polymers by ultrasound treatment in aqueous solution. B.Rokita, R.Biskup, P.Ulanski, J.M.Rosiak. *J. E-polymers*, 2005, No 024.
84. Pružinek J., Hola O. Starch degradation by irradiation. // *J. Radioanal. and Nucl. Chem.* 1987. 118. №6. P. 427-431.
85. Bachman S., Witkowski S., Pietka H. Effect of ^{60}Co radiation on some chemical changes in potato starch pastes and gels. // *J. Radioanal. and Nucl. Chem.* 1987. 118. №3. P.185-191.
86. Ghall Y., Ibrahim N., Gabz S. Модификация кукурузного крахмала и муки кислотой и гамма - облучением. Ч.1. Химические исследования модифицированных крахмалов. // *Starke*. 1979. 31. №10. С.325-328.
87. Topgaard D., Söderman O. A NMR self-diffusion study of the porous structure of starch granules. // *J. Progr. Colloid Polym. Sci.* 2002. 120. №3. p.47-51.

88. Bachman S., Witkowski S., Pietka H. Effect of ^{60}Co radiation on some chemical changes in potato starch pastes and gels. J. Radioanal. and Nucl. Chem. Lett., 1987, 118, №3, p.185-191.
89. Жушман А. И., Коптёлова В. Г. Экструзионного обработка крахмалосодержащего сырья. // М: НИИТЭИ пищевпром. 1980. вып. 3.
90. Z. M. Gonzalez, E. E. Perez. A proposed method to modified rice starch with hydrogen peroxide. 2001 AACCC Annual Meeting, Charlotte, USA.
91. Ибрагимова Ф.Б. Разработка исследование фосфорсодержащих полимерных композиций на основе дихлоргидрин глицерина с полифосфатными соединениями и их применение. Диссертация канд. техн. наук. Ташкент, 2002, - 214с.
92. Ихтиярова Г.А. Разработка и исследование композиционных полимерных загустителей для печатания хлопчатобумажных тканей. Диссертация канд. техн. наук. Ташкент, 2004, - 124с.
93. М.Р.Амонов. Водорастворимые полимерные композиции на основе местного сырья для применения в производстве хлопчатобумажных тканей и технология их получения: Дисс...д-ра.техн.наук. –Ташкент, 2005. -252с.
95. Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л. Химические свойства неорганических веществ. / под ред. Лидина Р.А. -М.: Химия, 2000. -480с.
96. Технология крахмала и крахмалопродуктов /Н. Н. Трегубов, Е. Я. Жарова, А. И. Жушман, Е. К. Сидорова; Технология крахмала и крахмалопродуктов / Под ред. Н. Н. Трегубова. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981.С.
97. NORMA ISO 11214. Modified starch-determination of carboxyl group content of oxidized starch. 1996. The International Organization for Standardization, Switzerland.
98. Роговин З.А. Химия целлюлозы. –М.: Химия, 1972. –С. 229.
99. Шеховцева Т.Н., Веселова И.А. Методическое пособие по аналитической химии./ Под.ред.Ю.А.Золотова. –М.: Изд-во МГУ., 2005. – С.24.

100. Wosiacki G., Cereda M.P. Characterization of pinhao starch.// Starch-Starke, 1989, 41, p.327-330.
101. Shanthi A.P. The Simplified method of determination the contents in rice amylose “Starke”, 1980, No 12, p. 409-411.
102. Браун Д., Шердрон Г., Керн В. Практическое руководство по синтезу и исследованию свойств полимеров. ФРГ, 1971. Пер. с нем. Под ред. докт. хим. наук В. П. Зубова. М., «Химия», 1976. -256 с.
103. Кухарский М., Линдерман Я., Мальчевская Я., Рабек Т., Лабораторные работы по химии и технологии полимерных материалов / Пер. с поль. Л.Н.Седова и Л.К. Филиппенко - М.: Химия, 1965. -394с.
104. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / Под ред. Ю.Г.Фролова и А.С.Гродского. – М.: «Химия», 1986. – 216с.
105. Farley F. F., Hixon R. M. Oxidation of raw starch granules by electrolysis in alkaline sodium solution // Ind. Eng. Chem. 1942. Vol. 34. N 6. P. 677–681.
106. . Felton G., Farley F. F., Hixon R. M. Oxidation of starch – action of bromine on gelatinized starch // Cereal Chem. 1938. Vol. 15. P. 678–684.

Бухоро давлат университети Табиий фанлар факультети
5A140501 – кимё (фан йўналишлар бўйича) мутахассислиги
магистранти Шадиева Шоира Шухратовнанинг
«Маҳаллий хом ашёлардан олинган крахмални
оксидлашнинг ресурстежамкор технологиясини ишлаб
чиқиш» мавзусидаги магистрлик диссертациясига

Т А Қ Р И З

Маҳаллий хом ашёлардан крахмални оксидлашнинг илмий асосини яратиш, крахмал таркибига кирувчи компонентлар ва уларни функционал гуруҳлар таркибий қисмларининг бир-бирига мойиллигини ўрганиш, крахмални оксидлаш жараёнида таркиб ва тузилиш узгаришини физик кимёвий асослаб, маҳаллий хом ашёларга асосланган ҳолда оксидланган крахмал олишнинг энг макбул ва ресурстежамкор технологиясини ишлаб чиқиш масалалари магистр Шадиева Шоира Шухратовнанинг магистрлик диссертациясининг асосий йўналиши қилиб олинган.

Ушбу диссертацияда крахмалнинг NaCl иштирокида ишлов берилганда крахмал клейстерларини реологик хоссаларида ҳам катта эффект бериши кузатилган. Оксидлаш жараёни крахмал клейстерларининг қовушқоқлиги ва оқувчанлигининг камайишига олиб келиши аниқланган. Крахмал пардаларнинг сарбцион хусусиятлари уларни кимёвий оксидлаб модификациялаш билан мустаҳкам комплекс ҳосил бўлиши кузатилади. Бунинг натижасида плёнкалар бўкиши ва эрувчанлиги ошиши аниқланган. Оксидлаш усулида олинган модификацияланган крахмал эритмаларида коагуляция кичик концентрацияларда кузатилмаслиги аниқланган. Крахмал ва модификацияланган крахмал клейстерлари қайнатилгандан сўнг турғун ҳолатда гелль флуктацион физикавий тўр ҳосил қилади. иссиқ ҳолатда крахмал пасталари шаффоф бўлса, совуқ ҳолатда анча хирралашганлиги,

модификацияланган крахмал пасталари эса икки ҳолатда ҳам бир хил ярим шаффоф кўринишга эга бўлиши кузатилган.

Шу билан бирга қуйидаги камчиликларни кўрсатиш лозим деб ҳисоблайман.

1. Крахмални оксидлаш ва унга таъсир этувчи омиллар етарлича ўрганилмаган.

2. Диссертацияда қўлланилган оксидловчининг компонентлар функционал гуруҳларнинг ўзаро таъсир механизми физик-кимёвий усуллар ёрдамида ўрганилмаган

Бироқ бу камчиликлар диссертациянинг умумий баҳосига салбий таъсир этмайди. Иш Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг магистрлик диссертациясига қўйган талабларига тўла жавоб беришини инобатга олиб, мен ишни «аъло» баҳода баҳолайман ва Ш.Ш.Шодиевани 5А 140501- Кимё (фан йўналишлари бўйича) мутахассислиги магистр академик даражасига лойиқ деб ҳисоблайман.

Оппонент

Кимё кафедраси профессори

М.Р. Амонов

Бухоро давлат университети Табиий фанлар факультети
5A140501 – кимё (фан йўналишлар бўйича) мутахассислиги
магистранти Шадиева Шоира Шухратовнанинг
«Махаллий хом ашёлардан олинган крахмални
оксидлашнинг ресурстежамкор технологиясини ишлаб
чиқиш» мавзусидаги магистрлик диссертациясига илмий
раҳбар

Х У Л О С А С И

Матоларга гул босиш учун маккажухори ва гуручдан олинган крахмал ишлатилади. Крахмал идеал қуюқлаштирувчи эмас, чунки унинг асосида олинганқуюқлаштирувчи сакланиш вақтида барқарор бўлмайди ва паст эластикликка эга. Крахмал асосида олинган қуюқлаштирувчилар кислота,ишкор ва металл тузларнинг таъсирига сезилувчан бўлиб, тола ичига ёмон киради ва гул босишдан кейин матодан кийинчилик билан ювилиб кетади.Улар ноэластик , ёмон қурийдиган, сувда эримайдиган каттик коплама қиладилар, бу эса гул босишдан кейин мато ювилишини кийинлаштиради ҳамда ювиш вақтида матода «ётиқлар» ҳосил бўлиш мумкинлигига олиб келади. Ундан ташқари, ювишдан кейин қолиб кетган қуйилтирувчи матога каттикликни ва бўёқнинг сиртни мустаҳкамлашини беради, қайсики бўёқларнинг ишқаланишига нисбаттан барқарор бўлишини пасайтиради.

Ҳозирги вақтда дунё амалиётида турли синф бўёқлар учун гул босиш бўёқларни қуюқлаштирувчи сифатида модификацияланган крахмалларни олиш ва ишлатишда тажрибалар тупланган. Мухим хоссаларга эга бўлган крахмал препаратлар муаммосини ечиш йулидан бири - бу турли реакция қобилиятларга эга бўлган гуруҳлар саклаган бирикмалардан олинган крахмал бўлади. Мамлакатимиз саноатида ишлатиладиган крахмал ҳосилаларидан олинган солвитоза, НМ, К-Р1, С-5, моногум N, W каби бошқа

четдан келадиган қуюқлаштирувчиларни кимёвий корхона шароитида мураккаб кимёвий синтез йули билан оладилар.

Крахмал сақлаш жараёнида амилоза молекулалари бир – бири билан ассоцияланиб, муайян кристалл панжарани ҳосил қилади, натижада крахмалнинг ретроградацияси (агрегатларнинг ҳосил бўлиши) ва сувнинг ажралиши (сиперезис) содир бўлади. Крахмалда амилозанинг ассоцияланиши ва ретроградацияси сиперезисдан тезроқ кечади, шу сабабли уларни оксидлаш йўли билан модификациялаш мақсадга мувофиқдир. Модификацияланган крахмалда бу жараён кичик тезлик билан амалга ошади, буни эса қисман оксидланган крахмалда карбоксил гуруҳларини мавжудлиги билан тушунтириш мумкин. Бу гуруҳлар сув молекулалари билан боғланиб, гидратли ассоциатларни ҳосил қилади. Фаол бўёқлар билан эса карбоксил гуруҳлар ишқорий муҳитда ионланган – COO^- – шаклга ўтади. У қолган гидроксил гуруҳларнинг фаоллигини сўндиради ва шунинг ҳисобига фаол бўёқ анионларининг макроанионидан узоқлашиш содир бўлади.

Крахмал оксидланишида натрий хлорат кимёвий усулнинг танланиши биринчидан ҳам ашё базасининг арзонлиги бўлса, иккинчидан эса крахмал оксидланишининг ҳеч қандай юқори термик ишлов беришларсиз олиб борилишдадир.

Шадиева Шоира Шухратовна ўзининг интизоми, юксак маънавияти, билимга чанқоқлиги, жамоатчилиги билан ўртоқларига ўрناк бўлиб келмоқда.

Иш Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг магистрлик диссертациясига қўйган талабларига тула жавоб беришини инобатга олиб, уни ҳимоя қилишга тавсия этаман ва Ш.Ш.Шадиевани мутахассислиги магистр академик даражасига муносиб деб ҳисоблайман.

Илмий раҳбар, доцент

М.С.Шарипов

Бухоро давлат университети Табиий фанлар факультети
5A140501 – кимё (фан йўналишлар бўйича) мутахассислиги
магистранти Шадиева Шоира Шухратовнанинг
«Махаллий хом ашёлардан олинган крахмални
оксидлашнинг ресурстежамкор технологиясини ишлаб
чиқиш» мавзусидаги магистрлик диссертациясига

Т А Қ Р И З

Пластик материаллар кимёси ва технологияси ривожланишининг ҳозирги босқичида, халқ хўжалигида айниқса тўқимачилик саноатида пахта толаларини охорлаш жараёнида сувда эрувчан полимер материаллар катта аҳамиятга эга бўлмоқда. Шу мақсадда ҳар йили кўп миқдорда келтирилган қимматбаҳо компонентлар қўлланилиб, улар чиқарадиган маҳсулотларнинг тан нархига сезиларли таъсир этади.

Ҳозирги кунда табиий ва синтетик полимерлар асосидаги композицион материалааларни ишлаб чиқариш технологиясига оид масалаларни камраб олган адабиётлар асосан эмперик характерга эга бўлиб, илмий мулоҳазаларга эга эмас.

Шунинг учун махсус танлаб олинган моддалар билан крахмални оксидлаб янги турдаги қуюқлаштирувчи полимер компонентларни излаш ҳамда ишлаб чиқиш жуда уринли ва долзарб ҳисобланади.

Янги қуюқлаштирувчи материалларнинг ишлаб чиқариш ва қуллаш натижасида озик-овкат хом ашёларнинг сарфини камайтириш билан бир каторда охорнинг технологик хоссаларига қуйилган юқори талабларни сақлаган ҳолда қимматбаҳо чет эл қуюқлаштирувчи материалларни қисман ёки тўлиқ алмаштиришга имкон тугилади.

Ҳозирги кунда ишлатиб келинаётган крахмал асосидаги анъанавий қуюқлаштирувчилар мустаҳкам, эластик плёнкаларни ҳосил қилмайди, елимловчи моддаларнинг юқори концентрациясида етарли қовушқоқликка

ҳамда толали материалларнинг юқори бўлмаган ҳўлланиш қобилиятига эга эмас, узоқ муддат сақлаганда барқарор бўлмаганлиги сабабли, уларнинг қўлланиш соҳаларини чеклайди.

Ш.Ш.Шодиевнинг магистрлик диссертациясида маҳаллий хом ашёлар асосида оксидланган крахмал олиш усулини ишлаб чиқиш ва унинг физик-кимёвий хоссалари ўрганилган.

Республикамизда ишлаб чиқариладиган крахмал хом ашёсини ва уни оксидлаш учун кимёвий ишлаб чиқариш корхоналари маҳсулотлари орасидан оксидловчиларни танлаб, крахмални кимёвий усулларда оксидлашда кечадиган жараёнлар ва улардаги қонуниятларни ҳамда крахмал хоссалари узгариши ўрганилган.

Шу билан бирга қўйидаги камчиликларни кўрсатишни лозим деб ҳисоблайман.

1. Адабиётлар таҳлилила сўнгги беш йилдаги адабиётлар камроқ ташкил қилади.

2. Оксидловчи компонент сифатида танланган гипохлорат асосланмаган.

Бироқ бу камчиликлар диссертациянинг умумий баҳосига салбий таъсир этмайди.

Иш Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг магистрлик диссертациясига қўйган талабларига тўла жавоб беришини инобатга олиб, мен ишни «аъло» баҳода баҳолайман ва Ш.Ш.Шодиевани 5A140501-Кимё (фан йўналишлар бўйича) мутахассислиги бўйича магистр академик даражасига лойиқ деб ҳисоблайман.

Оппонент

БухТИ “Тиббий ва биологик кимё”

кафедраси доценти,

т.ф.н. Ҳ.И.Амонова

«ТАСДИКЛАЙМАН»

“ТСК” раҳбари

М.Р.Қосимов _____
« _____ » _____ 2015 йил

МАХАЛЛИЙ ХОМ АШЁЛАРДАН ОЛИНГАН КРАХМАЛНИ ОКСИДЛАШНИНГ РЕСУРС ТЕЖАМКОР ТЕХНОЛОГИЯСИ АСОСИДА ОЛИНГАН ҚУЮҚЛАШТИРУВЧИНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ СИНОВИДАН ЎТКАЗИШ ТЎҒРИСИДА ДАЛОЛАТНОМА

_____ 2015 йил

Бухоро шаҳар

Биз куйида имзо чекувчилар: «ТСК» корхонаси гул босиш цехи ходими, колорист **Н.Истамова**, БухДУ кимё кафедраси профессори техника фанлари доктори М.Р.Амонов, доцент М.С.Шарипов, ўқитувчи М.М.Амонова ва кафедра магистранти Ш.Ш.Шадиева мазкур далолатномани туздилар, шул ҳақдаким ҳақиқатдан ҳам крахмални кучли оксидловчилар билан оксидланган крахмални гул босиш жараёнида қуюқлаштирувчи сифатида қўллаш мақсадида ишлаб чиқариш синовидан ўтказилди.

Қуюқлаштирувчи таркибига куйидаги компонентлар танланди: (концентрацияси г\100г қуюқлаштирувчи); оксидланган крахмал - 6,0; ПАА - 0,08, КМЦ - 0.1; Na_2SiO_3 - 0,6; сув - 100г гача. Бўёқларнинг хоссалари ишлаб чиқаришда кенг қўлланиладиган бошқа қуюқлаштирувчилар билан таққослаган ҳолда текширилди (1-жадвал).

1-жадвал

Фаол бўёвчи моддалар фиксация даражаси ўзгаришининг қуюқлаштирувчи табиатига боғлиқлиги

	Фиксация даражаси, %						
Қуюқлашти- рувчилар Фаол бўёвчи- моддалар	Саноатда анъанавий қўлланиладиган						Таклиф этилган, 7%
	Альги- нат, 8%	Ману- текс RS, 3%	Крах- мал, 12%	Крахмал+с иликат 12%	Соль- витоза, 10%	КМЦ, 10%	
Оч-қизил 6С	68,7	70,0	36,2	49,3	53,4	58,3	64,3
Бинафша 4К	69,5	71,1	39,4	47,3	52,0	58,9	63,2
Очиқ кўк КХ	67,1	69,1	36,7	48,3	51,7	57,7	62,9
Зарғалдоқ ЖТ	65,5	69,8	38,1	49,5	53,2	59,8	61,7
Сариқ 2КТ	69,1	68,9	40,0	52,3	54,0	58,5	60,4

Оксидлаш йули билан крахмалнинг модификацияси ва у асосида полимер қуюқлаштирувчиларнинг ишлаб чиқарилиши фаол бўёқларнинг етарлича юқори фиксация даражасини таъминлайди, буни 1-жадвалдан ҳам кўриш мумкин. Бунда система компонентлари водород боғланишлар ёрдамида ўзаро таъсирлашади ва структура ҳосил қилиб, крахмалдаги гидроксил гуруҳларни пасивлайди. Бундан

ташқари, қуюқлаштириш қобилятининг ортиши ҳисобига қуюқлаштирувчининг сарфи 1,2-1,5 марта камайди.

Шундай қилиб, оксидланган крахмалли қуюқлаштирувчилар ва синтетик полимерларни сақлаган системалар осонроқ ва тўлиқроқ ювилди. Бунда оксидланган крахмал ва синтетик полимерлар асосидаги системалар энг катта ювилиш даражасига эга бўлди.

Синов натижаларининг кўрсатишича тўғри танлаб олинган қуюқлаштирувчи ва полимер системанинг бошқа компонентлари бўёқларга етарлича қовушқоқлик ёркинлик, ранг мустаҳкамлиги ҳамда матоларга Юмшоқлик каби хоссаларини беради (2-ва 3-жадвал).

2 – жадвал

Гул босилган матолар колористик хоссаларининг қуюқлаштирувчи таркибига боғлиқлиги

Қуюқлаштирувчи таркиби	Колористик хоссалар		
	Рангни матода нотўғри тақсимланиши, ΔR , %	Турли хил тусланиш, ΔE , %	Гул босилган мато қаттиқлиги, мкН·см
Азобўёвчи моддалар			
Крахмал	0,17	1,6	23875
Фаол бўёвчи моддалар			
Альгинат	0,06	0,8	8324
Азобўёвчи моддалар			
ОК –ПАА	0,26	1,8	31495
ОК –КМЦ	0,13	1,5	21480
ОК -ПАА-КМЦ	0,08	1,2	10320
Фаол бўёвчи моддалар			
ОК -ПАА	0,17	1,3	27310
ОК -КМЦ	0,11	1,1	21640
ОК -ПАА-КМЦ	0,07	1,0	8595

3 – жадвал

Матолар мустаҳкамлик кўрсаткичларини қуюқлаштирувчиларга боғлиқлиги

Гул босишда қўлланиладиган қуюқлаштирувчилар	Бўёвчи модда синфи	Мустаҳкамлик кўрсаткичлари			
		Совун эритмасига чидамлиги	Т ерга чидамлик	И шқалани шга чидам.	Ю ишга чидам.

Анъанавий қўлланади-ган қуюқлаштирувчи	Азобў ёқ	5/4	5/ 4	5/ 4	5 /3
	Фаол бўёқ	5/4	5/ 4	5/ 5	5 /5
Яратилган янги қуюқ-лаштирувчи система	Азо	5/4	5/	5/	5
	бўёқ	5/3	3	4	/4
	Фаол		5/	5/	5
	бўёқ		4	3	/3

Олинган натижалар таҳлили шундан гувоҳлик бердики, физик-кимёвий таъсирларга мустаҳкамлик бўйича энг юқори натижаларга ОК, ПАА ва КМЦ асосидаги бўёқ қуюқлаштирувчисидан фойдаланилганда эришилди.

_____ Н.Истамова
 _____ М.Р.Амонов
 _____ М.С.Шарипов
 _____ М.М.Амонова
 _____ Ш.Ш.Шадиева