

М.ӘУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН УНИВЕРСИТЕТІ

ӘОЖ 577.19;544.773.32; 631.8

Қолжазба құқығында

КУДАСОВА ДАРИХА ЕРАДИЛОВНА

**Биологиялық белсенді ингредиенттерді пайдалану тиімділігін
арттыру мақсатында микрокапсуляциялау технологиясын әзірлеу**

6D070100 – Биотехнология

философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Отандық ғылыми кеңесші:

Х.ғ.к., қауымдастырылған профессор

Б.Ж.Муталиева

М.Әуезов атындағы ОҚУ

Шетелдік ғылыми кеңесші:

А.ш.ғ.д., профессор

Ш.С.Козубаев

Ташкент, Өзбекстан

Қазақстан Республикасы,
Шымкент, 2026

МАЗМҰНЫ

	НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР	4
	ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР	5
	БЕЛГІЛЕР ЖӘНЕ ҚЫСҚАРТУЛАР	6
	КІРІСПЕ	7
1	ӘДЕБИЕТТІК ШОЛУ	12
1.1	Микрокапсуляциялау технологиясының заманауи түсінігі	12
1.2	Микрокапсуляциялау әдісін таңдау	15
1.3	Агрохимияның қазіргі жағдайы және өсімдіктер қоректенуінің маңызы	16
1.4	Фитогормондар негізіндегі өсімдіктердің жаңа ынталандырғыштарды талдау	18
1.5	Микрокапсуляциялауды ауылшаруашылығы мәселелер шешімі ретінде қарастыру	22
1.6	Ауылшаруашылығындағы биологиялық белсенді ингредиенттердің микрокапсуляциясы	23
2	ЗЕРТТЕУ НЫСАНДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ	
2.1	Зерттеу нысандарының сипаттамасы	27
2.2	Зерттеуді ұйымдастыру және сызбанұсқасы	27
2.3	Зерттеу әдістері	29
3	НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ	
3.1	Синтезделген өсімдік ынталандырғыштарының биологиялық белсенділігін зерттеу негізінде таңдау	34
3.2	Эмульсиялық жүйелерді дайындау	37
3.3	Өсімдіктерді өсіруге синтезделген ынталандырғыштарды микрокапсуляциялау	42
3.4	Инкапсуляцияланған жүйелердің ИК-фурье спектроскопиялық (FTIR) сипаттамаларын талдау	44
3.4.1	Микрокапсулалар құрамындағы құраушылар арасындағы молекулалық өзара әрекеттесуді талдау	47
3.5	Микрокапсулалардың морфологиялық сипаттамалары	49
3.6	Ынталандырғыштарды микрокапсуляциялау тиімділігі, жүктеу сыйымдылығы және ісіну дәрежесі	52
3.7	Микрокапсуляцияланған биологиялық белсенді ингредиенттердің (ынталандырғыштар) босап шығу кинетикасы	53
3.8	Құрамында мыс (II) кешені-үлгі №5 жүктелген микрокапсулалардың морфологиялық сипаттамалары	56
3.9	CS/(ALG/(Ca+Cu/ №5 үлгі)) микрокапсулалардың ісіну дәрежесі	61
3.10	Микрокапсулалар құрамынан №5 үлгінің босап шығу кинетикасы	62

3.11	Микрокапсуляцияланған ынталандырғыштардың өсімдік өсіретін белсенділігін тексеру	64
3.12	Микрокапсулаларды бидай дақылдарына қолдану	72
3.13	Тәжірибе жүргізілген ауданның орны және климаттық топырақ жағдайы	73
3.13.1	Аймақтың агроклиматтық көрсеткіштері	73
3.13.2	Шаруашылықтың топырағы және оның агрохимиялық көрсеткіштері	78
3.13.3	Далалық тәжірибелер бойынша алынған нәтижелер	88
3.14	Микрокапсуламен бидай тұқымдарын өңдеу тәсілдерінің экономикалық тиімділігі	104
	ҚОРЫТЫНДЫ	108
	ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	110
	ҚОСЫМША А - Сынақтан өткізу хаттамалары мен нәтижелері	123
	ҚОСЫМША Б - Актілері	132
	ҚОСЫМША В - Жүргізілген зерттеу жұмыстары	134
	ҚОСЫМША Г - Алынған нәтижелер	135

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Бұл диссертациялық жұмыста келесідей стандарттарға сілтемелер жасалынды:

Қазақстан Республикасының «Ғылым туралы» заңы 18.02.2011 ж. №407-IVЗРК.

Қазақстан Республикасының ЖМБС 5.04.034-2011. ҚР-ның жалпылама білім беретін Мемлекеттік білім стандарты. Жоғарғы оқу орнынан кейінгі білім. Докторантура. Негізгі ережелері (23 тамыз 2012 жылдан өзгертілген, №1080);

МЕМСТ 2.105 – 95. Конструкторлық құжаттардың бірыңғай жүйесі. Мәтіндік құжаттарға жалпы талаптар.

МЕМСТ 2.11-68. Конструкторлық құжаттардың бірыңғай жүйесі. Норма бақылау.

МЕМСТ 6.38-90 Құжаттаманың сәйкестендірілген жүйесі. Ұйымдық өнімділік құжаттаманың жүйесі. Құжаттарды ресімдеу талаптары.

МЕМСТ 7.1-2003. Библиографиялық жазба. Библиографиялық сипаттама. Жұмысты құрастырудың жалпы талаптары және тәртібі.

МЕМСТ 7.32-2001. Ғылыми-зерттеу жұмысы жөнінде есеп беру. Жұмысты дайындаудың құрылысы және тәртібі.

МЕМСТ 26261-84. Жалпы фосфорды және жалпы калийді анықтау әдістері.

МЕМСТ 26107-84. Жалпы азотты анықтау әдістері.

МЕМСТ 26205-91. ЦИНАО модификациясында Мачигин әдісі бойынша фосфор мен калийдің жылжымалы қосылыстарын анықтау.

МЕМСТ 26423-85. Электр өткізгіштігін, рН және су сығындысының тығыз қалдығын анықтау әдістері.

ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР

Бұл диссертациялық жұмыста сәйкес анықтамасы бар келесі терминдер қолданылды:

ЭМУЛЬСИЯ	–	екі сұйық фазалардан тұратын жүйе, олардың біреуі екіншісіне тамшылар түрінде таралады.
ӨСІМДІКТІҢ ЫНТАЛАНДЫРҒЫШТАРЫ	ӨСІРУ –	жасушалардың бөлінуін немесе олардың ұзындығын тездету арқылы өсімдіктердің өсуін ынталандыратын табиғи немесе синтетикалық заттар
ӨСУДІ БЕЛСЕНДІЛІГІ	РЕТТЕГІШ –	өсімдіктің өсуі мен морфогенезін ынталандыратын немесе басатын органикалық қосылыстардың әсері (өте төмен концентрацияда)
БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАР (ББЗ)	–	тірі ағзалардың белгілі бір топтарына (бірінші кезекте - адамға, өсімдіктерге, жануарларға, саңырауқұлақтарға және т.б. қатысты) немесе олардың жасушаларының жекелеген топтарына қатысты жоғары физиологиялық белсенділігі төмен концентрацияларда байқалатын химиялық заттар.
БИОПОЛИМЕРЛЕР	–	табиғатта табиғи түрде кездесетін, тірі ағзалардың құрамындағы полимерлер класы: ақуыздар, нуклеин қышқылдары, полисахаридтер, лигнин.
МИКРОКАПСУЛЯЦИЯЛАУ	–	заттың ұсақ бөлшектерін қабықша түзуші материалдың жұқа қабығына бекіту үрдісі.

БЕЛГІЛЕР ЖӘНЕ ҚЫСҚАРТУЛАР

Бұл диссертациялық жұмыста сәйкес келесі белгілер мен қысқартулар қолданылды:

СЭМ – сканирлеуші электронды микроскопия
ОМ– оптикалық микрокопия
АСМ –атомды–күштік микроскопия
FTIR– Фурье түрлендірумен инфрақызыл спектроскопия
ЖББЗ – жоғарғы беттік белсенді заттар
ҚҚЗБ – қарама-қарсы зарядталған бөлшектер
 R_s –бөлшектер радиусы
ПЭК–полиэлектролит кешені
ALG–натрий альгинат
CS–хитозан
ДСН–Додецилсульфат натрий
 S_w –ісіну дәрежесі
 w_c –микросфера салмағы
 w_f –ісінген микрокапсулалар салмағы
 w_o –кұрғақ салмағы
 n –дәреже көрсеткіші
ЕЕ–микрокапсуляциялау тиімділігі
ЕС–ісіну сыйымдылығы
 R^2 –корреляция коэффициенті
LbL– layer-by-layer technique
ИСК–индол сірке қышқылы
ц/га –бір гектардағы өнімнің центнермен өлшенуі
т/га –бір гектардағы өнімнің тоннамен өлшенуі
ГТК–гидротермиялық коэффициент
см – сантиметр, мм - миллиметр
°C – градус цельсия

КІРІСПЕ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Диссертациялық жұмыс биологиялық белсенді ингредиенттерді өсімдік шаруашылығындағы дәнді дақылдарды егуде пайдалану тиімділігін арттыруда микрокапсуляциялау технологиясын әзірлеуге негізделген.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Ауылшаруашылығы Қазақстан экономикасының жетекші салаларының бірі болып табылады. Қазақстанның ауылшаруашылығында жүргізілетін реформалардың негізгі міндеттері егістік алқаптарының санын және олардың құнарлылығын сақтау, жоғары сапалы тұқым өндірісін ұлғайту, өнімділікті арттыру, өнім сапасын жақсарту, өнімнің шығымын жоғарылату, су ресурстарын тиімді пайдалану, агроөнеркәсіптік кешеннің қоршаған ортаға әсерін төмендету, азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету болып табылады.

Ауыл шаруашылығы тәжірибесінде дақылдардың тұрақты және жоғары өнімін алу үшін өсімдіктердің өсуін реттейтін және оларды зиянкестерден қорғайтын препараттарды кеңінен пайдалану қалыптасқан. Мұндай заттар қатарына фитогормондар мен олардың жасанды туындылары, микрозияндаушы элементтер, бактерияға қарсы препараттар, саңырауқұлақтарға қарсы агенттер, кенелерге қарсы құралдар және басқа да биологиялық белсенді молекулалар жатады. Бұл химиялық қосылыстар әдетте өсімдік тұқымдарын олардың дамуының әр кезеңінде өңдеуге арналған [1].

Қазіргі кезеңде агрохимикаттардың ауыл шаруашылығындағы қолданысы экологиялық жағдайға, азық-түлік қауіпсіздігіне және адамның денсаулығына әсер ететіні анықталды. Осы қосылыстардың кейбірі тұрақты органикалық улағыштар санатына жатады. Әлемдік деңгейде қоршаған ортаға келіп түсетін агрохимикаттардың жиынтық жүктемесін азайту мақсатында оларды шектеулі пайдалану мен теңгерімді агротехнологиялық шараларды енгізу ұсынылуда. Мұндай тәсіл химиялық құралдарды аз қолдана отырып, экологиялық және экономикалық жағынан қауіпсіз өнім алуға мүмкіндік береді [2, 3].

Осыған байланысты, өсімдікті ынталандыратын препараттардың тиімділігін арттыра отырып, қорғау құралдарын азайту мәселесі маңызды болып отыр. Бұған микрокапсуляциялау технологиясы – препараттардың дозаланған және басқарылатын түрде бөлінуі арқылы қол жеткізуге болады. Бұл әдіс өсімдік шаруашылығына және жалпы ауыл экономикасының қарқындылығына оң ықпал етеді.

Дәстүрлі түрде өсімдік ынталандырғыштарын тікелей қолдануға болады, бұл жағдайда белсенді заттың мөлшері артып кетуі мүмкін, бұл оның қасиеттерін өзгертеді. Сонымен қатар, биологиялық белсенді ингредиенттерді тікелей енгізу олардың сыртқы ортаның әсерінен жойылуына немесе инактивациялануына әкеледі [4–6].

Бүгінгі таңда ұзақ сақтау мерзімімен сипатталатын белсенді материалдарды жасау өзекті міндеттердің біріне айналды. Биологиялық ыдырайтын және зиянсыз полимерлерден алынған қабықшалар белсенді

компоненттерді сақтау кезеңінде тұрақтандыруға, сондай-ақ олардың әртүрлі дақылдарға тигізетін әсерінің қауіпсіздігі мен ұзақтығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Белсенді заттарды микрокапсулаланған күйде пайдалану сақтау, өңдеу немесе тасымалдау барысында тиімді болып табылады. Микрокапсулалар препаратты қолданғаннан кейін белсенді ингредиенттерді біртіндеп бөліп шығарады, бұл олардың капсулаланбаған түрлерімен салыстырғанда биологиялық белсенділігін ұзағырақ сақтауға жол ашады. Сонымен қатар, наноконтейнерлер дәстүрлі енгізу әдістерінен айырмашылығы, белсенді заттың мөлшерін және оның жағымсыз әсерлерін азайтады. Оның үстіне, контейнерден препараттың бөліну уақытын басқару мүмкіндігі туады [7–9].

Осылайша, өсімдік өсуін ынталандырғыштар мен қорғау құралдары белсенді компоненттер ретінде микрокапсула түрінде қолданылады. Заманауи зерттеулер микрокапсулаларды биологиялық ыдырайтын қабықшалар негізіндегі өсімдіктерді қорғауға, ынталандыруға немесе қоректендіруге арналған белсенді заттардың бақыланатын және ұзақ мерзімді бөлінуінің тиімді тәсілі ретінде таниды. Микрокапсуляциялаудың кемшіліктері емес, артықшылықтары бар – ол препараттарды үнемдеуге, пайдаланушының қауіпсіздігін арттыруға және экологияны қорғауға ықпал етеді. Бұл технологияның басты ерекшелігі – биоактивті агентті белгілі бір орында және қажетті сәтте бақыланатын түрде шығару мүмкіндігі.

Дегенмен, молекулалық деңгейде осындай басқару белсенді заттарды микрокапсулаланған түрде қолдануды негіздеу үшін жүйенің құрылымы мен динамикасын терең түсінуді талап етеді. Жұмыстың негізгі болжамы мынада: биопрепараттармен жүктелген күрделі микрокапсулалардағы молекулалық құрылым мен реактивтілік арасындағы байланысты түсінуді жетілдіру өсімдіктерге арналған арнайы қасиеттері бар микрокапсулалардың жаңа композицияларын өзірлеуге, сондай-ақ олардың ең тиімді құрамдарын анықтауға көмектеседі [10].

Осы тұрғыдан алғанда, биологиялық белсенді ингредиенттерді қолдану тиімділігін арттыру мақсатында оларды микрокапсуляциялау технологиясын жасауға бағытталған ғылыми-зерттеу жұмыстары биотехнологияда өзекті болып табылады.

Зерттеу мақсаты: Биологиялық белсенді ингредиенттерді өсімдік шаруашылығында пайдалану тиімділігін арттыруда микрокапсуляциялау технологиясын әзірлеу болып табылады.

Зерттеу мақсатына жету үшін келесі міндеттер қойылды:

- ынталандырғыштардың өсімдіктерге тигізетін биологиялық белсенділігіне скринингтік зерттеулер жүргізу арқылы оларды таңдау;
- ынталандырғыштарды микрокапсуляциялау әдісін таңдау;
- микрокапсуляцияланған ынталандырғыштардың тұрақтылығын, белсенділігін және әрекет ету мерзімін ұзартуды, әрекет етуші агенттің босап шығу үрдісінің кинетикасын зерттеу;
- микрокапсуляцияланған ынталандырғыштардың морфологиялық

сипаттамаларын анықтау;

-микрокапсулалар қабықтарының биологиялық ыдырайтын материалдар негізінде натрий альгинаты, хитозан, кальций хлоридін қолданумен ынталандырғыштар құрамын оңтайландыру, өсімдіктердің тұқымдары мен вегетативті бөліктеріне микрокапсуляцияланған және микрокапсуляциясыз ынталандырғыштардың әсерін салыстырмалы түрде бағалау мақсатында скринингтік сынақтар жүргізу;

-өсімдіктерді өсірудің ынталандырғыштарын микрокапсуляциялаудың ғылыми - негізделген технологиясын әзірлеу.

Зерттеу нысандары. Биологиялық белсенді ингредиенттер:

-аминфумар қышқылының диметил эфирі-үлгі №1,

-2-амин-3-метоксикарбониллакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері-үлгі №2,

-1-метил-3-метиламиноmaleинимид-үлгі №3,

-1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен-үлгі №4,

-транс-диаква-бис {1-окси-1,2- диметокси-карбонилэтенато}мыс (II)-үлгі №5 (мыс (II) кешені).

Биополимерлер: хитозан, натрий альгинаты.

Иондық байланыстырушы агент ретінде кальций хлориді (CaCl_2) ерітіндісі.

Дисперстік орта: микрокапсуляция процесіндегі май фазасын қалыптастырушы тазартылған соя майы.

Екпе дақылдар: қияр, жүгері, бидай, арпа

Зерттеу әдістері. Технологиялық әдістер: биологиялық белсенді ингредиенттерді микрокапсуляциялауға арналған эмульсиялық және эмульсиясыз жүйелерді алу әдістері.

Физика-химиялық сипаттама: микрокапсулалардың өлшемдерін анықтау үшін лазерлік корреляциялық спектроскопия (DLS) және беттік зарядты бағалау мақсатында электрокинетикалық дзета- потенциалын өлшеу, химиялық құрылым мен өзара әрекеттесулерді сәйкестендіру үшін Фурье түрлендіруі бар инфрақызыл спектроскопия (FTIR)және морфологиялық ерекшеліктерді зерттеу үшін электрондық микроскопия әдістері.

Технологиялық параметрлерді бағалау: микрокапсуляциялау процесінің тиімділігін, полимерлі матрицаның жүктелу сыйымдылығы мен ісіну дәрежесін, биологиялық белсенді ингредиенттердің босап шығу кинетикасын анықтау әдістері.

Биологиялық және статистикалық талдау: биологиялық белсенді ингредиенттердің биологиялық белсенділігіне мониторинг жүргізу мен скринингтік сынақтар әдістемелері, алынған мәліметтердің сенімділігін растауға арналған математикалық –статистикалық өңдеу әдістері.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы:

-ауылшаруашылығында өсімдіктердің өсуі мен дамуын ынталандырғыш ретінде алғаш рет аминфумар қышқылының туындыларын – микрокапсуляциялаумен қолдану технологиясының ғылыми негіздемесі

жасалды;

-микрокапсуляцияланған ынталандырғыштардың морфологиялық сипаттамалары анықталды;

-аминфумар қышқылының туындылары негізінде алынған жаңа микрокапсулаланған ынталандырғыштардың реттегіш қасиеттері анықталды. бұл препараттың функционалдық сипаттамаларын жақсартып, оның экологиялық қауіпсіздік деңгейін арттыруға мүмкіндік береді.

-екпе дақылдардың өнімділігін арттыру мақсатында ынталандырғыштарды микрокапсуляциялау технологиясын практикада қолданудың тиімділігі анықталды;

-микрокапсуляцияланған ынталандырғыштарды өсімдіктердің өсуі мен дамуына препараттар түрінде өндіріске қолдануға ұсынылды.

Қорғауға ұсынылатын негізгі қағидалар:

1. Ынталандырғыштардың өсімдіктерге биологиялық белсенділігіне жүргізілген скринингтік зерттеулер нәтижесінде олар ғылыми -негізделген тұрғыда таңдалды;

2. Өсімдіктерді қорғауға арналған препараттардың қоршаған ортаға тигізетін кері әсерін төмендету және олардың шығынын азайту мақсатында натрий альгинаты, хитозан, кальций хлоридін қолданып, аминфумар қышқылы туындыларын микрокапсуляциялау технологиясы зерттелді;

3. Микрокапсуляцияланған ынталандырғыштардың тұрақтылығын, биологиялық белсенділігін және әсер ету ұзақтығын арттыруға бағытталған зерттеулер жүргізіліп, әсер етуші агенттің босатылу кинетикасы негізінде өсімдіктердің өсуі мен дамуына ынталандырғыштардың микро- және нанокапсулаларын алудың оңтайландырылған шарттары;

4. Микрокапсуляцияланған ынталандырғыштардың морфологиялық сипаттамалары;

5. Өсімдіктердің өсуі мен дамуы үшін ұсынылатын оңтайландырылған құрамы бар микрокапсуляцияланған ынталандырғыштардың реттегіш қасиеттері, оларды микрокапсуляциясыз ынталандырғыштармен салыстыру;

6. Екпе дақылдарының өсуі мен дамуына арналған ынталандырғыштарды микрокапсуляциялау технологиясын практикалық қолданудың тиімділігі.

Зерттеудің теориялық және практикалық маңыздылығы: жасалған жұмыстың нәтижесінде алынған мәліметтер биологиялық белсенді ингредиенттердің, оның ішінде ынталандырғыштардың екпе дақылдарын өсіруде қолдануға, биологиялық белсенді ингредиенттерді ауыл шаруашылығына арналған жаңа ынталандырғыштарды микрокапсуляциялау үшін жасалған жүйелерді таңдауға жаңа көзқарас кеңейтілді. Зерттеу нәтижелері биологиялық ұзақ әсер ететін белсенді ингредиенттерді жеткізу жүйесін әзірлеу технологиясы ауылшаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыру үшін қолдануға ұсынылады.

Негізгі ғылыми зерттеу жұмыстарының жоспарымен байланысы. Диссертациялық жұмыс ҚР БҒМ-нің 2018-2020 жылдары қаржыландырылған AP05132810 «Ауыл шаруашылығы өнімдерін интенсификациялау үшін

биологиялық белсенді заттардың және өсімдіктерді өсіруге арналған принципиальды жаңа стимуляторлардың инкапсуляциялау технологиясының ғылыми-практикалық негіздері» тақырыбы бойынша грантын жүзеге асыру аясында орындалды (2018-2020 жж.).

Зерттеу жұмысының сыннан өтуі. Зерттеу жұмысының нәтижелері мен қорытындылары келесідей халықаралық конференцияларда талқыланды: «Фармакологияның өзекті мәселелері: дәрі-дәрмектерді жасаудан бастап оларды ұтымды пайдалануға дейін». 28-29 мамырда Халықаралық қатысумен фармакологтардың I Республикалық ғылыми-практикалық конференциясы (Бухара қ, Өзбекстан, 2020 ж.), LXVI «Қазіргі әлемдегі өзекті ғылыми зерттеулер» Халықаралық ғылыми конференциясы 26-27 қазан (Переяслав, Украина, 2020 ж.).

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша 4 ғылыми жұмыстар халықаралық және республикалық ғылыми-тәжірибелік конференцияларда жарияланды, 1 мақала халықаралық Scopus мәліметтер базасына енгізілген журналда, 2 мақала Қазақстан Республикасының ҒЖБМ білім беру саласында бақылау бойынша Комитетімен ұсынылған басылымда, 2 мақала РҒИС мәліметтер базасындағы журналда жарияланды.

Автордың қосқан үлесі. Алынған мәліметтерді өңдеу және талдау, зерттеудің теориялық ережелін әзірлеу, зерттеу жүргізу әдістемесін дайындау, микрокапсуляциялаудың технологиялық сызбанұсқасы мен зерттеу жүргізу схемасын құрастыру, зерттеу нәтижелері бойынша графиктерді, суреттер мен кестелерді дайындау, эксперименталдық, тәжірибелік-бақылау және далалық зерттеулер жүргізу, сондай-ақ, экономикалық тиімділікті есептеу автордың тікелей өзінің қатысуымен орындалды.

Диссертацияның көлемі мен құрылымы. Диссертациялық жұмыскіріспеден, өзара байланысқан үш тараудан, тұжырымдама мен ұсыныстардан, пайдаланылған әдебиеттер тізімі және қосымшалардан құрастырылған. Жұмыстың жалпы көлемі 122 бетті қамтиды. Оның ішінде 40 кесте, 29 сурет берілген.

1 ӘДЕБИЕТТІК ШОЛУ

1.1 Микрокапсуляциялау технологиясының заманауи түсінігі

Микрокапсуляциялау дегеніміз – қандай да бір заттың ұсақ бөлшектерін арнайы пленка түзуші материалдың жіңішке қабықшасымен қаптау процесі. Осы процестің нәтижесінде алынатын өнім микроннан бастап жүздеген микронға дейінгі мөлшердегі жеке микрокапсулалар түрінде болады. Капсулаланған зат деп микрокапсуланың ішкі мазмұнын айтады – дәл осы белсенді немесе негізгі компонент микрокапсуланың өзегін (ядросын) құрайды. Ал капсула материалы болса, қабықшаның құрамы болып табылады. Бұл қабықшалар бір немесе бірнеше заттың бөлшектерін бір-бірінен және сыртқы ортаның әсерінен қажетті уақытқа дейін оқшаулау қызметін атқарады.

Қазіргі таңда келесі заттарды микрокапсулалау сәтті жүзеге асырылған: катализаторлар мен тұрақтандырғыштар; пластификаторлар, майлар, сұйық және қатты отын түрлері; еріткіштер, бояулар мен бояғыштар; инсектицидтер, пестицидтер, тыңайтқыштар; дәрілік препараттар, хош иістендіргіштер, тағамдық қоспалар мен талшықтар; ферменттер мен микроорганизмдер; әртүрлі химиялық заттар (мысалы, гидридтер, қышқылдардың тұздары, сілтілер, мономерлі және жоғары молекулалы органикалық қосылыстардың көптеген кластары); металдар [1].

Іс жүзінде микрокапсуляциялаудың әртүрлі әдістерінің жиынтығы жиі қолданылады. Әрбір нақты жағдайда ең тиімді әдісті таңдаған кезде келесі факторлар ескеріледі: соңғы өнімге қойылатын талаптар мен оның қасиеттері; процестің өзіндік құны; тағы да басқа көптеген қосымша факторлар.

Әдісті таңдау, ең алдымен, капсулаланатын бастапқы заттың табиғаты мен қасиеттерімен анықталады. Микрокапсуляциялау әдістерін сипаттайтын маңызды көрсеткіштердің бірі – алынған микрокапсулалардың мөлшері. Осы өлшемдік белгілеріне орай, микрокапсулалар түзілу процесінде мембраналардың пленка түзуші материалы балқитын, сондай-ақ сұйық немесе газ тәрізді ортада фазалардың бөлінуіне негізделген әдістер ерекшеленеді.

Қазіргі уақытта микрокапсула жасаудың ең танымал әдістерінің бірі - полиэлектролиттерді қабаттарға орнату (LbL, layer-by-layer technique) болып табылды.

Микрокапсулаланған өнімдерді қолдану салалары өте көп. Қазіргі уақытта микрокапсулалар қолданылмайтын немесе оларды пайдалану тиімділігі айқын немесе нақты көрсетілмейтін шаруашылық саласын атау қиын. Соңғы жылдар өнеркәсіптер өндіретін микрокапсулаланған өнімдер ассортиментінің кеңеюімен сипатталды. Бұл целлюлоза материалдарына, полимерлі қалыптарға арналған толтырғыштарға (талшықтар мен қуыс микросфералар), жабысқақ материалдарға, полимерлі композиция құраушыларына (катализаторлар, қоздырғыштар, мономерлер, полимерлер мен еріткіштер), бояғыштарға, магниттік заттарға, жемшөп өнімдеріне, инсектицидтерге (Empire 20, ГЕТ), тыңайтқыштарға, косметикалық заттарға, тұрмыстық химия өнімдеріне, ферменттерге, фотоматериалдарға және т.б. қарастырылды. Қазіргі уақытта

микрокапсулаланған материалдарды практикалық қолдану аясы өте үлкен - денсаулық сақтаудан бастап ғарыштық зерттеулерге дейін таралған.

Микрокапсулалар - көлемі 1 мкм-ден 2 мм-ге дейінгі, қосымша заттар қосылған немесе қосылмаған қатты немесе сұйық белсенді әсер етуші заттары бар, шар тәріздес немесе тұрақты емес пішінді, полимерлі немесе басқа материалдан жасалған жұқа қабықтан тұратын капсулалар. Фармацевтика өнеркәсібінде микрокапсулалар кең қолданылды. Микрокапсулалау процесінде:

- тұрақсыз препараттарды тұрақтандырады (дәрумендер, антибиотиктер, вакциналар, сарысулар, ферменттер);

- ащы және жүрек айнуын басатын дәрілік заттардың (кастор майы, балық майы, алоэ сығындысы, кофеин, хлорамфеникол, бензедрин) дәмін басады;

- сұйықтықтарды сусымалы өнімдерге айналдырады;

- босап шығу жылдамдығын реттейді немесе асқазан-ішек жолының қажетті аймағында фармацевтикалық препараттардың босап шығуын қамтамасыз етті;

- үйлесімсіз препараттарды оқшаулайды;

- ағындылықты жақсартады;

- диагностикалық өнімдердің жаңа түрлерін жасауға мүмкіндік береді (қан мен зәрге талдау жасауға арналған капсулаланған тұрақсыз реагенттер, терморегуляциялық пленкалар, көмір мен ион алмастырғыш шайырлар).

Көптеген фармацевтикалық препараттар ағзадағы препарат концентрациясының ең көп деңгейін бір уақытта төмендетіп, ағзаға ауызбен енгізу кезінде емдік әсер ету ұзақтығын арттыру мақсатында микрокапсула түрінде шығарылды. Осы тәсілмен препаратты қабылдау санын екі есе қысқартуға және таблеткалардың асқазан қабырғаларына жабысуынан тіндерге тітіркендіргіш әсерді жойды [2].

Микрокапсуланған препараттар жақсы сақталды және ыңғайлы мөлшерленді. Гастролабильді препараттарды, қышқыл ортада тұрақты және ішектің әлсіз сілтілігі мен бейтарап орталарында ыдырайтын болғандықтан қабықшаға қаптайды.

Микрокапсуляциялау - бұл қатты, сұйық немесе газ тәріздес заттардың, инкапсуляттың микрондық бөлшектерінің қабығына қапталу процесі. Микрокапсуладағы бөлшектердің мөлшері 1-ден 6500 мкм-ге дейін, ұсақ түйіршіктер немесе капсулалардың мөлшеріне дейін (6,5 мм) өзгерді. 100-ден 600 мкм-ге дейінгі микрокапсулалар медицинада кең қолданылды. Қазіргі заманғы технология өлшемі 100 нм және одан аз бөлшектерге жабын жабуға мүмкіндік берді. Қабықтары бар мұндай бөлшектер нанокапсулалар, ал оларды өндіру процесі нанокапсулалау деп аталды.

Ең қарапайым түрінде нанокапсула сфералық пішінді тұйық бөлшек болып табылады, оның қабығы полимерлерден немесе фосфолипидтерден жасалған (мұндай жағдайда оны липосома немесе наносома деп атайды). Бұл құрылымның ішкі кеңістігінде молекулалық массасы төмен зат орналасады. Кейде нанокапсуланың қабырғасы басқа материалдардан, мысалы, гидроксипатиттен, кальций силикатынан немесе белгілі бір ретпен

ұйымдастырылған ДНҚ молекулаларынан түзілуі мүмкін. Мұндай нанокапсулалар химиялық тұрғыдан тұрақты, биологиялық белсенділікке ие, ағзаға биоүйлесімді, сонымен қатар капсула ішіндегі затты сыртқы ортаның жағымсыз факторларынан (мысалы, сұйықтықтарда еріп кетуден) қорғайды. Нанокапсулалардың мөлшері 100 нанометрге дейін жетсе, микрокапсулалардың өлшемі 600 микрометрге дейін болуы мүмкін. Нанокапсулалардың маңызды ерекшелігі – олардың жоғары өткізгіштік қабілеті, тіпті ми сияқты «жабық» деп саналатын аймақтарға да ене алады. Сонымен қатар, нанокапсулалардың пішіні олардың қатерлі ісік жасушаларына ену қабілетіне әсер етеді. Мысалы, сфералық капсулалар жасушаларға таяқша пішінді капсулалармен салыстырғанда анағұрлым жеңіл өтеді [3].

Кейбір зерттеулерде [4,5] авторлар жақында *T. viride* спораларымен (қысқартылған атауы – Tv) мыс немесе кальций катиондарын бір мезгілде микрокапсулалар мен микросфераларға капсуляциялау мүмкіндігін көрсетті.

Микрокапсулалардың құрылымдық ерекшеліктері

Өзінің қарапайым үлгісінде микрокапсула айналасында біртекті қабығы бар кішкентай шар тәрізді болып келеді. Микрокапсуланың ішкі мазмұны ядро, ішкі фаза немесе қабырға деп аталса, сыртқы қабығы – қабықша, жабынды, қабырға материалы немесе мембрана ретінде белгіленеді. Тәжірибе жүзінде ядро кристалды минерал, түйіршікті адсорбентті бөлшек, эмульсия, қатты фазалы суспензия немесе ұсақ микрокапсулалардың суспензиясы түрінде болуы мүмкін [6].

Соңғы жылдары жүргізілген қарқынды ғылыми-зерттеу жұмыстары биополимерлер негізінде алынған микрокапсулалардағы молекулааралық әрекеттесулердің механизмдері мен процестерін түсінуге мүмкіндік берді. Алайда органикалық және бейорганикалық табиғаттағы химиялық агенттерді бір уақытта капсуляциялау туралы білім әлі де шектеулі және жеткіліксіз. Егер бұл технологияның ауыл шаруашылығында қолданылуын қарастырсақ, мұнда мәселе тек практикалық талап емес, сонымен бірге маңызды ғылыми мінде екенін атап өткен жөн. Осы тұрғыдан келгенде, микрокапсуляциялау ядро мен өнімнің басқа компоненттері арасында физикалық кедергіні қамтамасыз етеді. Бұл – сұйық тамшыларды, қатты бөлшектерді немесе газ тәрізді қосылыстарды микрокапсула түзетін агенттің жіңішке қабықшаларымен қаптайтын технология ретінде сипатталады. Ядро бір немесе бірнеше құрамдас бөліктен, ал қабырға бір немесе екі қабаттан тұруы ықтимал. Бұл ядролардың сақталу дәрежесі олардың химиялық белсенділігіне, ерігіштік қасиеттеріне, полярлығына және өзгергіштігіне тікелей байланысты.

Микрокапсулалардың көптеген түрлері қарапайым сфералық пішінге мүлдем ұқсамайды. Шын мәнінде, түзілген микробөлшектердің мөлшері мен пішіні қолданылған материалдарға және оларды дайындау әдістеріне байланысты өзгеріп отырады. Микрокапсулалар мен микросфералардың әртүрлі нұсқалары мономерлер және/немесе полимерлер сияқты көптеген қабырға материалдарының негізінде жасалады [7]. Бөлшектердің пішіні мен түрі ядроның физика-химиялық көрсеткіштеріне, қабықтың құрамына және

таңдалған микрокапсуляциялау технологиясына тәуелді.

1.2 Микрокапсуляциялау әдісін таңдау

Жалпы тұрғыдан алғанда, микрокапсулаларды алу үшін екі негізгі шартты ескеру қажет: біріншіден, материалдың айналасында қабырғаның қалыптасуы; екіншіден, капсулаланған заттың ағып кетуінің алдын алу. Микрокапсуляциялау әдістері бүріккіш кептіру, бүріккіш салқындату, экструзиялық жабын, псевдосұйылтылған қабат жабыны, липосомалық ұстау, лиофилизация, коацервация, суспензияны центрифугалау, кристалдану және кешенді қосылыстар түзілді. Жүзімге, қызанаққа және салатқа қолданудың алдын-ала нәтижелері микробөлшектермен мақсатты агроформуляцияны қолдану өсімдіктерді қорғау үшін пайдалы ғана емес, сонымен қатар өсімдіктердегі биоактивті компоненттердің синтезін ынталандыруы көрсетілді. Мысалы, *Vitis vinifera*-ға химиялық және биологиялық агенттермен толтырылған микросфераларды қолдану жүзім жапырақтарында антиоксиданттық белсенділіктің, жалпы полифенолдардың, хлорофиллдің және каротиноидтардың жүзімге нақты шамада әсер етпестен статистикалық маңызды өсуіне әсер етті [8, 9–28].

Микрокапсуляциялау әдісін және жабын материалдарын таңдау өзара байланысты болды. Қолданылатын жабын материалына немесе әдісіне сүйеніп, қолайлы әдісті немесе жабын материалы таңдалды. Негізінен пленка түзетін материалдар ретінде алынатын жабынды материалдарды табиғи немесе жасанды полимерлердің кең спектрінен таңдалды, олар қапталатын материалға және соңғы микрокапсулаларда қажетті сипаттамаларға байланысты қарастырылды.

Жабын материалының құрамы микрокапсуланың функционалды қасиеттерін және оны белгілі бір құраушысының сипаттамасын жақсарту үшін қалай қолдануды анықтайтын негізгі фактор болып табылды.

Жақсы жабын материалы келесі сипаттамаларға ие [9]:

1. Микрокапсуляциялауда жоғары концентрацияда және жеңіл өндеуде жақсы реологиялық қасиеттер.
2. Белсенді материалды дисперсиялау немесе эмульсиялау және алынған эмульсияны тұрақтандыру қабілеті.
3. Өңдеу, ұзақ мерзімді сақтау кезінде инкапсуляциялау материалмен реакцияға түспеу қабілеті.
4. Өңдеу немесе сақтау кезінде белсенді материалды оның құрылымында бекіту және сақтау мүмкіндігі.
5. Кептіру кезеңінде немесе десольватацияның басқа да түрлерінде микрокапсуляциялау барысында пайдаланылған еріткіштер мен қосымша материалдарды толығымен жою мүмкіндігі.
6. Белсенді компонентті оттегінің, жоғары температураның, жарықтың, ылғалдылықтың сияқты сыртқы орта факторларының зиянды әсерінен толықтай оқшаулау қабілеті.
7. Нақты қолданыс жағдайында қажетті еріткіштерде (мысалы, суда не

этанолда) ери алу қасиеті.

8. Ядроның белсенді ингредиенттерімен химиялық реакцияға түспеу қабілеті.

Жоғарыда аталған талаптардың барлығына бірдей жабын материалы сай келе бермейді. Сондықтан практикада жабын материалдарымен қатар, олардың қоспалары немесе арнайы модификаторлар – мысалы, оттегін сіңіргіштер, антиоксиданттар, хелат түзгіштер және беттік-белсенді заттар – қолданылады. Сонымен қатар, жабын материалдарының өздерін химиялық модификациялау арқылы олардың керекті қасиеттерін басқару жолы да қарастырылады. Модификацияланған бұл материалдар әдетте модификацияланбаған нұсқаларымен салыстырғанда физикалық-механикалық тұрғыдан айтарлықтай жақсы сипаттамаларға ие болады [29–37].

Қолданылатын капсуляциялау әдісіне орай, капсула ішіне салынатын заттардың құрамында белсенді компоненттермен бірге пленка түзуші материалдар, еріткіштер, мономерлер, тұндырғыштар және басқа да қосылыстар болуы мүмкін. Көп жағдайда нәтижесінде көпкомпонентті жүйелер алынады.

Микрокапсуляциялаудың қажетті әдісі мен тиісті материалды дұрыс таңдау – маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Бұл үдерісте микрокапсуляциялаудың өзі айрықша рөл атқарады. Капсулаланған компоненттерді пайдалану – өнеркәсіптегі заттарды мақсатты түрде жеткізу мәселесін шешудің баламалы әрі перспективалы тәсілі, әсіресе бақыланатын босату технологиясымен бірге қолданғанда тиімді болып табылды [38–52].

Микрокапсуляциялау – өзі ғылыми зерттеуді қажет ететін процесс болғандықтан, оны іске асыру, ең алдымен, экономикалық тұрғыдан тиімді болуға тиіс. Микрокапсуляциялаудың мақсаттары шартты түрде бес негізгі санатқа бөлінеді: имобилизациялау, қорғау, бақыланатын түрде бөліп шығару, құрылымдау және қасиеттерін жақсарту [53–60].

Микроинкапсуляцияны қолдану аясы өте кең, ол өнеркәсіптің әртүрлі салаларында кеңінен таралған, және алдағы онжылдықта оның қарқынды дамуын күтуге толық негіз бар.

1.3 Агрохимияның қазіргі жағдайы және өсімдіктер қоректенуінің маңызы

Өсімдік шаруашылығы – күрделі процесс. Оны жүйелі түрде зерделеу тек XIX ғасырда «агрохимия» деген дербес ғылым ретінде қалыптасты. Бұл сала топырақтануды, микробиологияны, химияны, экономиканы, географияны, экологияны және басқа да пәндерді біріктірді. Өткен ғасырда халық санының үздіксіз өсуіне және көбірек азық-түлік өндіру қажеттілігіне байланысты сапалы әрі мол өнім алу мәселелерін шешуге ғылыми негізделген жүйелі көзқарастың қажеттілігі туындады [61].

Осы тұрғыдан алғанда, өсімдіктер тұйықталған және өзін-өзі реттейтін экожүйеде өмір сүреді. Бұл жүйеде өсімдіктер топырақтан алған пайдалы заттарын қайтарады. Алайда адамдардың егін жинау арқылы осы пайдалы

элементтерді қайтармай алып отыруы табиғи тепе-теңдікті бұзады. Мұның салдарынан топырақ биогендік элементтермен сарқылады, егіннің сапасы төмендейді, өсімдіктердің иммундық жүйесі әлсіреп, олар әртүрлі эндемиялық ауруларға шалдығады [62].

Өсімдіктердің қоректенуіне көптеген факторлар әсер етеді, және олардың басым көпшілігін реттеу мүмкін емес. Оларға ең алдымен ауа-райы мен климаттық жағдайлар (ауа мен топырақтың температуралық режимі, салыстырмалы ылғалдылық және т.б.) жатады. Белгілі болғандай, өсімдіктер тамыр жүйесі арқылы қоректік заттарды топырақ ерітіндісінен және топырақтың қатты фазасынан сіңіреді, сондай-ақ жапырақтары арқылы, мысалы, фотосинтез барысында көмірқышқыл газын ассимиляциялайды.

Жалпы айтқанда, өсімдіктердің өсуіне қолайлы оңтайлы жағдайлар бар, және дәл осы жағдайларға қол жеткізу жоғары өнім алуға тікелей әсер етеді.

Топырақ органикалық және минералды бөліктерден тұрады. Минералды бөлігі кремний-оттегі қосылыстарынан, силикаттардан, алюмосиликаттардан, металл оксидтерінен, қышқылдар мен олардың тұздарынан, сондай-ақ басқа заттардан құралған. Органикалық бөлігі гумустан және жануарлар мен өсімдіктердің ыдыраған қалдықтарынан тұрады, бұл қалдықтар ыдырау барысында өсімдіктер үшін қоректік элементтердің көзі болып табылады [63]. Топырақтың құнарлылығына органикалық және минералды компоненттер арасындағы тепе-теңдік тікелей ықпал етеді. Белгілі бір элементтердің жетіспеушілігін әртүрлі химиялық заттарды енгізу арқылы толықтыруға болады. Топырақтың әртүрлі типтері бар, олардың құрамында минералды элементтер мен органикалық бөліктердің мөлшері кең ауқымда өзгереді. Осы жетіспеушіліктерді түрлі қоспалар қосу арқылы жоюға болады [64]. Минералды және органикалық тыңайтқыштар топырақ құнарлылығын арттырады және өсімдіктердің өсуі мен даму процестеріне айтарлықтай әсер етеді. Агрохимиялық құралдарды, тыңайтқыштарды, өсу ынталандырғыштарын және химиялық қорғаныс препараттарын ғылыми негізделген кешенді түрде пайдаланған кезде дақылдардың өсу қарқыны жоғары болады [65].

Топырақтың құрамын реттеу және әртүрлі қорғаныш заттарды қолдану арқылы өнім сапасын жақсартуға болады. Халықты азық-түлікпен қамтамасыз етудің басты бағыты ауыл шаруашылығы өнімдерін өндірудің озық технологияларын дамыту болып табылады. Ауыл шаруашылығын химияландыру қазіргі заманғы агротехнологияның перспективалы бағыты ретінде қарастырылады. Өсімдік шаруашылығында қолданылатын белсенді заттардың кең спектрі ішінде қазіргі таңда өсімдіктердің өсу реттегіштеріне басымдық берілді. Олар химияландырудың басқа құралдарынан айырмашылығы, аз мөлшерде енгізіледі және қоршаған ортаға зиянды әсер етпейді. Реттегіштерді қолдану экологиялық таза ауыл шаруашылығы өнімдерін алуға мүмкіндік берді [66].

Қазіргі уақытта өсімдіктердің дамуына әсер ететін 5000-нан астам реттегіш белгілі, алайда олардың 1%-дан азы ғана тәжірибеде қолданылды. Бұл реттегіштердің өте аз бөлігі ғана агроөнеркәсіптік кешенді химияландыру

құралдарына қойылатын заманауи талаптарды толық қанағаттандыратындығымен түсіндірілді.

Өсімдіктердің өсу реттегіштерін енгізу және пайдалану мәселесі адам мен қоршаған орта үшін мүлдем қауіпсіз, сонымен қатар жоғары тиімді әрі арзан препараттар өндіру технологияларын іздестіруді және дамытуды көздейді. Табиғи фитогормондарға ұқсас препараттар дәл осындай қасиеттерге ие деп болжауға болады.

Өсімдіктердің дамуын химиялық реттеудің жаңа құралдарын іздеу белгілі эндогендік фитогормондар мен ықтимал даму реттегіштерінің химиялық құрылымына ұқсастықтарға негізделген. Бірақ бұл жол жаңа реттегіштерді табуға кепілдік бермейді және көптеген қосылыстарды синтездеуді талап етеді. Біздің пікірімізше, іздеуді реттеуші қасиеттеріне жауапты фитогормон құрылымының фрагменті негізінде жүргізген тиімдірек. Алдымен дәл осы фрагмент анықталуы керек.

1.4 Фитогормондар негізіндегі өсімдіктердің жаңа ынталандырғыштарды талдау

Фитогормондар – бұл онтогенездің барлық сатыларында зат алмасу мен өсу-даму процестерін реттеуге қатысатын өсімдіктердің табиғи тіршілік өнімдері. Қазіргі уақытта фитогормондардың мынадай негізгі топтары белгілі: ауксиндер, гиббереллиндер, цитокининдер, абсцизиндер, этилен және брассиностероидтар. Бұл қосылыстардың басты ерекшелігі – олар өте аз мөлшерде әсер етеді, нақты морфологиялық өзгерістер туғызады және өсімдік бойымен қозғала алады. Жасанды өсу реттегіштерінің көпшілігі эндогендік фитогормондардың физиологиялық аналогтары ретінде не олардың антагонистері ретінде әрекет етеді [67].

Өсімдіктер дамуының бастапқы кезеңінде, әсіресе тамыр жүйесінің қалыптасуына жауап беретін ауксиндер – фитогормондардың маңызы зор. Осы жұмыстың мақсаты ең алдымен ауксиндік белсенділігі бар, өсімдіктер дамуының перспективалы реттегіштерін іздестіру болып табылады.

Ауксиндердің типтік өкілі – β -индолилсірке қышқылы. Индолилкарбон қышқылдары класына жататын көптеген зерттеулер олардың құрылымы мен биологиялық белсенділігі арасындағы белгілі бір заңдылықтарды анықтайды. Өсімдіктерге қатысты физиологиялық белсенділік $\beta(3)$ -позициясында әртүрлі функционалдық топтары бар индол туындыларында байқалады. 3-индолил- γ -май қышқылы және оның туындылары да белсенділік танытты. Бүйірлік алифатикалық тізбектің ұзындығының өзгеруімен гомологтардың физиологиялық белсенділігі төмендейді және 3-индолилкарбон қышқылы жағдайында толық жойылды. Бүйірлік тізбектегі көміртегі атомдарының тақ саны бар гомологтар жұп санымен ең жақын гомологтармен салыстырғанда аз белсенді. Бір сутегі атомын 3-индолилацет қышқылының бүйір тізбегіндегі метил тобына немесе оның туындыларына ауыстырғанда α -пропион қышқылдарының екі энантиомері түзілді, онда (+)-энантиомерлердің белсенділігі жоғары болды. Бүйір тізбектегі екі сутегі атомын алмастыру

ауксин белсенділігі жоқ изомай туындылары түзілуіне әсер етті [68]. 3-индолилалкилкарбон қышқылдары және олардың тұздары белсенді болды. 3-индолил-γ-май және 3-индолил-β-пропион қышқылдары жағдайында эфирлер қышқылдарға қарағанда белсенділігі байқалды. 3-индолилмай қышқылы эфирлерінің белсенділігі эфир радикалының молекулалық массасының жоғарылауымен төмендейді; бірдей молекулалық массада радикалды тармақталған тізбекті эфирлер қалыпты радикалды құрылымға қарағанда аз белсенді болды. Калий, натрий және аммоний тұздарының белсенділігі 3-индолил-β-пропион және 3-индолил-γ-май қышқылдарының белсенділігі сәйкес қышқылдардың белсенділігіне тең. 3-индолил сірке қышқылының анилиді гетероауксиндер белсенділігінің 2/3 тең белсенділігі көрсетілді [69,70].

Жоғарыда келтірілген және басқа мәліметтердің негізінде ауксин белсенділігі болуының мынадай өлшемдері ұсынылған: қосылыс карбон қышқылы болуы және ароматты ядросы болуы, одан карбоксил тобы кемінде бір сутегі атомы бар бір метилен тобынан тұрады. Осы уақытқа дейін белгілі бір химиялық қосылыста ауксин белсенділігінің болуын болжауға мүмкіндік беретін жалпы теория немесе гипотеза көрсетілмеген [70].

Өсімдіктердің дамуын белгілі реттегіштер бойынша жүргізілген әдеби және патенттік шолулар негізінде, біздің ойымызша, ауксин белсенділігі құрамында үзінділермен молекулалар бар $-C=C-N$ және $O = C - C=C -$, дегидроамин қышқылдарының туындылары болды [71].

Осы тұрғыдан келгенде, дегидроаминқышқылдары мен олардың туындылары өсімдіктердің дамуын реттейтін құралдар қатарына жатады. Нақтырақ айтсақ, аминифумар қышқылының диметил эфирі, оның монокалийлі тұзы және моноамидті туындысы каллус тіндерінің өсуін және жүзім сабақтарының тамырлануын тиімді ынталандырады. Екінші жағынан, дегидроаминқышқылдары тірі ағзалардағы Кребс циклі кезінде аминқышқылдары ыдырағанда түзілетін аралық өнімдер болып табылады. Осыған байланысты олардың экологиялық қауіпсіздік деңгейі жоғары.

Жинақталған мәліметтерге сүйене отырып, кейбір алдын ала тұжырымдар жасауға болады [72]:

1. Құрамында төмендегідей фрагменттердің біреуі бар қосылыстар өсуді реттеуші белсенділік танытты: көміртегі атомындағы қос байланыста s-цис немесе s-транс-конфигурациясындағы конъюгацияланған енамин және карбонил топтары, сондай-ақ олардың әртүрлі комбинациялары [73]. Жоғарыда аталған топтардың бір уақытта болуы қосылыстардың өсуге ынталандырушы белсенділігін арттырады;

2. Амин тобының азот атомында ешқандай алмастырғышы жоқ қосылыстар ең жоғары өсу белсенділігіне ие;

3. Азот атомына алмастырғыштарды енгізу өсуді ынталандыру белсенділігін төмендетеді және оның әсер ету сипатының кері өзгеруіне – яғни заттың тұқымның өнуін тежегішке айналуына әкеледі. Бензил немесе оксиэтилді алмастырғыштарды амин тобына қосқанда, өсу белсенділігінің мұндай кері айналуы байқалмайды [74];

4. Ароматты алмастырғыштарды қос байланыстағы ($C=C$) азот немесе көміртегі атомдарына қосу қосылыстардың өсу белсенділігінің төмендеуіне әсер етеді;

5. Азот атомындағы немесе карбонил тобындағы алкилді алмастырғыштың тізбегі ұзарған сайын және оның тармақталу дәрежесі артқан сайын, өсу белсенділігі төмендейді;

6. Белсендірілген аминдердің суда ерігіштігі жоғарылаған сайын, олардың өсуді ынталандыратын белсенділігі де артады. Белсендірілген енаминдердің суда ерігіштігінің артуы да осыған ұқсас әсер береді [75].

Полиэлектролиттер – бұл макромолекулалар құрамында ерітіндіде иондануға қабілетті топтары бар жоғары молекулалы қосылыстар. Олардың «поли» деп аталуы көптеген ионогендік топтардың болуына, ал «электролиттер» деп аталуы ерітінділерінің электр тогын өткізу қабілетіне байланысты. Ионогендік топтар қышқылдық немесе негіздік сипатқа ие болуы мүмкін, кейде олар қышқылдық пен негіздік қасиеттерді бір мезгілде көрсетеді.

Полиэлектролиттер кейбір вакциналарда адъювант ретінде қолданылған. Алғашқылардың бірі болып табиғи полиэлектролит – хитозан пайдаланылды, қазіргі уақытта ол бірнеше вакцина препараттарының құрамына кіреді.

Ресей Ғылым Академиясының академиктері Р.В. Петров, В.А. Кабанов және Ресей Медицина Ғылымдары Академиясының академигі Р.М. Хаитовтың [76] жетекшілігімен орыс химиктері мен дәрігерлері полиэлектролиттер негізінде тұңғыш ресейлік вакцинаны жасап шығарды. Осындай вакциналарды құрастыру принципін ашқандары үшін олар 2001 жылы Ресей Федерациясының Мемлекеттік сыйлығымен марапатталды. Бұл жұмыс ауруларды емдеуде жасанды полимерлерді тиімді қолданудың алғашқы табысты мысалы болды.

Жалпы алғанда, поликатиондар бейтарап полимерлер мен полианиондармен салыстырғанда белгілі бір дәрежеде уыттылығымен ерекшеленеді. Медицинада поликатиондарды (мысалы, полиоксидонийді) қолдану туралы деректер салыстырмалы түрде сирек кездеседі.

Полиэлектролиттердің арасында биополимерлер микрокапсуляциялауға арналған материалдар ретінде барынша перспективті бағыттардың бірі болып саналады.

Биополимерлер биодеградацияланатын, өзінің табиғаты бойынша бай, жаңартылатын, улы емес және салыстырмалы түрде арзан. Олардың әрқайсысында химиялық синтезге қарағанда табиғи жүйелермен ғана жететін жоғары молекулалық күрделілігі бар жасанды аналогтардың барлық қасиеттері бар. Биополимерлердің басқа маңызды қасиеттері – қоршаған ортаның физика-химиялық жағдайларын (мысалы, қоршаған ортаның құрамы, температура және рН) өзгерту арқылы олардың қасиеттерін бейімдеуге мүмкіндік беретін гидроксилді, амин және карбоксил топтарын алғанда, функционалды топтардың жоғары мөлшерінен құралған. Полисахаридтер, гидрофильді және суда еритін, беттік – белсенді заттардың молекулаларымен өзгертілген, су ерітіндісінде өзіндігінен түзілді, онда комплекстер, мицеллалар, көбіктер және микро / наногельдерден әртүрлі супрамолекулалық құрылымдар түзеді, олар

бақылаумен босатуды қолдануда пайдалы болды [76-84].

Көп құраушымен биополимерлер негізінде микрокапсулалар дайындау қажетті қасиеттері бар микрокапсулаларды жасау мүмкіндігін ұсынатын келешегі бар тәсіл болады. Бұл өсімдіктерді қорғау және өсіру мен қоректену құралдарын бір уақытта қосуға жарамды микрокапсулаларды жасауда маңызды. Осы уақытқа дейін өсімдіктерді қорғау, өсіру үшін әртүрлі агенттер инкапсуланған, мысалы, пестицидтер, инсектицидтер, фунгицидтер және т.б. [85-93]. Соңғы жылдардағы қарқынды зерттеулер биополимерлерге негізделген микрокапсулалардағы молекулааралық өзара әрекеттесудің процестері мен механизмдерін түсінуде көптеген жаңа түсініктер берді, бірақ органикалық және бейорганикалық химиялық заттарды бір уақытта инкапсулалау туралы білім әлі шектеулі және толық емес. Ауыл шаруашылығында ықтимал қолдану туралы ойлау тек ғана сұраныс емес, сонымен бірге ғылыми үндеу болып табылды.

Таза теріс немесе оң заряды бар биополимерлер полиэлектролиттер деп аталады. Қарама - қарсы зарядталған полиэлектролиттер ерітінділерінің араласуы күшті электростатикалық өзара әрекеттесуге байланысты полиэлектролитті кешендердің өздігінен түзілуге әсер етті [94]. Сутегі байланысы және гидрофобты өзара әрекеттесу сияқты басқа өзара әрекеттесулер кешен түзу процесіне әсер етеді. Полиэлектролитті кешеннің түзілуі қарама-қарсы зарядталған құраушылардың макромолекулалық сипаттамаларына, араластыру жүйесіне және қоршаған орта жағдайына байланысты әртүрлі құрылымдарға әсер етті [95]. Хитозан, ксантан гум, альгинат тәріздес полиэлектролиттер биополимерлер түзетін және қосымшаларда кең қолданылатын белгілі микрокапсулалар ретінде қарастырылды. Хитозан негізінен бастапқы амин функционалды топтары бар табиғи катионды полисахарид ретінде әлсіз полибаза түрінде рН-ға сезімталдылық көрсетті, ол төмен рН оңай ериді, ал жоғары рН ерімейді. Хитозанның полиэлектролитті кешенінің басқа биополимерлерден артықшылығы-органикалық еріткіштердің, химиялық байланыстырушы заттардың алдын алу және сол арқылы уыттылық пен жағымсыз жанама әсерлерді азайтады. Альгинат – бұл екі түрлі қайталанатын карбоксилденген моносахарид бірліктерінен (манурон және гулурун қышқылдары) тұратын анионды полисахарид. Осы екі қышқылдың арақатынасы биополимердің физика-химиялық қасиеттерін анықтайды. Ксантан – *Xanthomonas campestris* бактериясы өндіретін жасушадан тыс полисахарид. Оның негізін целлюлоза құрайды, ал әрбір екінші глюкоза қалдығына бүйірлік тізбектер ретінде екі манноза және бір глюкуроны қышқылы бекітілген. Ксантан ферментативті ыдырауға төзімді анионды полиэлектролит болып табылады [96]. Электростатикалық тартылыс –хитозанның катиондық амин топтары мен альгинаттың карбоксил топтары арасында кешендер түзілуіне ықпал ететін негізгі өзара әрекеттесу түрі. Хитозан/альгинат және хитозан/ксантан камедь кешендерінің құрылымы мен физика-химиялық сипаттамаларын функционалды топтар арасындағы ассоциация дәрежесін бақылау арқылы реттеуге болады [97].

1.5 Микрокапсуляциялауды ауылшаруашылығы мәселелер шешімі ретінде қарастыру

Қазіргі кезеңде табиғи және синтетикалық биологиялық белсенді заттардың (өсу реттегіштері, ферменттер) тұрақтылығы мен белсенділігін сақтау, олардың жұмыс істеу мерзімін ұзарту, субстраттармен мерзімінен бұрын әрекеттесуден және ылғал мен атмосфералық оттегінің зиянды әсерінен қорғау, сондай-ақ олардың әсер ету ұзақтығын арттыру мәселелері ерекше өзектілікке ие болды. Технологиялардың дамуы фармакотерапия, ауыл шаруашылығы және косметика өнеркәсібінің сұраныстарымен тығыз байланысты. Бұл салалар белсенді заттың барынша аз мөлшерімен жоғары тиімді және жанама әсерлері аз препараттарды жасау қажеттілігін көрсетті. Қойылған міндеттерді шешу биологиялық белсенді қосылыстардың құрамы мен түрін таңдауға, оңтайлы технологиялық процестерді пайдалануға негізделген қағидаттарға сүйенеді. Дәл осы жағдай экономикалық тұрғыдан дамыған елдерде мұндай зерттеулерге деген жоғары қызығушылықты, олардың кең таралуы мен серпінді дамуын түсіндіреді [98].

Дайын өнімнің қасиеттері мен ұзақ мерзімді әсерін сақтауға ықпал ететін тұрақтылық пен сапаны арттыру әдістерінің бірі – микрокапсуляциялау. Бұл технология ферменттер, ақуыздар, эфир майлары және т.б. сияқты биологиялық белсенді заттарды тұрақтандыруға және сақтауға мүмкіндік береді. Аталған заттар физикалық және химиялық факторлардың әсерінен дезактивациялануға, ұшып кетуге және басқа да жағымсыз өзгерістерге бейім. Бұдан басқа, микрокапсуляциялау контейнерден белсенді заттың бөлінуін басқарудың қосымша мүмкіндігін береді.

Микрокапсуляциялау соңғы кездері кеңінен қолданылып жатқанына қарамастан, оның практикалық негіздерін жасау әлі де өзекті болып отыр. Бұл препараттардың оңтайлы құрамын, оның ішінде көмекші заттар мен қолданылатын форманы реттеуге немесе болжауға мүмкіндік береді. Биологиялық белсенді заттардың бөліну процесін зерттеу көп жағдайда препараттардың биожетімділігі үшін маңызды болып табылатын сіңу процесінің көрсеткіштерімен байланысты.

Қазіргі уақытта жоғарыда аталған мәселелерді шешу мақсатында [99-102] ақуыздық препараттарды, ферменттерді және басқа да биологиялық белсенді заттарды жеткізудің әртүрлі жүйелері, оның ішінде микрокапсуляциялау тәсілдері зерттелуде. Әсер етуші заттарды инкапсуляциялау әдістерін әзірлеудегі маңызды практикалық міндеттердің бірі – эмульсияларды алу. Мұндай жүйелердің сыртқы орта жағдайларының (рН, иондық күш, температура) кең ауқымында тұрақтылығын қамтамасыз етуге полиэлектролитті кешендер қабілетті. Бұл кешендер белсенді компоненттердің бақыланатын бөлінуіне әсер ететін молекулалық сипаттамалар мен фазалық күйдегі аздаған өзгерістерге тез әрі қайтымды жауап береді [103].

Соңғы жылдары қарама-қарсы зарядталған полиэлектролиттерді кезекпен адсорбциялау арқылы немесе Макс Планк атындағы Коллоидтар мен беттер институты (Потсдам-Гольм, Германия) ғалымдары әзірлеген LbL (қабат-қабат)

әдісімен ақуыздарды микрокапсуляциялау кеңінен зерттелді. Бұл әдіс коллоидты бөлшектердің бетінде қарама-қарсы зарядталған полимер иондарын немесе полиэлектролиттерді қабаттап адсорбциялауға негізделген [104, 105]. Алайда бұл тәсіл уақытты көп талап етеді және бірқатар кемшіліктерге ие: тұрақтылықтың жеткіліксіздігі, бөлшектер мөлшерін бақылаудың қиындығы және агенттің белсенділігін сақтаудағы проблемалар.

Қазіргі кезеңде биоактивті агенттерді микрокапсулаларға инкапсуляциялауға арналған әртүрлі әдістер ұсынылған: қос эмульсиялар, органикалық фазаны пайдалану, бөлу әдісі, суперкритикалық сұйықтық технологиясы және бүрку техникасы. Микрокапсулаларды алудың барынша тиімді тәсілдерін таңдау және оларды ғылыми тұрғыдан негіздеу жұмыстары әлі де жалғасуда [106–112].

Микрокапсуляциялау технологиясын дамыту және дұрыс таңдау үшін эмульгатордың физикалық, химиялық және биологиялық қасиеттерін жан-жақты білу өте маңызды. Осы мәліметтерге сүйене отырып, дайын өнімнің қасиеттерін нақты анықтауға болады. Осы тұрғыдан алғанда, қарама-қарсы зарядталған биополимерлер жүйелерімен тұрақтандырылған эмульсияларды алу өзекті міндет болып табылады. Бұл әртүрлі компоненттерді микрокапсуляциялаудың жаңа бағыты болып саналады. Инкапсуляцияланған агенттің биожетімділігін төмендететін факторларға болжамды түрде әсер ететін әртүрлі полиэлектролиттік жүйелерді зерттеу ерекше перспективаға ие [113].

Мұндай көзқарас полиэлектролитті кешендердің жоғары молекулалық массасының арқасында жеткізу жүйесінен бақыланатын босатуға қол жеткізуге болатындығымен негізделеді. Сонымен қатар, бұрын жүргізілген зерттеулерде [114] көрсетілгендей, агенттердің баяу бөлінуі ферменттердің биожетімділігін белгілі бір дәрежеде арттырады. Қойылған міндеттерді шешу мүмкіндігінің негіздемесі ретінде белсенді құраушыларды микрокапсуляциялау мен қарапайым және қос эмульсияларды тұрақтандыруға арналған полимер-биологиялық белсенді заттардың түрлі қоспаларын, дәрілік препараттарды жеткізуге арналған жүйелер алдын ала зерттелді [115–117, 118–125].

1.6 Ауылшаруашылығындағы биологиялық белсенді ингредиенттердің микрокапсуляциясы

Ауылшаруашылығында агрохимикаттарды қолдану қоршаған ортаға, азық-түлік қауіпсіздігіне және адам денсаулығына нақты шамада әсер етті, олардың кейбіреулері тұрақты органикалық ластаушы заттар. Агрохимикаттар - бұл біздің қоғамға нақты шамада әсері бар заңды және пайдалы құралдар. Осы артықшылықтарды нақты шамада арттыру үшін біз оларды қауіпсіз және тиімді түрде пайдаланылды; дұрыс пайдаланбау адамдарға және қоршаған ортаға зиян келтірді. Қоршаған ортаға түсетін агрохимикаттардың жалпы әсерін азайту үшін бүкіл әлемде олардың қолданылуын шектеуге және агрохимикаттарды аз қолданып, экологиялық және экономикалық қауіпсіз өнімдер үшін теңдестірілген агротехникалық шараларды қолдану ұсынылды. Бұл талап жаңа буын мәзірін жасаумен дамуына әсер етті (суспензия концентраты, суда

диспергирленген түйіршіктер, капсула суспензиясы және т.б.) [126].

Биологиялық ыдырайтын матрицалары бар микрокапсулалардың суспензиялары өсімдіктерді қорғау немесе қоректендіру үшін қолданылатын белсенді затты бақыланатын және ұзартылған босатудың тиімді әдісі ретінде танылды. Микрокапсуляцияның артықшылықтары тиімді жұмыс жасауды, пайдаланушы қауіпсіздігін және қоршаған ортаны қорғауды жақсартты. Инкапсуляциялау - бұл бір затты (белсенді агент немесе құраушы, ядро материалы, толтырғыш, жүктеме, ядро немесе ішкі фаза деп аталатын) нанодан микронға дейінгі капсулаға қаптау процесі. Белсенді агентті инкапсулалайтын материалдар жабын материалы, мембрана немесе қабырға материалы деп аталады (ядро айналасында әртүрлі қалыңдықтағы қабаттарда орналасқан бір қабырға немесе бірнеше қабық). Микрокапсуляциялау технологиясының негізгі қызметі – белсенді компонентті қажетті орында және тиісті сәтте бақыланатын түрде босатуды қамтамасыз ету болып табылады [127]. Бұл технология белсенді заттарды жеткізу жүйелері саласындағы ең перспективті бағыттардың бірі ретінде танылады. Микрокапсуляциялау – коллоидтық және фазааралық химия саласындағы іргелі зерттеулерді біріктіретін, белсенді компоненттердің тұрақтану процестерін терең түсінуге мүмкіндік беретін пәнаралық ғылым саласы [128–130]. Белсенді агенттердің микрокапсулалары бірнеше мақсатта жасалады: олардың уыттылығын төмендету, белсенділігін арттыру, булану мен шайылуды азайту, сондай-ақ қажетті әсерге жету үшін қолданылатын белсенді заттардың мөлшерін қысқарту.

Микрокапсуланың оңтайлы құрамы белсенді компоненттің әсер ету орнына тиімді жеткізілуіне жағдай жасайды. Бұл сақтау мерзімін ұзартуға, дала жағдайындағы тұрақтылықты қамтамасыз етуге, қажетті жабдықтармен қауіпсіз жұмыс істеуге және қажетті биологиялық нәтижеге қол жеткізуге ықпал етеді. Химиялық агенттерді инкапсуляциялаудың көптеген әдістерінің бар екендігіне қарамастан, ғылыми әдебиеттерде биологиялық және химиялық агенттерді бір мезгілде микрокапсуляциялау және жеткізу мәселелері аз қамтылған. Осы тұрғыда келесі негізгі міндеттер шешілуі тиіс: биологиялық және химиялық белсенді заттардан микрокапсулаларды дұрыс таңдау, сондай-ақ бір бөлшекте бірнеше белсенді компоненттің бір уақытта болуы олардың өзара белсенділігін төмендетпеуі керек.

Өсімдіктердің қалыпты өсіп-дамуы үшін олардың қоректенуі маңызды рөл атқарады (қоректік заттар атмосфера мен топырақ ылғалынан, топырақ минералдары мен органикалық заттарынан алынады). Топырақтағы қоректік элементтер әртүрлі және күрделі өзгерістерге ұшырайды, көп жағдайда топырақтың рН деңгейі мен микрофлорасы айтарлықтай әсер етеді. Осыдан кейін ғана бұл заттар сіңіріліп, өсімдік тамырларына жетеді.

Белгілі болғандай, химиялық элементтер – негізгі (макроэлементтер), қосалқы (мезоэлементтер) және микроэлементтер – өсімдіктердің өсуі мен тіршілігі үшін аса маңызды.

Жалпы алғанда, өсімдіктердің көпшілігі топырақтан қоректік заттарды өсімдік тамыры арқылы жеткілікті мөлшерде сіңіреді. Өнімділіктің артуына

және өсуіне әсер ету үшін адамдар тыңайтқыш қосу арқылы топырақты жасанды түрде өзгертті.

Кальций өсімдіктердің маңызды микроэлементтері және өсімдіктердің жасуша қабырғалары құрылымының ажырамас бөлігі, басқа қоректік заттардың тасымалдануын реттейді, кейбір өсімдік ферменттерінің белсенділенуіне қатысады. Кальций өсімдіктегі сілтілі металдар мен органикалық қышқылдар тұздарының әсерін бейтараптандырды. Кальций өсу процесінде маңызды, жасушаларға реттеуші және өсімдіктің тұрақтылығына әсер етті. Кальций қалыпты жасуша өсуге салыстырмалы түрде жоғары концентрацияда алынды. Кальций тапшылығы тамыр қызметін бұзады, өсу тежелді және т.б. биобелсенді агенттердің физика-химиялық сипаттамаларына байланысты қазіргі уақытта тиімді бір мезгілде инкапсулалауға жетуге микрокапсулаларды дайындаудың ең тиімді әдісі таңдалды. Осы деңгейдегі молекулаларды басқару әр түрлі ортадағы жүйенің құрылымы мен динамикалық қасиеттерін жан-жақты түсіндірілді. Екі биологиялық белсенді агент жүктелген биополимерлерге негізделген күрделі микрокапсулалардағы молекулалық құрылым мен реакциялық өзара байланысын терең түсіну арнайы таңдалған қасиеттері бар микрокапсулалардың жаңа құрамын жасауға көмектесті. Микрокапсуланың құрамы белсенді агент пен микрокапсуланың қоспасы. Микрокапсулалардың оңтайлы құрамын жасау және дайындау белсенді агенттер мен жабын материалдарының табиғаты, қапталған материалдардың тұрақтылығы мен босату сипаттамалары және инкапсуляциялау әдістері тәріздес құрылым мен физика-химиялық қасиеттерді түзетуді қарастырды. Микрокапсулаларды алудың көптеген әдістері әзірленген. Бұл әдістерді екі негізгі санатқа бөлуге болады: біріншісі – полимерлену реакциясы арқылы капсулаларды синтездеу, екіншісі – дайын макромолекулалардан немесе алдын ала алынған полимерлерден жасау. Қолданылатын тәсілдер капсула ішіне салынатын заттың табиғатына, сондай-ақ уытсыз компоненттерді таңдау принциптеріне негізделеді. Гидрофильді агенттерді микрокапсуляциялау үшін тұрақты қос эмульсияларды алуға арналған әдіс жасалса, гидрофобты заттар үшін Пиккеринг эмульсияларын пайдалану тәсілдері қарастырылған.

Профессор А.В.Просьяниктың жетекшілігімен Днепропетровск химия-технологиялық университетінің зертханасында өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсер ететін жаңа синтезделген ынталандырғыштарды микрокапсуляциялау жұмыстары жүргізілді. Бұл бағытта профессор М.Винцековичпен (Загреб университеті, Хорватия) бірлесіп әзірленген жаңа тәсіл қолданылды. Аталған тәсіл биополимерлерден (хитозан мен альгинат) тікелей микрокапсулалар алуға негізделген және бұрынғы әдісті модификациялау арқылы жасалған [131]. Бұл әдістің ерекшелігі – ол эмульгирлеу және органикалық еріткіштерді қолдану сатыларын қамтымайды. Нәтижесінде микрокапсулаланған белсенді агенттердің инактивациялану дәрежесі айтарлықтай төмендейді [132-136].

Альгинаттың гель түзуі мен көлденең байланысу механизмі келесідей: гулулон қышқылының натрий иондары кальций иондары немесе хитозан сияқты катиондармен алмасады, нәтижесінде гулулон топтары тығыздалып,

капсулаға тән құрылым қалыптасады. Кальций мен хитозан – екі катион да альгинат ядросының беткі қабатындағы теріс зарядтармен бәсекелеседі. Қарама-қарсы зарядтарға ие альгинат пен хитозан арасындағы электростатикалық әрекеттесу бүкіл жүйенің ерігіштігін төмендетеді, және осы ерігіштіктің азаюы микрокапсулалардың түзілуіне қозғаушы күш береді. Бұл механизм әртүрлі тәжірибелік жағдайлардың өзінде микрокапсулалардың жоғары тиімділікпен түзілуін түсіндіреді. Сонымен қатар, ол әртүрлі биокатиондарды (мысалы, мыс немесе кальций) және өсімдіктердің өсуін ынталандыратын заттарды бір мезгілде жүктеу үшін тәжірибелік параметрлерді өзгертуге мүмкіндік береді.

Әдеби шолу бойынша қорытынды:

Өсімдіктердің дамуын ынталандыратын қосылыстарға қатысты әдеби деректерге жүргізілген талдау көрсеткендей, перспективті кластардың бірі – енаминдер тобына жататын, карбонил топтарымен белсендірілген енаминдер, сондай-ақ дегидроамин қышқылдарының туындылары. Соңғы жылдардағы қарқынды зерттеулер биополимерлерге негізделген микрокапсулалардағы молекулааралық өзара әрекеттесудің процестері мен механизмдеріне жаңа көзқараспен қарауға мүмкіндік берді, бірақ органикалық және бейорганикалық химиялық агенттерді бір уақытта инкапсуляциялау туралы білім әлі толық емес шектеулі негізде қарастырылды.

2 ЗЕРТТЕУ НЫСАНДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

2.1 Зерттеу нысандарының сипаттамасы

Зерттеу нысандары биологиялық белсенді ингредиенттер (ынталандырғыштар) аминфумар қышқылының туындылары:

1. Аминфумар қышқылының диметил эфирі - үлгі №1.

2. 2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері -үлгі №2

3. 1-метил-3-метиламиноmaleинимид - үлгі №3

4. 1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен-үлгі №4

5. Транс-диаква-бис {1-окси-1,2- диметокси-карбонилэтенато}мыс (II)-үлгі №5 (мыс (II) кешені).

Биополимерлер: хитозан, натрий альгинаты.

Иондық байланыстырушы агент ретінде кальций хлориді (CaCl_2) ерітіндісі.

Дисперстік орта: мирокапсуляция процесіндегі май фазасын қалыптастырушы тазартылған соя майы.

Эмульсиялар үшін беттік белсенді зат ретінде натрий додецилсульфат (ДСН).

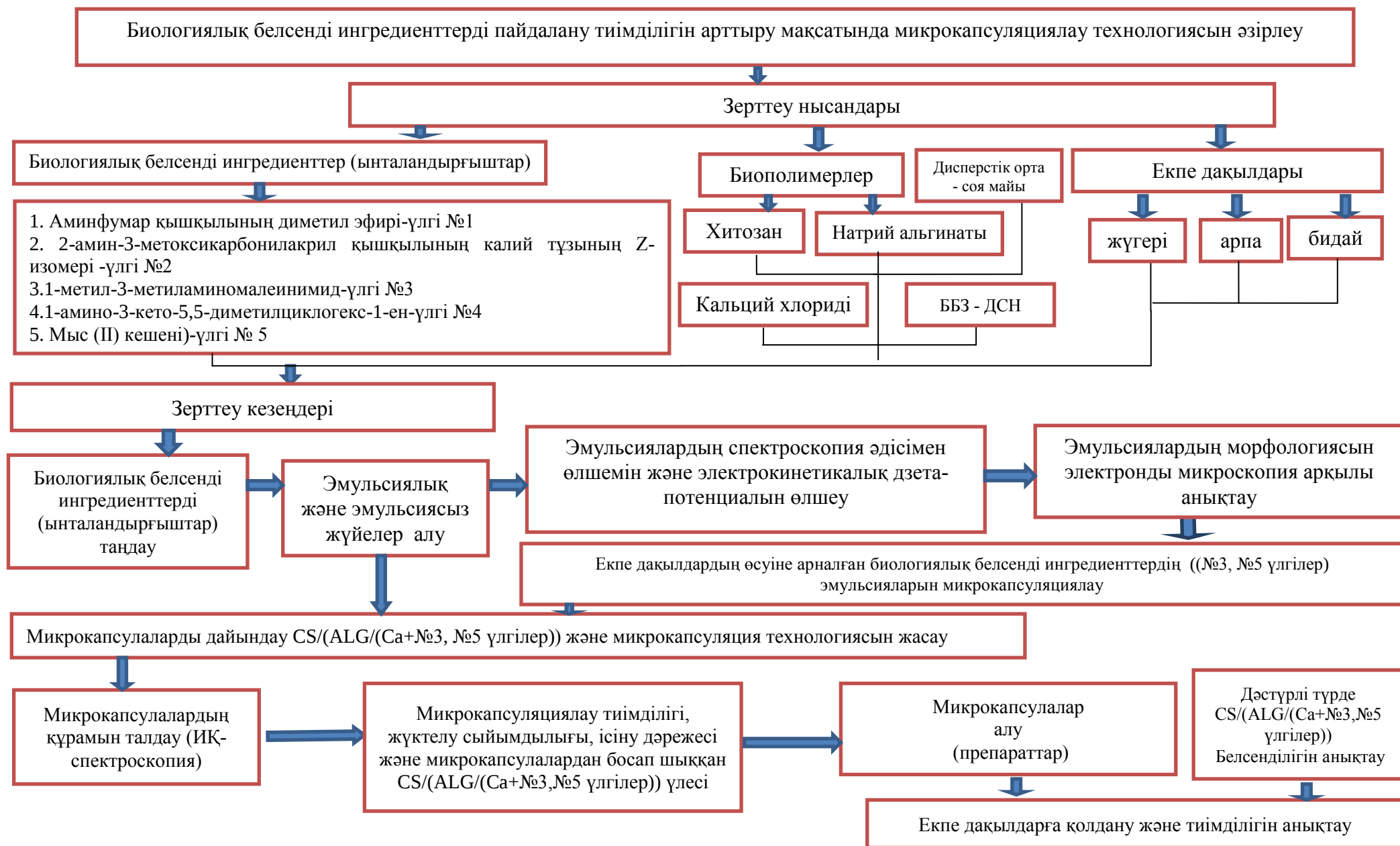
Екпе дақылдар: қияр (Меринда F1), жүгері (II - 346 желісі), бидай (Красноводопадская 210 сорты), арпа (Бәйшешек сорты).

Барлық қолданылған химиялық реагенттер аналитикалық дәрежедегі тазалыққа ие болды және оларды қосымша өңдеусіз тікелей пайдаланды. Сулы ерітінділерді дайындау үшін тек Milli-Q жүйесінде алынған ультра таза су алынды (бұл судың меншікті кедергісі 18,2 МОм құрады).

2.2 Зерттеуді ұйымдастыру және оның жүргізілу схемасы

Тәжірибелік-зерттеу жұмыстары төменде сипатталған сызбанұсқаға сәйкес орындалды. Зерттеуді ұйымдастырудың жалпы схемасы 1-суретте көрсетілген.

1-суретте зерттеу тақырыбы аясындағы негізгі зерттеу нысандары, жұмыстың кезеңдері, қолданылған әдістемелер және алынған нәтижелер келтірілген.



Сурет 1 - Зерттеуді ұйымдастыру сызбанұсқасы

2.3 Зерттеу әдістері

2.3.1 Өсімдіктердің өсіру ынталандырғыштарын талдау және тандау

Зерттеу кезінде бес биологиялық белсенді ингредиенттердің (ынталандырғыштар) өсіруді реттегіш белсенділіктері сынақтан өткізілді. Олар: аминфумар қышқылының диметил эфирі - үлгі №1, 2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері-үлгі №2, 1-метил - 3-метиламиномалеинимид - үлгі №3, 1-амино-3 - кето - 5,5-диметилциклогекс-1-ен - үлгі №4, мыс (II) кешені-үлгі №5.

Зертханалық сынақтан өткізу Т. А. Сергеевтің әдістемесіне [137] сәйкес жүргізілді. Петри табақшасындағы сүзгі қағазына концентрациясы алдын-ала анықталған ынталандырғыштар ерітіндісінің 5 мл мөлшері енгізілді. Оның бетіне 10-30 дана тұқым біркелкі жайғастырылды. Бақылау нұсқасы ретінде ынталандырғыштарды қолданбай таза су пайдаланылған үлгі алынды. Тәжірибенің нақтылығын қамтамасыз ету үшін зерттеу үш рет қайталанымда орындалды. Нәтижелер тәжірибенің 7-ші күні есептелді.

Өсімдік өсіретін ыдысқа ынталандырғыштардың сулы ерітіндісін құйып оған жүгерінің (П - 346 желісі), арпаның (Бәйшешек сорты), күздік бидайдың (Красноводопадская 210 сорты) тұқымдары өсірілді. Бақылау үшін суда өсірілген тұқымдар алынды. Эталон ретінде 2,5% -дық натрий гуматының ерітіндісі пайдаланылды.

Тұқымды өсіру сыйымдылығы 500 мл агар-агар құйылған химиялық стаканда жүргізілді. Ең алдымен стаканға аздаған мөлшерде су құйылды, одан соң су белгіге дейін қосылды. Алғашқы 6 күнде тұқым 22°C температурада қараңғыда тұрды. Одан соң фотокезеңде өсті 6:18. Өсімдіктерді биометрикалық тексеруден өткізу 14-күні жүргізілді.

2.3.2 Эмульсиялық жүйелер алу

Зерттеу барысында [138] жұмысшы ерітіндіге концентрациясы 2 мг/мл болатын ынталандырғыштар енгізіліп, толық гомогенді күйге жеткенше механикалық түрде араластырылды. Келесі кезеңде дайындалған сулы фаза (СФ)мен құрамында соя майы бар майлы фаза (МФ) өзара әрекеттестірілді. Мұнда фазалардың көлемдік арақатынасы 0,1:10-нан 1:10-ға дейінгі аралықта өзгертіліп отырды. Тұрақты эмульсиялық жүйе қалыптастыру үшін соя майына беттік белсенді зат -натрий додецилсульфаты (ДСН) қосылды ($1,08 \cdot 10^{-3}$ М- $4,5 \cdot 10^{-3}$ М концентрация диапазонында). Дисперстік жүйе алу үшін Bandelin V200 жоғары қарқынды ультрадыбыстық гомогенизаторы қолданылды. Процесс келесі параметрлерде жүзеге асырылды:

- Қуаттылық: 30 Вт;
- Жүйе: пульсациялық (2,5 с акустикалық әсер, 0,5 с үзіліс);
- Ұзақтығы: 1-ден 5 минутқа дейін;
- Температура: 25°C.

Алынған эмульсияның сапасы мен тұрақтылығы бөлініп шыққан май мөлшерін өлшеу арқылы әр 30 мин сайын бақыланды. Жүйенің

микроқұрылымдық сипаттамаларын нақтылау мақсатында фотокорреляциялық спектроскопия (DLS) әдісі қолданылды.

Микроэмульсияны алу үшін Sonopuls 4050 гомогенизаторында диспергирлеу процесі жүргізілді. Натрий додецилсульфаты (ДСН) және хитозан негізіндегі модельдік жүйе ерітіндісі 0,01:200 қатынаста дайындалды. Алынған микроэмульсияның көлемі 10-15 мл құрады (2-сурет).



Сурет 2 - Ультрадыбысты гомогенизатор Bandelin SONOPULS HD 4100 арқылы эмульсиялар алу

2.3.3 Эмульсиялардың бөлшектерін спектроскопиялық (DLS) және дзета-потенциалды электрокинетикалық әдіспен анықтау

Коллоидтық ерітінділердегі нанобөлшектердің мөлшерін және олардың полидисперстілік дәрежесін анықтау үшін жарықтың динамикалық шашырауына негізделген лазерлік корреляциялық спектроскопия әдісі қолданылды. Бұл өлшеулер ZetaSizer Nano ZS (Malvern Instruments, Ұлыбритания) құралында жүргізілді [139,140].

Эмульсияның дзета-потенциалын, сондай-ақ полимерлі микро –және нанокапсуланы анықтау барысында да ZetaSizer NanoZS (Malvern Instruments, Ұлыбритания; өлшеулер Полимерлі материалдар және технологиялар институты, Алматы қаласында орындалды) аспабы пайдаланылды.

2.3.4 Электронды микроскопия әдісі

Эмульсиялар мен микрокапсулаларды сипаттауға электронды микроскопия әдісі қолданылды (Leica 400 үлкейту кезінде), сканерлейтін электронды микроскопия көмегімен субмикроконтейнерлердің морфологиясы зерттелді (SEM, LEO 1550 бақылауы). СЭМ үшін үлгілер арнайы субстраттарда сұйылтылған эмульсиялардың тамшыларын кептіру арқылы дайындалды [141-143].

2.3.5 Микрокапсулаларды дайындау CS/(ALG/(Ca+ынталандырғыштар)) және микрокапсуляция технологиясын жасау

Микрокапсулалар екі сатылы технологиялық цикл негізінде, қоршаған ортаның тұрақты температуралық жағдайында полиэлектrolиттердің иондық гель түзу мен кешен түзу арқылы дайындалды [144, 145]. Эмульсиясыз жүйелерде капсула алу әдісі келесі түрде жүзеге асырылды: белсенді ынталандырғыштардың әрқайсысы (№1, №2, №3, №5 үлгілер) нақты мөлшері 100 мл натрий альгинатының (1,5%) ерітіндісінде толық гомогенделгенше магниттік араластырғышта 60 мин бойы араластырылды.

Түзілген микроқұрылымдардың (ALG / (Ca + ынталандырғыштар)) матрицасын нығайту мақсатында үлгілер бөлме температурасында 30 мин ұсталды. Содан кейін инкапсуляциялау процесі Encapsulator Büchi-B390 құрылғысы көмегімен жүргізілді: қоспа 121 мбар қысыммен, 600 Гц діріл жиілігінде және 300 мкм өлшемді саптама арқылы 100 мл CaCl₂ (1 моль/дм³) ерітіндісіне тамшылатып енгізілді.

Екінші кезеңде тазартылған микросфералар хитозан ерітіндісіне (0,5% CS 1,0% CH₃COOH) диспергирленіп, полиэлектrolиттік қабықшаның қалыптасуы үшін 30 мин бойы ұсталды. Дайын микрокапсулалар ионсыздандырылған сумен және фосфатты - тұз буфермен жуылып, 4°C температурада сақтауға қойылды.

2.3.6 Фурье түрлендірумен инфрақызыл спектроскопия әдісімен микрокапсулаларды талдау

Фурье (FTIR) түрлендірумен инфрақызыл спектроскопия спектрлері FTIR Instrument – Cary 660 (MIR system) (Agilent Technologies, АҚШ) спектрометрде алынған [146]. Альгинат, кальций хлориді және ынталандырғыштардың жеке үлгілері (№1, №2 және №3, №5 үлгілер), олардың қоспалары мен микрокапсулалардан түйіршіктер жасау үшін калий бромидімен араластырылды. Спектрлік сканерлеу 400-4000 см⁻¹ диапазонында жүргізілді.

2.3.7 Микрокапсуляциялау тиімділігі, жүктелу сыйымдылығы, ісіну дәрежесі және микрокапсулалардан бөлінген ынталандырғыштардың үлесі

а) Микрокапсуляциялау тиімділігі

Микрокапсуляциялау тиімділігі (ЕЕ) жалпы ынталандырғыштар концентрациясынан (C_{жалпы}) және құрғақ микрокапсулаларда (C_{жүктеу}) ынталандырғыштар мөлшерінен есептелді, Хуе және т.б. әдісі бойынша [147]. Микрокапсуляция тиімділігі формула бойынша есептелді:

$$EE = (C_{\text{жүктелген}} / C_{\text{жалпы}}) \times 100 \quad (1)$$

мұнда C_{жүктелген} = C_{жалпы} - c_f және c_f сүзіндідегі ынталандырғыштар концентрациясы.

Ерітіндіні қайтадан шайқап, қараңғыда 15 мин қалдырылды, содан кейін λ = 380 нм-де үлгі №1 мен үлгі №2 үшін және λ = 398 нм кезінде үлгі №3 үшін

спектрофотометрдегі мәні есептелді.

б) Микрокапсуляциялаудағы жүктелу сыйымдылығы

Ынталандырғыштар жүктелген микрокапсуланы ауада бөлме температурасында бірнеше күндер бойы ылғалдылығы ұшып кеткенше кептірілді. Микрокапсуладағы ынталандырғыштардың мөлшері (№1, №2 және №3 үлгілер) 16,80 г (0,2 моль/дм³) NaHCO₃ және 17,65 г (0,06 моль/дм³) Na₃C₆H₅O₇ · 2H₂O, рН 8-де қоспасының 25 мл-де 0,5 г микрокапсуланы еріту арқылы анықталды.

Буфер қоспасын және микрокапсуланы магнитті араластырғышқа (IKA topolino) 400 айн/мин барлық микрокапсула толық ерігенше орнатылды. Алынған ерітінді қосарланған эмульсиядан сүзгіленді және сүзіндідегі кальций иондардың концентрациясы спектрофотометрде UV-VIS (Shimadzu, UV-1700, Жапония) анықталды. Жүктелу сыйымдылығы (LC) 1 г құрғақ микрокапсуладағы ынталандырғыштардың моль/дм³ мөлшері ретінде айқындалды және келесідей теңдеу бойынша есептелді:

$$LC_{\text{ынталан}} = (c_{\text{ынталан}} \times V/w_c) \quad (2)$$

мұнда $C_{\text{ынталан}}$ – үлгідегі ынталандырғыштар мөлшері, V – үлгі көлемі және w_c – микросфера салмағы.

с) Ісіну дәрежесі

Ісіну еріткіш заттың қасиетіне байланысты электролиттердің буферлік ерітінділерінің әсерін болдырмауға деионизацияланған суда дисперсті микрокапсулалардың ісіну дәрежесі (S_w) анықталды. Микрокапсулалар (10 мг) пробиркаларға ауыстырылды, олар тепе-теңдікке жетуге бөлме температурасында 3 сағ ішінде 10 мл дистилденген суда ісінуге қойылды. Ылғалды ісінген микрокапсулалардың салмағы сүзгі қағазын пайдаланып, микрокапсуланың бетінен ылғалды сіңіргеннен кейін өлшеу арқылы анықталды. S_w формула бойынша есептелді:

$$S_w/\% = ((w_t - w_0)/w_0) \quad (3)$$

мұнда w_t – ісінген микрокапсулалардың салмағы және w_0 – құрғақ салмағы. Барлық өлшемдер үш рет қайталанды және нәтижелер стандартты ауытқумен орташа мән ретінде ұсынылды.

d) *in vitro* жағдайында микрокапсула құрамынан ынталандырғыштардың босатылып шығуы. *In vitro* жағдайында CS/(ALG/(Ca+ынталандырғыштар)) ынталандырғыштардың босап шығуын анықтау деионизирленген судағы микрокапсулаларды диспергирлеу көмегімен зерттелді және тәжірибе уақытында араластырмай бөлме температурасында ұсталды. Үлгілер микрокапсулаларды (30 г) 100 мл деионизирленген суда диспергирлеу арқылы алынды. Дисперсия уақытының сәйкестендірілген уақыттан кейін 60 с бойы араластырылды, аликвотаны алып және спектрофотометрде үлгі №1мен үлгі №2 үшін $\lambda = 380$ нм мен үлгі №3 үшін $\lambda = 398$ нм аралықта концентрациялары

анықталды.

2.3.8 Статистикалық талдау жасау

Микрокапсуланың сипаттамасын анықтау бойынша тәжірибиелер бөлме температурасында үш рет қайталап жүргізілді. Алынған мәліметтер Microsoft Excel және XLSTAT статистикалық бағдарлама көмегімен талданды. Барлық мәліметтер стандартты ауытқулардың орташа мәні ретінде көрсетілген. Тәжірибелік нәтижелер дисперсионды талдау арқылы талданған (ANOVA) және маңызды айырмашылықтар Tukey тестінің көмегімен зерттелген. Нәтижелер статистикалық пакетте IBM SPSS 23.0 (IBM Inc., New York, USA) талданған.

3 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

3.1 Синтезделген өсімдік ынталандырғыштарының биологиялық белсенділігін зерттеу негізінде таңдау

Синтезделген ынталандырғыштардың биологиялық белсенділігін зерттеу нәтижелері негізінде олардың өсімдіктердің ерте кезеңдеріндегі биометриялық көрсеткіштерге әсеріне кешенді сараптама жүргізілді. Зерттеудің осы кезеңінде ынталандырғыштардың бес түрлі үлгісі алынды. Олардың зерттеу реттілігі келесі тізімде көрсетілген:

- аминфумар қышқылының диметил эфирі- үлгі №1;
- 2-амин-3-метоксикарбониллакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері -үлгі №2;
- 1-метил-3-метиламиноmaleинимид-үлгі №3;
- 1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен-үлгі №4;
- мыс (II) кешені-үлгі №5.

Зерттеу кезінде өсірудің келесі температуралық жағдайлары сақталды: жүгері үшін – 25°C, арпа мен бидай үшін – 20°C. Жүгері, арпа, бидайдың дамуын жылдамдату қасиетін саралау мақсатында тест – дақылдар концентрациясы әртүрлі (0,01; 0,001; 0,0001%) сынамалық ынталандырғыштардың сулы ерітіндісімен өңделді. Тұқымдар сүзгіш қағаз төселген арнайы ыдыстарда өсірілді. Тәжірибелік дәлдікті қамтамасыз ету үшін әрбір өсіретін ыдысқа арпа мен бидайдың 50 данасы, ал жүгерінің 30 дана тұқымы орналастырылды. Себу жұмыстарынан кейін үлгілер жарық өткізбейтін қара қағазбен жабылып, фотокезеңдік жүйеге ауыстырылды. Мұндағы жарық пен қараңғылықтың арақатынасы 8:16 (8 сағ жарық, 16 сағ қараңғылық) құрады, ал температурасы 22-24°C шегінде тұрақтандырылды. Өсімдіктердің биометрикалық көрсеткіштеріне талдау жасау тәжірибенің 14-ші тәулігінде жүзеге асырылды. Тәжірибелік деректердің нақтылығын арттыру үшін зерттеу төрт қайталыммен орындалды. Жүргізілген жұмыстардың нәтижелері 1-кестеде көрсетілді.

Кесте 1 –Ынталандырғыштардың өсуді реттегіш қасиеттері

Конц., %	0,01		0,001		0,0001	
Өсімдіктер бөліктерінің ұзындығы, мм (салмағы, г), бақылауға %						
Қосылыстар	тамыры	сабағы	тамыры	сабағы	тамыры	сабағы
1	2	3	4	5	6	7
Жүгері						
Аминфумар қышқылының диметил эфирі-үлгі №1	96,7 (95,6)	99,4 (101,3)	119,2 (126,7)	119,9 (123,1)	129,7 (135,6)	122,2 (125,6)
2-амин-3- метоксикарбониллакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері -үлгі №2	96,8 (115,6)	87,2 (91,0)	124,4 (108,9)	115,5 (102,5)	127,1 (144,4)	120,5 (165,4)

1-кестенің жалғасы

1-метил-3-метиламиноmaleинимид-үлгі №3	117,3 (108,9)	98,4 (98,7)	120,7 (146,7)	103,4 (110,3)	138,6 (140,0)	115,9 (138,5)
1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен-үлгі №4	96,8 (144,4)	96,8 (125,6)	131,2 (146,7)	124,5 (144,9)	143,5 (126,7)	110,0 (111,5)
Мыс (II) кешені-үлгі №5	84,7 (104,6)	84,8 (101,3)	129,7 (144,4)	107,6 (141,0)	146,0 (155,5)	128,4 (121,8)
Гумат, 2,5 %	103,1 (95,5)	101,4 (96,2)				
Арпа						
Аминфумар қышқылының диметил эфирі - үлгі №1	104,1 (101,8)	98,7 (109,9)	103,6 (93,5)	110,5 (97,8)	103,6 (109,3)	102,6 (104,4)
2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері - үлгі №2	104,1 (100,9)	103,9 (106,6)	94,4 (96,3)	94,7 (96,7)	106,1 (119,4)	111,2 (120,9)
1-метил-3-метиламиноmaleинимид-үлгі №3	100,5 (103,5)	109,8 (96,7)	99,4 (101,2)	101,7 (97,7)	96,9 (111,9)	110,4 (83,6)
1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен-үлгі №4	104,5 (104,6)	97,8 (101,1)	104,1 (98,1)	100,0 (102,2)	104,5 (97,2)	98,9 (105,5)
Мыс (II) кешені)-үлгі № 5	96,4 (101,8)	104,6 (106,6)	91,8 (90,7)	98,7 (102,2)	104,9 (98,1)	100,0 (104,3)
Гумат, 2,5 %	(90,9)	(96,0)				
Бидай						
Аминфумар қышқылының диметил эфирі - үлгі №1	– (103,5)	93,1 (93,0)	– (112,1)	96,5 (97,4)	– (105,2)	93,8 (90,4)
2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері - үлгі №2	– (101,7)	96,6 (94,7)	– (103,5)	97,2 (97,4)	– (105,2)	96,6 (94,7)
1-метил-3-метиламиноmaleинимид-үлгі №3	– (108,6)	97,9 (98,3)	– (110,3)	97,9 (96,5)	– (115,5)	97,8 (103,5)
1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен-үлгі №4	– (105,2)	97,9 (92,1)	– (108,6)	93,7 (93,9)	– (105,2)	91,0 (86,0)
Мыс (II) кешені)-үлгі № 5	– (112,1)	93,1 (90,4)	– (106,9)	97,9 (97,4)	– (108,6)	96,6 (94,7)
Гумат, 2,5 %	– (93,1)	– (93,9)				

1-кестедекөрсетілгендей, зерттелген үлгілердің тиімділігі тікелей ауылшаруашылығы дақылдарының түріне байланысты екені анықталды. Тәжірибе барысында жүгері, арпа және бидай өсімдіктеріне бес түрлі №1, №2, №3, №4, №5 үлгілердің өсуді реттегіш әсері зерттелді. Кестеде №1, №2, №3, №4, №5 үлгілердің үш түрлі концентрациядағы (0,01%; 0,001%; 0,0001%)

тамыр мен сабақ ұзындығы және салмағы бақылау үлгілерімен салыстырғандағы пайыздық көрсеткіштері келтірілген.

Тәжірибе нәтижелері жүгері (*Zea mays*) өсімдігінің зерттелетін барлық ынталандырғыштарда ең жоғары оң реакциясын айқындады. Тәжірибеде концентрацияның кемуі (0,01%; 0,001%; 0,0001%) мақсатты биометрикалық көрсеткіштердің өсуіне алып келді:

№5 үлгі (мыс (II) кешені): Максималды тиімділікті 0,0001% концентрациясында танытып, тамыр жүйесінің ұзындығын бақылау нұсқасымен салыстырғанда 146,0%-ға дейін, ал оның биомасса салмағын 155,5%-ға дейін қарқынды арттырды. Бұл ретте сабақтың өсу динамикасы да жоғары көрсеткішке (128,4%) жетті.

№4 үлгі (1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен): 0,0001% концентрациясында тамыр ұзындығын 143,5%-ға дейін белсендірсе, 0,001% концентрациясында вегетативті мүшелердің салмақ жинақтау тиімділігін 146,7%-ға теңестірді.

№3 үлгі (1-метил-3-метиламиномалеинимид): Төменгі концентрациялық шегінде (0,0001%) тамырдың ұзындығын бақылаудан 138,6%-ға, биомассасы 140,0%-ға жетті.

Керісінше, жоғары 0,01% концентрациялық ортада №1, №2, №4 және №5 үлгілер тарапынан тамыр жүйесінің өсуін тежеу (ингибирлеу) үрдісі (көрсеткіштер 84,7%–96,8% диапазонында) байқалды, бұл аталған мөлшердің фитотоксиндік шекке жақындығын дәлелдейді. Эталон болып табылатын Гумат (2,5%) тек сабақ өсімінде ғана шағын әсер (103,1%) көрсетіп, жаңа синтезделген ынталандырғыштардан артта қалды.

Арпа (*Hordeum vulgare*) өсімдігі зерттелетін ынталандырғыштардың әсеріне тұрақты әрі қалыпты физиологиялық жауап көрсетті. Мұнда жүгері өсімдігіне сәйкес секірмелі өсім байқалмады, мақсатты дамудың оң әсері тіркелді:

№2 үлгі (2-амин-3-метоксикарбониллакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері): 0,0001% концентрациясында сабақ пен тамыр дамуын үйлесімді түрде ынталандырып, сәйкесінше 111,2% және 106,1%-дық нәтиже көрсетті. Бұл ретте вегетативті бөліктің биомассасы бақылаудан 120,9%-ға асып түсті.

№1 үлгі (аминфумар қышқылының диметил эфирі): Басқа дақылдардан ерекшелігі, 0,01% жоғары концентрацияда арпаның тамыр жүйесін ингибирлемей, керісінше 104,1%-ға ынталандырды, бұл осы дақылдың аталған жоғары әсерін айғақтайды.

Бидай (*Triticum aestivum*) өсімдігінің ерте вегетациялық кезеңінде тамыр ұзындығын тікелей өлшеу техникалық тұрғыдан шектелгендіктен, негізгі басымдық вегетативті органдардың салмақтық сипаттамалары мен сабақ ұзындығының өзгеруі байқалды:

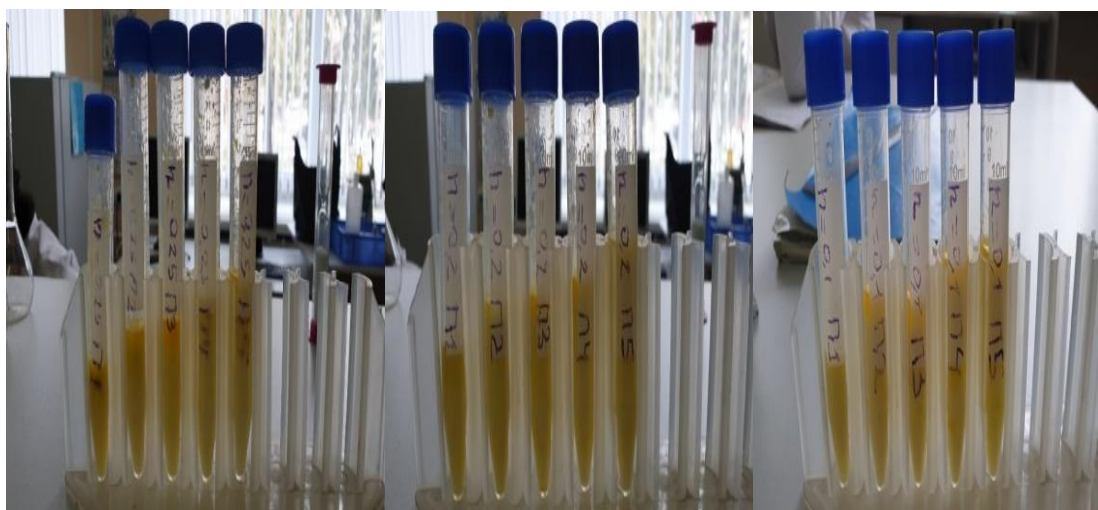
Барлық №1–№5 үлгілердің енгізілуі бақылау нұсқасымен салыстырғанда тамыр жүйесінің биомасса салмағын тұрақты түрде арттырды. Ең жоғары ынталандырушы әсері 0,0001% концентрациясында №3 үлгіде (115,5%) және 0,01% концентрациясында №5 үлгіде (112,1%) тіркелді.

Жүргізілген тәжірибелік зерттеулердің нәтижелерінде, зерттелген бес ынталандырғыштардың ішінен микрокапсуляциялау үшін ең жоғары белсенділік танытқан екі түрі таңдап алынды. Олар: 1-метил-3-метиламиноmaleинимид-үлгі №3, мыс (II) кешені-үлгі №5. Таңдап алынған бұл ынталандырғыштар биологиялық белсенділік танытып, өсімдіктердің вегетативті даму кезеңдерінде жоғары әсерімен ерекшеленді.

3.2 Эмульсиялық жүйелерді дайындау

ДСН/хитозан поликешеніне негізделген эмульсиялардың әртүрлі концентрация қатысындағы тұрақтылығына зерттеулер жүргізілді.

ДСН/Хитозан поликешен ерітінділерінің (0,01%-тік 1-метил-3-метиламиноmaleинимид-үлгі №3 бар) ультрадыбыстық гомогенизаторында эмульгирлеу кезінде концентрация қатынасы $n=0,25$ болғанда барлық сынамадарда біртекті эмульсия түзілді (3-сурет). Одан әрі бақылау кезінде екінші күні №1 сынаманың қабаттарында бұзылуды байқаймыз. №2, №3, №4 және №5 эмульсиялар тұрақты, қабаттарда бұзылу байқалмайды, 7 күн өткеннен кейін эмульсиялар тұрақты болды. Тәжірибенің нәтижелері мен мәліметтері 2-кестеде келтірілген.



Сурет 3 - Дайын эмульсиялар

Кесте 2 – $n=0,25$ қатынасында поликешен көлеміне байланысты ДСН/Хитозан поликешені мен №3 үлгіқосылған «майдағы су» типті эмульсияны дайындау нәтижелері

Сынамалар №	ДСН + CS (HCl), мл	1-метил-3- метиламиноmaleинимид - үлгі №3, мл	Соя майы, мл	Тұрақтылығы
1	0,1	0,1	0,1	Тұрақты емес
2	0,2	0,1	0,1	Тұрақты
3	0,3	0,1	0,1	Тұрақты
4	0,4	0,1	0,1	Тұрақты
5	0,5	0,1	0,1	Тұрақты

$n=0,2$ концентрация қатынасында ерітінділерді ультрадыбыстық гомогенизаторда эмульгирлеу кезінде барлық сынамаларда біртекті эмульсия түзілді (3-сурет). Одан әрі бақылау кезінде эмульсияның бұзылуы байқалмайды. 7 күн өткеннен кейін барлық эмульсиялар тұрақты болды. Тәжірибенің нәтижелері мен мәліметтері 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3 – $n=0,2$ қатынасында поликешен көлеміне байланысты ДСН/Хитозан поликешені мен №3 үлгі қосылған «майдағы су» типті эмульсияны дайындау нәтижелері

Сынамалар, №	ДСН + CS (HCl), мл	1-метил-3-метиламиноmaleинимид -үлгі №3, мл	Соя майы, мл	Тұрақтылығы
1	0,1	0,1	0,1	Тұрақты
2	0,2	0,1	0,1	Тұрақты
3	0,3	0,1	0,1	Тұрақты
4	0,4	0,1	0,1	Тұрақты
5	0,5	0,1	0,1	Тұрақты

$n=0,1$ концентрациялық қатынасы бар ерітінділерді ультрадыбыстық гомогенизаторда эмульгирлеген кезде де барлық сынамаларда біртекті эмульсиялар түзілді. Кейінгі бақылаулар барысында эмульсиялардың бұзылуы байқалмады. Жеті күн өткеннен кейін де эмульсиялар тұрақты күйінде қалды. Тәжірибелік мәліметтер мен нәтижелер 4-кестеде көрсетілген.

Кесте 4 – $n=0,1$ қатынасында поликешен көлеміне байланысты ДСН/Хитозан поликешені мен №3 үлгі қосылған «майдағы су» типті эмульсияны дайындау нәтижелері

Сынамалар, №	ДСН +CS (HCl), мл	1-метил-3-метиламиноmaleинимид -үлгі №3, мл	Соя майы, мл	Тұрақтылығы
1	0,1	0,1	0,1	Тұрақты
2	0,2	0,1	0,1	Тұрақты
3	0,3	0,1	0,1	Тұрақты
4	0,4	0,1	0,1	Тұрақты
5	0,5	0,1	0,1	Тұрақты

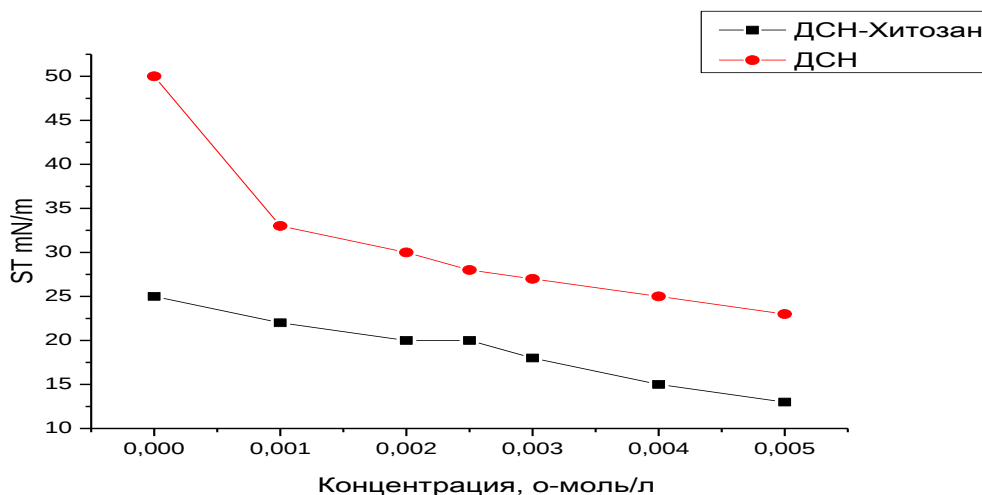
Полиэлектролиттер ретінде табиғи немесе жасанды полианиондар немесе поликатиондар пайдаланылды. Полианион – альгинат, ал поликатион - хитозан.

Осы кезеңде хитозан мен натрий додецилсульфатының модельдік жүйесінің коллоидтық-химиялық қасиеттері, ДСН – Хитозан, натрий альгинаты – хитозан поликешендері зерттелді. Полимерлердің және олардың кешендерінің беттік керілуінің концентрация қатынасына тәуелділігі анықталды.

Полиэлектролиттердің және олардың кешендерінің фазааралық керілуінің изотермасы 4-суретте көрсетілген. Электростатикалық әрекеттесу арқылы

жүзеге асырылатын қарама-қарсы зарядталған ДСН-Хитозан кешендерінің ассоциациясы полиэлектролит тізбегінің нақты шамада гидрофобтылығына және полианиондардың электростатикалық бос энергиясының төмендеуіне әсер етті. Тепе-теңдік беттік керілу төмендейді деген қорытынды жасауға болады, бұл әдебиет деректеріне сәйкес [67].

Поликешендердің беткі белсенділігі жоғары екендігі көрсетілген, бұл оларды тұрақты эмульсияларды алу үшін пайдалануға мүмкіндік берді (4-сурет). 4-суретте тепе-теңдіктегі беттік керілудің ДСН – Хитозан кешені ерітіндісінің концентрациясына тәуелділігі көрсетілген.

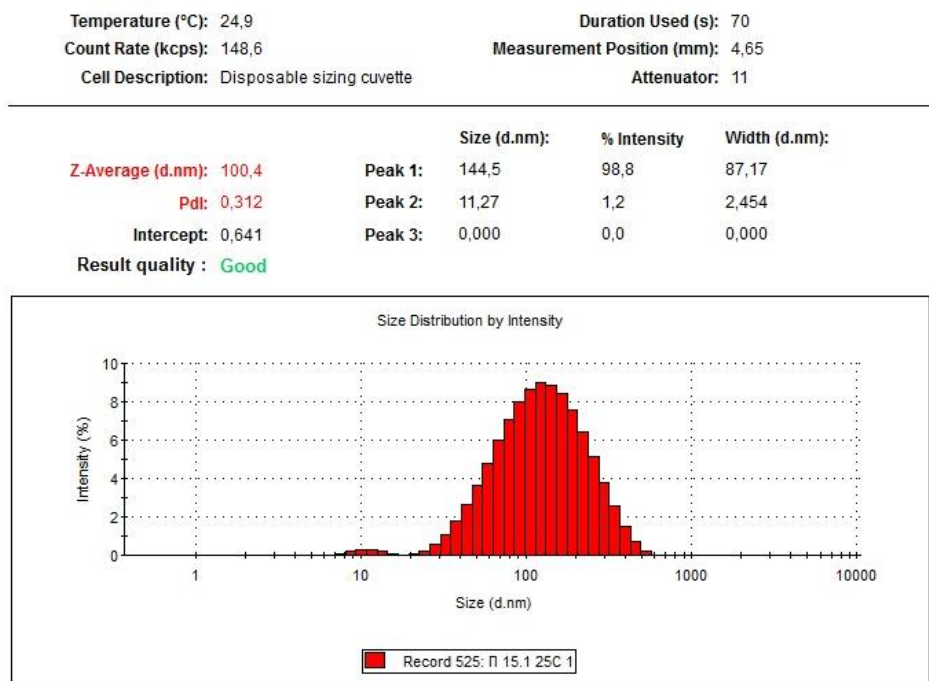


Кешенде ДСН ерітіндісінің концентрациясы тұрақты (10^{-2} моль/л)

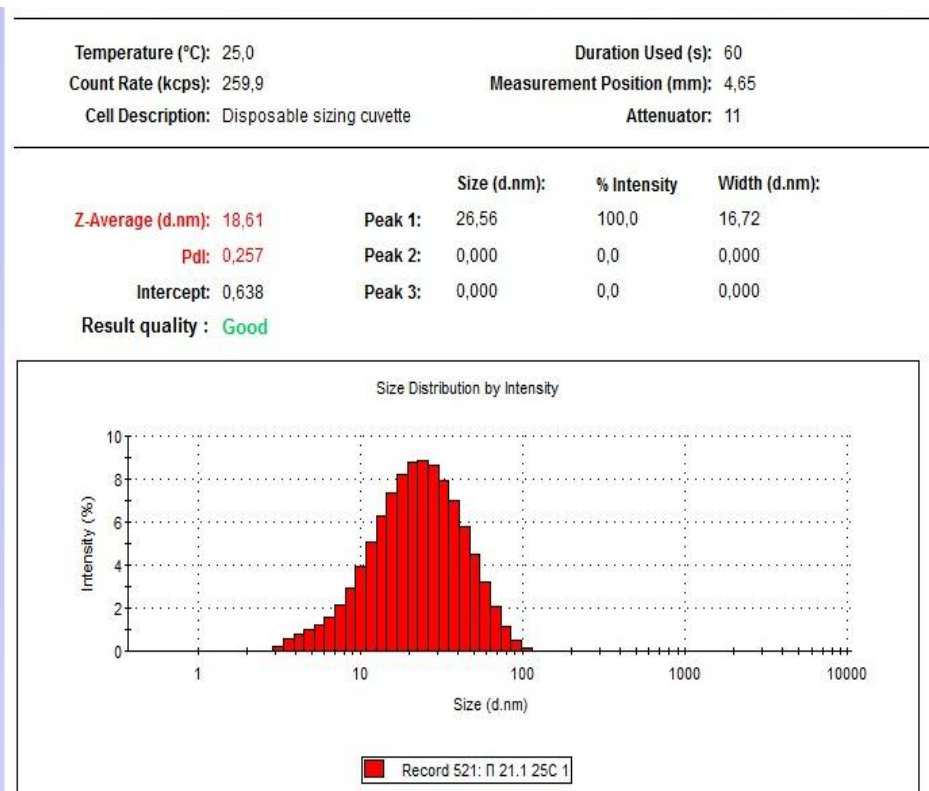
Сурет 4 – Тепе-теңдік жағдайындағы беттік керілудің ДСН–Хитозан кешені ерітіндісінің концентрациясына тәуелділігі

$n=0,1; 0,2; 0,25; 0,5$ концентрациялар қатынасындағы ДСН-Хитозанкешенімен тұрақтандырылған №3 үлгісі (0,01%-тік ерітіндісі) қосылған эмульсия тамшылары өлшемдерінің температура мен концентрация қатынасына тәуелділігі көрсетілген (5-8-суреттер). Берілген суреттер динамикалық жарық шашырауы әдісі арқылы алынған микроэмульсия бөлшектерінің өлшемдік таралуын көрсетеді.

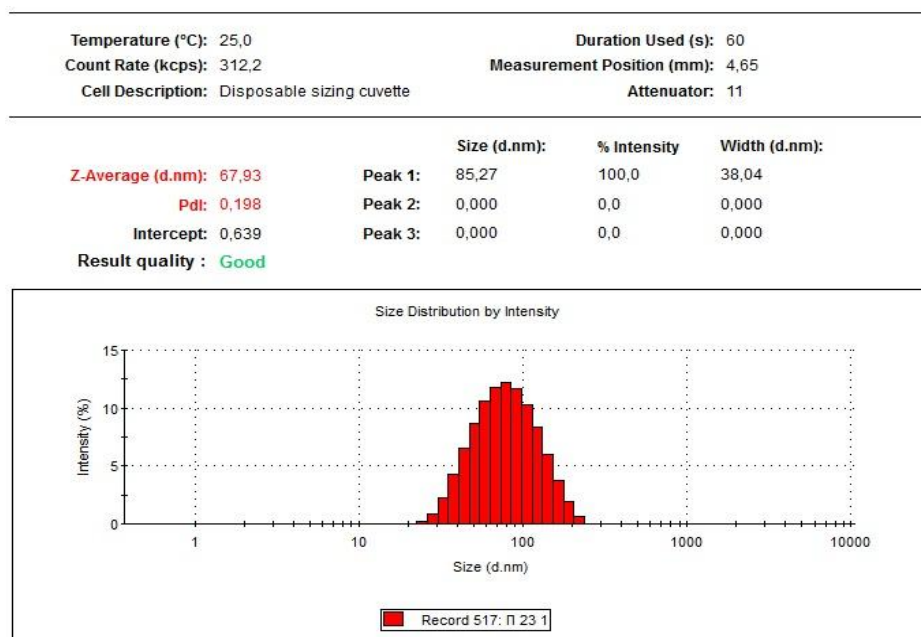
Суреттерде көрсетілгендей, эмульсия тамшыларының салыстырмалы түрде тар диапозонда таралуын қамтамасыз етеді. Тамшылар өлшемдерінің біркелкі таралуы жүйенің коллоидтық тұрақтылығын арттырып, биологиялық белсенді заттың микрокапсулалар құрамында тиімді инкапсуляциялануына жағдай жасайды.



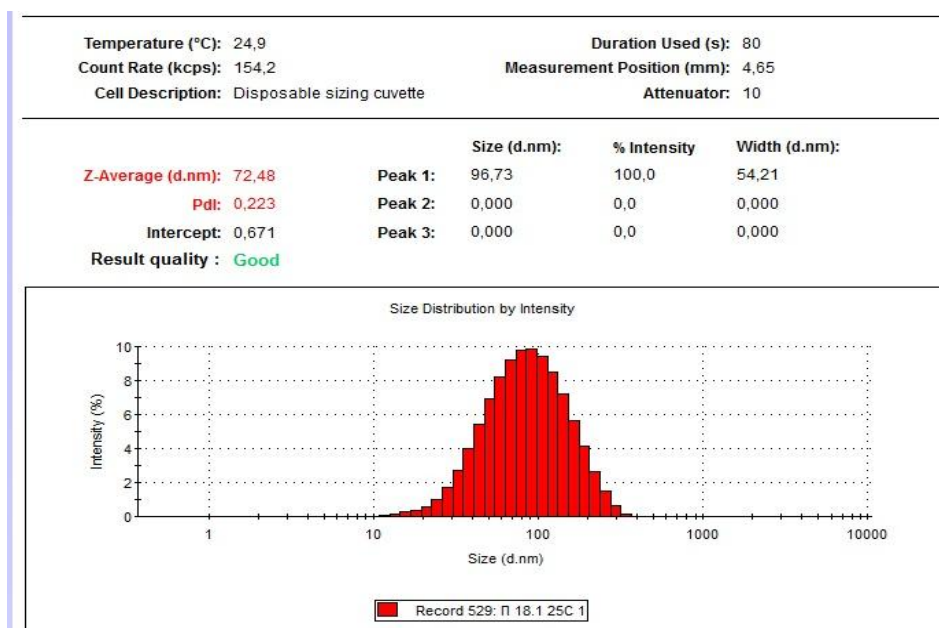
Сурет 5—ДСН–Хитозан кешенімен тұрақтандырылған эмульсия тамшылары өлшемдерінің температура мен $n = 0,1$ концентрация қатынасына тәуелділігі (0,01% 1-метил-3-метиламиномалеинимид-үлгі №3)



Сурет 6—ДСН–Хитозан кешенімен тұрақтандырылған эмульсия тамшылары өлшемдерінің температура мен $n = 0,2$ концентрация қатынасына тәуелділігі (0,01% 1-метил-3-метиламиномалеинимид-үлгі №3)

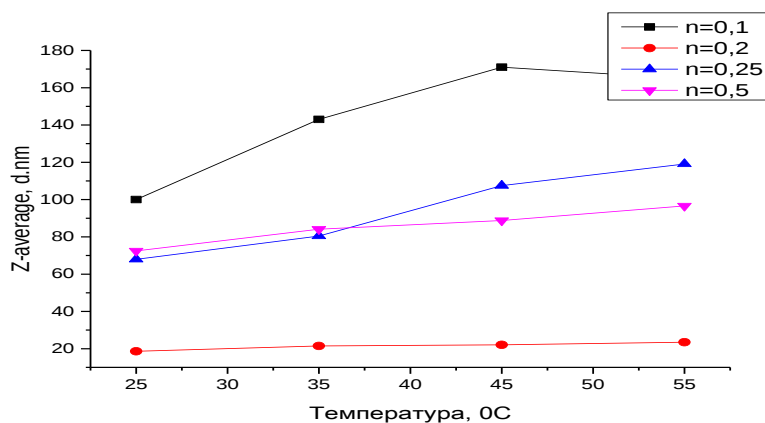


Сурет 7 – ДСН–Хитозан кешенімен тұрақтандырылған эмульсия тамшылары өлшемдерінің температура мен $n = 0,25$ концентрация қатынасына тәуелділігі (0,01%1-метил-3-метиламиномалеинимид-үлгі №3)



Сурет 8–ДСН–Хитозан кешенімен тұрақтандырылған эмульсия тамшылары өлшемдерінің температура мен $n = 0,5$ концентрация қатынасына тәуелділігі (0,01%1-метил-3-метиламиномалеинимид-үлгі №3)

9-суретте ДСН-Хитозан кешендерімен түзілген эмульсия тамшылары өлшемдері таралуының температураға тәуелділігі (0,01%-тік 1-метил-3-метиламиномалеинимид-үлгі №3) көрсетілген (зерттеу нәтижелері Malvern Instruments, Ұлыбритания, Полимерлі материалдар және технологиялар институтында алынған, Алматы қаласы).



Сурет 9 – ДСН–Хитозан кешендері арқылы түзілген эмульсия тамшыларының өлшемдері таралуының температураға тәуелділігі (0,01%-тік 1-метил-3-метиламиномалеинимид-үлгі №3)

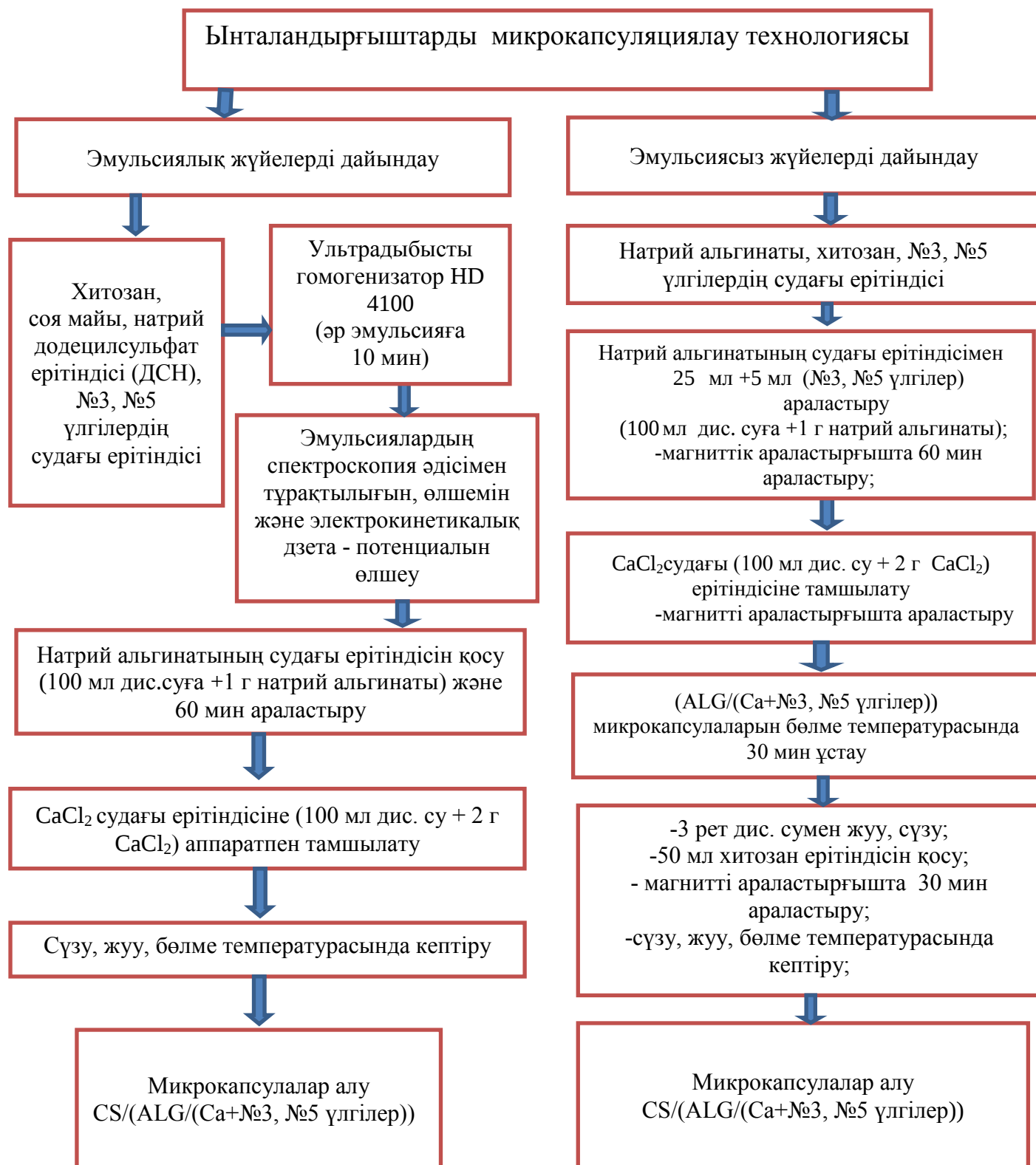
Зерттеу барысында алынған нәтижелер ДСН-Хитозан кешені негізіндегі эмульсиялық жүйелердің сипаттамаларын реттеуде температуралық жүйе мен құраушылар қатынасы маңызды рөл атқаратыны дәлелденді. Микрокапсуляциялау кезінде температуралық параметрлер мен құраушылардың концентрациясын дұрыс үйлестіру капсула қабықшасының механикалық беріктігін ғана емес, сонымен қатар, ішіндегі белсенді заттың қоршаған ортаға босап шығу жылдамдығын басқаруға мүкіндік береді.

3.3 Өсімдіктерді өсіруге синтезделген ынталандырғыштарды микрокапсуляциялау

Аминфумар қышқылының туындыларын микрокапсуляциялауда екі түрлі технология қолданылды, соның нәтижесінде микрокапсуляция технологиясы әзірленді. 10-суретте эмульсиялық және эмульсиясыз жүйелерді дайындау технологияларының негізгі кезеңдері мен сипаттамалары көрсетілген. Эмульсиялық жүйелерді дайындау кезеңінде дисперстік фазаның біртектілігін қамтамасыз ету мақсатында жоғары қуатты HD 4100 ультрадыбыстық гомогенизаторы қолданылды. Зерттеу барысында биополимерлер кешенінің онтайлы концентрациялық қатынастары, өсімдік ынталандырғыштардың мөлшері, процестің уақыт жүйесі, пульсациялық жүйенің параметрлері және су-май фазаларының көлемдік арақатынасы айқындалды.

Микрокапсуляциялаудың эмульсиялық және эмульсиясыз әдістеріне жүргізілген сараптама олардың практикалық жүзеге асырылуы деңгейіндегі технологиялық айырмашылық бар екенін көрсетті. Эмульсиялық технология жүйенің жоғары дисперстілігіне және бөлшектердің өлшемін дәл реттеуге мүмкіндік бергенімен, оның техникалық жабдықталу деңгейі күрделі болуымен ерекшеленді. Бұл технология ультрадыбыстық гомогенизациялау секілді арнайы қондырғыларды қолдануды қажет етеді, бұл өз кезегінде өндірістік энергия шығындарының артуына әсер етеді. Ал эмульсиясыз микрокапсуляциялау әдісі технологиялық орындалуының қарапайымдылығы, энергия үнемділігі және процестің тұрақтылығымен ерекшеленді. Сонымен қатар, тәжірибелік

нәтижелер бұл әдістің құрылымдық тұрғыдан берік әрі тұрақты микрокапсулалар түзуге қабілетті екенін көрсетті.

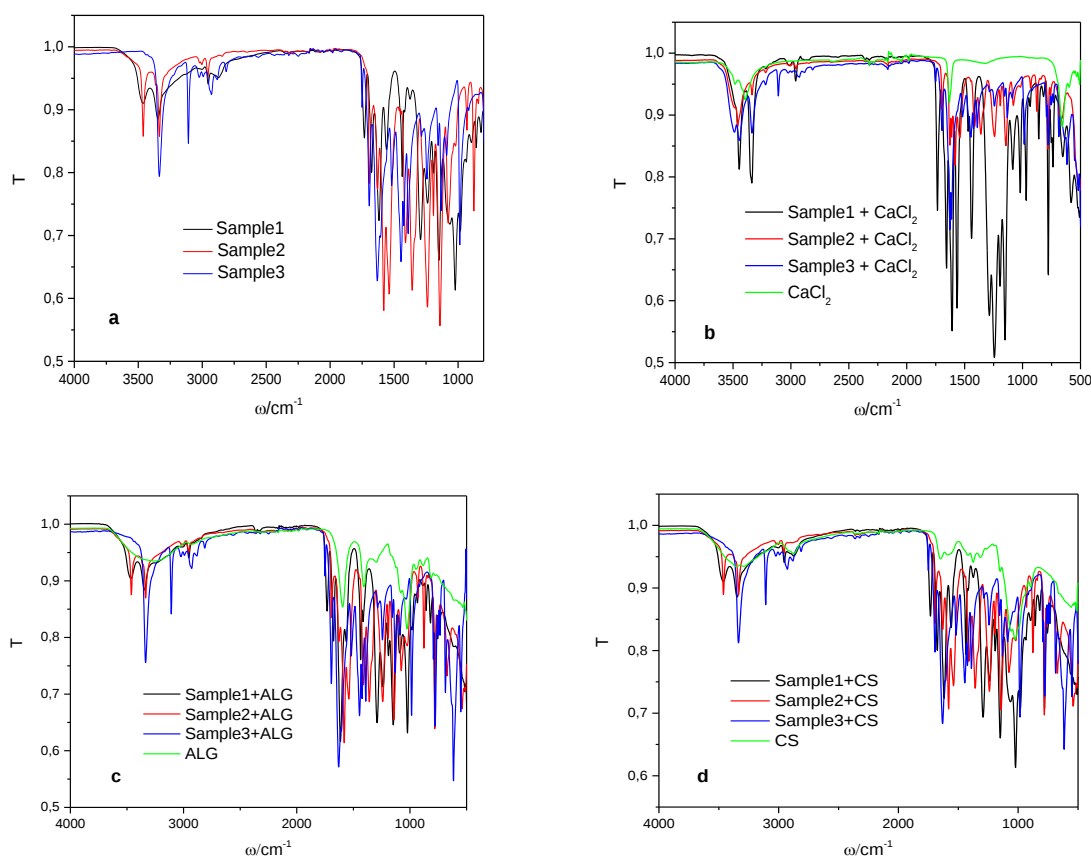


Сурет 10 – Микрокапсуляциялау технологиясы

Жүргізілген зерттеулер нәтижелері бойынша микрокапсуляциялаудың эмульсиясыз технологиясы практикалық қолдану тұрғысынан ең жоғарғы тиімділікті көрсетті. Осыған байланысты, бұл технология биологиялық белсенді ингредиенттерді инкапсуляциялаудың сенімді әрі оңтайлы әдісі ретінде өндірістік қолдануға ұсынылды.

3.4 Инкапсуляцияланған жүйелердің ИК-фурье спектроскопиялық (FTIR) сипаттамаларын талдау

Микрокапсулалардың химиялық құрылымын растау және құраушылар арасындағы өзара әрекеттесу сипатын анықтау мақсатында ИК-фурье спектроскопиясы әдісі қолданылды. 11-суретте зерттелетін үлгілер мен бастапқы құраушылардың (кальций хлориді, натрий альгинаты және хитозан) салыстырмалы спектрлері берілген (11 –сурет, a, b, c, d).



CaCl_2 , натрий альгинат (ALG) және хитозан (CS) спектрлері жасыл сызықтармен көрсетілген

Сурет 11 – FTIR-спектрлері: (a) үлгі 1 (қара сызық), үлгі 2 (қызыл сызық) және үлгі 3 (көк сызық), (b) кальций хлориді CaCl_2 қоспасы, (c) ALG қоспасы, (d) хитозан CS қоспасы

5-кестеде №1 үлгі, №2 үлгі және №3 үлгі тәжірибе жүзінде алынған тербелістердің жиілігі және жолақтар таралуының сипаттамалары мен түсіндірмесі келтірілді.

Кесте 5 – Аминфумар қышқылының диметил эфирі-үлгі №1, 2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері -үлгі №2 және 1-метил-3-метиламиноmaleинимид-үлгі №3 тербеліс жиіліктері және жолақтардың таралуы

Жиілігі (см ⁻¹)	Түсіндірме
Аминфумар қышқылының диметил эфирі - үлгі №1	
3600-3300	N–H созылуы (біріншілік аминдер)
3471	асимметриялы N–H созылуы
3346	симметриялы N–H созылуы
1700	C=O созылуы
1670 және 1616	N–H бүгілу (біріншілік аминдер)
1438	C=C
1281	C–N созылуы
1250 және 1190	C–N созылуы (алифатты аминдер)
910-665	N–H тегіс емес (біріншілік аминдер)
2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері -үлгі №2	
3600-3300	N–H біріншілік аминдер (екі төбе түрінде)
3473	асимметриялы N–H созылуы
3347	симметриялы N–H созылуы
1700	C=O созылуы
1629 және 1580	N–H бүгілу (біріншілік аминдер)
1530	C=C созылуы
1408	C–C созылуы
1240 және 1193	C–N созылуы (алифатты аминдер)
910-665	N–H тегіс емес (біріншілік аминдер)
1-метил-3-метиламиноmaleинимид-үлгі №3	
3288	N–H созылуы (екіншілік аминдер)
1700	C=O созылуы
1650	N–H бүгілу (екіншілік аминдер)
1438	C=C
1240 және 1150	C–N (үшіншілік аминдер)
1190 және 1130	N–H бүгілу, C–N созылуы (екіншілік аминдер)
1143	C–N созылуы
763	N–H тегіс емес (екіншілік аминдер)

№1 және №2 үлгілер - спектрлері алифаттық аминдердің, ал №3 үлгіспектрі екіншілік және үшіншілік аминдер спектрлік сипаттамаларды көрсетеді. №1 және №2 үлгілерінің спектрлері біріншілік аминдердің симметриялық емес (жиілігі жоғары) және симметриялық N–H созылуына сәйкес келетін екі жолақпен 3300-3600 см⁻¹диапазонында N–H созылуын көрсетеді. Бұл жолақтар осы аумақтағы O–H гидроксильді тобының созылуына қарағанда өткір болды. №2 үлгіге қарағанда №1 үлгінің барлық сипаттамалық шындардың қарқындылығы төмен. №3 үлгі 3332 см⁻¹ кезіндегі екіншілік аминге сәйкес келетін өткір шың және 1240 пен 1150 см⁻¹ үшіншілік аминге тән шындар көрсетілді.

Бұрын кальций хлориді, натрий альгинаты және хитозанның жеке спектрлерін талдау туралы айтылған [40]. Кальций хлориді спектріндегі тән

шыңдар 3494, 3396, 3214, 1646, 663 см^{-1} орналасқан. 3214-3494 см^{-1} жиілік диапазоны және 1646 см^{-1} орташа қарқындылық жолағы гидроксил топтарының иілу формалары болып табылады. 663 см^{-1} кезінде орташа қарқындылық шыңы Са–О байланысының созылуын көрсетеді.

Бұрын натрий альгинаты мен хитозан спектрлеріне талдау жасау туралы хабарланған болатын [131]. Натрий альгинаты мен хитозанның FTIR спектрлерін талдау әдеби деректермен сәйкес келді [131]. Натрий альгинаты спектрінің тән тербелісі 3000-3600 см^{-1} (О–Н тобы) диапазонындағы күшті және кең сіңіру диапазоны, 2920 см^{-1} -де созылу тербелісі (алифатты С–Н тобы), 1595 және 1405 см^{-1} жолақтар (асимметриялық және симметриялы карбоксилат созылу шыңдары (– COO –) топтар), әлсіз кең созылу тербелістері 1295 см^{-1} -де (қаңқа тербелістері) және 1081–ден 1026 см^{-1} дейінгі жолақтар (антисимметриялық созылу (C–O–C)) болып табылады.

Хитозан спектрі шамамен 3330 см^{-1} (О–Н және N–H созылу жиілігі) күшті және кең сіңіру жолағын, 2925 см^{-1} және 2875 см^{-1} созылу тербелісі (асимметриялық және симметриялы C–H жүйелері), 1648 см^{-1} сіңіру жолағын (амид I жолағы), 1582 см^{-1} иілу тербелістерін (N–H созылуы N-амин мен амид II), 1425 см^{-1} жолағы (CH_2), 1373 см^{-1} орташа шыңы (CH_3 симметриялы деформациясы), ал 1190-920 см^{-1} аймағындағы тербелістер C–N созылу тербелістері және көмірсулар сақинасының тербелістерін қабаттастыруды көрсетеді.

Кальций хлориді мен аминдер қоспасының FTIR спектрлері кальций және амин топтары арасындағы күшейтілген сутегі байланыстары мен электростатикалық өзара әрекеттесуге байланысты жеке құраушылармен салыстырғанда жолақтардың орналасуы мен қарқындылығының айырмашылығын көрсетті (11 b - сурет). №1 үлгінің спектрлері N – H асимметриялық және симметриялы созылу және N – H иілу аймағындағы 2-үлгі спектрлермен салыстырмалы түрде өте жоғары қарқындылықты көрсетеді. №1 мен №2 үлгілердің қоспалары үшін 3600-ден 3200 см^{-1} -ге дейінгі толқындық сандар диапазонындағы жолақтардың таралуы байқалады.

Зерттеу барысында біріншілік аминдерге тән жолақтардың орналасуында, пішіні мен қарқындылығында өзгерістер байқалды. Атап айтқанда, жолақтардың толқын сандары кіші мәндерге қарай ығысқан: 3473-ден 3469 см^{-1} дейін, 3347-ден 3334 см^{-1} дейін, 2960-ден 2953 см^{-1} дейін, 1680-ден 1653 см^{-1} дейін, 1617-ден 1604 см^{-1} дейін, 1562-ден 1568 см^{-1} дейін орын ауыстырды. Сонымен қатар, 1238-ден 1245 см^{-1} дейін, 1187-ден 1192 см^{-1} дейін, 1148-ден 1152 см^{-1} дейін, 1020-ден 1018 см^{-1} дейін, 778-ден 776 см^{-1} диапазонындағы жолақтардың өзгергені анықталды. Жолақтардың орны мен салыстырмалы қарқындылығының өзгеруі кальций иондары мен амин тобы арасындағы координациялық байланыстардың түзілумен, атап айтқанда $\text{Ca}(\text{NH}_3)_n\text{Cl}_2$ типті кешеннің құрылуымен түсіндіріледі [131].

Ынталандырғыштар және ALG қоспаларының спектрлері 11c- суретте көрсетілген, біріншілік аминдердің N–H симметриялық және ассимметриялық диапозондағы валенттік ауытқуларының күшейгендігі (№1 және №2 үлгілер)

және 3288 см^{-1} N–H -тың екіншілік аминнен созылуы байқалады (№3 үлгі). Бұл өзгерістерді сутегі байланысын күшейтумен түсіндіруге болады. Барлық басқа жолақтар амин топтарының болуын көрсетеді және өзара әрекеттесу жолақтардың қарқындылығының төмендеуі бойынша айқын көрінеді. Асимметриялық және симметриялы карбоксил топтарына (COO^-) сәйкес келетін жолақтар қарқындылығы мен ауысуы жоғарылауы, барлық үлгілерде байқалатын жоғары толқындық сандар N–H топтарымен өзара әрекеттесуді көрсетеді. $\text{C}=\text{C}$ және $\text{C}-\text{N}$ созылуына, сондай-ақ N–H тербелістеріне сәйкес келетін жолақтардың орналасуы мен қарқындылығында өзгерістер болады.

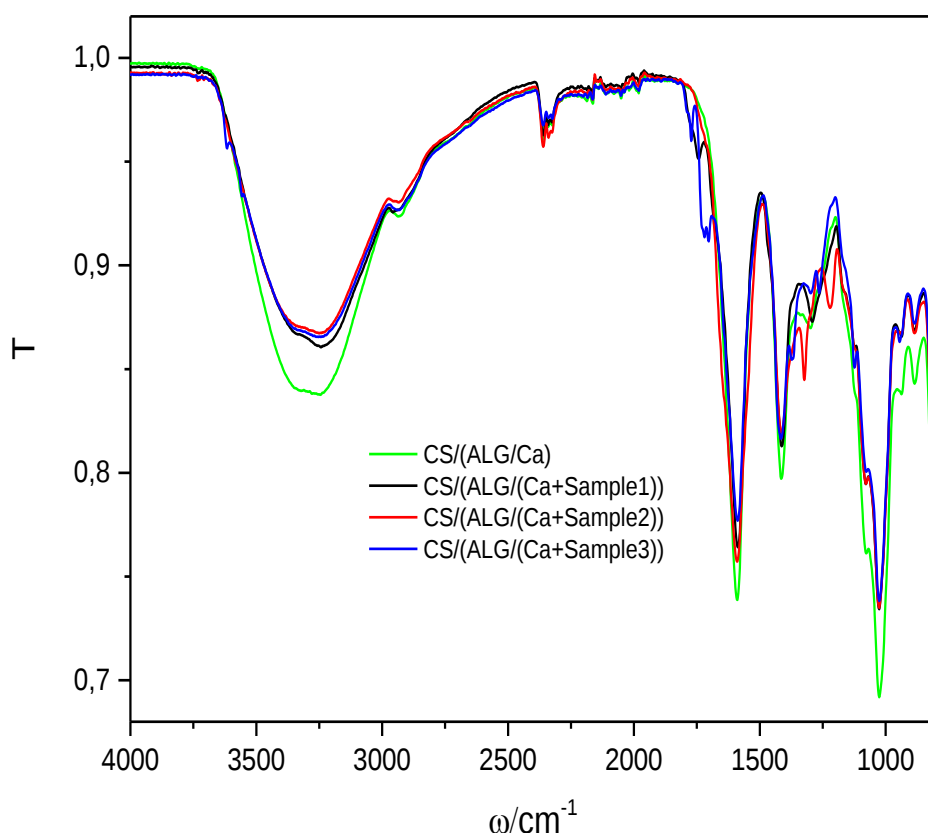
Хитозанмен ынталандырғыштар спектрлерінде (11–сурет,d) хитозан іс жүзінде сипаттамалық жолақтардың орын ауыстыруын көрсетпейді, бірақ аминфумар қышқылының диметилді эфирлерінің амин тобы мен әртүрлі дипольдік кезеңдері және қаныққан амидтердің түзілуі нәтижесінде хитозан - OH топтары арасындағы реакцияға байланысты шыңдардың барлық тән қарқындылығы артады. Шыңның қарқындылығы жоғарылауы №1 үлгі спектрінде жоғары, ал №2 мен №3 үлгілердің спектрлерінде аз болады.

FTIR талдауы электростатикалық өзара әрекеттесу және күшті сутегі байланыстары бойынша натрий альгинаты, хитозан, кальций хлориді қоспаларындағы ынталандырғыштар арасындағы күрделі өзара әрекеттесулерді анықтады.

3.4.1 Микрокапсулалар құрамындағы құраушылар арасындағы молекулалық өзара әрекеттесуді талдау

Ынталандырғыш жүктелмеген және жүктелген микрокапсулалардың спектрлері 12-суретте көрсетілді. $\text{CS}/(\text{ALG})/(\text{Ca}^{+2})$ (№1, №2, №3 үлгілер)) микрокапсулалардың барлық спектрлері $\text{CS}/(\text{ALG})/(\text{Ca})$ микрокапсуланың спектрлерімен салыстырғанда қарқындылығы төмен жолақтарды көрсетеді. $\text{CS}/(\text{ALG})/(\text{Ca})$ сәйкес №1, №2, №3 үлгілер жүктелген микрокапсулалардың жолақтарын жабады. Микрокапсулалардың барлық спектрлерінде $3000\text{--}3600\text{ см}^{-1}$ диапазонында (O–H, N–H) кең жұтылу жолағындағы ең маңызды өзгерістер және карбоксилат (COO^-) топтарының валенттік тербелістерінің асимметриялық және симметриялық шыңдары байқалады. Жолақтар қарқындылығының төмендеуі молекула аралық сутектік байланыстың азаюын көрсетеді, бұл инкапсулирленген ынталандырғыштарда азот атомдарының болуымен байланысты. $\text{CS}/(\text{ALG})/(\text{Ca}^{+2})$ (үлгі №1)) спектрі реакциялық ыдыста натрий альгинатының гидролизі нәтижесінде пайда болатын бос карбон қышқылы мен альгин қышқылының $\text{C}=\text{O}$ байланысының созылуына қарай шамамен 1750 см^{-1} шыңын көрсетеді. Бұл барлық карбон қышқылдары аминмен карбоксилат түзе бермейтінін көрсетеді, ал кейбіреулері амин тобына аз әсер ететін бос қышқылдар ретінде қалады [29]. $\text{C}-\text{N}$ байланысының (алифаттық аминдер) созылуына сәйкес максимум 1327 см^{-1} және 1217 см^{-1} болатын №2 үлгінің $\text{CS}/(\text{ALG})/(\text{Ca}^{+2})$ (үлгі №2)) спектрлерінде жаңа жолақтар түзіледі. №3 үлгінің $\text{CS}/(\text{ALG})/(\text{Ca}^{+2})$ (үлгі №3)) спектрінде жаңа жолақтар $1800\text{--}1600\text{ см}^{-1}$ диапазонында түзіледі; шыңдары 1783 см^{-1} және $1730\text{--}1698\text{ см}^{-1}$ болатын екі

шыңы бар бір кең шың пайда болады. Бұл жолақтар мен шыңдар C=O байланысының созылуын және екіншілік аминнің N-H байланыс жолағын білдіреді. Сонымен қатар, 1253 см^{-1} шағын шыңның пайда болуы үшінші реттік аминдердің C–N байланысының созылуын көрсетеді.



Сурет 12- Құрғақ микрокапсулалар құрамының сипаттамалық FTIR спектрлері:

CS/(ALG/Ca) (жасыл сызық),
 CS/(ALG/(Ca+ үлгі №1)) (қара сызық),
 CS/(ALG/(Ca+үлгі №2)) (қызыл сызық),
 CS/(ALG/(Ca+үлгі №3)) (көк сызық);

Хитозан мен альгинаттың FTIR спектрлерінің барлық шыңдарында функционалды топ шыңдары электростатикалық әрекеттесулердің әсерінен біршама ығысады. Ынталандырғыштар жүктелген және жүктелмеген микрокапсулаларға тән шыңдар шамамен 1420 см^{-1} (C=O байланысының созылу жолағы) және 1610 см^{-1} (карбоксил тобы) шыңдары болып табылады [28]. Барлық ығысулар күрделі электростатикалық әрекеттесулерді және сутегі байланыстарының өзгерістерін көрсетеді [76]. Биополимерлер мен синтезделген қосылыстар арасындағы молекулааралық өзара әрекеттесу туралы мәліметтер көрсеткендей, барлық құраушылардың функционалдық топтары бір-бірімен әрекеттеседі, оның ішінде негізінен электростатикалық әрекеттесулер мен сутектік байланыстар болады.

3.5 Микрокапсулалардың морфологиялық сипаттамалары

Зерттеу барысында ылғалды және құрғақ (төрт апта бойы бөлме температурасында кептірілген) микрокапсулалардың морфологиясы, өлшемі, пішіні электронды микроскопия және сканерлеуші электронды микроскоп (СЭМ) көмегімен талданды.

Ылғалды күйдегі барлық микрокапсулалар нақты сфералық пішінмен сипатталды. Ылғалды барлық микрокапсулалардың өлшемдік талдау нәтижелері көрсеткендей, капсула ішіне №1, №2, №3 үлгілерді енгізу олардың бастапқы мөлшеріне нақты әсер етпейді. Ылғалды үлгілердің өлшемі негізінен 1706,07 мкм мен 2120,64 мкм аралығында ауытқиды:

$$CS/(ALG/Ca) = 2053 \pm 114 \text{ мкм};$$

$$CS/(ALG/(Ca+\text{үлгі №1})) = 2120,64 \pm 173,30 \text{ мкм};$$

$$CS/(ALG/(Ca+\text{үлгі №2})) = 1706,07 \pm 175,51 \text{ мкм};$$

$$CS/(ALG/(Ca+\text{үлгі №3})) = 2104,60 \pm 188,2 \text{ мкм}.$$

Мәліметтерді салыстыру барысында $CS/(ALG/Ca)$ матрицасына №1, №2, №3 үлгілерді қосу микрокапсулалардың көлемдік параметрлерінің ұлғаюына әсер етпейді. Дайындалған капсулалардың түсі жүктелген үлгілерге байланысты ақ (№1 үлгі), көк (№2 үлгі) және сары (№3 үлгі) түстерге ие болды.

Ылғалды микрокапсулалардың беті тығыз, біртекті жәнетегіс құрылыммен ерекшеленді. Мұндай тегістік хитозан молекулаларының натрий альгинаты тізбектерімен электростатикалық байланысуы мен берік кешен түзуінің нәтижесі болып табылады [23]. Бірақ, тұрақты массаға дейін сусыздандырумен кептіру кезінде капсулалар сфералық пішінін және өлшемдік біркелкілігін жоғалтты.

Құрғақ күйдегі үлгілердің беткі қабатында бұдырлану мен кедір-бұдырлық байқалады. Бұл құбылыс сусыздандыру кезінде полимерлі тордың ішінара бұзылуға ұшырауымен түсіндіріледі [27]. Микрокапсулалар құрамындағы судың үлесі шамамен ~98% құрайды, ылғалдың жойылу биополимерлердің релаксациялық-деформациялық процестерімен байланысты барлық дайындалған микрокапсулалар мөлшерінің екі есеге астам шөгуіне себеп болды [27].

Құрғақ микрокапсулалардың өлшемдері:

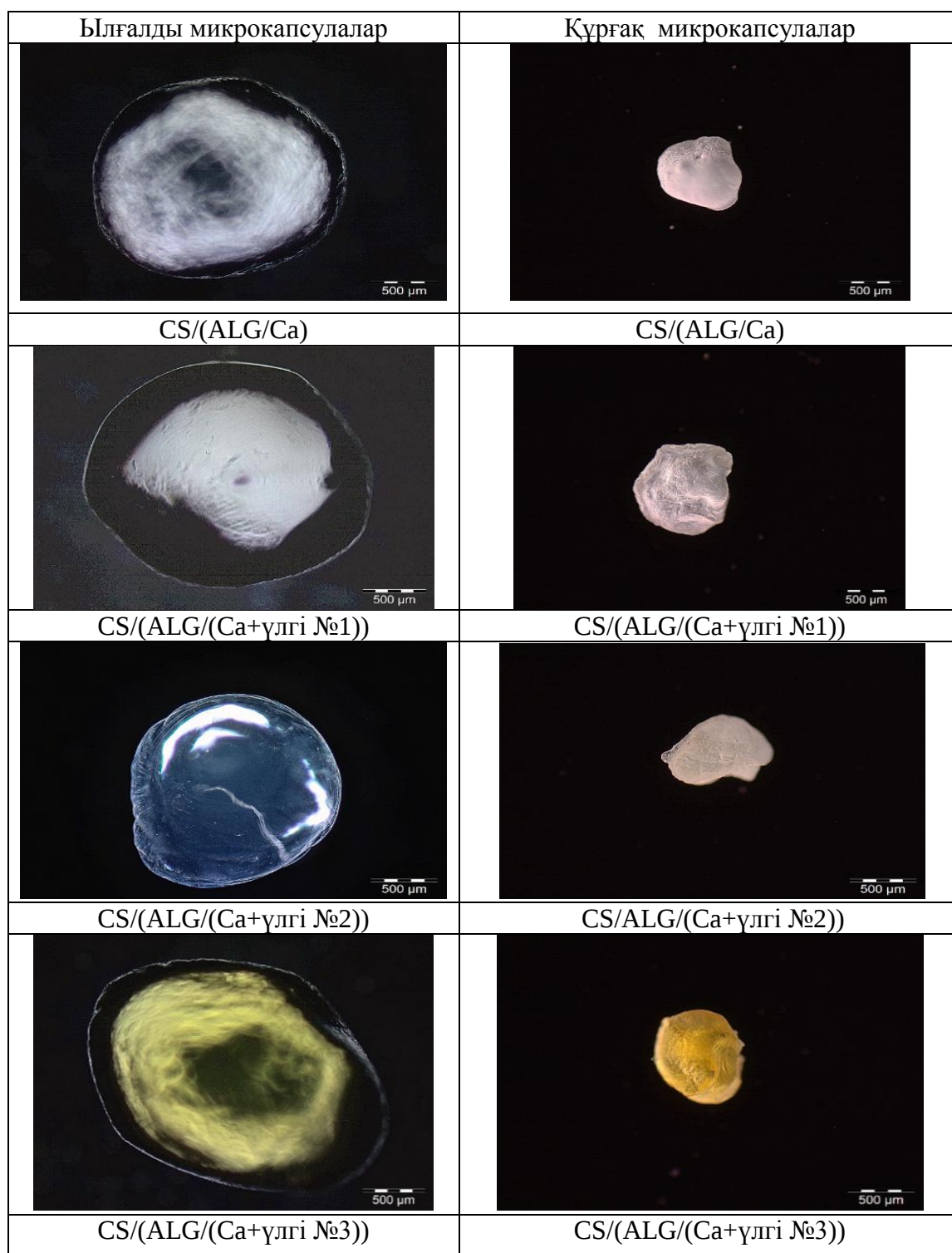
$$CS/(ALG/Ca) = 810,15 \pm 94,23 \text{ мкм},$$

$$CS/(ALG/(Ca+\text{үлгі №1})) = 806,14 \pm 123,42 \text{ мкм},$$

$$CS/(ALG/(Ca+\text{үлгі №2})) = 744,83 \pm 120,51 \text{ мкм},$$

$$CS/(ALG/(Ca+\text{үлгі №3})) = 796,68 \pm 88,23 \text{ мкм}.$$

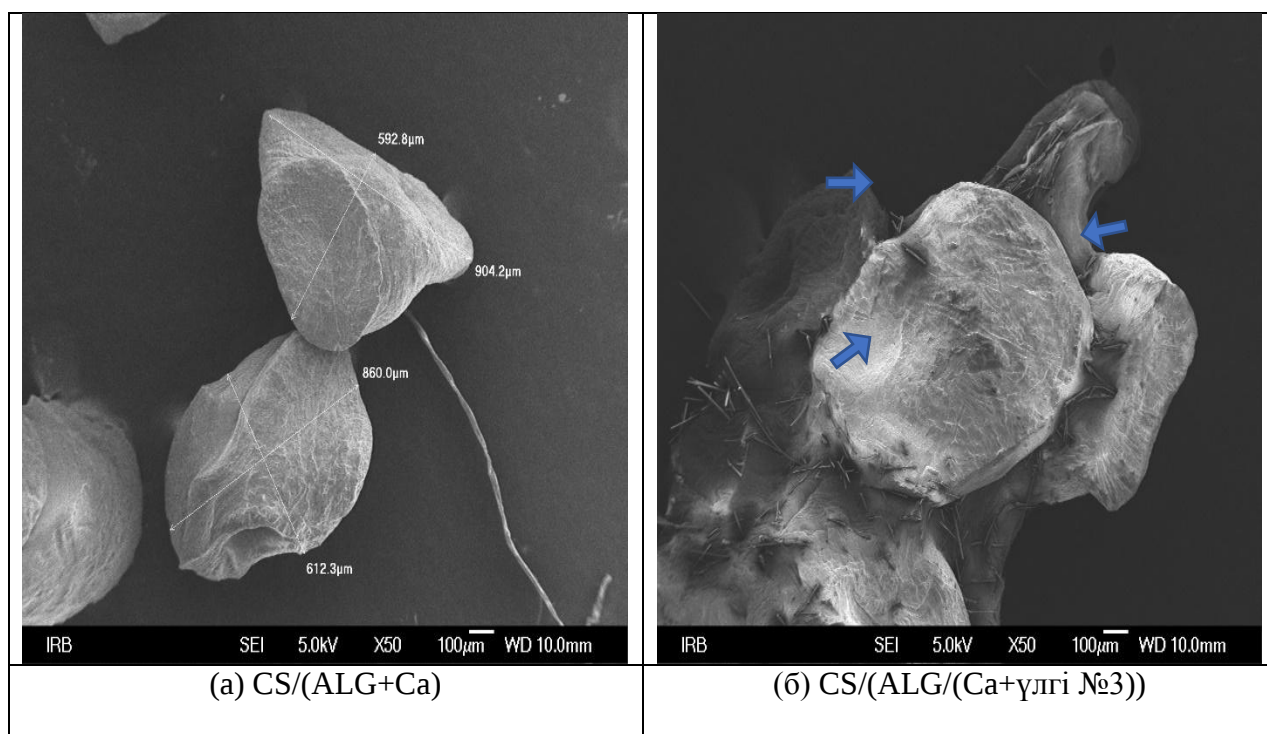
Микросуреттер көрсеткендей, кептіру процесінен кейін үлгілердің бастапқы түсін сақтайтынын растады. 13-суретте электронды микроскопия көмегімен алынған ылғалды және құрғақ микрокапсулалардың микросуреттері көрсетілген.



0,5% еріген №1, №2, №3 үлгілер бар микрокапсулаларды дайындау үшін кальций хлоридінің бастапқы концентрация $C(\text{CaCl}_2)=1 \text{ моль/дм}^3$ құрайды.

Сурет 13- Ылғалды және құрғақ микрокапсулалардың микросуреттері

СЭМ көмегімен кептірілген микрокапсулалардың микросуреттері 14-суретте көрсетілген.



0,5% еріген №3 үлгілер бар микрокапсулаларды дайындау үшін кальций хлоридінің бастапқы концентрациясы $C(\text{CaCl}_2) = 1 \text{ моль/дм}^3$ құрайды.

Сурет 14 – Құрғақ микрокапсулалардың СЭМ микросуреттері

Кептіру процесінен кейін ылғалды микрокапсулалардың бастапқы сфералық пішіні деформацияға ұшырайды. Микрокапсулалар CS/(ALG/Ca) жүйесі үлгілерінің беткі қабатында хитозан қабықшасына тән жолақты және талшықты құрылымдар айқын байқалды (14 –сурет,а).Микросфералармен салыстырғанда микрокапсулалар беткі кеуектілігінің төмендеу үдерісі айқындалды [41]. Микрокапсулалардың беткі кеуектілігінің төмендеуі олардың қорғаныс қабілетін арттырады.CS/(ALG/Ca) жүйесіне №3 үлгіні енгізу беткі қабатта жергілікті агрегацияланған дөңес құрылымдардың түзілуіне септігін тигізеді (бұл агрегаттар 14 – сурет,b көк түсті нұсқамалармен көрсетілген).Беткі морфология талшықты торлы гель мембранасының біртекті таралғанын көрсетеді [26]. Сонымен қатар, кептірудің әсерінен микрокапсулалардың кейбір аймақтарында полимерлі тордың ішінара бұзылуы орын алатыны анықталды.

Микрокапсуланың морфологиясы оның сыртқы диаметрі мен ішкі көлемін белгілейді. Бұл көрсеткіш капсуланың ішіне қанша мөлшерде белсенді №3 үлгі сиятынын және оның қоршаған ортамен жанасу ауданын анықтайды.

Ісіну дәрежесі полимерлі қабықшаның (хитозан-альгинат) морфологиялық құрылымы оның суды сіңіру қабілетіне жауап береді. Қабықша икемді әрі талшықты болса, ісіну дәрежесі жоғары болады, бұл заттың бөліну жылдамдығын реттеуге көмектеседі.

Микрокапсулалардың морфологиялық талдауы сусыздану үдерісінің өлшемді екі есеге шөктіріп, беткі қабатты тығыздайтынын көрсетті, бұл белсенді заттардың баяу бөлінуін қамтамасыз етуде маңызға ие. Капсула бетіндегі микро-кеуектердің мөлшері мен саны оның өткізгіштігін анықтайды. Бұл морфологиялық өзгерістер, ондағы кеуектіліктің төмендеуі (кептіру кезінде) №3 капсула ішінде «ұсталып», оның әсерінің ұзаққа созылуына жағдай жасайды және олардың сыртқы ортаға баяу босап шығуына мүмкіндік беретін маңызды технологиялық көрсеткіш болып табылады.

Микрокапсуланың морфологиясынанықтау арқылы біз оның өлшемін, ісінуін және кеуектілігін реттей аламыз, бұл өз кезегінде ынталандырғыштардың биологиялық тиімділігін қамтамасыз етеді.

3.6 Ынталандырғыштарды микрокапсуляциялау тиімділігі, жүктелу сыйымдылығы және ісіну дәрежесі

а) Микрокапсуляциялау тиімділігі және жүктелу сыйымдылығы

Альгинатты негіздегі микрокапсулалардан алынатын биологиялық белсенді ингредиенттердің (№3, №5 үлгілер) шығымы мен олардың матрицадағы нақты үлесін бағалау мақсатында микрокапсуляциялау тиімділігі (ЕЕ) мен жүктеу сыйымдылығы (ЕС) көрсеткіштері есептелді. Микрокапсула құрамындағы белсенді агенттердің мөлшері биополимердің сипатына, гель түзетін катиондардың концентрациясына, қолданылған технологиялық әдістің ерекшеліктеріне тікелей тәуелді болып табылады [24, 25, 27].

6-кестеде көрсетілген тәжірибелік мәліметтер әртүрлі үлгілердің ЕЕ және ЕС көрсеткіштері арасында айтарлықтай айырмашылықтар бар екенін айқындайды. ЕЕ мәніндегі айырмашылықтар микрокапсуляциялау процесі кезінде №3, №5 үлгілер кальций хлориді мен натрий альгинатымен әрекеттесу деңгейін, атап айтқанда электростатикалық тартылыс күштері мен сутектік байланыстардың қалыптасу дәрежесін көрсетеді.

№3 үлгіде ЕЕ айтарлықтай жоғары-75,73%. Бұл №3 үлгі молекулаларының хитозан-альгинат кешенімен берік электростатикалық байланыс түзу қабілетінің жоғары екенін дәлелдейді.

№5 үлгіде ЕЕ деңгейі төмен – 57,6%. Бұл №5 үлгінің химиялық құрылымына немесе полимерлі тордың өзара әрекеттесу күшінің салыстырмалы түрде әлсіздігіне байланысты болуы мүмкін.

Молекулааралық өзара әрекеттесулерден басқа микрокапсуляциялаудың тиімділігі №3, №5 үлгілердің құрылымына байланысты болады. №5 үлгі үшін ЕС өте жоғары - 53,8. Бұл капсуланың гидрофильділігі жоғары екенін және сулы ортада көлемін ұлғайта алатынын білдіреді. Мұндай жоғары ісіну №5 үлгінің жылдам бөлінуіне әсер етуі мүмкін. №3 үлгі үшін ЕС көрсеткіш 1,05 ең төмен мәні тіркелді. Бұл капсуланың құрылымы өте тығыз екенін және сулы ортада көлемін өзгертпейтін тұрақты екенін көрсетеді.

Кесте 6 – CS/(ALG/(Ca+ №3, №5үлгілер)) микрокапсуляциялау тиімділігі (EE), жүктелу сыйымдылығы (EC) және ісіну дәрежесі (S_w)

Микрокапсулалар	EE/%	EC/мг г-1	S_w
CS/(ALG/(Ca+үлгі №3))	75,73±1,14%	0,24±0,00	1,05±0,18
CS/(ALG/(Ca+үлгі №5))	57,6 ± 0,1%	25,9 ± 1,1	53,8±0,9

б) Ісіну дәрежесі

Гидрофильді альгинатты микрокапсулалардың сулы ортадағы дисперсиясы олардың көлемдік ісінуіне әсер етеді. Бұл процесс ерітіндінің капсула матрицасына диффузиялануынан және полимерлік кернеудің релаксациясынан (шыны тәрізді фазадан жоғары икемді каучук тәрізді күйге ауысуы) басталады [20].

Альгинатты жүйелердің ісінуіне әсер ететін негізгі фактор -кальций иондарының концентрациясы. Кальций катиондары L-гулулон қышқылының блоктарымен әрекеттесіп, полимер тізбектері арасында иондық көлденең байланыстар (тігістер) түзеді [21]. Көлденең байланыстардың жоғарылығы су молекулаларының полимерлік желіге енуін қиындатады. Демек, ісіну деңгейі (S_w) осы тігістердің жиілігі мен беріктігінің индикаторы ретінде қызмет етеді [22].

Хитозан / альгинат негізіндегі құрғақ микрокапсулалардың ерекшелігі – олардың сұйықтықты сіңіру арқылы регидратациялау қабілеті. Бұл процесс негізінен хитозан құрамындағы гидрофильді топтардың гидратациялануымен түсіндіріледі. Су молекулалары микрокапсуланың капиллярлық саңылауларын толтырып, құрылымдық бұзылыссыз (эрозиясыз) ісінуді тудырады [18]. Бұл өзара әрекеттесу полимердің қол жетімді $-COO^-$ және $-NH_3^+$ топтары арқылы жүзеге асады [19].

6-кестедегі мәліметтер барлық микрокапсулалардың салыстырмалы түрде жоғары ісіну дәрежесіне ие екенін көрсетеді, бұл хитозан-альгинат кешенінің табиғи гидрофильділігіне байланысты [24]. Ынталандырғыштарды енгізу альгинат жіптерінің үш өлшемді желідегі орналасуын және матрицаның механикалық беріктігін өзгертеді (14 – сурет, б).

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, микрокапсулалардың тиімділігі енгізілген ынталандырғыштар түріне және полимерлі матрицаның құрылымына тікелей тәуелді. №3 үлгі сақтау тұрақтылығымен, ал №5 үлгі мөлшері және ылғалды ортадағы жоғары белсенділігімен ерекшеленді. Алынған мәліметтер эмульсиясыз әдіспен алынған микрокапсулалардың ауылшаруашылығында әсері ұзартылған биопрепараттар ретінде қолдануға толық жарамды екенін ғылыми тұрғыдан негіздейді.

3.7 Микрокапсуляцияланған биологиялық белсенді ингредиенттердің (ынталандырғыштар) босап шығу кинетикасы

Ынталандырғыштар жүктелген биополимерлі микрокапсулаларды инновациялық тыңайтқыш ретінде қолдану мүмкіндігі бірқатар сипаттамалық параметрлерді оңтайландыруға тікелей байланысты. Олардың қатарына

дайындау технологиясы, микрокапсулалардың химиялық табиғаты, олардың геометриялық пішіні мен өлшемдері, десорбция (босап шығу) жағдайлары жатады. Бұл ретте биополимерлердің құрамы, гель түзетін катиондардың қасиеті мен белсенді ингредиенттердің концентрациясы шешуші факторлар болып табылады. Аталған параметрлердің өзара үйлесімді жиынтығы микрокапсулалардан ынталандырғыштардың бақылаулы әрі тиімді босап шығуына оң ықпал етеді.

Микрокапсулалар сулы ортаға түскенде, сұйықтық полимер тізбектерінің арасындағы саңылауларға еніп, капсуланың ісінуін тудырады. 15 – суретте уақытқа байланысты микрокапсулалар құрамынан CS/(ALG/(Ca+№1, №2, №3 үлгілер)) үлгілердің босап шығу бейіні көрсетілген. Барлық үлгілерде бастапқы кезеңде заттың жылдам босап шығуы байқалады, кейін бұл процесс дәрежелік заң теңдеуіне сәйкес баяулайды. Босап шығу кинетикасы мен механизмін сипаттау үшін Корсмейер–Пеппас моделі [148, 149] қолданылды. Осы модельге сәйкес, әртүрлі басқару механизмдерін келесі эмпирикалық теңдеу арқылы көрсетуге болады:

$$f = a + kt^n, (4)$$

мұндағы k – босап шығу жылдамдығының тұрақтысы, n – босатылу механизмін білдіретін босату көрсеткіші, a – бастапқы уақыттағы ($t=0$) заттың үлесі, ал t – уақытында босап шыққан заттың үлесі.

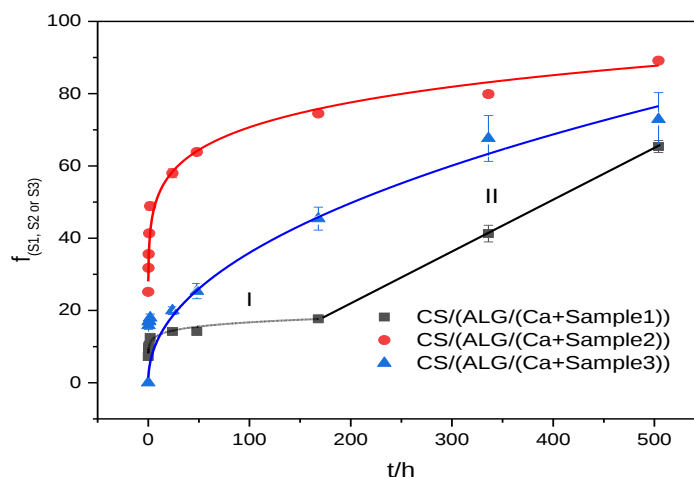
Корсмейер–Пеппас эмпирикалық моделіне сәйкес, белсенді ингредиенттердің босап шығу сипаты n диффузиялық көрсеткішінің мәніне қарай үш негізгі механизммен сипатталады: Фик диффузиясы, аномальді тасымал (Фик емес диффузия) немесе II типті тасымал.

Атап айтқанда, $n < 0,43$ болған жағдайда процесс классикалық Фик диффузиясы заңдылықтарына бағынады.

Ал $n > 0,85$ көрсеткіші кезінде босап шығу үдерісі II типті тасымал арқылы жүзеге асады; мұнда полимерлік матрицаның релаксациясы мен оның ісіну қарқындылығы басты рөл атқарады.

Егер n мәні 0,43 пен 0,85 аралығында болса, бұл жүйеде диффузиялық және релаксациялық механизмдердің қатар жүруін, яғни аномальді тасымал кинетикасын көрсетеді.

Зерттеу нысандарының босап шығу константалары, диффузиялық дәреже көрсеткіштері және корреляция коэффициенттерінің сандық мәндері 7-кестеде жүйеленген. Диффузиялық көрсеткіштің (n) 0,50-ден төмен болуы заттың бөліну процесі классикалық Фик заңдылықтарына сәйкес жүретінін айғақтайды. Мұндай жағдайда полимерлік тізбектердің релаксациясына қарағанда диффузиялық тасымал басым болады. Еріткіштің полимер бетіне сіңуі (сорбциясы) тез жүретіндіктен, бұл құбылыс капсула құрылымындағы байланыстардың өзгеру жылдамдығын анықтайды.



Сурет 15–CS/(ALG/(Ca+ №1, №2, №3 үлгілер)) микрокапсулалардан уақытқа байланысты үлгілердің босап шығу үлесі ($f_{(S1, S2, S3)}$):
I – бірінші уақыт аралығы, II – екінші уақыт аралығы

Аталған құбылыстың кинетикалық ерекшеліктері диффузия коэффициенті арқылы сипатталды. Фиктік диффузия еріткіштің матрица құрылымына ену жылдамдығының жоғары болуымен және полимерлік релаксацияның төмендігімен ерекшеленеді, бұл өз кезегінде еріткіш градиентінің қалыптасуына жағдай жасайды. 7-кесте деректеріне сүйенсек, №3 үлгіде бұл үдеріс ең төменгі жылдамдықпен жүреді.

Кесте 7–CS/(ALG/(Ca+үлгі №3)) микрокапсуладан босатылатын үлгінің босап шығу тұрақтысының вариациясы (k/h), дәреже көрсеткіші (n) және корреляция коэффициентінің (R^2) мәндері

Микрокапсула	Босап шығу тұрақтысының вариациясы, k/h	Дәреже көрсеткіші, n	Корреляция коэффициенті, R^2
CS/(ALG/(Ca+үлгі №3))	4,84	0,441	0,992

№1 үлгі жүктелген микрокапсулалардың босап шығу бейінінде екі түрлі кезеңді анықтауға болады. Бірінші уақыт аралығында заттың бастапқы жылдам босап шығуы байқалып, кейін процесс баяулайды. Ал екінші кезеңде босап шығу бейіні сызықтық сипатқа ие болады. Қисықтың бұл бөлігі келесі теңдеумен сипатталатын нөлдік ретті кинетикаға бағынады:

$$f_i = K_0 t \quad (5)$$

мұнда f_i - t уақыт кезінде ерітілген белсенді агенттің үлесін көрсетеді, K_0 – нөлдік ретті жылдамдық тұрақтысы.

№3 үлгі үшін нөлдік ретті кинетика моделіне сәйкес үлгінің босап шығуы тек уақыттың функциясы ретінде анықталды. Бұл процесс заттың

концентрациясына тәуелсіз, тұрақты жылдамдықпен жүзеге асады. Мұндай сипаттама полимерлі матрицаның жоғары деңгейде ісінуімен түсіндірілді (7-кесте), бұл №3 үлгінің ұзақ уақыт бойы баяу бөлінуін қамтамасыз етеді. Хитозан қабықшасының су мен белсенді агентті өткізу қабілеті нәтижесінде капсула ядросы ылғалданып, заттың қанығу концентрациясына жеткенше еруі жүреді.

Босап шығу кинетикасын талдау №3 үлгінің тиімді әсер ету мерзімі ұзаратынын көрсетті. №3 үлгінің тікелей ерітінді түріндегі формасымен салыстырғанда, микрокапсулаланған жүйеден белсенді №3 үлгінің босап шығу үдерісі 500 сағаттан астам уақытқа созылады. Бұл көрсеткіш өсімдіктердің дамуына қажетті ынталандырғышмөлшерінің топырақ қабатында ұзақ уақыт бойы тұрақты концентрацияда сақталуына мүмкіндік береді.

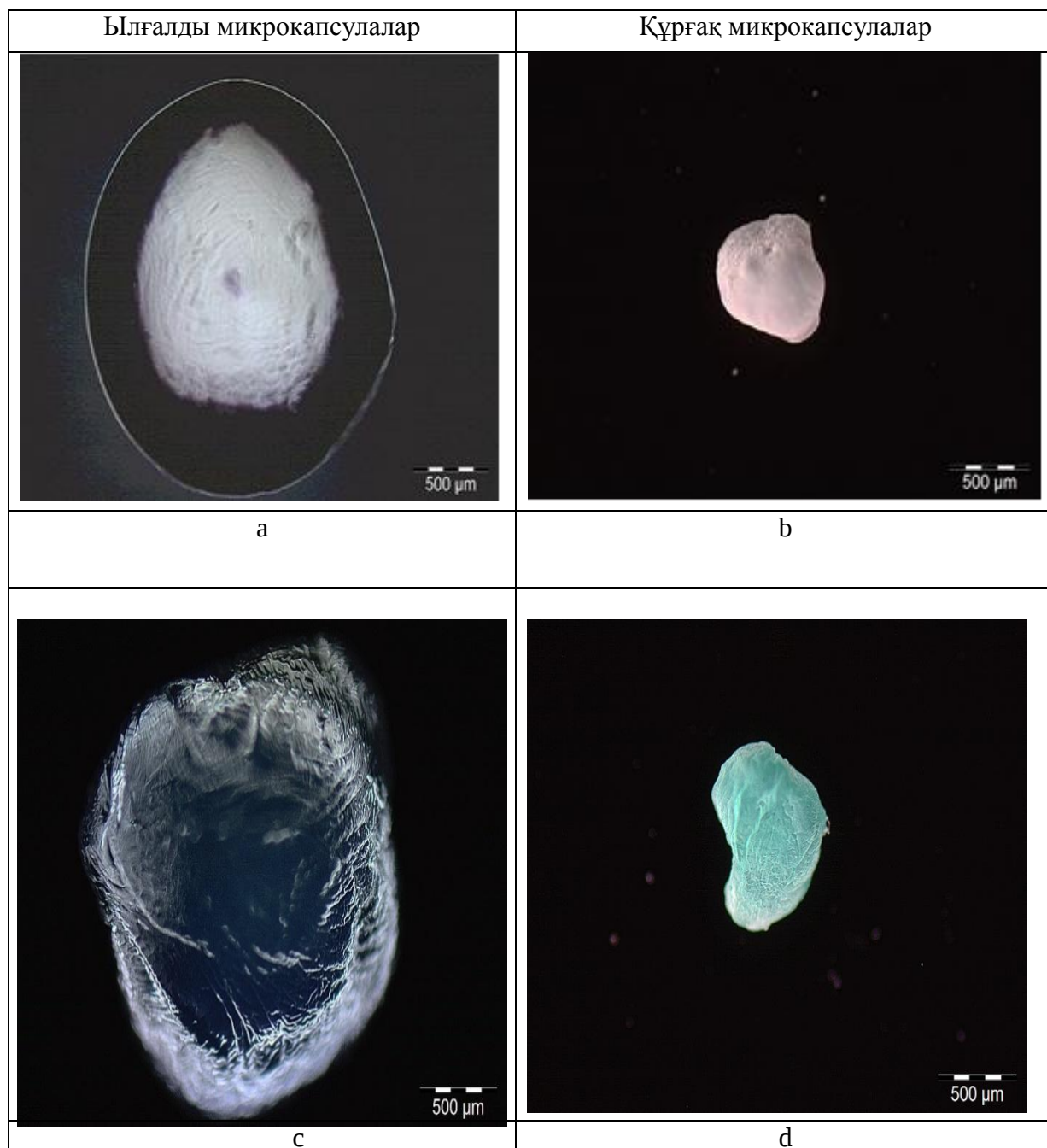
Микрокапсулалардан №3 үлгінің босап шығу кинетикасын басқару — ауыл шаруашылығында препараттардың шығынын азайтуға және олардың биологиялық тиімділігін максималды деңгейге жеткізуге мүмкіндік береді. Баяу диффузиялық жүйе өсімдіктердің стресстік факторларға төзімділігін арттыруда шешуші рөл атқарады.

3.8 Құрамында мыс (II) кешені-үлгі №5 жүктелген микрокапсулалардың морфологиялық сипаттамалары

Мыс (II) кешені-үлгі №5 ынталандырғыш жүктелген және жүктелмеген, ылғалды және құрғақ микрокапсулалардың морфологиясына, мөлшері мен пішініне талдау жасау, электронды микроскопия әдісі және сканерлеуші электронды микроскоппен тұрақты массаға дейін (төрт апта бойыбөлме температурасында) кептірілгеннен кейін бірден жүргізілді. Электронды микроскопия көмегімен алынған ылғалды және құрғақ CS/(ALG/Ca), CS/(ALG/(Ca+Cu/үлгі №5)) микрокапсулалардың типтік микросуреттері 16-суретте көрсетілген.

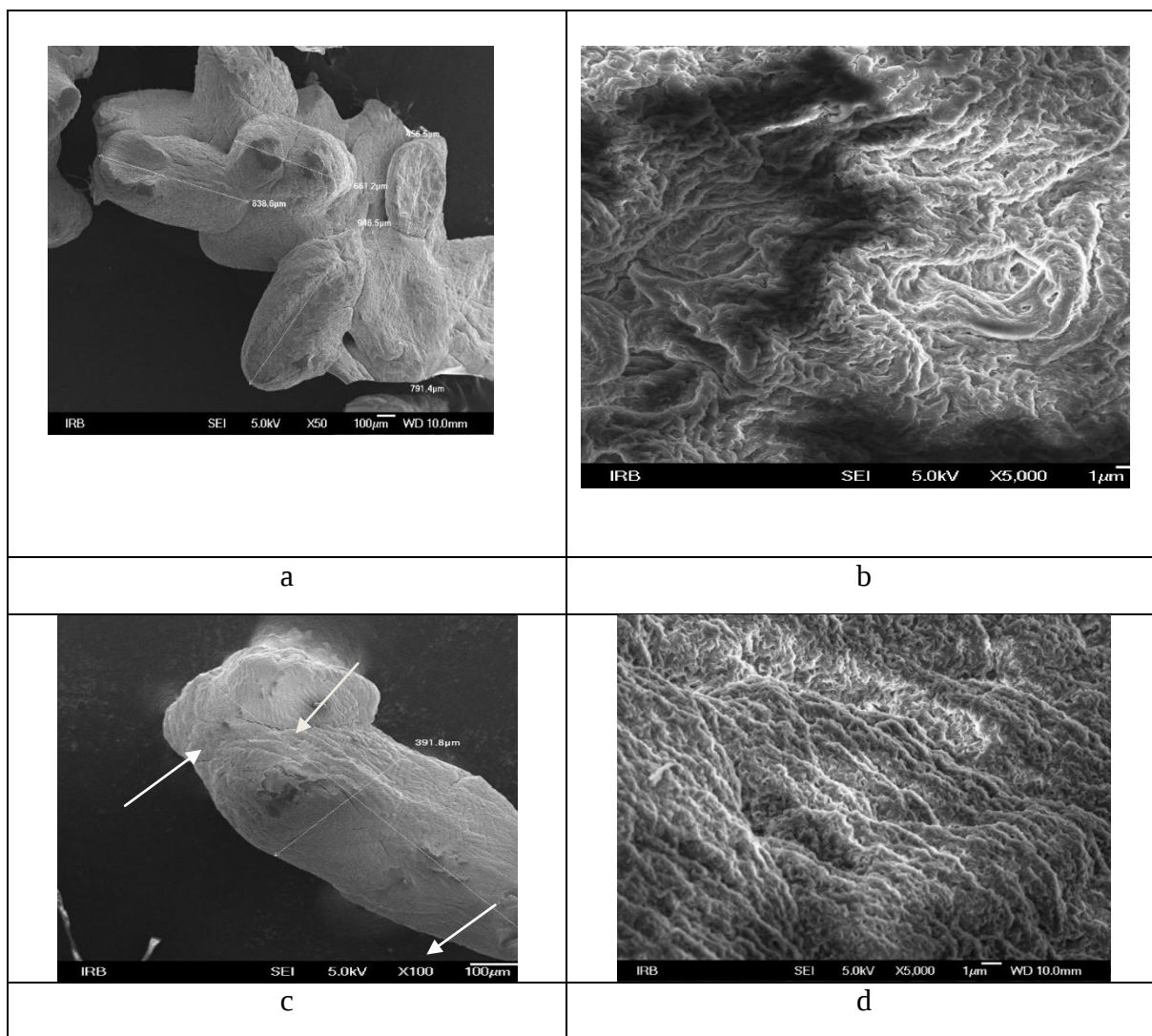
Дайын болғаннан кейін көп ұзамай жүргізілген морфологиялық талдау жасау, ылғалды микрокапсулалардың дөңгелек тәріздес сыртқы беттерін көрсетеді. Ылғалды микрокапсулалардың беті кедір-бұдырлы болып көрінді, көптеген тегіс емес жерлері бар, бірақ жырақтар көрінбейді. Ылғалды микрокапсулалардың екі түрі сфералық немесе сопақша пішінді, бөлшектердің орташа мөлшері шамамен 2 мкм CS/(ALG/Ca) $d = 2053 \pm 114$ мкм; CS/(ALG/(Ca+Cu/үлгі №5)) $d = 2056 \pm 226$ мкм (16 – сурет, а, с). №5 үлгіні жүктеу микрокапсулалардың өлшемін немесе пішінін өзгерткен жоқ. Микрокапсулалардың сфералық немесе сопақ пішіні кальций хлоридінің (1%) концентрациясына байланысты болды[27]. CS/(ALG/Ca) микрокапсулалары ақ, ал CS/(ALG/Ca+Cu/үлгі №5) микрокапсулалары матрица ішіндегі №5 үлгі жүктелуіне байланысты ашық көк түсті. Барлық микрокапсулаларда шамамен 97% су бар. Ауада тұрақты массаға дейін кептіру кезінде судың жойылуы микрокапсулалардың морфологиясына, пішіні мен мөлшерінің өзгеруіне әсер етеді (16 – сурет, b, d). Кептіруден кейін микрокапсулалардың бастапқы сфералық пішіні ішінара өзгеріске ұшырап, олардың беткі қабатында қатпарлы

құрылымдар қалыптасады.



Сурет16–Электронды микроскопия көмегімен алынған микрокапсулалардың суреттері: CS / (ALG + Ca)) (a) және (b), CS/(ALG/(Ca+Cu/үлгі №5)) (c) және (d)

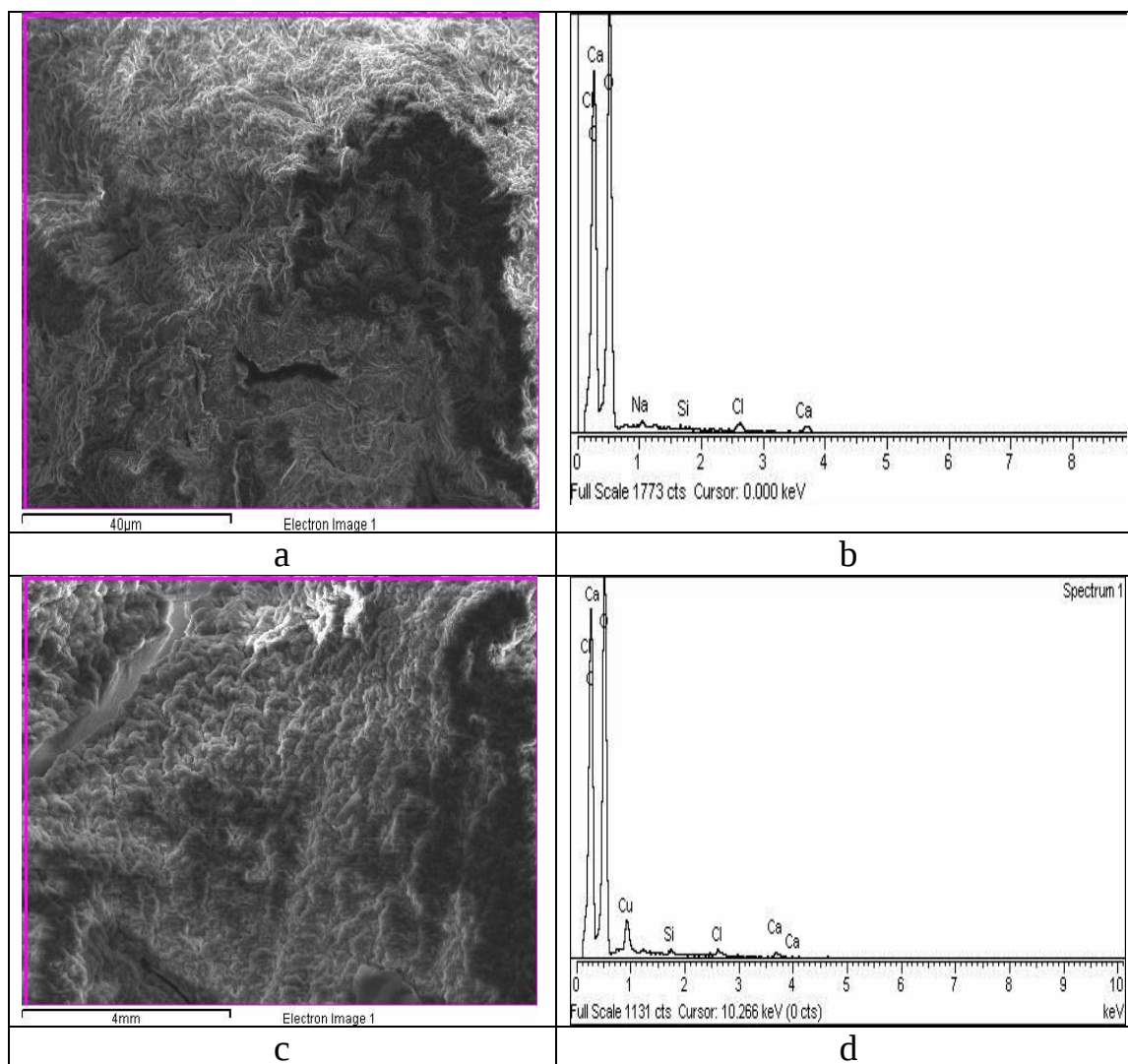
Құрғақ микрокапсула бөлшектерінің орташа мөлшері CS/(ALG/Ca) үшін $845,15 \pm 98,23$ мкм және CS/(ALG/(Ca+ Cu / үлгі №5)) үшін $811,32 \pm 103,21$ мкм дейін азайды (16–сурет, b, d). Өлшемнің 60% - дан астамға азаюы биополимерлер ыдырауының релаксация процестерімен байланысты.



Сурет17–Сканерлеуші электронды микроскоптың көмегімен алынған микрокапсулалардың суреттері:
CS/(ALG/Ca) (a, b) және CS/(ALG/(Ca+Cu/үлгі №5)) (c,d)

17 а, с - суретте келтірілген сканерлеуші электронды микроскоптың көмегімен алынған капсулалардың екі түрі суреттерде эллиптикалық пішіндерді көрсетеді. Үлкейтілген беттік кескіндерде көптеген кеуектері бар талшықты торлы құрылым анықталды (17-сурет, b, d; 18 –сурет, а, с). №5 үлгіні CS/(ALG/Ca) микрокапсулаға жүктеу бетінің біркелкі өзгеруі және бетінде жергілікті біріктірілген дөңестердің түзілуі байқалды (17 –сурет, с, ақ жебелермен белгіленген). Микрокапсулалардың беткі қабаттарының элементтік құрамын сәйкестендіру және сапалық-сандық сипаттамаларын анықтау мақсатында энергия - дисперсиялық рентгендік спектроскопия (ЭДРС) әдісі қолданылды (18 – сурет, а, с). Тәжірибе нәтижесінде алынған спектрлер (18 – сурет, b, d) тіркелген химиялық элементтердің зерттеліп отырған микрокапсуланың құрылымдық құраушыларына және матрица компоненттеріне толық сәйкес келетінін растайды. Атап айтқанда, CS/(ALG/(Ca+Cu/үлгі №5)) беткі қабатында мыстың тіркелуі, №5 үлгінің бір бөлігі болып табылатын мыс (II) кешенінің капсула бетінде шоғырланғанын

айқын көрсетеді (18 d -сурет).



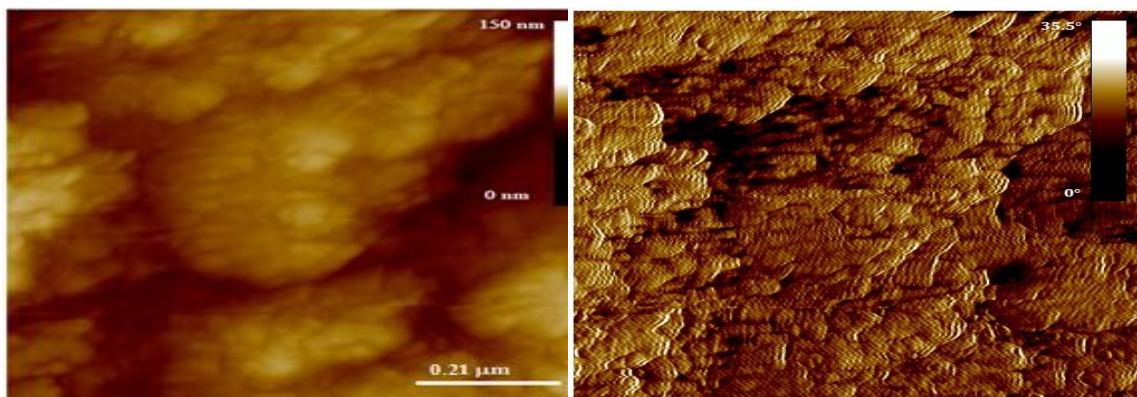
a,b – CS/(ALG/Ca); c,d – CS/(ALG/(Ca+Cu/ үлгі №5)) ;

Сурет 18 - Микрокапсулалардың беткі морфологиясы (a,c);
микрокапсулалардың жоғарғы бетінің элементтік талдауы, (%) (b, d)

Микрокапсулалардың беткі қабатында мыс иондарының жинақталуы натрий альгинатының кальций мен мыс катиондарына жақындығы, бұл иондардың өзара айырмашылығымен түсіндірілді (иондық радиус Cu^{2+} ионында Ca^{2+} катионына қарағанда аз). Ca^{2+} мен Cu^{2+} катиондарының ерекшеліктері альгинатты матрицаның біркелкі иондық байланыстар түзіп, тұрақты сфералық немесе сопақша пішінге ие болуын қамтамасыз етеді [27]. Бұл процесте қалыптасатын қатпарлы беттік пішіні биополимерлік қабықшаның деструкциялану жылдамдығын реттеп, ішкі белсенді заттардың (№5 үлгі) топырақ ортасында бақылаулы әрі ұзартылып босап шығуын жүзеге асырады.

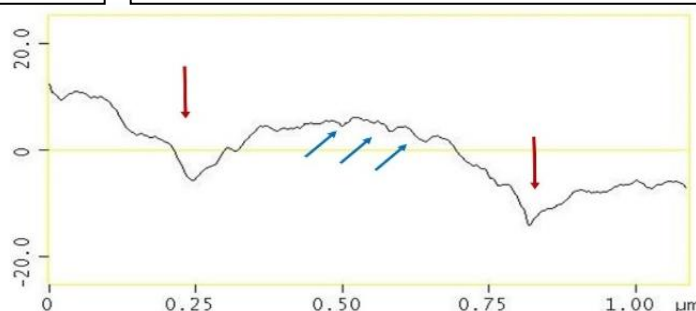
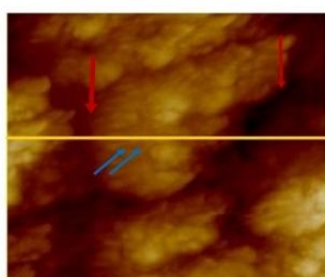
Оптикалық және сканирлеуші электрондық микроскопия (СЭМ) әдістерімен айқындалған беткі топологияны терең талдау мақсатында атомдық - күштік микроскопия (АКМ) зерттеулері жүргізілді. Онда микрокапсулалар

бетінің биіктігі мен фазалық контрастын бейнелейтін 2D және 3D топографиялық кескіндері алынып, 19-суретте көрсетілген ақ сызықтар бойымен беткі пішіні алынды. Зерттеуде кальций хлоридінің 1% концентрациясында дайындалған және құрамында 1,5% ерітілген №5 үлгі бар микрокапсулалар қолданылды.

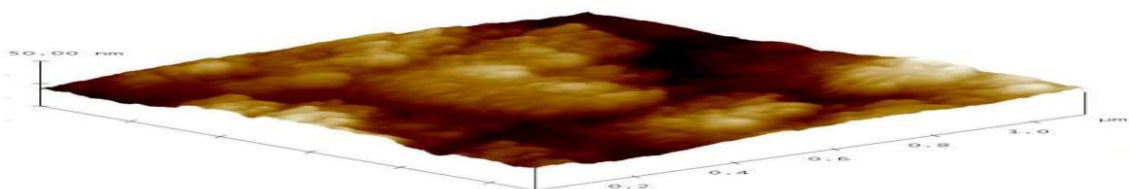


а) Биіктігі туралы мәліметтердің топографиялық бейнесі– TOPVIEW

б) Фазалар бейнесі – TOP VIEW



с) Таңбаланған сызық бойынша (сол жақта) қиылысуды талдау бейнесі (оң жақта)



д) Биіктігі туралы мәліметтердің 3D топографиялық бейнесі

Сурет 19–CS/(ALG/(Ca+Cu/үлгі №5)) микрокапсулалар микробөлшектерінің жоғарғы бетінің көрінісі

19-суретте биіктігі бойынша 2D мәліметтер (а) мен 2D фазалық мәліметтер (b) жоғарғы бетінің көрінісі және сары сызық (сол жақта) бойынша көлденең қиылысуы (с) CS/(ALG/(Ca+Cu / үлгі №5) микробөлшектердің биіктігі бойынша 3D мәліметтерінің (d) беттік сипаттамаларына сәйкес келді.

Атомдық - күштік микроскопиясы (АКМ) арқылы визуализациясы әр микрокапсуланың әртүрлі аймақтарында жүргізілді, ол алынған нәтижелердің

дәйектілігіне кепілдік береді. Микрокапсулалардың беттерінде ұзартылған сфералық емес дәндер болды, олардың қысқартылған осі шамамен $d = 500$ нм және ұзын осі шамамен $d = 700$ нм болды (19 с - суреттегі қызыл жебелер). Әрбір байқалған дән бірдей мөлшердегі көптеген ұсақ бөлшектерден тұратын құрылымдарды алады ($d = 50 - 60$ нм, 19 с - сурет көк жебелер), бірақ CS/(ALG/Ca) [149] микрокапсуласымен салыстырғанда олардың арасындағы шекаралар өткір емес, бұлыңғыр болды.

Зерттелген микрокапсулалардың өте жұмсақ беттері CS/(ALG/Ca) алынған беттеріне қарағанда тегіс болды, бұл көп жинақы құрылымның пайда болуын көрсетеді. №5 үлгіні жүктеу микрокапсулалар бетінің кедір-бұдырлығы $R_a = 26 \pm 3$ нм CS/(ALG/Ca) - ден $R_a = 6,2 \pm 0,7$ нм CS/(ALG/(Ca+Cu / үлгі №5)) дейін төмендетеді.

Морфологиялық және элементтік талдаулар нәтижесінде микрокапсулалау үдерісінің тиімділігін толықтай негіздейді. Беткі қабаттың элементтік картасы белсенді №5 үлгінің капсула ішінде және бетінде тұрақты бекітілгенін растайды, бұл препараттың топырақпен жанасқанда тиімді әсер етуін қамтамасыз ететін негізгі фактор болып табылады.

3.9 CS/(ALG/(Ca+Cu/ үлгі №5)) микрокапсулалардың ісіну дәрежесі

Микрокапсулаладағы №5 үлгі шығымы мен құрамы туралы ақпарат алу үшін микрокапсуляциялау тиімділігі мен жүктелу қабілетін анықтау жүргізілді. Олардың мәндері тандалған биополимерлі материалға, натрий альгинатына байланысты, ол өзара әрекеттесу реакцияларын (мыс және кальций иондары) және екі құраушы айнымалылардың әсерін (хитозан мен альгинат арасындағы байланыс) қажет етеді [20]. Микрокапсуляциялау тиімділігінің мәні $57,6 \pm 0,1\%$, ал жүктелу сыйымдылығы $25,9 \pm 1,1$ мг / г құрады.

Кесте 8—CS/(ALG/Ca) және CS/(ALG/(Ca+Cu/ үлгі №5)) микрокапсулалар ісіну дәрежесі S_w

Үлгі	CS/(ALG/Ca)	CS/(ALG/(Ca+Cu/үлгі №5))
S_w	$91,4 \pm 3,4$	$53,8 \pm 0,9$

Құрғақ түрінде микрокапсулалар екі жолмен дегидратацияланып, ісіну процесінен өтеді. Сұйықтық су ретінде түскенде микрокапсулалардың ішіне еніп, бетіндегі тесіктерді толтырады, бұл процесті эрозиясыз және бұзылусыз жүзеге асырады [18]. Гельдік микрокапсулалардың ісіну қабілеті ынталандырғыштардың бақыланып босап шығуы үшін материалдардың жарамдылығын бағалаудың маңызды факторы болып табылады [18].

CS/(ALG/Ca) микрокапсуласы ісінуінің өте жоғары дәрежесі хитозанның ісіну және суды сіңіру қабілетіне байланысты болады [18]. 8-кестеде көрсетілгендей, мыс (II) кешені - үлгі №5 жүктемесі микрокапсулалардың ісінуін едәуір төмендетеді. Альгинаттың ісінуін анықтайтын негізгі факторлардың бірі - дайындау кезінде гель түзетін катиондардың концентрациясы, бұл гель түзілу кинетикасына, түзілетін гельдің

сипаттамаларына үлкен әсер етеді [18,22]. Екі катион, кальций және мыс гель түзетін катиондар ретінде қарастырылды және бірге L-гулурон қышқылы топтарының блогымен өзара әрекеттесіп, әртүрлі альгинат тізбектері арасында күшті иондық көлденең байланыстар түзеді және CS/(ALG/Ca) микрокапсулаға қарағанда тығыз желілер болып табылады. Ісіну тігістер байланыстарымен шектеледі және тығыздығы жоғары тігістермен тығыз торға судың енуі қиындықтар келтіреді.

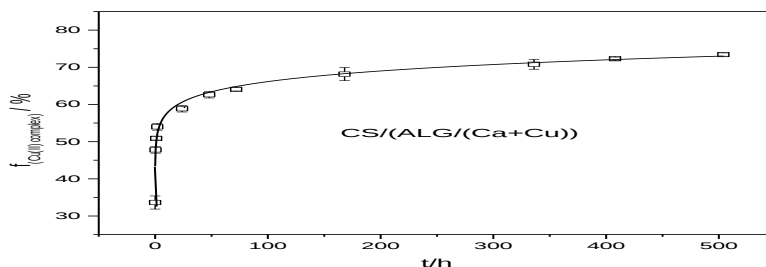
Мыс (II) кешенін - үлгі №5 микрокапсулалау технологиясы жоғары сыйымдылық (ЕС) пен тұрақты құрылымдық қасиеттерді біріктіреді. Бұл үлгі негізіндегі микрокапсулалар тек өсуді ынталандырып қана қоймай, сонымен қатар өсімдікті маңызды микроэлементпен (мыс) қамтамасыз ететін, әсері ұзартылған тиімді ынталандырғыш болып табылады.

3.10 Микрокапсулалар құрамынан №5 үлгінің босап шығу кинетикасы

Микрокапсулаларды су ерітіндісінде дисперсиялау кезінде су полимер тізбектері арасындағы тесіктерге еніп, жүктелген ынталандырғыштардың ісінуіне және босатылуына әсер етеді. Гидрофильді микробөлшектердің бөліну жылдамдығын бақылайтын ең маңызды механизмдер диффузия, ісіну және эрозия болып табылады [146].

20-суретте көрсетілгендей, №5 үлгінің микрокапсуладан CS/(ALG/ (Ca+Cu/үлгі №5)) босап шығуы уақытқа байланысты бірінші сағ ішінде жылдам босап шығумен сипатталды, содан кейін 500 сағатқа дейін баяу босатылды. Бастапқы босап шығудың жоғарылауы микрокапсула бетінде №5 үлгінің бір бөлігінің болуымен түсіндірілді (17 с – сурет микрокапсула бетіндегі кесек дөңестер).

Бастапқыда жылдам босатылғаннан кейін, микрокапсула бетіндегі оң зарядталған хитозанның амин топтары мен теріс зарядталған альгинаттың карбон қышқылы топтары арасындағы полиэлектролит кешенінің қабатына байланысты, альгинат матрицасында орналасқан №5 үлгінің босап шығуы баяулайды [147].



Сурет 20 –CS/(ALG/(Ca+Cu/ №5үлгі)) микрокапсулалардан уақытқа байланысты ынталандырғыштың босап шыққан үлесі (f).

Кинетиканы және босап шығу механизмінің түрін анықтау үшін үзіліс әсерін есепке алумен [156] өзгертілген жиі пайдаланылатын дәрежелік моделі

колданылды. Басқарудың әртүрлі механизмдерін эмпирикалық теңдеу көмегімен қарастыруға болады:

$$f = a + kt^n(6)$$

мұндағы а-босатылу әсерін сипаттайтын у осінің қиылысу бұрышы, k - құрылымдық және геометриялық аспектілерді ескере отырып, белгілі бір жүйені сипаттайтын кинетикалық тұрақты (босатылу жылдамдығының өлшемі), n - босатылу механизмін білдіретін босатылу көрсеткіші және t- босатылу уақыты.

Босатылу көрсеткішінің шамасы n босату механизмі туралы ақпарат береді ($n \leq 0,45$ Фик диффузиясымен сипатталды, $n \geq 1,0$ релаксация / полимердің еруі II типті тасымал және $0,45 < n$ және $< 1,0$ аномальды тасымал). 0,45 пен 1,0 арасындағы n мәндерін екі құбылыстың көрсеткіші ретінде қарастыруға болады (гидратталған матрицадағы диффузия және полимердің ісінуі мен релаксациясы).

CS/(ALG/(Ca + Cu/ үлгі №5)) микрокапсуладан үлгі №5 ынталандырғыштың босап шығуының a, k тұрақтысы, n дәрежесі көрсеткіші және корреляциясы мәндері 9-кестеде келтірілген.

Корреляция коэффициенті (R^2) өте жоғары болды, бұл тәжірибелік деректер мен (4) теңдеу арасындағы жақсы корреляцияны көрсетеді. 0,45-тен төмен n мәні Фик диффузиясымен басқарылатын классикалық босатылуды көрсетеді.

Кесте9–CS/(ALG/(Ca+Cu/үлгі №5)) микрокапсуладан босап шыққан №5 үлгінің тұрақтысы (k), дәреже көрсеткіші(n) және корреляция коэффициенті(R^2)

Микрокапсула	a	k/h	n	R^2
CS/(ALG/(Ca+Cu/үлгі №5))	44,3±3,0	8,2±0,2	0,20	0,997

Осылайша, микрокапсуланың құрамдас бөліктері мен мыс (II) кешені /үлгі №5 ынталандырғыш арасындағы күрделі электростатикалық өзара әрекеттесулер мен сутектік байланыстар микрокапсуланың құрылымына және физика-химиялық сипаттамаларға әсер етеді. Альгинат матрицасында екі гель түзетін катиондардың болуынан әртүрлі альгинат тізбектері арасындағы иондық көлденең байланыстар салыстырмалы түрде берік болып, тығыз желілер түзеді. Мыс (II) кешенін-үлгі №5 жүктеуде CS/(ALG/Ca) микрокапсулалармен салыстырғанда кедір-бұдырлығы азайған микрокапсулалардың тегіс, аз айқын түйіршікті беті анықталды. Микрокапсула құрамдарынан мыс (II) кешенін босату бейіні көрсеткендей, бастапқыда жылдам босатылды, одан кейін дәреже Заңының теңдеуіне сәйкес баяу босатылды. Фик диффузиясы босап шығу жылдамдығын бақылау механизмі ретінде анықталды.

Физика-химиялық сипаттамалары мен босап шығу механизміне сүйене отырып, дайындалған CS/(ALG/(Ca+Cu /үлгі №5)) микрокапсулаларын

өсімдіктерді қоректендіру, қорғау және өсімдіктердің өсуін ынталандыру үшін жақсартылған тыңайтқыш ретінде пайдалануға болады.

Алынған нәтижелер көрсеткендей, №5 үлгіні микрокапсулалар құрамына жүктеу, өсімдіктердің әр түрлі дақылдарының ауылшаруашылық өндірісінде пайдалану мүмкіндігі бар жақсартылған тыңайтқыш ретінде пайдалануға жарамды болады. Микрокапсулалардың жаңа құрамдарының артықшылығы микрокапсуляцияланған №5 үлгіні ыдыраудан қорғау және қолдану мөлшерін азайту, сонымен қатар, өсімдіктерді қоректендіру, өсуді қорғау және реттеу үшін бақыланатын босап шығу болып табылады. Біздің зерттеулер дайындалған микрокапсулалардың жаңа құрамдарын ауылшаруашылығы өндірісінде қолдануға бағытталған [150].

3.11 Микрокапсуляцияланған ынталандырғыштардың өсімдік өсіретін белсенділігін тексеру

№3 және №5 үлгілердің микрокапсула түрінде жекелеген дақылдардың вегетативтік дамуы мен өсуіне әсерін тестілеу нәтижелері 10-кестеде келтірілген. Онда үш сынақ концентрациясы (0,0001, 0,001 және 0,01%) өсімдіктердің үш дақылына (жүгері, арпа, бидай) қолданылды. 10-кесте мәліметтерінде микрокапсуладағы CS/(ALG/(Ca+Cu/үлгі №5)) және CS/(ALG/(Ca+ үлгі №3)) екпе дақылдар түріне әсер етуі көрсетілді.

Кестедегі мәліметтерді талдау нәтижесінде микрокапсуладағы №3 және №5 үлгілердің жүгері, арпа және бидай дақылдарының өсу көрсеткіштеріне (тамыры және сабағының ұзындығы мен салмағы) әсері келтірілген.

Кесте 10–Микрокапсулаға жүктелген ынталандырғыштардың екпе дақылдарын өсіруді реттегіш қасиеті

Концентрация, %	0,01		0,001		0,0001	
Өсімдіктер бөлігінің ұзындығы, мм (салмағы, г), бақылауға %						
№ қосылыстар	тамыры	сабағы	тамыры	сабағы	тамыры	сабағы
Жүгері						
CS/(ALG/(Ca+ үлгі №3))	115 114	127/76	110/89	111/89	104/79	111/79
CS/(ALG/(Ca+Cu/ үлгі №5))	90,7 (114,6)	90,8 (111,3)	139,7 (154,4)	117,6 (151,0)	156,0 (165,5)	138,4 (131,8)
Гумат, 2,5 %	103,1 (95,5)	101,4 (96,2)				
Арпа						
CS/(ALG/(Ca+ үлгі №3))	81/104	89/72	86/107	86/91	87/96	88/90
CS/(ALG/(Ca+Cu/ үлгі №5))	100,4 (111,8)	114,6 (116,6)	100,8 (100,7)	100,7 (112,2)	114,9 (100,1)	110,0 (114,3)
Гумат, 2,5 %	(90,9)	(96,0)				
Бидай						
CS/(ALG/(Ca+ үлгі №3))	94/116	110/122	105/118	107/118	119/137	109/123
CS/(ALG/(Ca+Cu/ үлгі №5))	112 (122,1)	100,1 (90,4)	106 (116,9)	100,9 (100,4)	108 (118,6)	100,6 (100,7)
Гумат, 2,5 %	– (93,1)	– (93,9)				

Зерттеу барысында қолданылған ынталандырғыштардың тиімділігі бақылау нұсқаларымен (Гумат 2,5%) салыстырмалы түрде бағаланды. Нәтижелер концентрацияға және дақыл түріне байланысты өзгерістерді көрсетті.

Жүгері дақылы бойынша талдау көрсеткендей, №3 үлгідеен жоғары тиімділік 0,01% концентрацияда байқалды (тамыр ұзындығы – 115 мм, сабағы – 114 мм). Концентрация төмендеген сайын (0,0001%) өсу көрсеткіштері біртіндеп төмендегені байқалды. Ал №5 үлгі жүгерінің биомассасын арттыруда ерекше тиімділік көрсетті. Әсіресе 0,0001% концентрацияда тамыр ұзындығы 156,0 мм, ал салмағы 165,5 г жеткен. Бұл гуматпен (103,1/95,5) салыстырғанда өсу қарқынының 50%-дан астам жоғары екенін дәлелдейді.

Арпа дақылы бойынша талдау нәтижесінде №3 үлгі орташа нәтиже көрсетті. Барлық концентрацияларда өсу көрсеткіштері тұрақты (81-87 мм аралығында), бірақ секіріс байқалмайды. Ал №5 үлгі 0,01% және 0,0001% концентрацияларда сабақтың өсуіне (114,6 мм және 110,0 мм) оң әсер етті. Бұл үлгінің арпа дақылының вегетативті мүшелерін дамытудағы гуматтан жоғары екені анықталды.

Бидай дақылы бойынша талдау бойынша №3 үлгі үшін ең оңтайлы концентрация – 0,0001%. Мұнда тамырдың өсуі 119 мм, ал салмағы 137 г болды. Бұл бақылау нұсқасына қарағанда бидайдың тамыр жүйесінің нығаюына №3 үлгінің тікелей әсер ететінін көрсетеді. Ал №5 үлгі 0,01% концентрацияда тамырдың өсуін (112 мм) жақсы ынталандырған, бірақ концентрация азайған сайын оның әсері бидайда біртіндеп бәсеңдейді.

Микрокапсулаланған №3 және №5 үлгілерді қолдану бидай, арпа және жүгері дақылдарының тамыр жүйесі мен жер үсті мүшелерінің үйлесімді дамуын қамтамасыз етеді.

№5 үлгі жүгері мен арпаның биомассасын арттыру үшін, ал №3 үлгі бидайдың тамыр жүйесін нығайту үшін ең тиімді инновациялық ынталандырғыштар ретінде ұсынылады. Бұл нәтижелер микрокапсуляция технологиясының ауылшаруашылығындағы жоғары практикалық маңыздылығын растайды.

Микрокапсулаланған түрдегі ынталандырғыштардың әсерін ұзарту өсу мен даму үшін ұзақ уақытты қажет ететін дақылдарға қолдануға мүмкіндік беретінін және микрокапсуляция белсенді ингредиенттердің ынталандырушы әсерімен қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен қатар өсімдіктердің өсуі мен дамуы үшін қажет азот, мыс және кальцийдің қосымша көзі болатындығын атап көрсетілді.

Микрокапсуляцияланған және микрокапсуласыз ынталандырғыштарды сынақтан өткізудің нәтижелері 11-14 кестелер мен 21-27 суреттерде көрсетілген. 11-кестеде келтірілген мәліметтерге сәйкес, инкапсуляцияланған ынталандыратқыштардың 0,001% концентрациясында қолдану бақылау нұсқасымен (сумен өңдеу) салыстырғанда өнімділіктің айтарлықтай артуына ықпал етті.

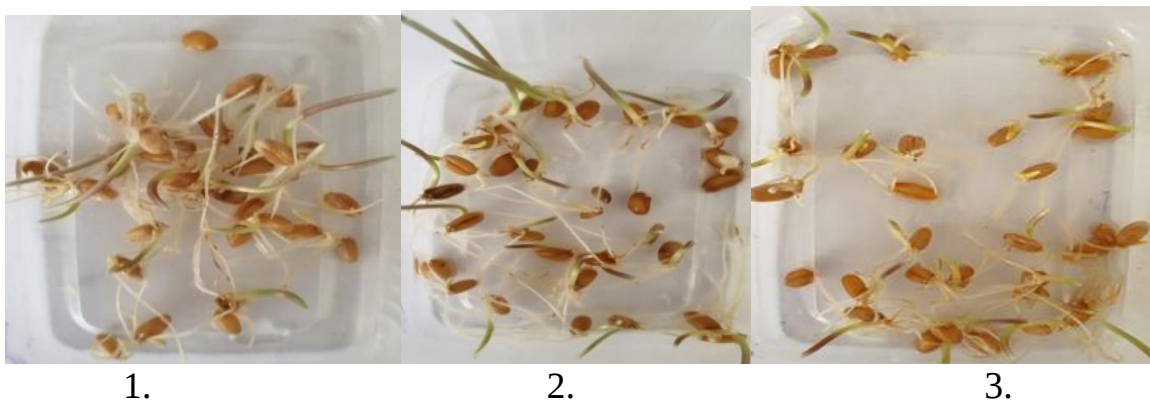
Зерттеу барысында арпа дақылында («Бәйшешек» сорты) келесідей

көрсеткіштер анықталды: микрокапсулаланған ынталандырғыштармен өңдеу нәтижесінде өнімділік 4,12 ц/га мәніне жетіп, бақылау нұсқасынан 10%-ға артық көрсеткіш көрсетті. Жұмсақ бидай («Южный-12» сорты): бұл сорт бойынша өнімділіктің 4,70 ц/га деңгейіне дейін жоғарылағаны тіркелді, бұл бақылау көрсеткішінен 10,6%-ға жоғары. Жұмсақ бидай («Память 47» сорты): Ең жоғары ынталандырушы әсер осы сортта байқалды. Өнімділік 10,36 ц/га құрап, бақылау деңгейінен 29,3%-ға немесе 2,35 ц/га-ға артты.

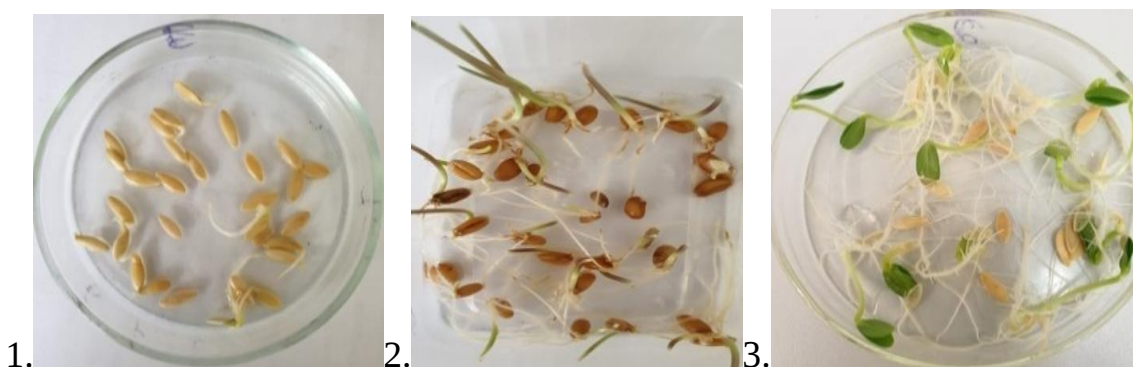
Алынған нәтижелер CS/(ALG/(Ca⁺ үлгі №1)) жүйесінің өсімдіктердің вегетациялық әлеуетін арттырудағы жоғары белсенділігін растайды. «Память 47» сортындағы өсім көрсеткіші инкапсуляцияланған белсенді заттың дақылдың генетикалық ерекшеліктеріне сәйкес баяу әрі тиімді босап шығуымен негізделеді (11-кесте).

Кесте 11 – Күздік бидай және арпа өнімділігіне ынталандырғыштар әсері

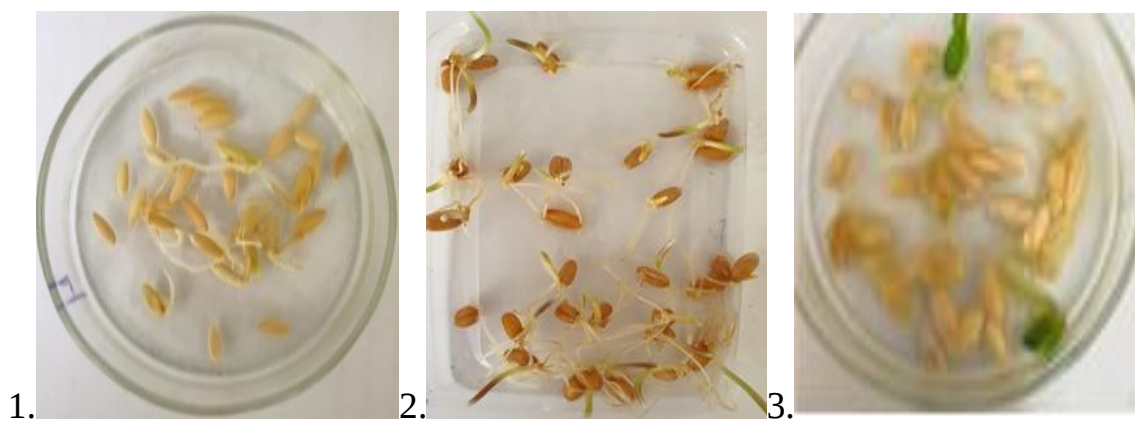
Нұсқа	Концентрация, %	Өнімділігі, ц/га (бақылауға%)		
		Арпа	Жұмсақ бидай	
		Бәйшешек	Южный-12	Память47
Бақылау	Су	3,75	4,25	8,01
CS/(ALG/(Ca ⁺ үлгі №1))	0,001	4,12(110)	4,70(110,6)	10,36(129,3)



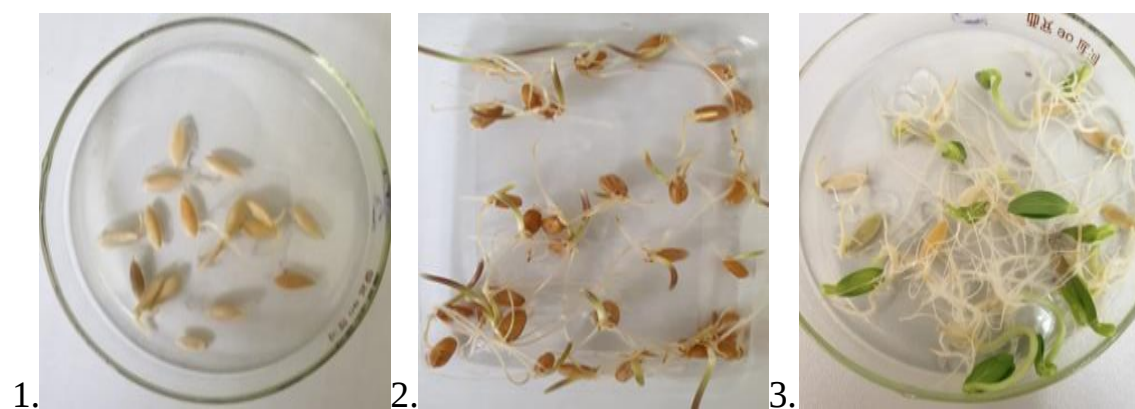
Сурет 21–1- №2 үлгі, 2- №3 үлгі, 3- №4 үлгілердің бидай тұқымдарының өнгіштігіне әсері (1 апта)



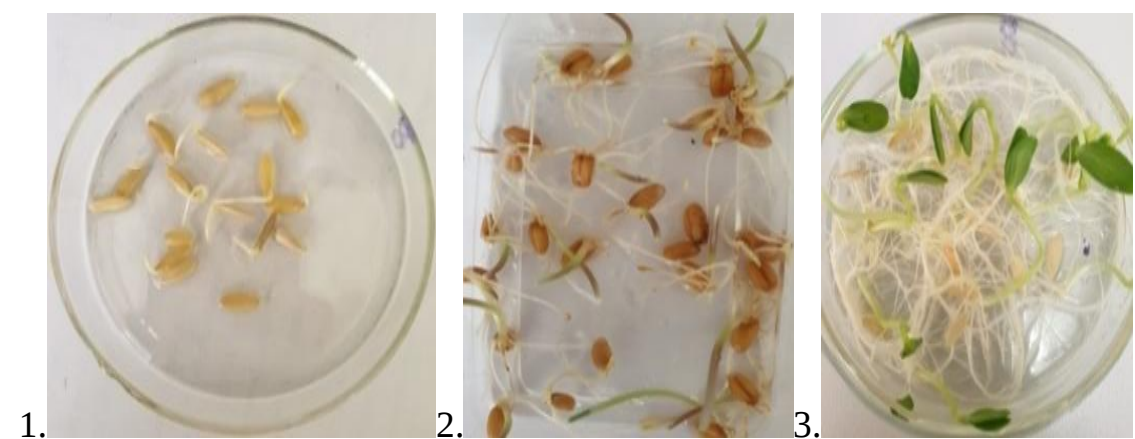
Сурет 22 –№3 үлгінің тұқымдар өнгіштігіне әсері
1-қияр (1-апта), 2-бидай (1-апта), 3-қиярдың өнуі (3 апта)



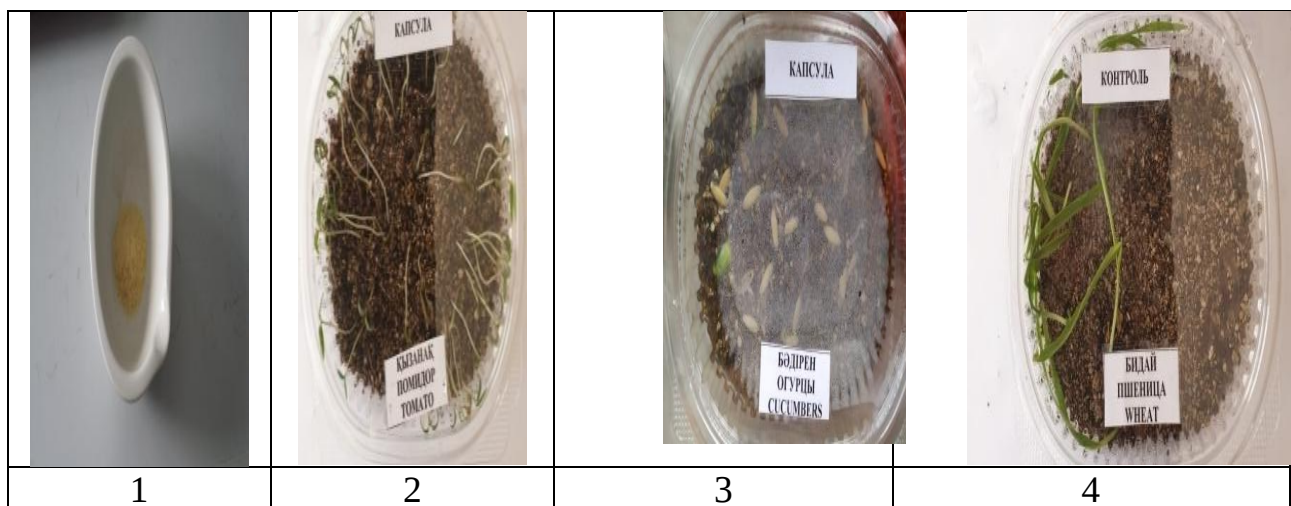
Сурет 23 – №4 үлгінің тұқымдар өнгіштігіне әсері
1-қияр (1-апта), 2-бидай (1-апта), 3-қиярдың өнуі (3 апта)



Сурет 24 - №5 үлгінің тұқымдар өнгіштігіне әсері
1-қияр (1-апта), 2-бидай (1-апта), 3-қиярдың өнуі (3 апта)



Сурет 25 – Бақылау: 1-қияр, 2-бидай (1-апта), 3- қиярдың өнуі (3 апта)



Сурет 26 - Микрокапсулалармен өңделген екпе дақылдары тұқымдардың өнгіштігі (1 апта)

(1-№3 үлгі бар микрокапсула, 2-қияр, 3-қызанақ, 4-бақылау бидай)

Зерттеу барысында алынған мәліметтер (21-26 суреттер) әртүрлі үлгілермен өңделген ауыл шаруашылығы дақылдарының өнгіштік көрсеткіштерін салыстырмалы түрде сипаттайды.

Тәжірибелік мәліметтер №2, №3, №4 және №5 үлгілердің бақылау нұсқасымен салыстырғанда бидай мен қияр тұқымдарының өнуін жеделдететінін көрсетті.

Бірінші аптада: №3 және №4 үлгілермен өңделген бидай мен қияр тұқымдарында бастапқы өсу нүктелерінің қарқынды қалыптасуы байқалады.

Үшінші аптада (22-25 суреттер): Қиярдың өну динамикасын бақылау барысында инкапсуляцияланған ынталандырғыштардың ұзартылған әсері анықталды. Бақылау нұсқасымен салыстырғанда (25-сурет), №3 және №4 үлгілерде вегетативті массаның көлемі мен тамыр жүйесінің дамуы жоғары деңгейде екені көрінеді.

Әртүрлі дақылдарға әсері: 26-суретте микрокапсулаланған формадағы №3 үлгінің қияр мен қызанақ сияқты көкөніс дақылдарына әсері кешенді түрде көрсетілген. Микрокапсулалармен өңделген сынамаларда тұқымдардың біртекті өнуі және жас өскіндердің өміршеңдігінің жоғары екендігі байқалады. Бұл инкапсуляцияланған жүйенің тек дәнді дақылдар үшін емес, көкөніс шаруашылығында да тиімді екенін айқындайды.

12-кесте бойынша мәліметтер көрсеткендей, қияр ұрығы мен бидай тұқымдарының өнгіштігіне капсуласыз және микрокапсуламен 1-2 аптадағы жүргізілген зерттеулер нәтижелері көрсетілген. Бақылау нұсқасымен салыстырғанда капсуласыз бойынша қияр өнгіштігі үлгі №3 және мыс (II) кешені/ үлгі №5 нұсқаларда жоғары болуы анықталды. Ал бидай бойынша өнгіштігі бақылау нұсқасымен салыстырғанда капсуласыз + үлгі №2 және капсуласыз + үлгі №3 нұсқаларында жоғары болуы анықталды. Микрокапсулаға жүктелген үлгі №3 нұсқасында қияр мен бидай бойынша өнгіштігі жоғары болуы анықталды [151-154].

Кесте 12 –Екпе дақылдары тұқымдарының өнгіштігі (1-2 апта)

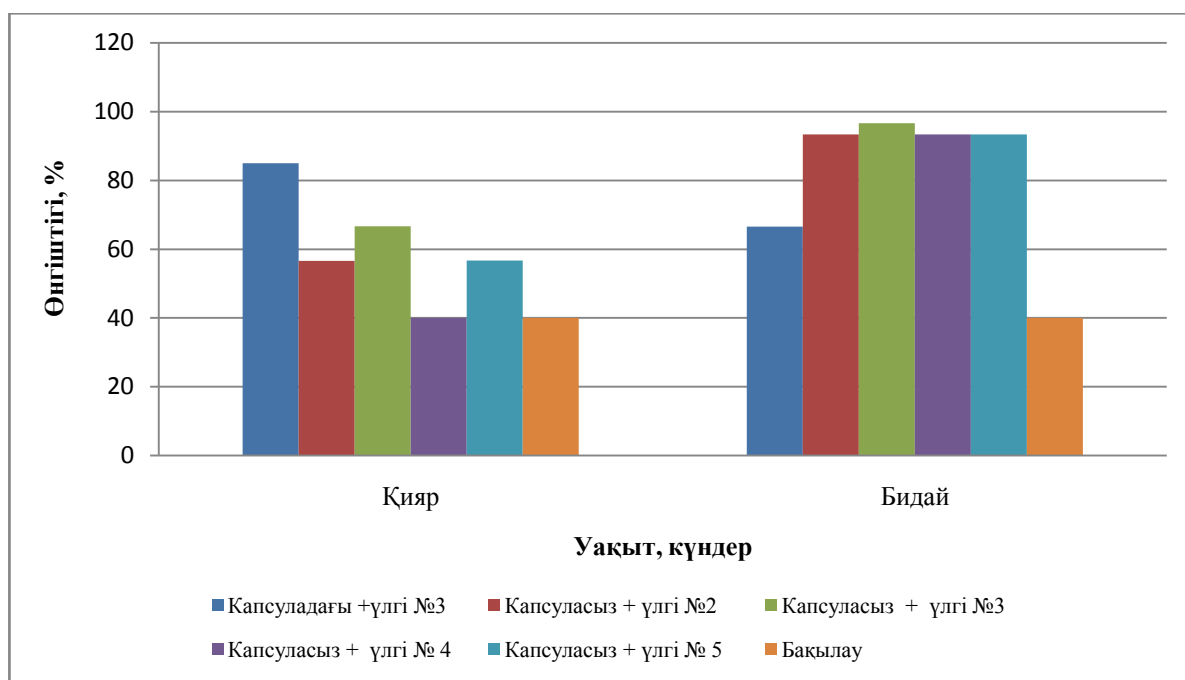
№	Нұсқалар	Екпе дақылдары, тұқымның өнгіштігі, саны			
		Қияр, «Меринда F1»		Бидай	
		I	II	I	II
1	Капсуласыз +үлгі №2	5	13	23	25
2	Капсуласыз + үлгі №3	12	15	22	25
3	Капсуласыз + үлгі № 4	7	12	21	23
4	Капсуласыз + үлгі №5	9	14	21	23
5	Капсула + үлгі №3	15	17	18	20
6	Бақылау	3	8	10	12

13-кестеде синтезделген өсу стимуляторларымен өңделген ауыл шаруашылығы дақылдары тұқымдарының вегетацияның үшінші аптасындағы өнгіштік көрсеткіштерінің пайыздық мәндері жүйеленіп берілген [155].

Кесте 13 –Екпе дақылдары тұқымдарының өнгіштігі (3 апта)

№	Нұсқалар	Екпе дақылдары, тұқымның өнгіштігі, саны			
		Қияр, «Меринда F1»		Бидай	
		I	II	I	II
1	Капсуласыз+ үлгі №2	17	56,66	28	93,33
2	Капсуласыз + үлгі №3	20	66,66	29	96,66
3	Капсуласыз + үлгі №4	12	40	28	93,33
4	Капсуласыз + үлгі № 5	17	56,66	28	93,33
5	Капсула + үлгі №3	20	66,66	29	96,66
6	Бақылау	10	33,33	20	66,66

27–суретте ынталандырғыштар микрокапсулада және капсуласыз екпе дақылдар тұқымдары өнуіне әсері қияр және бидай екпе дақылдарына байланысты диаграммасы келтірілді. Көрсетілгендей, уақытқа байланысты өнгіштігі бойынша жоғарғы мәнді қиярда капсуладағы + үлгі №3 нұсқасында анықталды, ал бидай бойынша микрокапсуласыз және микрокапсуладағы мәндерінде айырмашылықтар байқалды. Капсуласыз нұсқасында бидай өнгіштігі жоғары, ал микрокапсуладағы нұсқасында бидай өнгіштігі 3-5 есеге төмен екендігі анықталды, нәтижесінде капсуладағы ынталандырғыштарды қосу мерзімі ұзақ екпе дақылдарға қолдану тиімділігі анықталды [156-158].



Сурет 27 – Микрокапсулада және микрокапсуласыз ынталандырғыштардың екпе дақылдар тұқымдары өнуіне әсері

14 - кестеде ынталандырғыштар қолданылған екпе дақылдарының құрамына зерттеу нәтижесінде қызылша өсімдігінің және оның дәнінің құрамындағы негізгі қоректік элементтердің – жиынтық азот, жалпы азот және жиынтық фосфор мөлшерінің өзгеруі көрсетілген. Зерттеу нәтижелері Алматы қаласындағы У.У.Успанов атындағы «Топырақтану және агрохимия» Қазақ ғылыми-зерттеу институтында стандартты агрохимиялық әдістер бойынша анықталды.

Зерттеу нәтижелері өсімдіктерді өңдеу үшін қолданылған ынталандырғыштардың өсімдік құрамындағы азот пен фосфордың жиналуына белгілі бір деңгейде әсер ететінін көрсетті. Атап айтқанда, жиынтық азот мөлшері қызылша өсімдігінің өзінде 0,40–0,75 % аралығында өзгерді. Ең жоғары көрсеткіш үлгі №2 қолданылған нұсқада байқалып, 0,75 % құрады. Дәндегі жиынтық азот мөлшері 0,50–0,65 % аралығында болды, бұл бақылау нұсқасымен салыстырғанда кейбір тәжірибелік үлгілерде аздап жоғарылағанын көрсетеді.

Жалпы азот мөлшерін талдау нәтижелері бойынша қызылша өсімдігінде оның мөлшері 1,428–1,848 % аралығында өзгерген. Ең жоғары көрсеткіш үлгі №1 қолданылған жағдайда (1,848 %) байқалды. Ал дән құрамындағы жалпы азот мөлшері 3,976–5,068 % аралығында болды. Ең жоғары мән №3үлгі қолданылған нұсқада анықталып, 5,068 % құрады, бұл зерттелген ынталандырғыштардың өсімдіктегі азот алмасу процестерін белсендіруі мүмкін екенін көрсетеді.

Жиынтық фосфордың мөлшері қызылша өсімдігінің өзінде 0,55–0,62 % аралығында өзгерсе, дән құрамында 1,70–2,10 % шамасында болды.

Микрокапсулаларда ынталандырғыштар біртіндеп босатылды, сонымен қатар, өсімдіктердің өсуіне, микро және макроэлементтердің топыраққа жақсы сіңуіне әсер етеді, бұл өсімдіктердің химиялық талдауының нәтижелерінен көрінеді. 14–кестеде көрсетілгендей, өсімдіктердің құрамындағы жиынтық азот, жалпы азот, жиынтық фосфор бойынша мәліметтер келтірілген.

Кесте 14–Ынталандырғыштармен өңделген екпе дақылдарының құрамына зерттеу нәтижелері(18.10.2018 жыл)

№	Анықталатын көрсеткіштер	Өлшем бірліктері	Зерттеу нәтижелері	Зерттеу әдістері
1	2	3	4	5
	Жиынтық азот			
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1, қызылша	%	0,4±0,95	МЕМСТ 26261-84
2	Дәні		0,55±0,95	
3	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)- №2, қызылша		0,75±0,95	
4	Дәні		0,65±0,95	
5	1-метил-3-метиламиномалеинамид -үлгі №3, қызылша		0,5±0,95	
6	Дәні		0,55±0,95	
7	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен- үлгі №4, қызылша		0,50±0,95	
8	Дәні		0,50±0,95	
9	Мыс (II) кешені- үлгі №5, қызылша		0,45±0,95	
10	Дәні		0,50±0,95	
11	Бақылау		0,55±0,95	
12	Дәні		0,55±0,95	
	Жалпы азот			
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1, қызылша	%	1,848±0,95	МЕМСТ 26107-84
2	Дәні		4,256±0,95	
3	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қызылша		1,736±0,95	
4	Дәні		4,760±0,95	
5	1-метил-3-метиламиномалеинамид -үлгі №3, қызылша		1,428±0,95	
6	Дәні		5,068±0,95	
7	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен- үлгі №4, қызылша		1,456±0,95	
8	Дәні		4,368±0,95	
9	Мыс (II) кешені - үлгі №5, қызылша		1,708±0,95	
10	Дәні		4,704±0,95	
11	Бақылау		1,512±0,95	
12	Дәні		3,976±0,95	

14–кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
	Жиынтық фосфор Р=±0,95			
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1, қызылша		0,55±0,95	МЕМСТ 26261-84
2	Дәні		1,85±0,95	
3	2-амин-3-метоксикарбониллакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қызылша		0,60±0,95	
4	Дәні		1,85±0,95	
5	1-метил-3-метиламиномалеинамид -үлгі №3, қызылша		0,59±0,95	
6	Дәні		2,10±0,95	
7	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1- ен/ үлгі №4, қызылша		0,62±0,95	
8	Дәні		1,85±0,95	
9	Мыс (II) кешені -үлгі №5, қызылша		0,55±0,95	
10	Дәні		1,70±0,95	
11	Бақылау		0,68±0,95	
12	Дәні		2,30±0,95	

3.12 Микрокапсулаларды бидай дақылдарына қолдану

Бидай тұқымдары егу алдында микрокапсуладағы ынталандырғыштар ерітіндісімен (0,1 мг/кг) өңделді, ол үшін 1 кг бидай тұқымына 0,1 мг немесе 0,0001 грамм ынталандырғыштар есептелді. Микрокапсулалар қабықшасын құрайтын заттар: Хитозан мен натрий альгинатының кешені-0,000322 г., үлгі №3- 0,00004, су-2 г. Капсуланың 10 мл ерітіндідегі жалпы салмағы = 0,28 г. Кальций хлоридінің салмағы =0,188038 г (15-кесте).

Концентрацияны % есептеу келесі формула бойынша жүргізілді:

$$C_{\text{үлгі №3}} = m_{\text{үлгі №3}} / m_{\text{жалпы микрокап}} = 0,00004 / 0,28 * 100 = 0,0143\%$$

Кесте 15–Микрокапсула ядросындағы ынталандырғыштар концентрациясы

№	Микрокапсула массасы ($m_{\text{микрокапсула}}$), Г	Ынталандырғыш массасы ($m_{\text{үлгі №3}}$), Г	Концентрациясы, С, %
1	0,28	0,00004	0,0143
2	1	0,000143	
3	0,6993	0,0001	

Микрокапсуладағы үлгі №3 концентрациясын (0,0143%) ескеріп, 1 кг тұқымға 0,6993 г микрокапсула (№3, №5 үлгілер) есептелді. Бірақ, микрокапсуладан ынталандырғыштардың босап шығуы өте баяу жүруі ескерілді (16-кесте).

Кесте 16– Ынталандырғыштардың микрокапсуладан босап шығуы

Уақыт, мин	60	120	180	240	300
Микрокапсуладан босап шығуы, %	10	20	30	40	50

16-кестеде көрсетілгендей, 300 мин өткенде микрокапсуладан ынталандырғыштардың босатылуы жылдамдығы тез жүрді және 24 сағ өткенде босатылу 60 % жетті, тұқымдарды суға батыруда 300 мин-24 сағ аралығында сулы ортада ынталандырғыштардың 50% ғана босатылды. Тұқымдарға ынталандандырғыштардың тиімді әсер етуі үшін микрокапсулалардың алынатын мөлшері есептелді, осы ынталандандырғыштардың мөлшері тұқымдарға тиімді әсерді қамтамасыз етті. Белсенді заттың босап шығу кинетикасын (60%) және тиімді бөліну деңгейін (50%) ескере отырып жасалған бұл есептеулер, препараттың шығынын дәл анықтауға мүмкіндік береді.

3.13 Тәжірибе жүргізілген ауданның орны және климаттық топырақ жағдайы

Тәжірибе Түркістан облысы Ордабасы ауданы Төрткөл ауылы ЖСШ «Март» шаруашылығында жүргізілді.

Тәжірибе жүргізілген жердің климат ерекшеліктеріне сипаттама беру үшін, аудан орталығының гидрометеорологиялық станция мәліметтері пайдаланылды. Метеорологиялық станциясының мәліметтері бойынша жылдық орташа температура + 7,7°C, ал қаңтар айының орташа температурасы - 7,1°C болса, ең жылы ай шілдеде + 21,3°C. Зерттеу жүргізілген жылдары (2019–2020) орташа жылдық температура 6,6–9,6°C аралығында ауытқиды. 2019–2020 жылдары бұл көрсеткіш орташа көпжылдықтан 1,5–1,9°C жоғары болса, ал 2020 жылы - 1,1°C төмен болды.

Зерттеу нысаны ретінде бидайдың сорты алынды.

Далалық тәжірибе сызбасы:

№3, №5 үлгілерді микрокапсуляциялаған соң (0,1 %) 3 л суспензия 100 кг дәнге тегіс араластырып, одан кейін тұқым егуге дайындалды.

Тәжірибе үлгісі

1-бақылау –сумен бүркеу,

2-капсуласыз+ үлгі №3 су қосып бүркеу,

3-микрокапсула +үлгі №3,

4-капсуласыз+ үлгі №5су қосып бүркеу,

5-микрокапсула + үлгі №5

Өндірістік тәжірибе шаруашылықта қабыл етілген әдістеме бойынша жүргізілді.

3.13.1 Аймақтың агроклиматтық көрсеткіштері

Жалпы Түркістан облысының климаты өте құбылмалы, көп мөлшердегі жылумен, жарығымол, ұзақ мерзімге созылатын жылы кезеңі бар, ерте көктемде өте көп түсетін жауын-шашынмен ерекшеленді. Бұл тау етегінде жартылай шөлейтті агроклиматты аймаққа тән сипатталды.

Атмосфералық айналыммен анықталатын жыл мезгілінің суық және ылғалды, жылы және құрғақ кезеңдері айқын бөлінген. Жаз айларында орталық Азия шөлейттерінен облыс аймағына бірқалыпты өте аптап ыстық жел соғады және бұл құрғақ әрі ашық ауа - райын қалыптастырды. Күзі жылы және құрғақ.

Ауа-райының ауысуы солтүстіктен, солтүстік батыстан, көбіне солтүстік шығыстан жел арқылы келетін арктикалық циклонның ығыстыруымен немесе таудан келетін суық желдің әсерінен болды.

Тәжірибелік зерттеулер жүргізілген кезеңдегі климаттық ерекшеліктер континентішілік тропикалық жылы ауа массалары мен полярлық ендіктерден келетін суық ауа ағындарының өзара әрекеттесуімен сипатталды. Осы синоптикалық үдерістердің әсерінен қысқы және көктемгі мезгілдерде атмосфералық жауын-шашынның мол мөлшері тіркелді. Арктикалық суық ауаның тропикалық жылы ағындармен жиі алмасуы аймақтағы метеорологиялық жағдайдың тұрақсыздығына алып келді.

Түркістан облысының құрғақ аймақтарына тән климаттық ерекшеліктерге инсоляцияның жоғары деңгейі мен жылу қорының молдығы жатады. Өңірдің агроклиматтық әлеуеті жылу мен ылғалдың өзіндік теңгерімімен (балансымен) ерекшеленді, бұл тәлімі (суарылмайтын) егіншілікті дамыту үшін қолайлы экологиялық негіз қалайды. Аймақтың негізгі метеорологиялық көрсеткіштері: Шілдедегі температура 32–33°C жылылықтан, сол қаңтар температурасы 5–6°C аспайды. Температура 0°C жоғары жылы кезеңдегі температуралардың жиынтық қосындысы аймақтардың басым бөлігінде 2400–3400°C, ал шығыс аудандарда 2000–2400 °C шегінде құбылады. Қыс ортасында (қаңтар айы) ауа-райы күрт жылынып қарды тез ерітіп жібереді, көктемде - жылы, ашық күндер суық бұлтты, жауын-шашынды және қарлы күндермен жиі ауысады.

Атмосфералық ылғалдың негізгі көзі -батыстан оңтүстік шығысқа ауысатын атлантикалық ауа ағындары болып табылады. Бұл ауа ағындары тау бөктеріне жақындаған сайын суып, ылғал конденсацияланады және жауын-шашын түрінде түседі. Жылдық жауын-шашын мөлшері 450–500мм. Климатқа тән ерекшелігі -бұл жылдық жауын-шашын мөлшерінің 80–90 % күзгі-қысқы-көктемгі мезгілдерде (қыркүйек-мамыр айлары) түсуі. Жылы кезеңдерде жауын-шашын біркелкі түспейді, жазда топырақты тез құрғататын шығыс және солтүстік бағыттағы жылдамдығы 4–5 м/с болатын ыстық желмен, аз мөлшердегі жауын-шашынмен ерекшеленді. Аймақта жаз мезгілі - ыстық және ұзақ, ауаның орташа температурасы 26°C. Ауаның ең жоғары температурасы шілде айында 42°C-қа жетеді. Қыс мезгілі - қысқа, аз қарлы, қаңтар айының орташа температурасы -2,6°C, ал ең төменгісі -30°C. Ең жоғарғы температурадан төменгі температураға дейін 72°C. Ауаның жылдық орташа температурасы - 12,8°C. Аязсыз кезеңнің ұзақтығы орташа 205 тәулік. Соңғы суықтар сәуір айының басында тоқтайды және қазан айының соңында қайта басталады. 10°C-ден жоғары жиынтық температура 4100–4400°C құрайды. Орташа жылдық салыстырмалы ауа ылғалдылығы 57%. Ауаның жоғарғы салыстырмалы ылғалдылығы күзгі-қысқы-көктемгі мезгілдерде байқалды. Жаз кезіндегі ауаның жоғарғы оң температурасы мен атмосфералық жауын-шашынның аз болуы ауаның салыстырмалы ылғалдылығын 30 % дейін төмендетеді. Аймақтың төменгі шекарасында ауаның температурасы 10°C жоғары сәуірдің екінші он күндігінде басталып, қазанның бірінші он күндігінде аяқталады. 10°C жоғары орташа тәуліктік оң температуралардың қосындысы

2000–3000°C тең. Тауға көтерілген сайын жылы кезең мен жылылық шұғыл төмендей бастайды. Аймақтың жоғары шекарасында оң температуралардың қосындысы 2000°C дейін, ал 10°C жоғары кезеңінде 1400–1500°C дейін кемиді. Аязсыз кезең төменгі шекарада 5,0–5,5 айға, жоғары шекарада 3 айға дейін қысқарды (17-кесте).

Кесте17 - Орташа айлық және орташа жылдық жауын-шашын мөлшері мен ауа температурасы (Шымкент агрометеостанциясының мәліметтері бойынша)

Айлар	Агроклиматтық көрсеткіштер			
	Ауаның орташа температурасы, °C	Ауаның максималды температурасы, °C	Ауаның минималды температурасы, °C	Жауын-шашын, мм
Қаңтар	-2,6	14,3	-30,6	60,6
Ақпан	-0,3	16,2	-24,1	63,0
Наурыз	5,4	18,3	-12,4	87,0
Сәуір	12,8	23,2	-8,2	78,0
Мамыр	18,7	31,9	-3,5	42,0
Маусым	23,2	40,8	11,3	17,0
Шілде	26,1	41,3	16,2	7,0
Тамыз	24,5	42,1	18,4	3,0
Қыркүйек	19,1	30,5	6,3	7,0
Қазан	11,9	26,3	-8,2	37,0
Қараша	4,8	17,4	-15,3	52,0
Желтоқсан	0	15,3	-28,0	64,0
Орташа жылдық	12,8	26,5	-6,5	497,0

Тұрақты қар жамылғысының ерте түсетін мерзімі қараша айының соңғы онкүндігі, ал қар еруінің соңғы күндері 30 наурыз. Қар қалыңдығының ең жоғарғы биіктігі 28 см. Қыс мезгіліндегі тұрақсыз қар жамылғысы 56 % құрайды.

Ең төменгі жауын-шашын мөлшері қыркүйек айында 0,8 мм ғана түседі. Шілде, тамыз, қыркүйек айларында түсетін жауын-шашынның аз болуы топырақ ылғалына көп әсер етпейді. Ауаның орташа тәуліктік жылулығының жоғары мерзімі 195–205 күнге созылады. Ауаның абсолютті максималді жылулығы шілде айында 36,8°C дейін болады. Абсолютті минималді суықтық қаңтар айында – 20,5°C дейін болады. Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы орташа көпжылдық мәліметтерге қарағанда тек қана күз-қыс айларында шамалы артық, ал қалған айлар бойынша 3–11 % аралығында кем болды. Жалпы, жауын-шашынның түсуі бойынша, тек қазан, қараша, желтоқсан айларына (58,6; 55,4; 79,7) көпжылдық шамаға қарағанда сәйкесінше 21,4; 3,4; 15,7 мм артық түскеніне қарамастан басқа айларда өте аз түседі. Аймақтағы ауаның салыстырмалы ылғалдылығы соңғы үш жылдағы мәліметтер бойынша, ең жоғары шегіне (54–78%) күзгі-қысқы-көктемгі айларында, ал ең төменгі шегіне (34–35%) жаз айларында жетті(18-кесте).

Кесте 18– «Шымкент – Агро» метеостанциясының көпжылдық агроклиматтық көрсеткіштері

№	Айлар	Жылулық мөлшері, °С										Ылғал, мм	
		Ауаның			Топырақ бетіндегі		Топырақ тереңдігіндегі					Ауа ылғалдылығы	Тәуліктік ылғал мөлшері
		Орташа	Max	Min	Max	Min	5	10	15	20	40		
1	Қаңтар	-2,3	18,5	- 21,3	17,0	-23,7	-	-	-	2,4	16,2	69	22,8
2	Ақпан	-1,6	15,4	- 17,2	11,5	-24,0	-	-	-	2,7	8,0	71	140,0
3	Наурыз	4,0	17,6	- 15,0	31,7	-10,7	-	-	-	6,6	4,5	68	67,1
4	Сәуір	11,3	30,1	-4,0	41,6	-35	12,1	11,2	11,2	11,0	10,2	61	47,6
5	Мамыр	17,9	32,0	0,7	54,2	-2,4	19,7	19,9	19,4	18,9	17,2	52	14,9
6	Маусым	24,0	37,1	9,9	69,8	7,5	27,9	26,9	26,3	25,7	23,1	42	4,5
7	Шілде	25,8	70,0	10,7	67,0	8,5	29,5	28,3	28,1	27,7	25,8	41	26,9
8	Тамыз	24,4	38,8	7,7	66,3	4,5	28,8	27,7	27,7	27,6	26,4	33	0
9	Қыркүйек	20,4	38,8	5,5	58,8	2,7	22,9	22,6	22,9	22,2	22,2	32	25,2
10	Қазан	11,9	28,9	-1,4	40,5	-3,1	11,9	12,8	13,4	13,8	14,1	56	18,4
11	Қараша	4,7	15,0	-3,5	23,1	-9,4	-	-	-	5,9	7,1	71	8,2
12	Желтоқсан	5,4	21,8	-8,0	20,5	-12,9	-	-	-	2,4	2,9	60	31,8

Жаз кезеңіндегі ауаның шамадан тыс құрғақшылығы мен жауын-шашынның өте аз болуы топырақтың көп құрғауына және оның ылғалының ең, төменгі шегіне жетуіне себепші болады. Бидайдың өсіп-дамуының дұрыс жүруін қамтамасыз етіп, одан сапалы, әрі мол өнім алу үшін оның өсіп-дамукезеңдерінде міндетті түрде суару жұмыстары жүргізілді.

Вегетативті кезеңдегі желге шығыс және солтүстік-шығыс бағытындағы желдер жатады. Желдің орташа жылдық жылдамдығы 3,1 м/сек. Көпжылдық климаттық көрсеткіштер 18 - кестеде көрсетілді.

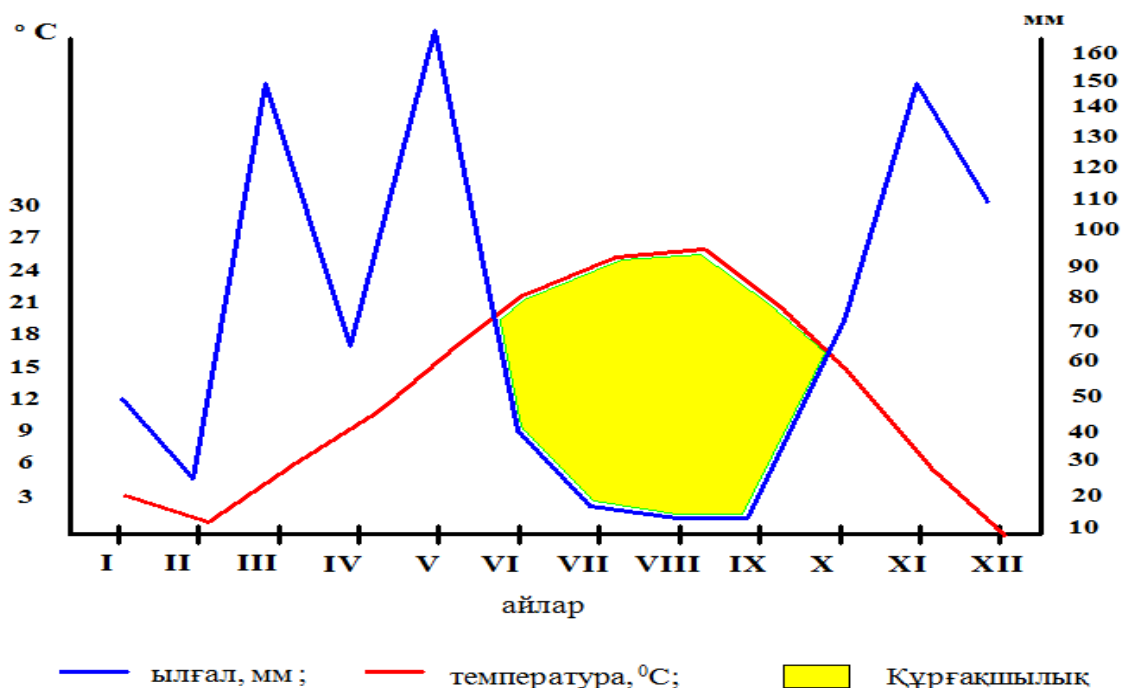
Аудандастыру негізінде агроклиматтық көрсеткіштер - белгілі бір территориядағы жауын-шашын мөлшерімен вегетациялық кезеңіндегі оң температуралар қосындысының ара қатынасын сипаттайтын гидротермиялық коэффициент (ГТК) қабылданған. ГТК-белгілі территорияның жылумен қамтамасыз етілу деңгейін бағалау үшін И.И.Синягин [159] әдісі қолданылды. ГТК мәні 0,2–1,0 және одан жоғары аралықта өзгерді. Вегетациялық кезеңдегі 10°C жоғары температуралар жиынтығы 3100–3600°C аралығында болды. Гидротермиялық коэффициенттің орташа мәні 0,66 тең (19-кесте).

Кесте 19 – Жылдар бойынша ауаның салыстырмалы ылғалдылығы, % («Шымкент –Агро» метеостанциясының мәліметтері бойынша)

Айлар	Орташа көпжылдық	2018 жыл	Мөлшерден ауытқуы,±	2019 Жыл	Мөлшерден ауытқуы, ±	2020 жыл	Мөлшерден ауытқуы,±
Қаңтар	72	69	-3	72	0	75,6	+3,6
Ақпан	73	68	-5	65	-8	67,6	-5,4
Наурыз	69	58	-11	5/8	-11	62	-7
Сәуір	60	60	0	54	-6	56,3	-3,7
Мамыр	56	55	-1	48	-8	423	-13,7
Маусым	43	46	3	37	-6	30	-13
Шілде	38	52	14	34	-4	33,6	-4,4
Тамыз	34	35	1	30	-4	34,6	+0,6
Қыркүйек	39	49	10	36	-3	35	-4
Қазан	55	52	-3	68	13	59,6	+4,6
Қараша	69	76	7	71	2	73,3	+4,3
Желтоқсан	73	69	-4	78	5	71,3	-1,7

Климаттық жағдайы тәлімі немесе суармалы егіншілікке тиімді болуы. 19-кестеде көрсетілген мәліметтер бойынша ауаның жылулығы сәуір айында 11,3°C, ал топырақ тереңдігіндегі жылулығы 10,2°C 40 см тереңдікте болды. Ауаның ылғалдылығы 6,1%-ке жетеді. Тәуліктегі ылғал мөлшері 82,4 мм. Шілде айында ауаның жылулығы 25,8°C 40 см тереңдікте ауаның ылғалдылығы 41% тәуліктегі ылғал мөлшері 26,9 мм. Ал қазан айында ауаның жылулығы 11,9°C, топырақ тереңдігіндегі жылулығы 14,1°C 40 см тереңдікте болады. Көпжылдық мөлшерге қарағанда ауаның ылғалдылығы 56%, тәуліктегі ылғал мөлшері 18,4 мм. Жалпы 2019 жылдың күзі құрғақ,ал 2020 жылы ылғал 118,6

мм кем түсті (Түркістан облысы гидрогеолого – мелоративті экспедицияның МСХ РК көрсеткішінен алынды). Ауаның орташа жылдық температурасы $+13,4^{\circ}\text{C}$, ең ыстық мөлшері $+26^{\circ}\text{C}$, ең суық (қаңтарда) $-0,8^{\circ}\text{C}$. Жылдың жауын-шашын мөлшері ақпанда - 89,4 мм, ең аз - тамызда -0,8 мм. Жаз айларында күн ыстық, ылғал аз болады, сондықтан қолмен суғарып тұру керек (28-суретте көрсетілген).



Сурет 28–Метеорологиялық көрсеткіштердің климатограммасы

3.13.2 Шаруашылықтың топырағы және оның агрохимиялық көрсеткіштері

Шаруашылық танаптарының топырағы – кәдімгі оңтүстіктегі сұр топырақ. Топырақ түзуші жыныстары лай тәрізді саздақ болып келеді. Топырақ қабаттары әлсіз көрінеді.

Топырақтың морфологиялық құрылысы қарашірік қабатында орташа қалыңдығымен сипатталады ($A+B=50-60\text{ см}$ оның ішінде $A=20\text{ см}$). Қара шірік қабатының түсі - қуаң ашық сұрғылт.

Құрылымы бойынша көбіне кесекті қабатты. Қарашірік қабаты төмендеген сайын дәнді немесе кесекті дәнді және тесік (жауын құрттар мен жәндіктер жүргендіктен) құрылысты болады.

Карбонатты- иллювиальді қабатының құрылымы бойынша иллювиальды немесе аралық қабатта жоғарғы қабаттан шайылған заттар, кей жағдайда жерасты сулары арқылы келген заттар жиналады. Өңделетін топырақ қабаты кесекті немесе сазды кесекті құрылымымен, ал жыртылмайтын қабат тығыз құрылымымен ерекшеленді.

Топырақ кескінін жүйелеп баяндау төменде келтірілген:

A1– 0–10 см. Сұр, құрғақ, тығыз, түбіршекті, жоғары қабаты (5 см-ге дейін) қабатты-созымды, төмен-үйінділі, ауыр саздақты.

A– 10–20 см. Құба дақты ашық сұр, құрғақ, тығыз, әлсіз түбіршікті,

кесекті, дәнді, ауыр саздақты.

В1–20–40 см. Карбонатты көгерген құба ашық сұр, құрғақ, тығыз, әлсіз кесекті, дәнді, ауыр саздақты.

В–40–65 см. Карбонатты дақтары бар ашық құба сұр, құрғақ, тығыз, дәнді, жаңғақты, ауыр саздақты.

С–65–120 см. Ашық сары карбонатты дақтары бар, құрғақ, тығыз, ұсақ дәнді, ауыр саздақты.

В–қабаты А қабатына қарағанда ашықтау. Карбонаттар 25–65 см қабаттан кейін білінеді, ал 65 см төмен қабатта гипс таралған.

Топырақтың беткі қабаты (А1=5–6 см) эфемерлі-эфемероидты өсімдік қауымдастығы кездеседі және борпылдақ шымға ұқсас болды. Құрылымы бойынша көбіне кесекті қабатты.

Жыртылатын қабат орташа есеппен алғанда 30 см дейін жетеді. Кәдімгі оңтүстік сұр топырақтың жыртылатын қабатында қарашірік 1,11–3,19 % және жалпы азот 0,152–0,228 %, бұл көрсеткіш топырақ қабаты төмендеген сайын азаятындығы көрсетілді. Карбонат мөлшері топырақ қабаты төмендеген сайын арта түседі. Сіңіру жиынтығы негізінен 10–14 мг-экв 100 г аралығында ауытқиды. Сіңіру жүйесі кальцийдің мөлшері көп болуымен сипатталады.

Жылжымалы қоректік заттармен қамтамасыз етілуі мынадай: азот–орташа, фосфор– әлсіз, калий – жақсы.

Топырақтың механикалық құрамы бойынша орташа саздақты, көбіне ірі тозаңды және сазды фракциядан тұрады.

Танаптың жоғары қабатында су өткізгіш агрегаттар мөлшері топырақ салмағының 35–40 % құрайды, суармалы танаптарда бұл көрсеткіш төмен болады. Топырақтың жыртылатын қабатының көлемдік салмағы орташа 1,3 г/см².

Сіңірілетін натрий мөлшері шамалы. Топырақтың сілтілі реакциясына қарамастан (рН=8,90–9,41) топырақ тұзданбаған.

Агрономиялық көрсеткіш бойынша, бұл топырақтағы екінші топқа, жоғары бағаланады. Бірақ ауылшаруашылық дақылдарынан мол өнім алу үшін азот және фосфор немесе органикалық - минералды тыңайтқыштармен тыңайту керек. Бұл суармалы танаптар үшін өте маңызды болып табылды (20–25 - кестелер).

20-кестеде топыраққа сандық химиялық талдау жасалды (02.11.2018 жылы Алматы қаласындағы У.У.Успанов атындағы «Топырақтану және агрохимия» Қазақ ғылыми-зерттеу институты ЖШС). Топырақтың құрамына зерттеу нәтижелерінде жалпы гумус, жеңіл гидролизденетін азот, қозғалмалы фосфор, қозғалмалы калий, жиынтық калий, кальций, магний, натрий, калий, жиынтық фосфор, жалпы азот, СО₂, рН мәндері келтірілген[160-163].

Кесте 20–Ынталандырғыштар қолданылған топырақтың құрамына зерттеу нәтижелері

P/c №	Анықталатын көрсеткіштер	Өлшем бірліктері	Зерттеу нәтижелері	Зерттеу әдістері	
1	2	3	4	5	
Топыраққа сандық химиялық талдау жасау					
Жалпы гумус					
1	Қазығұрт	%	2,19±0,95	Тюрин әдісі [160]	
2	Шымкент		3,19±0,95		
3	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1		1,45±0,95		
4	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		1,15±0,95		
5	1-метил-3-метиламин-малеинамид -үлгі №3		1,32±0,95		
6	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен-үлгі № 4		1,42±0,95		
7	Мыс (II) кешені- үлгі №5		1,43±0,95		
8	Түркістан облысы, Ордабасы ауданы, Төрткүл селосы		1,11±0,95		
Жеңіл гидролизденетін азот					
1	Қазығұрт	Мг/кг	33,6±0,95	Тюрин және Кононова әдісі [160]	
2	Шымкент		28,0±0,95		
3	Түркістан облысы, Ордабасы ауданы, Төрткүл селосы		42,0±0,95		
Қозғалмалы фосфор P=±0,95					
1	Қазығұрт	Мг/кг	35±0,95	МЕМСТ 26205-91	
2	Шымкент		37±0,95		
3	Түркістан облысы, Ордабасы ауданы, Төрткүл селосы		230±0,95		
Қозғалмалы калий P=±0,95					
1	Қазығұрт	Мг/кг	300±0,95	МЕМСТ 26205-91	
2	Шымкент		490±0,95		
3	Түркістан облысы, Ордабасы ауданы, Төрткүл селосы		1500±0,95		
Жиынтық калий P=±0,95					
1	Қазығұрт	%	2,53±0,95	МЕСТ 26261-84	
2	Шымкент		2,88±0,95		
			Ca	Mg	
1	Қазығұрт	Мг-экв/100 г/топырақ	10,89	4,46	Грабаров модиф. титриметрлік әдісі [161]
2	Шымкент		15,84	5,94	
			Na	K	
1	Қазығұрт	Мг-экв/100 г/топырақ	0,75	0,31	Грабаров модиф. Каратаева және Маметова әдісі [162]
2	Шымкент		0,46	0,50	

20–кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
	Жиынтық фосфор P=±0,95			
1	Қазығұрт	%	0,152±0,95	МЕМСТ 26205-91
2	Шымкент		0,188±0,95	
3	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1		0,196±0,95	
4	2-амин-3-метоксикарбониллакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)/үлгі №2		0,208±0,95	
5	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3		0,228±0,95	
6	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1- ен- үлгі № 4		0,220±0,95	
7	Мыс (II) кешені- үлгі №5		0,220±0,95	
	Жалпы азот P=±0,95			
1	Қазығұрт	%	0,126±0,95	МЕМСТ 26107-84
2	Шымкент		0,196±0,95	
3	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1		0,154±0,95	
4	2-амин-3-метоксикарбониллакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		0,140±0,95	
5	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3		0,168±0,95	
6	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1- ен- үлгі № 4		0,168±0,95	
7	Мыс (II) кешені- үлгі №5		0,154±0,95	
	CO ₂			
1	Қазығұрт	%	0,07	Грабаров модиф. Аринушкин әдісі [163]
2	Шымкент		4,61	
3	Түркістан облысы, Ордабасы ауданы, Төрткүл селосы		5,12	
	pH=±0,1			
1	Қазығұрт		9,03±0,1	МЕМСТ 26423-85
2	Шымкент		9,41±0,1	
3	Түркістан облысы, Ордабасы ауданы, Төрткүл селосы		8,90±0,1	

21–кестеде топыраққа сандық химиялық талдау жасалды (20.11.2019 жылы Алматы қаласындағы У.У.Успанов атындағы «Топырақтану және агрохимия» Қазақ ғылыми-зерттеу институты ЖШС). Ынталандырғыштар қолданылған топырақтың құрамына зерттеу нәтижелерінде жалпы гумус, жеңіл гидролизденетін азот, қозғалмалы фосфор, қозғалмалы калий, жиынтық калий, Са, Mg, Na, K, жиынтық фосфор, жалпы азот, CO₂, pH мәндері келтірілген. Үлгі №1 құрамында жалпы гумус мөлшері 1,39 %, ал жеңіл гидролизденетін азот 31,6мг/кг жоғары, үлгі №2 құрамында қозғалмалы фосфор 27 мг/кг, жиынтық калий 2,83 %, Са мен Mg мөлшері 14,64:5,64 жоғары, үлгі №3 құрамында қозғалмалы калий 500 мг/кг жоғары болды [160-163].

Кесте 21–Ынталандырғыштар қолданылған топырақтың құрамына зерттеу нәтижелері

Р/с №	Анықталатын көрсеткіштер	Өлшем бірліктері	Зерттеу нәтижелері		Зерттеу әдістері
1	2	3	4		5
Топыраққа сандық химиялық талдау жасау					
Жалпы гумус P=±0,95					
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	%	1,39±0,95		Тюрин әдісі [160]
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		1,35±0,95		
3	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3		1,33±0,95		
Жеңіл гидролизденетін азот P=±0,95					
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	Мг/кг	31,6±0,95		Тюрин және Кононова әдісі [160]
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері(II)- үлгі №2		27,0±0,95		
3	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3		30,0±0,95		
Қозғалмалы фосфор P=±0,95					
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	Мг/кг	25±0,95		МЕМСТ 26205-91
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		27±0,95		
3	1-метил-3-метиламин-maleинамид -үлгі №3		23±0,95		
Қозғалмалы калий P=±0,95					
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	Мг/кг	330±0,95		МЕМСТ 26205-91
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		450±0,95		
3	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3		500±0,95		
Жиынтық калий P=±0,95					
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	%	2,64±0,95		МЕМСТ 26261-84
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		2,83±0,95		
3	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3		2,80		
			Ca	Mg	
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	Мг-экв/100 грамм топырақ	10,09	4,26	Грабаров модиф. Титриметр лік әдісі [161]
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		14,64	5,64	
3	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3		12,66	4,89	

21– кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
			Na	K	
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	Мг-экв/100 грамм топырақ	0,73	0,33	Грабаров модиф. Каратаева және Маметова әдісі [162]
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		0,48	0,40	
3	1-метил-3-метиламиномалеинамид -үлгі №3		0,65	0,39	
Жиынтық фосфор P=±0,95					
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	%	0,208±0,95	МЕМСТ 26205-91	
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		0,228±0,95		
3	1-метил-3-метиламиномалеинамид -үлгі №3		0,220±0,95		
Жалпы азот P=±0,95					
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	%	0,140±0,95	МЕМСТ 26107-84	
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		0,154±0,95		
3	1-метил-3-метиламин-малеинамид -үлгі №3		0,140±0,95		
CO ₂					
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	%	1,07	Грабаров модиф. Аринушкин әдісі [163]	
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		2,61		
3	1-метил-3-метиламиномалеинамид-үлгі №3		2,12		
pH=±0,1					
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1		8,90±0,1	МЕМСТ 26423-85	
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		8,88±0,1		
3	1-метил-3-метиламиномалеинамид -үлгі №3		8,64±0,1		

22–кестеде топыраққа сандық химиялық талдау жасалды (20.10.2020 жылы Алматы қаласындағы У.У.Успанов атындағы «Топырақтану және агрохимия» Қазақ ғылыми-зерттеу институты ЖШС). Ынталандырғыштар қолданылған топырақтың құрамына зерттеу нәтижелерінде жалпы гумус, жеңіл гидролизденетін азот, қозғалмалы фосфор, қозғалмалы калий, жиынтық калий, Са, Mg, Na, K, жиынтық фосфор, жалпы азот, CO₂, pH мәндері келтірілді [160-163].

Кесте 22–Ынталандырғыштар қолданылған топырақтың құрамына зерттеу нәтижелері

Р/с №	Анықталатын көрсеткіштер	Өлшем бірліктері	Зерттеу нәтижелері		Зерттеу әдістері
1	2	3	4		5
Топыраққа сандық химиялық талдау жасау					
Жалпы гумус					
1	Аминофумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	%	1,39		Тюрин әдісі [160]
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		1,35		
3	1-метил-3-метиламин-малеинамид - үлгі №3		1,33		
Жеңіл гидролизденетін азот					
1	Аминофумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	Мг/кг	31,6±0,95		Тюрин және Кононова әдісі [161]
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері -үлгі №2		27,0±0,95		
3	1-метил-3-метиламино-малеинамид - үлгі №3		30,0±0,95		
Қозғалмалы фосфор P=±0,95					
1	Аминофумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	Мг/кг	25±0,95		МЕМСТ 26205-91
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		27±0,95		
3	1-метил-3-метиламин-малеинамид - үлгі №3		23±0,95		
Қозғалмалы калий P=±0,95					
1	Аминофумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	Мг/кг	330±0,95		МЕМСТ 26205-91
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		450±0,95		
3	1-метил-3-метиламино-малеинамид - үлгі №3		500±0,95		
Жиынтық калий P=±0,95					
1	Аминофумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	%	2,64±0,95		МЕМСТ 26261-84
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		2,83±0,95		
3	1-метил-3-метиламино-малеинамид - үлгі №3		2,80±0,95		
			Ca	Mg	
1	Аминофумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1		10,09	4,26	

22–кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2	Мг-экв/100 грамм топырақ	14,64	5,64	Грабаров модиф. титриметрлік әдісі [162]
3	1-метил-3-метиламин-малеинамид - үлгі №3		12,33	4,89	
			Na	K	
1	Аминофумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	Мг-экв/100 грамм топырақ	0,73	0,33	Грабаров модиф. Каратаева және Маметова әдісі [162]
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		0,48	0,40	
3	1-метил-3-метиламин-малеинамид - үлгі №3		0,65	0,39	
Жиынтық фосфор P=±0,95					
1	Аминофумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	%	0,208±0,95	МЕМСТ 26205-91	
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		0,228±0,95		
3	1-метил-3-метиламин-малеинамид - үлгі №3		0,220±0,95		
Жалпы азот P=±0,95					
1	Аминофумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	%	0,140±0,95	МЕМСТ 26107-84	
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2		0,154±0,95		
3	1-метил-3-метиламин-малеинамид - үлгі №3		0,150±0,95		
CO ₂					
1	Аминофумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1	%	1,07	Грабаров модиф. Аринушкин әдісі [163]	
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері(II)-үлгі №2		2,61		
3	1-метил-3-метиламиномалеинамид - үлгі №3		2,12		
pH=±0,1					
1	Аминофумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1		8,90±0,1	МЕМСТ 26423-85	
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері(II)-үлгі №2		8,88±0,1		
3	1-метил-3-метиламиномалеинамид - үлгі №3		8,64±0,1		

Кесте 23– Топырақтың механикалық құрамына талдау жасау (02.11.2018 жылы Алматы қаласындағы У.У.Успанов атындағы «Топырақтану және агрохимия» Қазақ ғылыми-зерттеу институты ЖШС)

Р/с №	Үлгілер	H ₂ O, %	Абсолюттік құрғақ топыраққа фракциялар құрамы, %						
			Фракция өлшемдері, мм						
			Құм		Шаң			Ил	З
			1,0- 0,25	0,25- 0,005	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01 фракциялары
1	Қазығұрт	0,74	5,763	39,835	31,030	4,836	11,686	6,851	23,373
2	Шымкент	2,30	0,450	46,325	9,007	8,598	22,518	13,101	44,217

Кесте 24–Топырақтың гранулометриялық құрамына талдау жасау (02.11.2018 жылы Алматы қаласындағы У.У.Успанов атындағы «Топырақтану және агрохимия» Қазақ ғылыми-зерттеу институты ЖШС)

Р/ с №	Үлгілер	H ₂ O, %	Абсолюттік құрғақ топыраққа фракциялар құрамы, %						
			Фракция өлшемдері, мм						
			Құм		Шаң			Ил	З
			1,0-0,25	0,25- 0,005	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01 Фракциялары
1	Аминофумар қышқылының диметил эфирі (I)- үлгі №1	1,06	10,067	33,738	19,001	9,299	11,724	16,171	37,194
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)- үлгі №2	0,82	18,149	41,520	15,729	5,646	5,243	13,712	24,602
3	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3	0,68	24,406	41,361	12,082	6,444	4,027	11,679	22,151

Кесте 25– Топырақтың гранулометриялық құрамына талдау жасау (20.10.2020 жылы Алматы қаласындағы У.У.Успанов атындағы «Топырақтану және агрохимия» Қазақ ғылыми-зерттеу институты ЖШС)

Р/с №	Үлгілер	Н ₂ О, %	Абсолюттік құрғақ топыраққа фракциялар құрамы, %						
			Фракция өлшемдері, мм						
			Құм		Шаң			Ил	З
			1,0- 0,25	0,25- 0,005	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01 фракциялары
1	Аминофумар қышқылының диметил эфирі (I)- үлгі №1	1,06	10,067	33,738	19,001	9,299	11,724	16,171	37,194
2	2-амин-3-метоксикарбониллакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)- үлгі №2	0,82	18,149	41,520	15,729	5,643	5,243	13,712	24,602
3	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3	0,68	24,406	41,361	12,082	6,444	4,027	11,696	22,151

23-кестеде ынталандырғыш қосылмаған топырақтың механикалық құрамын талдау жасалды, онда абсолюттік құрғақ топыраққа фракциялар құрамы, фракция өлшемдері ретінде құм, шаң, ил бойынша мәліметтер алынды.

24- 25 -кестелерде микрокапсулаға жүктелмеген ынталандырғыштар (үлгі №1, үлгі №2, үлгі №3) қосылған топырақ үлгілеріне сынамалар дайындалып, ондағы топырақтың гранулометриялық құрамына талдау жасалды. Онда абсолюттік құрғақ топыраққа фракциялар құрамы, фракция өлшемдері ретінде құм, шаң, ил бойынша мәліметтер алынды.

3.13.3 Далалық тәжірибелер бойынша алынған нәтижелер

Тәжірибе жүргізгенде бақылау нұсқасы және аминфумар қышқылының туындылары негізінде дайындалған ынталандырғыштар 2–4 нұсқаларда 24 сағатқа суға батырылды, 3–5 нұсқаларда микрокапсуланы суда ерітіп, тұқымдарға араластырылды.

Бидайдың Красноводопадская 210 сорты алынды («Красноводопад ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі). Сорт ерте піседі, егуден бастап балауыздың пісуіне дейінгі кезең 248-264 тәулікті құрайды, вегетациялық кезең 230–246 тәулік, құлап кетпейді, күшті дамыған тамыр жүйесінің арқасында құрғақшылыққа төзімділігі жоғары. Қамтамасыз етілген - 21,0 ц/га, ақуыз мөлшері 14,2–15,3%, авторы А. Марко [164].

26 - кестеден алынған нәтижелер көрсеткендей, бидай тұқымдарының өніп шығуы бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқаларда 2-1 тәулікке, ал микрокапсуламен 3 – 5 нұсқаларда 4 – 3 тәулікке ерте өніп шығуы байқалды.

Кесте 26 – Бидайдың өсіп–өркендеуіне әсері (2019 жылы)

№	Нұсқалар	Өніп шығуы, күн	Түптену, дана	Өсімдіктің бойы, см		Масақтағы дән саны, дана
				Масақта ну кезеңінде	Пісу кезеңінде	
1	Бақылау (сумен өңделген)	12	3,1±0,07	75,2±0,5	92,5±0,68	21,0±0,66
2	Капсуласыз+ 1-метил-3-метиламиноmaleинамид-үлгі №3	10	4,3±0,06	80,3±0,5	101,3±0,26	23,0±0,58
3	Микрокапсула+ 1-метил-3-метиламиноmaleинамид-үлгі №3	8	6,5±0,06	85,9±0,38	106,7±0,84	25,0±0,51
4	Капсуласыз+ мыс (II) кешені-үлгі №5	11	4,7±0,07	82,1±0,78	105,8±0,66	23,0±0,58
5	Микрокапсула+ мыс (II) кешені-үлгі №5	9	7,1±0,24	91,2±0,68	110,9±0,66	26,0±0,51

Түптену бойынша бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқаларда 1,2 және 1,6 дана ғана артырса, ал микрокапсуламен 3–5 нұсқаларда 3,4 және 4 данаға жоғары болды.

Бидайдың масақтануы кезеңінде бақылау нұсқасына карағанда капсуласыз 2–4 нұсқаларда 5,1 см және 6,9 см, ал микрокапсуламен 3–5 нұсқаларда 10,7 см және 16 см жоғары болды.

Өсімдіктің пісуі кезінде капсуласыз 2–4 нұсқаларда 8,8 см және 13,3 см, ал микрокапсуламен 3–5 нұсқаларда 14,2 см және 18,4 см болды.

Ал масақтардың дән саны капсуласыз 2–4 нұсқаларда 2 дана, ал микрокапсуламен 3–5 нұсқаларда 4 және 5 дана болды (26-кесте).

Өнімді есепке алғанда жинау кезеңінен алдын өнімділігі кг/м^2 есебі көлемінде есептелді.

Тәжірибелік мәліметтер көрсеткендей, бірінші (I) қайталау бойынша жүргізілген биометрикалық өлшеулер барысында бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқаларда өнімділіктің сәйкесінше 0,2 және 0,1 кг/м^2 шамасында артуы байқалды. Ал микрокапсуламен 3–5 нұсқаларда 0,6 және 0,8 кг/м^2 жоғары болуы анықталды (27-кесте).

Кесте 27–Бидайдың өніміне әсері (2019 жылы)

№	Нұсқалар	Қайталау бойынша өнімділігі, кг/м^2					Өнім, ц/га	Қосымша өнім, ц/га
		I	II	III	Жалпы	Орташа		
1	Бақылау	2,1	2,0	1,8	5,9	1,97	19,7	-
2	Капсуласыз+ 1-метил-3-метиламин-малеинамид-үлгі №3	2,3	2,4	2,4	7,1	2,37	23,7	4,0
3	Микрокапсула+ 1-метил-3-метиламин-малеинамид-үлгі №3	2,7	2,7	2,8	8,2	2,73	27,3	7,6
4	Капсуласыз+ мыс (II) кешені-үлгі №5	2,2	2,4	2,3	6,9	2,30	23,0	3,3
5	Микрокапсула+ мыс (II) кешені-үлгі №5	2,9	2,8	2,8	8,5	2,83	28,3	8,6
HCP ₀₅ =2,0 ц/га; M (орташа қателік)=0,62 ц/га								

Екінші (II) қайталау бойынша жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқаларда өнімділіктің сәйкесінше 0,4 және 0,3 кг/м^2 , ал микрокапсуламен 3–5 нұсқаларда өнім өсімі 0,7 және 0,8 кг/м^2 шамасына артуына әсер етті.

Үшінші (III) қайталау бойынша жүргізілген зерттеулерде бақылаумен

салыстырғанда өнімділігі капсуласыз 2 - 4 нұсқаларда 0,6 және 0,5 кг/м² алынды. Ал микрокапсуламен 3– 5 нұсқаларда 1,0 кг/м² өнімділігі жоғары болды.

Жалпы өнімділігі бойынша бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2– 4 нұсқасында өнімділігі 1,2 кг/м² және 1,0 кг/м², ал микрокапсуламен 3 –5 нұсқасында өнімділігі 2,3 кг/м² және 2,6 кг/м² жетті.

Тәжірибенің орташа өнімділігі бойынша бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқасында 0,40 және 0,33 кг/м² алынды. Ал микрокапсуламен 3–5 нұсқасында 0,76 және 0,86 кг/м² жоғары болды.

Осы алынған мәліметтерге сәйкес бақылаумен салыстырғанда қосымша өнім капсуласыз 2–4 нұсқасында 4,0 және 3,3 ц/га. Ал микрокапсуламен 3–5 нұсқасында 7,6 және 8,6 ц/га жоғары қосымша өнім алынды (27-кесте).

Алынған нәтижелер көрсеткендей, бидайдың Красноводопадская 210 сортында тұқымның өніп шығуы бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқаларда 2 және 1 тәулікке ерте өніп шықты. Ал микрокапсуламен 3–5 нұсқаларда 4 - 3 тәулікке ерте өніп шығуы байқалды, түптену бойынша капсуласыз 2–4 нұсқаларда 1,8 және 1,5 дана, микрокапсуламен 3–5 нұсқаларға қарағанда 3,36 және 3,94 данаға жоғары болды (28-кесте).

Кесте 28–Бидайдың өсіп-өркендеуіне әсері (2020 жылы)

№	Нұсқалар	Өніп шығуы, күн	Түптену, дана	Өсімдіктің бойы, см		Масақтағы дән саны, дана
				Масақтану кезеңінде	Пісу кезеңінде	
1	Бақылау	12	3,0 ±0,07	74,2±0,5*	90,5±0,68	21,0±0,66
2	Капсуласыз+ 1-метил-3-метиламино малеинамид-үлгі №3	10	4,18± 0,06*	78,88±0,5*	100,66±0,26	23,2±0,58
3	Микрокапсула+ 1-метил-3- метиламиномалеинами д-үлгі №3	8	6,36± 0,06*	85,06± 0,38*	103,68±0,84	23,8±0,58
4	Капсуласыз+ мыс (II) кешені-үлгі №5	11	4,5±0,07 *	82,1±0,78*	103,58±0,66	22,8±0,66
5	Микрокапсула+ мыс (II) кешені-үлгі №5	9	6,94± 0,24*	90,78± 0,68*	108,68± 0,66*	25,6±0,51

Өсімдіктің масақтануы кезеңінде бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқаларда 4,68 және 7,9 см, ал микрокапсуламен 3–5 нұсқаларда 10,86 және 16,58 см жоғары болды.

Өсімдіктің пісуі кезеңінде бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2 – 4 нұсқаларда 10,16 және 13,08 см, ал микрокапсуламен 3–5 нұсқаларда 13,18 және 18,18 см жоғары екендігі анықталды.

Ал масақтардың дән саны бойынша бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2 – 4 нұсқаларда 2,2 және 1,8 дана, ал микрокапсуламен 2,8 және 4,6 данаға көп болды (28 - кесте).

Зертеу нәтижелері көрсеткендей, бірінші (I) қайталау бойынша жүргізілген зерттеулерде бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқасында өнімділігі 0,1кг/м² болды. Ал микрокапсуламен 3–5 нұсқасында өнімділігі 0,5 және 0,8 кг/м² жоғары болуы анықталды.

Кесте 29– Бидайдың өніміне әсері (2020 жылы)

№	Нұсқалар	Қайталау бойынша өнімділігі, кг/м ²					Өнім, ц/га	Қосымша өнім, ц/га
		I	II	III	Жалпы	Орташа		
1	Бақылау	2,0	1,9	1,4	5,3	1,76	17,6	-
2	Капсуласыз+ 1-метил-3-метиламино-малеинамид-үлгі №3	2,1	2,2	2,2	6,8	2,26	22,6	5,0
3	Микрокапсула+ 1-метил-3-метиламино-малеинами-үлгі №3	2,5	2,4	2,5	7,4	2,46	24,6	7,0
4	Капсуласыз+ мыс (II) кешені-үлгі №5	2,1	2,3	2,2	6,6	2,20	22,0	4,4
5	Микрокапсула+ мыс (II) кешені-үлгі №5	2,8	2,7	2,7	8,2	2,73	27,3	9,7
НСР ₀₅ =2,54 ц/га; М(орташа қателік) -0,78 ц/га								

Екінші (II) қайталау бойынша жүргізілген зерттеулерде бақылаумен салыстырғанда өнімділігі капсуласыз 2–4 нұсқасында 0,3 және 0,4 кг/м², ал микрокапсуламен 3–5 нұсқасында өнімділігі 0,5 және 0,8 кг/м² жоғары болды.

Үшінші (III) қайталау бойынша жүргізілген зерттеулерде бақылаумен салыстырғанда өнімділігі капсуласыз 2–4 нұсқасында 0,8 кг/м², ал микрокапсуламен 3–5 нұсқасында 1,1 және 1,3 кг/м² өнімділігі жоғары болуы анықталды.

Жалпы өнімділігі бойынша бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқасында 1,5 және 1,3 кг/м², ал микрокапсуламен 3–5 нұсқасында 2,1 және 2,4 кг/м² өнімділігі жоғары болуы анықталды.

Орташа өнімділігі бойынша бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқада 0,5 және 0,44 кг/м², ал микрокапсуламен 3–5 нұсқасында 0,7 және 0,8 кг/м² жоғары болды.

Осыалынған мәліметтерге сәйкес қосымша өнім капсуласыз 2–4–ші нұсқаларда 5 және 4,4 ц/га, ал микрокапсуламен 3–5 нұсқасында 7 және 9,7 ц/га жоғары болды (29-кесте).

30 -кестеден алынған нәтижелер көрсеткендей, орташа көрсеткіштері бойынша мәліметтерде бидай тұқымдарының өніп шығуы бақылаумен

салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқада 2 және 1 тәулікке, ал микрокапсуламен 3–5 нұсқада 4 және 3 тәулікке ерте өніп шыққаны анықталды.

Түптену бойынша орташа көрсеткіштері бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқаларда 1,2 және 1,5 дана, ал микрокапсула 3–5 нұсқаларда 3,35 және 4 данаға көпболды.

Өсімдіктің масақтануы кезеңінде орташа көрсеткіштері бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқаларда 5,1 және 6,9 см, ал микрокапсуламен 3–5 нұсқаларда 10,7 және 16 см жоғары болды.

Кесте 30 – Бидайдың өсіп-өркендеуіне әсерінің 2019-2020 жылдар аралығындағы орташа көрсеткіштері

№	Нұсқалар	Өніп шығуы, күн	Түптенуі, дана	Өсімдіктің бойы, см		Масақтағы дән саны, дана
				Масақта ну кезеңінде	Пісу кезеңінде	
1	Бақылау	12	3,05±0,07	74,7±0,5	91,5±0,68	20,5±0,66
2	Капсуласыз+ 1-метил-3-метиламиноmaleинамид-үлгі №3	10	4,25±0,06	79,8±0,5	100,8±0,26	22,5±0,66
3	Микрокапсула + 1-метил-3-метиламиноmaleинамид-үлгі №3	8	6,4±0,06	85,4±0,38	105,5±0,84	23±0,58
4	Капсуласыз+ мыс (II) кешені-үлгі №5	11	4,55±0,07	81,6±0,78	104,8±0,66	22,5±0,66
5	Микрокапсула + мыс (II) кешені-үлгі №5	9	7,05±0,24	90,7±0,68	109,9±0,66	25,5±0,51

Өсімдіктің пісуі кезеңінде орташа мәні бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқаларда 9,3 және 13,3 см, ал микрокапсуламен 3–5 нұсқаларда 14 және 18,4 см жоғары болды.

Ал масақтардың дән саны бойынша орташа мәні капсуласыз 2–4 нұсқаларда 2 дана, ал микрокапсуламен 3–5 нұсқаларда 2,5 және 5 данаға көп екендігі байқалды (30-кесте).

31-кестеден алынған нәтижелер көрсеткендей, орташа өнімділігі бақылаумен салыстырғанда капсуласыз 2–4 нұсқасында 0,45 және 0,39 кг/м². Ал микрокапсуламен 3–5 нұсқасында 0,73 және 0,92 кг/м² өнімділігі жоғары болуы анықталды.

Кесте 31–Бидайдың өніміне әсерінің 2019–2020 жылдар аралығындағы орташа көрсеткіштері

№	Нұсқалар	Өнімділігі, кг/м ²	Өнім, ц/га	Қосымша өнім, ц/га
1	Бақылау	1,86	18,6	-
2	Капсуласыз + 1-метил-3-метиламин-малеинамид-үлгі №3	2,31	23,1	4,5
3	Микрокапсула + 1-метил-3-метиламин-малеинамид-үлгі №3	2,59	25,9	7,3
4	Капсуласыз + мыс (II) кешені-үлгі №5	2,25	22,5	3,9
5	Микрокапсула + мыс (II) кешені-үлгі №5	2,78	27,8	9,2
НСР=2,24 ц/га; М (орташа қателік) - 0,68 ц/га				

Осы алынған мәліметтерге сәйкес қосымша өнім бақылаумен салыстырғында капсуласыз 2–4 нұсқасында 4,5 және 3,9 ц/га қосымша өнім анықталды. Ал микрокапсула 3–5 нұсқасында 7,3 және 9,2 ц/га қосымша өнім жоғары болды (31-кесте).

Статистикалық сараптама нәтижелері (НСР = 2,24; М = 0,68) №3 және №5 үлгілердің микрокапсулаланған кешендерін қолдану арқылы алынған өнімділік мәліметтерінің жоғары сенімділікке ие екенін және оларды өндіріске енгізуге толық негіз бар екенін айғақтайды.

32-кестеден алынған нәтижелер көрсеткендей, салыстырмалы көрсеткіштері бойынша мәліметтерде бидайдың Красноводопадская 210 сортында 2 жылдық көрсеткіштерді салыстырғанда 1–бақылау, 2–капсуласыз+үлгі №3, 3 –микрокапсула+ үлгі №3, 4–капсуласыз+ үлгі №5, 5–микрокапсула+үлгі №5 нұсқаларда тұқымның өніп шығуы, түптенуі, өсімдіктің бойы масақтану және пісу кезеңдерінде, масақтағы дән саны арасындағы айырмашылықтар аз болуы анықталды. Бидайдың өсіп-өркендеуіне әсерінің салыстырмалы көрсеткіштері 32-кестеде келтірілді.

Кесте 32–Бидайдың өсіп-өркендеуіне әсерінің салыстырмалы көрсеткіштері

№	Нұсқалар	Өніп шығуы, күн			Түптенуі, дана			Өсімдіктің бойы, см						Масақтағы дән саны, дана		
		2019	2020	с/к	2019	2020	с/к	Масақтану кезеңінде			Пісу кезеңінде			2019	2020	с/к
								2019	2020	с/к	2019	2020	с/к			
1	Бақылау	12	12	-	3,1± 0,07	3,0 ± 0,07	0,1	75,2± 0,5	74,2± 0,5*	1	92,5± 0,68	90,5± 0,68	2	21,0± 0,66	20,5± 0,66	1
2	Капсуласыз+ 1-метил-3-метиламиноmaleинамид-үлгі №3	10	10	-	4,3± 0,06	4,18± 0,06*	0,2	80,3± 0,5	78,88± 0,5*	1	101,3± 0,26	100,66± 0,26	1	23,0± 0,58	22,5± 0,66	1
3	Микрокапсула+ 1-метил-3-метиламиноmaleинамид-үлгі №3	8	8	-	6,5± 0,06	6,36± 0,06*	0,2	85,9± 0,38	85,06± 0,38*	1	106,7± 0,84	103,68± 0,84	3	25,0± 0,51	23± 0,58	3,7
4	Капсуласыз+ мыс (II) кешені-үлгі №5	11	11	-	4,7± 0,07	4,5± 0,07*	0,3	82,1±0,78	82,1± 0,78*	1	105,8± 0,66	103,58± 0,66	2	23,0± 0,58	22,5± 0,66	1
5	Микрокапсула+ мыс (II) кешені-үлгі №5	9	9	-	7,1± 0,24	6,94± 0,24*	0,1	91,2±0,68	90,78± 0,68*	1	110,9± 0,66	108,68± 0,66*	2	26,0± 0,51	25,5± 0,51	1

33-кестедегі алынған нәтижелер көрсеткендей, капсуласыз ынталандырғыштардың екпе дақылдарының құрамына зерттеу нәтижелерінде жалпы азот, жиынтық фосфор, жиынтық калий үлесі анықталды. Жалпы азот бойынша ең төменгі мәні үлгі №4, қияр нұсқасында -1,068 %, жиынтық фосфор ең төменгі мәні үлгі №3, қызылша нұсқасында -0,55%, жиынтық калий үлгі №2, қызанақ нұсқасында -0,40% құрайды (Алматы қаласындағы У.У.Успанов атындағы «Топырақтану және агрохимия» Қазақ ғылыми-зерттеу институты ЖШС).

Капсуласыз ынталандырғыштар қолданылған екпе дақылдарының құрамына зерттеу нәтижелері 33-кестеде келтірілді.

Кесте 33–Екпе дақылдарының құрамына зерттеу нәтижелері

P/c №	Анықталатын көрсеткіштер	Өлшем бірліктері	Зерттеу нәтижелері	Зерттеу әдістері
1	2	3	4	5
	Жалпы азот P=±0,95			
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1, қияр	%	1,736±0,95	МЕМСТ 26107-84
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қияр		1,760±0,95	
3	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, қияр		1,428±0,95	
4	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен- үлгі №4, қияр		1,068±0,95	
5	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1, қызылша		1,456±0,95	
6	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қызылша		1,368±0,95	
7	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, қызылша		1,708±0,95	
8	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен -үлгі №4, қызылша		1,704±0,95	
9	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I) -үлгі №1, қызанақ		1,792±0,95	
10	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II) -үлгі №2, қызанақ		1,144±0,95	
11	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, қызанақ		1,512±0,95	
12	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен -үлгі №4, қызанақ		1,976±0,95	
	Жиынтық фосфор P=±0,95			
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I) -үлгі №1, қияр	%	0,60±0,95	МЕМСТ 26261-84

33 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қияр	%	0,85±0,95	МЕМСТ 26261-84
3	1-метил-3-метиламиноmaleинамид - үлгі №3, қияр		0,59±0,95	
4	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен- үлгі №4, қияр		0,80±0,95	
5	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1, қызылша		0,62±0,95	
6	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қызылша		0,85±0,95	
7	1-метил-3-метиламиноmaleинамид - үлгі №3, қызылша		0,55±0,95	
8	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен- үлгі №4, қызылша		0,70±0,95	
9	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1, қызанақ		0,80±0,95	
10	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қызанақ		0,85±0,95	
11	1-метил-3-метиламиноmaleинамид - үлгі №3, қызанақ		0,68±0,95	
12	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен- үлгі №4, қызанақ		0,68±0,95	
Жиынтық калий P=±0,95				
1	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1, қияр	%	0,75±0,95	МЕМСТ 26261-84
2	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қияр		0,65±0,95	
3	1-метил-3-метиламиноmaleинамид - үлгі №3, қияр		0,54±0,95	
4	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен-үлгі №4, қияр		0,55±0,95	
5	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1, қызылша		0,50±0,95	
6	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қызылша		0,50±0,95	
7	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қызылша		0,45±0,95	
8	1-метил-3-метиламиноmaleинамид - үлгі №3, қызылша		0,50±0,95	

33–кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
9	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен-үлгі №4, қызылша		0,55±0,95	МЕМСТ 26261-84
10	Аминфумар қышқылының диметил эфирі (I)-үлгі №1, қызанақ		0,40±0,95	
11	2-амин-3-метоксикарбониллакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қызанақ		0,55±0,95	
12	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, қызанақ		0,55±0,95	

34–кестедегі алынған нәтижелер көрсеткендей, капсуласыз ынталандырғыштардың екпе дақылдарының құрамына зерттеу нәтижелерінде жалпы азот бойынша үлгі №5/қияр нұсқасында ең жоғарғы үлесі 4,396% және үлгі №3/ қияр нұсқасында 3,836%, ал ең төменгі мәні микрокапсуладағы +үлгі №3, /қызылша /сынауық 1 нұсқасында 1,152% құрады, жиынтық фосфор бойынша ең жоғарғы үлесі микрокапсуладағы + үлгі №3, /қияр /сынауық 2 және үлгі №5/қияр 1,220%, ал ең төменгі үлесі микрокапсула+ үлгі №3, /қияр /сынауық 1 нұсқасында 0,880 % құрады, жиынтық калий бойынша ең жоғарғы үлесі микрокапсуладағы +үлгі №3, /қияр /сынауық 2- 2,000%, ең төменгі үлесі үлгі №5/қияр 1,550 % болуы анықталды.

Нәтижесінде барлық алынған мәліметтерде жалпы азот, жиынтық фосфор, жиынтық калий көрсеткіштерінің мәндері жақын және ұқсас болды (Алматы қаласындағы У.У.Успанов атындағы «Топырақтану және агрохимия» Қазақ ғылыми-зерттеу институты ЖШС).

Кесте 34 – Микрокапсулаға жүктелген және жүктелмеген ынталандырғыштар қолданылған екпе дақылдарының құрамына зерттеу нәтижелері

Р/с	Анықталатын көрсеткіштер	Өлшем бірліктері	Зерттеу нәтижелері	Зерттеу әдістері
1	2	3	4	5
	Жалпы азот $P=±0,95$			
1	Капсуладағы + 1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, /қияр /сынауық 1	%	2,072±0,95	МЕМСТ 26107-84
2	Капсуладағы + 1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, /қияр /сынауық 2		2,8±0,95	
3	Капсуладағы + 1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, /қияр /сынауық 3		3,36±0,95	
4	Капсуладағы + 1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, /қызылша /сынауық 1		1,152±0,95	

34-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
5	Капсуладағы + 1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, / қызылша /сынауық 2	%	-	
6	Капсуладағы + 1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, / қызылша /сынауық 3		-	
7	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қияр		-	
8	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, қияр		3,836±0,95	
9	1-Амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен-үлгі №4, қияр		3,472±0,95	
10	Мыс (II) кешені-үлгі № 5/қияр		4,396±0,95	
11	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, қызылша		-	
12	Мыс (II) кешені-үлгі № 5/ қызылша		-	
Жиынтық фосфор P=±0,95				
1	Капсуладағы + 1-метил-3-метиламин-maleинамид -үлгі №3, /қияр /сынауық 1	%	0,880±0,95	МЕМСТ 26261-84
2	Капсуладағы + 1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, /қияр /сынауық 2		0,880±0,95	
3	Капсуладағы + 1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, /қияр /сынауық 3		1,220±0,95	
4	Капсуладағы + 1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, /қызылша 1		-	
5	Капсуладағы +1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, / қызылша /сынауық 2		-	
6	Капсуладағы +1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, / қызылша /сынауық 3		-	
7	2-амин-3-метоксикарбонилакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қияр		1,00±0,95	
8	1-метил-3-метиламиноmaleинамид /үлгі №3, қияр		1,280±0,95	
9	1-Амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен-үлгі №4, қияр		0,940±0,95	
10	Мыс (II) кешені-үлгі № 5/қияр			
11	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, қызылша		1,220±0,95	
12	Мыс (II) кешені-үлгі № 5/ қызылша		-	
Жиынтық калий P=±0,95				

34-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
1	Капсуладағы +1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, /қияр /сынауық 1	%	1,800±0,95	МЕМСТ 26261-84
2	Капсуладағы +1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, /қияр /сынауық 2		2,000±0,95	
3	Капсуладағы +1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, /қияр /сынауық 3		1,550±0,95	
4	Капсуладағы +1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, /қызылша /сынауық 1		-	
5	Капсуладағы +1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, / қызылша /сынауық 2		-	
6	Капсуладағы +1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, / қызылша /сынауық 3		-	
7	2-амин-3-метоксикарбониллакрил қышқылының калий тұзының Z-изомері (II)-үлгі №2, қияр		1,550±0,95	
8	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, қияр		1,550±0,95	
9	1-амино-3-кето-5,5-диметилциклогекс-1-ен-үлгі №4, қияр		1,800±0,95	
10	Мыс (II) кешені-үлгі № 5/қияр		1,550±0,95	
11	1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3, қызылша		-	
12	Мыс (II) кешені-үлгі № 5/ қызылша		-	

Алынған мәліметтерде көрсетілгендей, ынталандырғыштар тек ғана өнімнің артуына әсерімен қатар ауылшаруашылығы дақылдарының сапасына нақты шамада әсері байқалды. Дәнді дақылдарда көп жағдайларда дән құрамындағы ақуыз құрамына әсері бар. Жүргізілген тәжірибелерде ынталандырғыштардың дән құрамындағы ақуыз жинақталуына әсері қарастырылды. 2019 жылғы алынған нәтижелерге қарағанда ақуыздың бидай сортында ақуыз мөлшері микрокапсула+ үлгі №3 және микрокапсула+ үлгі №5 нұсқаларда 100 г дән салмағын есептегенде 0,3 г артық болғаны анықталды (35-кесте). Крахмал дән құрамында 60-70% , ол дән сапасына әсер етпейді, дән құрамында ақуыз көлемі артуы оның құрамындағы крахмалдың төмендеуіне байланысты болды, ынталандырғыштар май, клетчатка және күлділігіне оң әсер етуі кестеде көрсетілген.

Кесте 35 – Микрокапсулалардың бидай сапасына әсері(2019 жыл)

№	Нұсқалар	Ақуыз, г/100г	Май, г/100г	Клетчатка, г/100г	Крахмал, г/100г	Күлділігі, г/100г
1	Бақылау	14±0,22	0,5±0,13	0,5±0,17	66±3,65	0,2±0,018
2	Капсуласыз+1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3	14,2±0,22	0,6±0,13	0,9±0,17	65±3,65	0,3±0,018
3	Капсуламен+ 1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3	14,5±0,22	0,8±0,13	0,7±0,17	59±3,65	0,5±0,018
4	Капсуласыз+мыс (II) кешені- үлгі №5	14,2±0,22	0,7±0,13	0,9±0,17	60±3,65	0,4±0,018
5	Капсуламен +мыс (II) кешені- үлгі №5	14,5±0,22	0,8±0,13	0,8±0,17	58±3,65	0,5±0,018

Екінші жылғы тәжірибе мәліметтері алдыңғы жылғы мәліметтерге сәйкес келді (35-кесте).

36-кестеде көрсетілгендей, бақылау ақуыз-14, май-0,5, клетчатка-0,5, крахмал-66, күлділігі-0,2, бұл көрсеткіштер микрокапсула+ үлгі №3 нұсқасында ақуыз-14,5, май-0,8, клетчатка-0,7, крахмал-59, күлділігі-0,5, микрокапсула + үлгі №5 нұсқасында ақуыз-14,5, май-0,8, клетчатка-0,8, крахмал-58, күлділігі-0,5 алынған.

Нәтижелерге сүйенсек, ынталандырғыштар дән құрамындағы ақуыз мөлшеріне оң әсер етуі анықталды.

Кесте 36–Микрокапсуляцияның бидай сапасына әсері (2020 жыл)

№	Нұсқалар	Ақуыз, г/100 г	Май, г/100 г	Клетчатка, г/100 г	Крахмал, г/100 г	Күлділігі, г/100 г
1	Бақылау	14±0,22	0,5±0,13	0,5±0,17	65±3,65	0,2±0,13
2	Капсуласыз+ 1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3	14,2±0,22	0,6±0,13	0,6±0,17	64±3,65	0,3±0,13
3	Капсуламен+ 1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3	14,5±0,22	0,8±0,13	0,9±0,17	58±3,65	0,5±0,13
4	Капсуласыз+мыс (II) кешені- үлгі №5	14,2±0,22	0,7±0,13	0,7±0,17	59±3,65	0,4±0,13
5	Капсуламен +мыс (II) кешені- үлгі №5	14,5±0,22	0,8±0,13	0,9±0,17	57±3,65	0,5±0,13

35-37– кестелерде микрокапсуляцияның бидай сапасына әсері бойынша жылдарды салыстыру жүргізілді.

Алынған нәтижелер бойынша 5-нұсқада бидайдағы ақуыз, май, клетчатка, крахмал, күлділігі анықталды.

Бидайдың қоректік сапасын арттыруға тек ғана дән құрамында ақуыз мөлшерін арттыру жеткілікті емес, сонымен қатар, дән құрамында аминқышқылдар құрамына байланысты, атап айтқанда аминқышқылдар қалыпты мөлшеріне байланысты болды. Осы мақсатта бидай дәнінің аминқышқылдары құрамын зерттеулерде алынған мәліметтерге қарағанда микрокапсула + үлгі №3 және микрокапсула+ үлгі №5 нұсқаларда треонин, валин, лейцин, аланин, аргинин, аспарагин, глицин аминқышқылдардың басым болуы ынталандырғыштараминқышқылдардың қалыпты мөлшерде болуы процесіне тікелей қатысы бар екендігі келтірілді.

Кесте 37–Микрокапсуляцияның бидай сапасына әсерінің орташа мәндері (2019–2020 жылдар)

№	Нұсқалар	Ақуыз, г/100 г	Май, г/100 г	Клетчатка, г/100 г	Крахмал, г/100 г	Күлділігі, г/100 г
1	Бақылау	14±0,22	0,5±0,13	0,5±0,17	65,5±3,65	0,2±0,13
2	Капсуласыз+1-метил-3-метиламиномалеинамид -үлгі №3	14,2±0,22	0,6±0,13	0,6±0,17	64,5±3,65	0,3±0,13
3	Капсуламен+ 1-метил-3-метиламиномалеинамид -үлгі №3	14,5±0,22	0,8±0,13	0,9±0,17	58,5±3,65	0,5±0,13
4	Капсуласыз+мыс (II) кешені- үлгі №5	14,2±0,22	0,7±0,13	0,7±0,17	59,5±3,65	0,4±0,13
5	Капсуламен + мыс (II) кешені- үлгі №5	14,5±0,22	0,8±0,13	0,9±0,17	57,5±3,65	0,5±0,13

38-39 кестелерде бидайдың аминқышқылдық құрамы бойынша мәліметтер келтірілді.

Кесте 38 – Бидайдың аминқышқылдық құрамы (2019-2020 жылдар)

Р /с	Аминқышқылдар атаулары	Нұсқалар									
		Бақылау		Капсуласыз+ 1-метил-3- метиламиноmaleинамид -үлгі №3		Капсула+ 1-метил-3- метиламиноmaleинамид -үлгі №3		Капсуласыз+мыс (II) кешені- үлгі №5		Капсула+ мыс (II) кешені- үлгі №5	
	Алмастырылмайтын аминқышқылдар, мг/100 г										
		2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
1	Лизин	235	236	240	237	250	250	240	237	250	250
2	Треонин	295	296	300	297	310	310	300	297	310	310
3	Валин	345	346	350	347	360	360	350	347	360	360
4	Изолейцин	170	171	173	172	175	175	173	172	175	175
5	Лейцин	660	662	665	665	670	670	665	665	670	670
6	Метионин+цистин	280	282	285	283	290	290	285	283	290	290
7	Триптофан	73	72	73,5	73	74	74	73,5	73	74	74
Алмастырылатын аминқышқылдар, мг/100 г											
1	Аланин	390	390	395	395	400	400	395	395	400	400
2	Аргинин	365	365	370	370	372	372	370	370	372	372
3	Аспарагин қышқылы	300	300	305	305	310	310	305	305	310	310
4	Гистидин	260	260	265	265	270	270	265	265	270	270
5	глицин	230	230	235	235	240	240	235	235	240	240
6	Глутамин қышқылы	2450	2450	2455	2455	2460	2460	2455	2455	2460	2460
7	пролин	800	800	803	803	805	805	803	803	805	805
8	Серин	440	440	445	445	447	447	445	445	447	447

Кесте 39 –Бидайдың аминқышқылдық құрамы орташа мәндері (2019-2020 жылдар)

p/c	Аминқышқылдар атаулары	Нұсқалар				
		Бақылау	Капсуласыз+1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3	Капсула+ 1-метил-3-метиламиноmaleинамид -үлгі №3	Капсуласыз+мыс (II) кешені-үлгі №5	Капсула+ мыс (II) кешені- үлгі №5
	Алмастырылмайтын аминқышқылдар, мг/100 г					
1	Лизин	235,5	238,5	250	238,5	250
2	Треонин	295,5	298,5	310	298,5	310
3	Валин	345,5	348,5	360	348,5	360
4	Изолейцин	170,5	172,5	175	172,5	175
5	Лейцин	661	665	670	665	670
6	Метионин+цистин	281	284	290	284	290
7	Триптофан	72,5	73,2	74	73	74
	Алмастырылатын аминқышқылдар, мг/100 г					
1	Аланин	390	395	400	395	400
2	Аргинин	365	370	372	370	372
3	Аспарагин қышқылы	300	305	310	305	310
4	Гистидин	260	265	270	265	270
5	глицин	230	235	240	235	240
6	Глутамин қышқылы	2450	2455	2460	2455	2460
7	пролин	800	803	805	803	805
8	Серин	440	445	447	445	447

Осы барлық алынған нәтижелер бойынша қорытынды жасалды, хитозан / альгинат микрокапсуласына жүктелген ынталандырғыштар өсімдіктердің әртүрлі дақылдарын ауылшаруашылығында өсіруді тікелей реттегіштер ретінде қолдануға сәйкес келді. Біздің зерттеулеріміз азот тыңайтқыштарын қолдануды азайтуға ауылшаруашылығында құрамында ынталандырғыштар бар микрокапсулаларды жаңа құраммен қолдануға бағытталған. Микрокапсулалардың жаңа құрамының артықшылығы микрокапсулаланған ынталандырғыштарды ыдыраудан қорғау, қолдануда азоттың сілтіленуін төмендету және ауылшаруашылығында өсімдіктер қоректенуі мен өсуін реттеуге бақыланатын босатылуға негізделген. Одан басқа, гел түзуші катион ретінде кальций бар альгинатты микрокапсуланы инкапсулалау өсімдіктерді ең маңызды микроэлемент –кальциймен жабдықтайды.

Осылайша, эмульсиясыз жүйелерді зерттеу, жаңа ынталандырғыштарды талдау және таңдау, ауылшаруашылығында, оның ішінде өсімдіктер өсіруде тиімді қолданылатын, биологиялық белсенді ингредиенттердің қауіпсіз сақталуы мен ұзақ әсерімен, тұрақтылықты арттыру, табиғаты әртүрлі белсенді агенттерді микрокапсулалауға ғылыми-негізделген қадамдар жасауға мүмкіндік берді. Алынған нәтижелер аминфумар қышқылы туындыларының жоғары биологиялық белсенділігін және оларды микрокапсулалау технологиясының практикалық тиімділігін толық дәлелдейді. Бұл әдіс препараттардың шығынын азайтуға және экологиялық қауіпсіз, өнімділігі жоғары егіншілікті дамытуға мүмкіндік береді.

3.14 Микрокапсуламен бидай тұқымдарын өңдеу тәсілдерінің экономикалық тиімділігі

Қазақстан бидай өсіруге үлкен мән береді. Осыған байланысты оның егістік алқабын ұлғайту және өсіріп-баптауын көтеру мәселелері қарастырылды. Соңғы жылдары тұқымдарды ерте көктемде өңдеудің санын, қопсытудың тереңдігін азайтып, бірнеше жұмысты біріктіру арқылы ауыл шаруашылық дақылдарын өсіру технологиясын жетілдіруге, жұмсалатын еңбекті қысқартып, өнімнің өзіндік құнын азайтуға болатындығы жайлы күрделі мәселелер қозғалуда.

Кез-келген зерттеулер мен тәжірибелер нәтижесін талқылау оның экономикалық тиімділігі есептелді. Экономикалық тиімділік көрсеткіші арқылы бидай өсірудің қаншалықты тиімді екендігі анықталды. Тұқымдарды өңдеу тәсілдеріне кететін шығын түрлерінің айырмашылығы мен өнімділік көрсеткішінің әр түрлілігі экономикалық тиімділікті микрокапсуламен өңдеу тәсілдері бойынша анықталды. Ауыл шаруашылығының дамуы тұқымдарды өңдеу процесінің саны мен сапасының өзгеруі, қалыптасып қалған топырақты өңдеу шараларына басқаша қарауға мүмкіндік береді. Тұқымдарды өңдеудің осы түрі еңбек сыйымдылығы мен жұмсалатын уақытты үнемдейді.

Алған мәліметтерімізге экономикалық талдау жүргізілді. Ал, біздің зерттеулерімізде жалпы, бидайды микрокапсуламен өңдеу технологияларымен жүргізген тәжірибеміздің экономикалық тиімділігі 40-кесте және 29-суретте

көрсетілді.

Кесте 40 – Микрокапсуламен бидай тұқымдарын өңдеу тәсілдерінің экономикалық тиімділігі

Нұсқалар	Көрсеткіштер					
	Өнім-ділігі, ц/га	1 га-ға жұмсалатын шығын, теңге	1 т өнімнің сатылу бағасы, теңге	1 га-дан түскен өнімнің бағасы, теңге	Таза пайда, теңге	Рентабельділік, %
1	2	3	4	5	6	7
Бақылау нұсқасы	17,30	76 500	130 000	224 900	148 400	65,98
Капсуласыз + 1-метил-3-метиламиноамид - үлгі №3	23,10	76 600	130 000	300 300	223 700	74,49
Микрокапсула+ 1-метил-3-метиламиноамид - үлгі №3	25,95	76 608	130 000	337 350	260 742	77,29
Капсуласыз+ мыс (II) кешені- үлгі №5	22,50	76 600	130 000	292 500	215 900	73,81
Микрокапсула+ мыс (II) кешені- үлгі №5	27,65	76 608	130 000	359 450	282 842	78,69

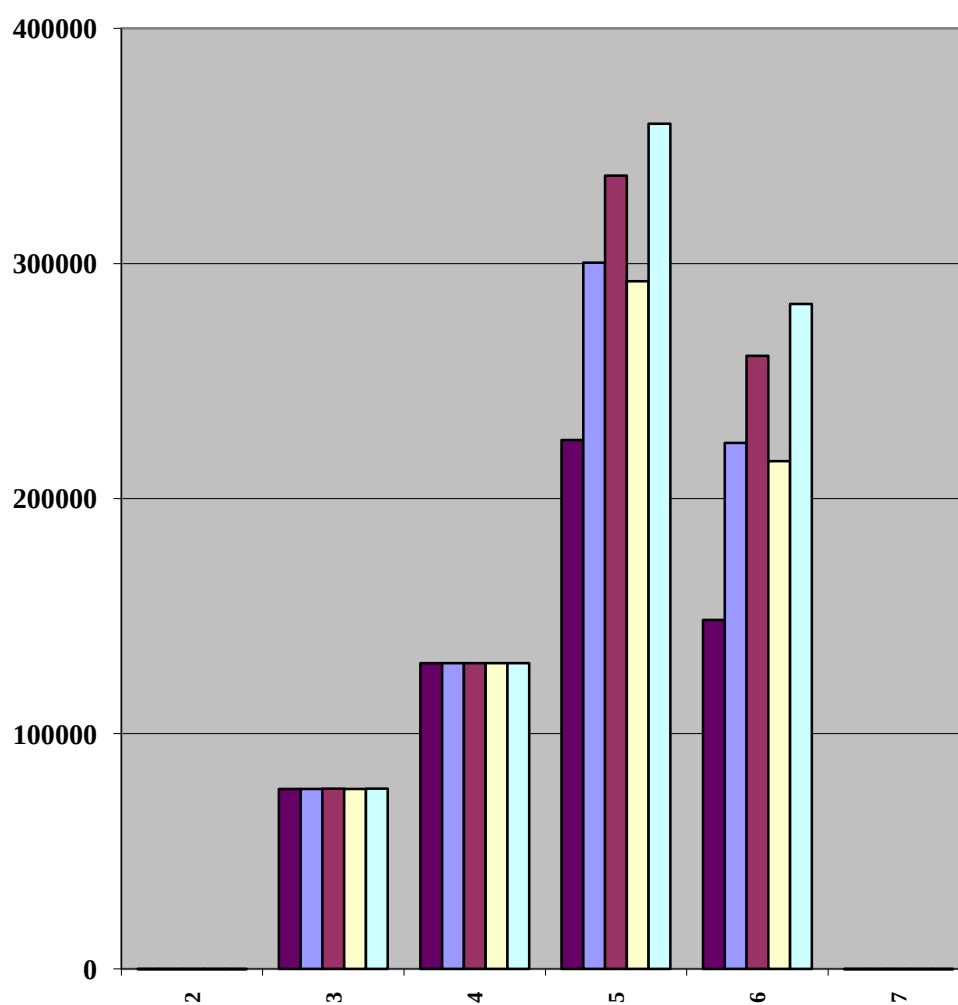
40 -кестенің көрсеткіштеріне сүйенсек, зерттеу жылдарының орташа көрсеткіштері бойынша, микрокапсуламен тұқымдарды өндегенде, бидайдың өнімділігі, бақылау нұсқасында - 17,30 ц/га, капсуласыз+ үлгі №3 - 23,10 ц/га, микрокапсула +үлгі №3 - 25,95 ц/га, капсуласыз + үлгі №5 - 22,50 ц/га, микрокапсула + үлгі №5 - 27,65 центнер болды.

Бидайды өсірудегі микрокапсуламен өңдеу тәсілдеріне байланысты 1 гектарға жұмсалатын шығын мөлшері, капсуламен өңдеу нұсқасында микрокапсула + үлгі №3 (76 608 теңге) және микрокапсула+үлгі №5 (76 608 теңге) болды, ал бақылау нұсқасында 76 500 теңгеге шығын жұмсалған. Ал, шығын мөлшері орташа есеппен, капсуласыз нұсқасында 1 гектарға капсуласыз + үлгі №3 76 600 теңге және капсуласыз + үлгі №5 76 500 теңге жұмсалған, микрокапсуламен салыстырса, 108 теңгеге аз жұмсалған. Кестедегі көрсеткіштер бойынша, 1 га-дан түскен өнімніңсатылу бағасы микрокапсула+үлгі №3 (337 350 теңге) және микрокапсула+ үлгі №5 (359 450 теңге) болды. Ал, экономикалық тиімділігі көрсеткендей, микрокапсуламен өңдеу нұсқасының орташа 2 жылда 1 гектардан түскен қосымша өнімнің таза пайдасы микрокапсула+үлгі №3 (260 742 теңге) және микрокапсула+ үлгі №5 (282 842 теңге) теңге болды, одан түскен рентабельділік мөлшері микрокапсула+үлгі №3 (77,29) және микрокапсула+ үлгі №5 (78,69) пайызды құрайды, басқа нұсқалардан жоғары болғаны көрсетілді.

Бидай тұқымдарын микрокапсуламен өңдеу тәсілдерінің экономикалық тиімділігі бойынша үлгі №5 капсуламен нұсқада 282 842 ең жоғарғы таза пайда анықталды.

Біздің зерттеу жұмыстарымыз бойынша, ұсынылып отырған микрокапсуламен өңдеу тәсілдерінің ең тиімді түрінің экономикалық тиімділігі анықталды. Сонымен қатар, зерттеу жұмыстарымызда ұсынылған микрокапсуламен тұқымдарды өңдеуді бақылау және басқа нұсқалармен салыстыра отырып, олардың арасындағы экономикалық тиімділігі есептелді (29-сурет).

Жүргізілген тәжірибелер нәтижелерін қорытындылау көрсеткендей, бұл заттар көптеген белгілі фитогормондарға тән қасиеттерді көрсетті, екінші жағынан көп қолданылатын өсіруді реттегіштерде кездеспейтін қасиеттер байқалды. Ескеретін нәрсе, ынталандырғыштардың физиологиялық және морфологиялық әсерін көрсететін белсенділік концентрациясы фитогормондарға тән және олардың оптималды концентрациясынан төмен мөлшерде алынды және микрокапсулалар түрінде қолдануға мүмкіндік берді. Жүргізілген зерттеулер нәтижелері бойынша қорытынды жасалды, зерттелген ынталандырғыштар өсімдіктерге физиологиялық әсерге ие, өсімдіктердің өсуі мен дамуын реттеуге қатысады, өсімдіктердің тамыр жүйесінің морфогенез процесінің өзгеруіне әсері анықталды.



Сурет 29 – Суармалы жерлерде бидай өсіруге ұсынылған микрокапсуламен өңдеу нұсқасының экономикалық тиімділігі

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеулер нәтижелері негізінде келесідей қорытындылар жасалды:

1. Жүргізілген тәжірибелік зерттеулердің нәтижелерінде, зерттелген бес ынталандырғыштардың ішінен микрокапсуляциялау үшін ең жоғары белсенділік танытқан екі түрі таңдап алынды. Олар: 1-метил-3-метиляминомаleineинимид-үлгі №3, мыс (II) кешені-үлгі №5. Таңдап алынған бұл ынталандырғыштар биологиялық белсенділік танытып, өсімдіктердің вегетативті даму кезеңдерінде жоғары әсерімен ерекшеленді.

2. Эмульсиясыз микрокапсуляциялау әдісі технологиялық орындалуының қарапайымдылығы, энергия үнемділігі және процестің тұрақтылығымен ерекшеленді. Сонымен қатар, тәжірибелік нәтижелер бұл әдістің құрылымдық тұрғыдан берік әрі тұрақты микрокапсулалар түзуге қабілетті екенін көрсетті. Жүргізілген зерттеулер нәтижелері бойынша микрокапсуляциялаудың эмульсиясыз технологиясы практикалық қолдану тұрғысынан ең жоғарғы тиімділікті көрсетті. Осыған байланысты, бұл технология биологиялық белсенді ингредиенттерді инкапсуляциялаудың сенімді әрі оңтайлы әдісі ретінде өндірістік қолдануға ұсынылды.

3. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, микрокапсулалардың тиімділігі жүктелген ынталандырғыштар түріне және полимерлі матрицаның құрылымына тікелей тәуелді. №3 үлгі сақтау тұрақтылығымен, ал №5 үлгі мол мөлшері және ылғалды ортадағы жоғары белсенділігімен ерекшеленді. Алынған мәліметтер эмульсиясыз әдіспен алынған микрокапсулалардың ауылшаруашылығында әсері ұзартылған биопрепараттар ретінде қолдануға толық жарамды екенін ғылыми тұрғыдан негіздейді.

-CS/(ALG/ (Ca+/үлгі №3)) құрамын микрокапсуляциялау тиімділігі $75,73 \pm 1,14\%$ (EE), микрокапсуляциялау жүктелу сыйымдылығы $0,24 \pm 0,00$ (EC), микрокапсулалар ісіну дәрежесі $1,05 \pm 0,18$ (S_w) тең болғаны анықталды.

-(CS/(ALG/(Ca+Cu/үлгі №5))) құрамын микрокапсуляциялау тиімділігі $57,6 \pm 0,1\%$ (EE), ал микрокапсуляциялаудағы жүктелу сыйымдылығы- $25,9 \pm 1,1$ мг/г (EC), микрокапсулалар ісіну дәрежесі $53,8 \pm 0,9$ (S_w) болғаны анықталды.

4. FTIR талдауы ынталандырғыштардың кальций альгинаты мен хитозан арасындағы күрделі әсерлердің болуын электростатикалық әрекеттерден және күшті сутектік байланыстардан болатындығы көрсетілді. Биополимерлер мен синтезделген қосылыстар арасындағы молекулааралық өзара әрекеттесу туралы мәліметтер көрсеткендей, барлық құраушылардың функционалдық топтары бір-бірімен әрекеттеседі, оның ішінде негізінен электростатикалық әрекеттесулер мен сутектік байланыстар болды.

5. Морфологиялық сипаттамалары бойынша микрокапсулалардың пішіні мен кәуектілігі, ісіну дәрежесі анықталды:

Ылғалды микрокапсулалар өлшемдері: CS/(ALG/Ca + үлгі №3)) $d = 2104,60 \pm 188,23$ мкм. CS/(ALG/(Ca+Cu/үлгі №5)) $d = 2056 \pm 226$ мкм.

Құрғақ микрокапсулалар өлшемдері: (CS/(ALG/Ca+ үлгі №3)) $d = 796,68 \pm 88,23$ мкм. CS/(ALG/(Ca+Cu/үлгі №5)) $d = 811,32 \pm 103,21$ мкм.

6. Микрокапсуладан босап шығудың барлық бейіндері ынталандырғыштардың бастапқыда қарқынды, кезектегі өте баяу бөлінуі дәрежелік заңының теңдеуіне сәйкес анықталды. Корсмейер-Пеппас эмпирикалық моделін қолдануда анықталғандай ынталандырғыштардың босатылуы Фик диффузиясымен бақыланды, оның n мәні 0,45-тен төмен.

7. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, №5 үлгі жүгері мен арпаның биомассасын арттыру үшін, ал №3 үлгі бидайдың тамыр жүйесін нығайту үшін ең тиімді инновациялық ынталандырғыштар ретінде ұсынылады. Бұл нәтижелер микрокапсуляция технологиясының ауыл шаруашылығындағы жоғары практикалық маңыздылығын растайды.

Жүгері бойынша CS/(ALG/Ca+үлгі №3)) әсері 0,01% конц. тамыры/салмағы- 115/114, сабағы/салмағы -127/76, CS/(ALG/Ca+үлгі №5)) әсері 0,0001% конц. тамыры/салмағы-156,0/165,5, сабағы/салмағы -138/131,8 құрайды.

Арпа бойынша CS/(ALG/Ca+үлгі №3)) әсері 0,0001% конц. тамыры/салмағы-87/96, сабағы/салмағы -88/90, CS/(ALG/Ca+үлгі №5)) әсері 0,0001% конц. тамыры/салмағы-114,9/108,1, сабағы/салмағы-110,9/114,3 құрайды.

Бидай бойынша CS/(ALG/Ca+үлгі №3)) әсері 0,0001% конц. тамыры / салмағы-119/137, сабағы/салмағы-109/123, CS/(ALG/Ca+үлгі №5)) әсері 0,0001% конц. тамыры / салмағы- 108/118,6, сабағы/салмағы-100,6/100,7 құрайды.

Алынған нәтижелер көрсеткендей, микрокапсуламен бидайдың орташа өнімділігі $0,73 \text{ кг/м}^2$ және $0,92 \text{ кг/м}^2$, қосымша өнім 7,3 ц/га және 9,2 ц/га жоғары, микрокапсуламен түптену 3,35 және 4 дана көп, масақтануы кезеңінде 10,7 см және 16 см жоғары, пісуі кезеңінде 14 см және 18,4 см жоғары, ал масақтардың дән саны 2,5 және 5 данаға көп екендігі анықталды.

Өсімдіктер өсуін белсенді реттейтін жаңадан синтезделген ынталандырғыштарды микрокапсуляциялау технологиясы өндіріске ұсынылды. Ауылшаруашылығында өсімдіктердің өсуі мен дамуын ынталандырғыш ретінде алғаш рет аминфумар қышқылының туындыларын – микрокапсуляциялаумен қолдану технологиясының ғылыми негіздемесі жасалды.

Бидай тұқымдарын микрокапсуламен өңдеу тәсілдерінің экономикалық тиімділігі бойынша үлгі №5 капсуламен нұсқада 282 842 ең жоғарғы таза пайда анықталды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Hack B., Egger H., Uhlemann J., Henriet M., Wirth W., Vermeer A. W.P., Duff D.G. Advanced agrochemical formulations through encapsulation strategies //Chemie Ingenieur Technik. –2012.– No.84. – P.223–234.
- 2 Sekh B.S. Nanotechnology in agri-food production: an overview. //Nanotechnology, Science and Applications. –2014.– No. 7. – P.31–53.
- 3 Gašić S., Tanović B. Biopesticide formulations, possibility of application and future trends //Pesticides & Phytomedicine. –2013.–No.28. – P.97–102.
- 4 Vinceković M., Jalšenjak N., Topolovec-Pintarić S., Đermić E., Bujan M., Jurić S. Encapsulation of biological and chemical agents for plant nutrition and protection: Chitosan/Alginate microcapsules loaded with copper cations and Trichoderma viride //Journal of Agricultural and Food Chemistry. –2016.–No. 64. – P.8073–8083.
- 5 Vinceković M., Jurić S., Đermić E., Topolovec-Pintarić S. Kinetics and mechanisms of chemical and biological agents release from biopolymeric microcapsules //Journal of Agricultural and Food Chemistry. –2017.–No.65. – P. 9608–9617.
- 6Vinceković M., Topolovec-Pintarić S., Jurić S., Viskiće M., JalšenjakN., Bujan M., Đermić E., Žutić I., Fabek S. Release of Trichoderma viride Spores from Microcapsules Simultaneously Loaded with Chemical and Biological Agents //Agriculae Conspectus Scientificus. – 2017. –No. 82. – P. 395–401.
- 7 Быковская Е. Е., Кролевец А.А. Способ получения микрокапсул:патент № 2012110715/15, заявл.20.03.2012.
- 8Vinceković M., Maslov Bandić L., Jurić S., Jalšenjak N., Čaić A., Živičnjak I., Đermić E., Karoglan M., Osrečak M., Topolovec-Pintarić S. The Enhancement of bioactive potential in Vitis vinifera leaves by application of microspheres loaded with biological and chemical agents // Journal of plant nutrition. – 2019. – Vol. 42, No. 6. –P.543–558.
- 9Третьякова И.Н., Тихонов С.Л., Тихонова Н.В., Кудряшов Л.С. Влияние толщины защитного слоя микрокапсулированного фермента на его активность и стабильность //Достижения науки и техники АПК.–2019.–Т.33, №8. – С.70–73.
- 10 Исаев В.А., Симоненко С.В. Микроэмульгирование и микрокапсулирование ПНЖК класса w-3 для расширения возможностей их использования //Пищевая промышленность. –2016.–№ 1. –С.38–41.
- 11 Жанибекова Н. Состояние и перспективы современной технологии микрокапсулирования в фармации//Вестник КазНМУ.–Алматы, 2014.–№ 5. – С.66–68.
- 12Мусабаева Б.Х., Мурзагулова К.Б., Ким М.Е., Изумрудов В.А., Арипжанова З.Ж. Получение микрокапсул противотуберкулезных препаратов на основе биополимеров и полиэлектролитов //Фармация и фармакология.– 2017.–Т.5,№2.–С.164–176.
- 13 Искандаров Т.И., Романова Л.Х., Искандарова Г.Т. Гигиено токсикологическая оценка протравителей семян с росторегулирующими

свойствами на основе хитозана // Доклады Республиканской конференции «Экологически безопасные полимеры для агропромышленного комплекса». Ташкент, 2012.–С.16.

14 Равичандран Р., Чандрасекаран М. Chitosan: a versatile biopolymer for plant growth and protection // Progress in Polymer Science. – 2011. – Vol. 36. – P. 159–189.

15 Hadwiger L.A. Multiple effects of chitosan on plant systems: solid science or hype // Plant Science. – 2013. – Vol. 208. – P.42–49.

16 Khokhlova T.V., Chertikhina Y.A., Mutaliyeva B.Z., Kudasova D.E., Yanova K.V. Aminofumaric acid derivatives: Synthesis and influence on plant development // Vopr. Khim. Khim. Tekhnol. – 2018. – No. 6. – P.91–98.

17 Batubara I., Rahayu D., Mohamad K., Prasetyaningtyas W.E. Leydig Cells Encapsulation with Alginate-Chitosan: Optimization of Microcapsule Formation // Journal Encapsulation Adsorpt. Sci. – 2012. – No. 2. – P.15–20.

18 Bhattarai N., Gunn J., Zhang M. Chitosan-based hydrogels for controlled, localized drug delivery // Adv. Drug Deliv. Rev. – 2010. – No. 62. – P. 83–99.

19 Ang L.F., Darwis Y., Por L.Y., Yam M.F., Ang P. Y. Microencapsulation Curcuminoids for Effective Delivery in Pharmaceutical Application // Pharmaceutics. – 2019. – № 11. – P. 451.

20 Segale L., Giovannelli L., Mannina P., Pattarino F. Calcium Alginate and Calcium Alginate-Chitosan Beads Containing Celecoxib Solubilized in a Self-Emulsifying Phase // Science. – 2016. – P. 1–8.

21 Selimoglu S.M., Elibol M. Alginate as an immobilization material for MAb production via encapsulated hybridoma cells // Crit. Rev. Biotechnol. – 2010. – No. 30. – P. 145–159.

22 Roger S., Talbot D., Bée A. Preparation and effect of Ca^{2+} on water solubility, particle release and swelling properties of magnetic alginate films // Journal Magn. Magn. Mater. – 2006. – № 305. – P. 221–227.

23 Dai Y., Li P., Zhang J., Wang A., Wei Q. Swelling characteristics and drug delivery properties of nifedipine-loaded pH sensitive alginate-chitosan hydrogel beads // Journal Biomedicine Materials Res. Part B Appl. Biomater. – 2008. – № 86. – P. 493–500.

24 Siepmann J., Siepmann F. Modeling of diffusion controlled drug delivery // Journal Control Release. – 2012. – № 161. – P. 351–362.

25 Aguilera D.A., Di Sante L.S., Pettignano A., Riccioli R., et al. Adsorption of a Chiral Amine on Alginate Gel Beads and Evaluation of its Efficiency as Heterogeneous Enantioselective Catalyst // Eur. Journal Org. Chem. – 2019. – № 2019. – P. 3842–3849.

26 Mong Thu T.T., & Krasaekoopt W. Encapsulation of protease from *Aspergillus oryzae* and lipase from *Thermomyces lanuginosus* using alginate and different copolymer types // Agric. Nat. Resour. – 2016. – № 50. – P. 155–161. DOI: [10.1016/j.anres.2016.06.002](https://doi.org/10.1016/j.anres.2016.06.002)

27 Jurić S., Šegota S., Vinceković M. Influence of surface morphology and structure of alginate microparticles on the bioactive agents release behavior //

Carbohydr. Polym. – 2019. – № 218. – P. 234–242.

28Jelvehgari M., Barghi L., Barghi F. Preparation of Chlorpheniramine Maleate-loaded Alginate/Chitosan Particulate Systems by the Ionic Gelation Method for Taste Masking // Jundishapur Journal Nat. Pharm. Prod. –2014 – № 9 – P. 39–48.

29Yoshimura T., Matsunaga M., Fujioka R. Alginate-based superabsorbent hydrogels composed of carboxylic acid-amine interaction: Preparation and characterization // e-Polymers. – 2009. – No.080. – P. 968–975.

30Timilsena Y.P., Adhikari R., Casey P., Muster T., Gill H., Adhikari B. Enhanced efficiency fertilisers: A review of formulation and nutrient release patterns //Journal of the Science of Food Agriculture. – 2015. – № 95. – P. 1131–1142.

31Singh A., Chaudhary A. Synthesis, Spectral Characterization and Biological Study of Heterobinuclear Complexes of Cu (II) with Si (IV) // Silicon. – 2019. – № 11. – P. 1107–1118.

32 Deosarkar S.D., Chavan S.A., Puyad A.I. Study of plant growth regulating activity of (2-chlorophenyl) (5-(2 hydroxyphenyl)-3- (pyridin-3-yl)-1H-pyrazol-4-yl) methanone and itsFe (III) and Cu (II) complexes on *Trigonella foenum-graecum* // Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. – 2011. – № 3. – P. 703–706.

33 Deosarkar S.D. Plant growth regulating 4-methylbenzenesulfonic acid transition metal complexes // Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. – 2012. – № 4. – P. 592–595.

34 Meshram U.P., Pethe G.B., Yaul A.R., Khobragade B.G., Narwade M.L. Studies in stability constants of schiff base hydrazone complexes with transition metal ions. Effect of ligand on seed germination // Russian Journal of Physical Chemistry A. – 2017. – № 91. – P. 1877–1882.

35 Arif N., Yadav V., Singh S., Singh S., Ahmad P., Mishra R.K., Sharma S., Tripathi D.K., Dubey N.K., Chauhan D.K. Influence of High and Low Levels of Plant-Beneficial Heavy Metal Ions on Plant Growth and Development // Frontiers in Environmental Science. –2016. – 4. – P. 44–48.

36 Dakora F.D., Phillips D.A. Root exudates as mediators of mineral acquisition in low-nutrient environments // Plant Soil. – 2002. – 245. – P. 35–47.

37 Bartyzel A. Synthesis, thermal behaviour and some properties of CuII complexes with N,O-donor Schiff bases // Journal of Thermal Analysis Calorimetry. - 2018. - № 131. - P. 1221–1236.

38 Md Sai'aan N.H., Soon C.F., Tee K.S., Ahmad M.K., Youseffi M., Khagani S.A. Characterisation of encapsulated cells in calcium alginate microcapsules // In Proceedings of the 2016 IEEE EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES). - Kuala Lumpur, 2016.- P. 611–616.

39 Irmanida B., Devi R., Kusdiantoro M., & Wahono Esthi P. Leydig cells encapsulation with alginate-chitosan: Optimization of microcapsule formation. Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences.-2012.-No.2.-P.15–20.

40 Jurić S., Đermić E., Topolovec-Pintarić S., Bedek M., Vinceković M. Physicochemical properties and release characteristics of calcium alginate microspheres loaded with *Trichoderma viride* spores // Journal of Integrative Agriculture. - 2019. - № 18. - P. 2534–2548.

- 41 Badawy M. E. I., Taktak N. E. M., Awad O. M., Elfiki S. A., & El-Ela N. E. A. Preparation and Characterization of Biopolymers Chitosan/Alginate/Gelatin Gel Spheres Crosslinked by Glutaraldehyde// *Journal of Macromolecular Science, Part B*, 2017. No.56(6). –P.359–372. doi:10.1080/00222348.2017.1316640.
- 42 Марченко О.Н. Микроэмульсионное инкапсулирование биологическиактивных веществ. Автореф. дис. на соиск. уч. степ, к.т.н.- Москва, 2004. –137с.
- 43 Гаврилов А.С., Ивакин А.Ф. Масляно-поливитаминные препараты // *Химико-фармацевтический журнал*. – 2002. – №9. – С.52–54.
- 44 Аметистов Е.В., Дмитриев А.С. Монодисперсные системы и технологии. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 392 с.
- 45 Vinayagamorthy P. Microencapsulated lemongrass oil for mosquito repellent finishing of knitted cotton wear / P. Vinayagamorthy, B. Senthilkumar, K. Patchiyappan et al. // *Asian Journal Pharmaceutical and Clinical Research*. - 2017. – Vol. 10. – № 6. – P. 303–309.
- 46 Subramaniam J. Multipurpose effectiveness of *Couroupita guianensis*-synthesized gold nanoparticles: high antiplasmodial potential, field efficacy against malaria vectors and synergy with *Aplocheilus lineatus* predators // *Environmental Science and Pollution Research International*. - 2016. - Vol. 23. – No. 8. - P. 7543–7558.
- 47 Alkan C. Synthesis of poly(methyl methacrylate-co-acrylic acid)/n-eicosane microcapsules for thermal comfort in textiles // *Textile Research Journal* - 2015. - Vol. 85. – No. 19. - P. 2051–2058.
- 48 Aksoy S.A. Preparation and textile application of poly(methyl methacrylate-co-methacrylic acid)/n-octadecane and n-eicosane microcapsules // *Journal Textile Institute*. - 2017. - Vol. 108, № 1. - P. 30–41.
- 49 Zhao D. Preparation of high encapsulation efficiency fragrance microcapsules and their application in textiles // *RSC Advances*. - 2016. - Vol. 84, № 6. - P. 80924–80933.
- 50 Demirbag S. Encapsulation of Phase Change Materials by Complex Coacervation to Improve Thermal Performances and Flame Retardant Properties of the Cotton Fabrics // *Fibers Polymers*. - 2016. - Vol. 17, № 3. -P. 408–417.
- 51 Scacchetti F.A.P. Functionalization and characterization of cotton with phase change materials and thyme oil encapsulated in beta-cyclodextrins // *Progress Organic Coating*. - 2017. - Vol. 107. - P. 64–74.
- 52 Sharkawy A. Aroma-Loaded Microcapsules with Antibacterial Activity for Eco-Friendly Textile Application: Synthesis, Characterization, Release and Green Grafting // *Industrial & Engineering Chemistry Research*. - 2017. - Vol. 56, № 19. - P. 5516–5526.
- 53 Lehi A.Y. Membrane capsules with hierarchical $Mg(OH)_2$ nanostructures as novel adsorbents for dyeing wastewater treatment in carpet industries // *Taiwan Institute of chemical Engineers*. - 2017. - Vol. 70. - P. 391–400.
- 54 Михайлов М.Д. Физико-химические основы получения наночастиц и наноматериалов. Химические методы получения. - СПб.: Изд-во политехн. ун-

та, 2012. - 259 с.

55 Azizi N. Isosorbide-based microcapsules for cosmeto-textiles // *Industrial Crops and Products*. - 2014. - Vol. 52. - P. 150–157

56 Besen B.S. Obtaining medical textiles including microcapsules of the ozonated vegetable oils // *Fibers and Polymers*. - 2017. - Vol. 18, № 6. - P. 1079–1090.

57 Кролевец А.А. Применение нано- и микрокапсулирования в фармацевтике и пищевой промышленности. Характеристика инкапсулирования // *Вестник Российской академии естественных наук*. –Москва, 2013. – № 1. – С. 77–84.

58 DeGeest B.G. et al. Polyelectrolyte microcapsules for biomedical applications // *Soft Matter*. - 2009. - № 5. - P. 282–291.

59 Попова Л.М. Химические средства защиты растений: учеб. пособие. - СПб.: СПбГТУРП, 2009. - 96 с.

60 Ткачев А.В. Пиретроидные инсектициды - аналоги природных защитных веществ растений // *Химия*. - 2004. - Т. 8. - № 2. - С. 56–57.

61 Rademacher W. Plant Growth Regulators: Backgrounds and Uses in Plant Production // *Journal Plant Growth Regulation*. -2015. - № 34. - P. 845–872

62 Huang G., Liu Y., Guo Y., Peng C., Tan W., Zhang M., Li Z., Zhou Y., Duan L. A novel plant growth regulator improves the grain yield of high-density maize crops by reducing stalk lodging and promoting a compact plant type // *Field Crops Research*. -2021. - № 260. - P. 1079–1082.

63 Bisht T.S., Rawat L., Chakraborty B., Yadav V.A Recent Advances in Use of Plant Growth Regulators (PGRs) in Fruit Crops-A Review // *International Journal of Current Microbiology Applied Sciences*. - 2018. - № 7. - P. 1307–1336.

64 Апарин Б. Ф. Почвоведение: учебник. - 2-изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 256 с.

65 Kuznetsova O.V. Using natural and synthetic growth regulators of plants in industrial mycology and malting // *Oles Honchar Dnipropetrovsk National University*. - 2010. - Vol. 18, № 1. - P. 86–91.

66 González M., Cea M., Medina J., González A., Diez M., Cartes P., Monreal C., Navia R. Evaluation of biodegradable polymers as encapsulating agents for the development of a urea controlled-release fertilizer using biochar as support material // *Science of the Total Environment*. - 2015. - № 505. - P. 446–453.

67 Jurić S., Stracenski K.S., Król-Kilińska Z., Žutić I., Uher S.F., Đermić E., Topolovec-Pintarić S., Vinceković M. The enhancement of plant secondary metabolites content in *Lactuca sativa* L. by encapsulated bioactive agents // *Scientific Reports*. - 2020. - № 10. - P. 1–12.

68 Pereira A.E.S., Sousa B.T., Iglesias M.J., Alvarez V.A., Casalongué C.A., Oliveira H.C., Fraceto L.F. Potential Use of Polymeric Particles for the Regulation of Plant Growth. // *Polymers Agri-Food Applications*. - 2019. - № 4. - P. 45–66.

69 Пат. № 103398 Украина МПКА01N 35/08, А01N 35/06, А01P 23/00. Применение производных дегидроаминокислот в качестве средств повышения морозо- и холодоустойчивости растений / Хохлова Т.В., Просяник А.В.,

Бурмистр М.В.; заявл. 16.01.2012, опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19. -3 с.

70 Лебедь О.С., Чепышев С.В., Просяник А.В. 3-Аминопиррол-2,5-дионы. Реакции аминов с производными аминокислот-1,2-этилендикарбоновых кислот // Вопросы химии и химической технологии. – 2012. – № 5. – С. 25–36.

71 Jurić S.; Tanuwidjaja I., Fuka M.M. et al. Encapsulation of two fermentation agents, *Lactobacillus sakei* and calcium ions in microspheres // Colloids Surfaces B Biointerfaces. – 2021. – No. 197. – P. 111387–111392.

72 Kalam M.A., Amin S. Release Kinetics of Modified Pharmaceutical Dosage Forms: A Review. //Continental Journal of Pharmaceutical Sciences.–2007. – No.1. –P. 30–35.

73 Gledening E.D., Badenhop J.K., Reed A.E., Carpenter J.E., Bohmann J.A., Morales C.M., Weinhold F. NBO 7.0 Program Manual. Natural Bond Orbital Analysis Programs. – Madison: University of Wisconsin, 2012. –223 p.

74 Davidovich-Pinhas, M.; Bianco-Peled, H. A quantitative analysis of alginate swelling // Carbohydrates Polymers. – 2010. – № 79. – P. 1020–1027.

75 Remor A.P., Totti C.C., Moreira D.A., Dutra G.P., Heuser V.D., Boeira J.M. Occupational exposure of farm workers to pesticides: Biochemical parameters and evaluation of genotoxicity // Environment Introduction. – 2009. – № 35. – P. 273–278.

76 Петров, Р. В. Синтетические полиэлектролиты в создании вакцин нового поколения / Р. В. Петров, В. А. Кабанов, Р. М. Хайтов // *Вестник Российской академии наук*. — 2003. — Т. 73, № 9. — С. 781–789.

77 Jalšenjak N. Preparation of copper-loaded microcapsule formulations // Agriculturae Conspectus Scientificus. – 2011. –Vol. 76. – P. 115–119.

78 Vinceković M., Bujan M. Nanocomplexes of biopolymers and surfactants in drug delivery // Medicinski Vjesnik. – 2010. – Vol. 42. – P. 169–180.

79 Yruela I. Copper in plants: Acquisition, transport and interactions // Functional Plant Biology. – 2009. – № 36. – P. 409–415.

80 Burkhead J.L., Gogolin Reynolds K.A., Abdel-Ghany S.E., Cohu C.M., Pilon M. Copper homeostasis // New Phytol. – 2009. – № 182. – P. 799–816.

81 Kuper J., Llamas A., Hecht H.-J., Mendel R.R., Schwarz G. Structure of the molybdopterin-bound Cnx1G domain links molybdenum and copper metabolism // Nature. –2004. – № 430. –P. 803–806.

82 Bertrand M. , Poirier I. Photosynthetic organisms and excess of metals // Photosynthetica. – 2005. –№ 43. – P. 345–353.

83 Ma J.Z., Zhang M., Liu Z.-G., Wang M., Sun Y., Zheng W.K., Lu H. Copper-based-zinc-boron foliar fertilizer improved yield, quality, physiological characteristics, and microelement concentration of celery (*Apium graveolens* L.) // Environment Pollutions Bioavailability. – 2019. – № 31. – P. 261–271.

84 Hippler F.W.R., Boaretto R.M., Teixeira L.A.J., Quaggio J.A., de Mattos D. Jr. Copper supply and fruit yield of young Citrus trees: Fertiliser sources and application methods. // Bragantia. – 2018. – № 77. – P. 365–371.

85 Якименко В.В., Малькова М.Г., Шпынов С.Н. Иксодовые клещи Западной Сибири: фауна, экология, основные методы исследования. – Омск:

ООО ИЦ «Омский научный вестник», 2013. – 240 с.

86 Глазунов Ю.В., Зотова О.В. Распространение и вредоносность иксодовых клещей в Российской Федерации // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2014. – Т. 24. - № 1. – С. 51–53.

87 Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология, применение. - М.: Химия, 2013. – 697 с.

88 Roy D.N., Goswami R., Pal A. The insect repellents: A silent environmental chemical toxicant to the health // Journal of Environmental Toxicology and Pharmacology. – 2017. – Vol. 50. – P. 91–102.

89 Chellappandian M., Vasantha-Srinivasan P., Senthil-Nathan S. et al. Botanical essential oils and uses as mosquitocides and repellents against dengue // Journal of Environment International. – 2018. – Vol. 113. – P. 214–230.

90 Pattanayak B., Dhal N.K. Plants having mosquito repellent activity: an ethnobotanical survey // International Journal of Research and Development in Pharmacy and Life Sciences. – 2015. – Vol. 4, № 5. – P. 1760–1765.

91 Kihampa C., Tanzanian botanical derivatives in the control of malaria vectors: opportunities and challenges // Journal of Applied Sciences and Environment Management. – 2011. – Vol. 15, № 1. – P. 155–160.

92 Lis M.J., Carmona O.G., Carmona C.G. et al. Inclusion Complexes of Citronella Oil with P-Cyclodextrin for Controlled Release in Biofunctional Textiles // Journal of Polymers. – 2018. – Vol. 10. – P. 1–14.

93 Damtew B. Review on insecticidal and repellent activity of plant products for malaria mosquito control // Journal of Biomedical Research and Reviews. – 2018. – Vol. 2, № 2. – P. 1–7.

94 Benelli G., Caselli A., Canale A. Nanoparticles for mosquito control: Challenges and constraints // Journal of King Saud University - Science. – 2017. – Vol. 29, № 4. – P. 424–435.

95 Bonizzoni M. The invasive mosquito species *Aedes albopictus*: current knowledge and future perspectives // Trends Parasitol. – 2013. – Vol. 29, № 9. – P. 460–468.

96 Куликова Н.А., Лебедева Г.Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения: учебное пособие. – М.: Книжный дом «Либроком». – 2010. – 152 с.

97 Спиридонов Ю.Я., Никитин Н.В. Глифосатсодержащие гербициды - особенности их применения в широкой практике растениеводства // Вестник защиты растений. – 2015. – № 4(86). – С. 5–11.

98 Сардушкин М.В., Киенская К.И., Авраменко Г.В. Получение и свойства микрочастиц рифампицина с полилактидной оболочкой // Технология и анализ косметических средств и фармацевтических препаратов: материалы I Научно-практической конференции. – Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – С. 37–38.

99 Sacanna S., Kegel W.K., Philipse A.P. Spontaneous oil-in-water emulsification induced by charge-stabilized dispersions of various inorganic colloids // Langmuir. – 2007. – Vol. 23. – P. 10486–10492.

100 Mukhopadhyaya P., Mishra R., Rana D., Kundu P.P. Strategies for

effective oral insulin delivery with modified chitosan nanoparticles: a review // Progress in Polymer Science. –2012. – № 37. – P. 1457– 1475.

101 Nazimek T., Wasak M., Zgrajka W. et al. Content of transfluthrin in indoor air during the use of electro-vaporizers // Annals Agriculture and Environmental Medicine. – 2011. – Vol. 18, № 1. – P. 85–88.

102 Yokohira M., Arnold L.L., Lautraite S. et al. The effects of oral treatment with transfluthrin on the urothelium of rats and its metabolite, tetrafluorobenzoic acid on urothelial cells in vitro // Food and Chemical Toxicology. – 2011. – Vol. 49, № 6. – P. 1215–1223.

103 Chen M.C., Sonaje K., Chen K.J., Sung H.W. A review of the prospects for polymeric nanoparticle platforms in oral insulin delivery // Biomaterials. – 2011. – Vol. 32, № 36. – P. 9826 – 9838.

104 Sugano M., Ishiwatari T. The biological activity of a novel pyrethroid: metofluthrin // Topics in Current Chemistry. – 2012. – Vol. 314. – P. 203–220.

105 Abbaszadeh A., Lad M., Janin M. et al. A novel approach to the determination of the pyruvate and acetate distribution in xanthan // Food Hydrocolloids. – 2015. – No. 44. – P. 162–171.

106 Сардушкин М.В., Ускова С.А., Киенская К.И., Авраменко Г.В. Влияние стабилизатора на эффективность микрокапсулирования рифампицина // Новые химико-фармацевтические технологии: материалы науч.-практ. конф. – Москва, 2012. – С. 225.

107 Сардушкин М.В., Киенская К.И., Авраменко Г.В. Получение микрокапсулированных форм рифампицина // Химия поверхности и нанотехнология: материалы Пятой Всероссийской конференции (с международным участием). – Санкт-Петербург: Хилово, 2012. – С. 263–265.

108 Сардушкин М.В., Киенская К.И., Авраменко Г.В. Инкапсулирование рифампицина при помощи аэрозоля ОТ (АОТ) и поливинилового спирта // Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества: материалы III Всероссийской молодежной конференции с элементами научной школы. – Москва, 2012. – С. 513–519.

109 Tikhonova T.V., Kienskaya K.I., Avramenko G.V. Development and study of microemulsions for pharmaceutical and cosmetic use // International Conference on Colloid Chemistry and Physicochemical Mechanics (IC-CCPCM): book of abstracts. – Moscow, 2013. – P. 16–17.

110 Тихонова Т.В., Киенская К.И., Авраменко Г.В. Исследование микроэмульсий методом акустической спектроскопии // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов: межвуз. сб. науч. тр. / под общ. ред В.М. Самсонова, Н.Ю. Сдобнякова. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2011. – С. 246–251.

111 Тихонова Т.В. Разработка и анализ микроэмульсионных композиций для косметической, фармацевтической и пищевой промышленности // Технология и анализ косметических средств и фармацевтических препаратов: Сб. тезисов науч.-практ. конф. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011 – С. 12–14.

112 Сеин О.Б., Кролевец А.А., Чернов В.Е., Сеин Д.О. Влияние нанокапсулированного биологически активного препарата на репродуктивную функцию свинок // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – Курск, 2013. – № 5. – С.73–75.

113 Трубников Д.В., Кролевец А.А., Челноков А.А., Чернов В.Е. Физиологическое состояние и интенсивность роста у поросят при включении в рацион нанокапсулированного пробиотика «Вегом 1.1» // Актуальные проблемы агропромышленного производства: материалы международной науч.-практ. конференции. – Курск, 2013. – С.181–183.

114 Сканирующий электронный микроскоп Vega 3. Официальный сайт компании ООО «Атомпроект». – URL: <http://atomproekt.ru/equipment/tescan/vega> (дата обращения: 3.10.10.2019).

115 Mutaliev B., Sharipova S., Aidarova B., Grigoriev D., Madibekova G., Tleuova A., Miller R. Polymer-surfactant complexes for microencapsulation of vitamin E and its release // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. – 2016. – No. 137. – P. 152–157.

116 [Mutaliyeva B.](#), [Grigoriev D.](#), [Madybekova G.](#), [Sharipova A.](#), [Aidarova S.](#), [Saparbekova A.](#), [Miller R.](#) Microencapsulation of insulin and its release using w/o/w double emulsion method // [Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects](#). – 2017. – Vol. 521. – P. 147–152.

117 Muratallin M., Paul F Luckham, Esimova A., Aidarova S., Mutaliev B., Madibekova G., Sharipova A., Issaeyeva A. Study of N-isopropylacrylamide-based microgel particles as a potential drug delivery agents // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2017. – Vol. 532. – P. 8–17.

118 Бородина Т.Н., Румш Л.Д., Кунижев С.М. и др. Полиэлектролитные микрокапсулы как системы доставки биологически активных веществ // Биомедицинская химия. – 2007. – Т. 53, № 5. – С. 557–565.

119 Одинцова О.И., Прохорова А.А. (Липина А.А.), Владимирцева Е.Л., Петрова Л.С. Использование метода микроэмульсионного капсулирования для придания текстильным материалам акарицидных свойств // Известия вузов. Технология Текстильной промышленности. – 2017. – Т. 367, № 1. – С. 332–336.

120 Шонина Н.А. Борьба с биообрастанием в системах водоснабжения // Сантехника. – 2017. – № 15. – С.56–59.

121 Яргин С.В. Плесень в жилых помещениях: гигиенические и строительные аспекты // Наукові дискусії. – 2011. – Т.2(82) – С.119–120.

122 Альгинат натрия. Свойства и применение // Материалы медицинского сайта. – URL: <http://www.neboleem.net/natrija-alginat.php> (дата обращения 10.10.2017).

123 Грехнёва Е.В., Кудрявцева Т.Н. Особенности микрокапсулирования некоторых лекарственных препаратов в альгинат натрия // Auditorium. – 2014. – № 3. – С. 12–16.

124 Липина А.А., Ханин С.Н., Одинцова О.И., Владимирцева Е.Л., Авакова Е.О. Экспресс-метод оценки миграционной способности выделения акарицидно-репеллентных веществ (АРВ), инкорпорированных в структуру

микрокапсулы // Российский химический журнал– 2018. – Т. LXII, №3. – С. 23–28.

125 Krieger J., Jacobs D.E., Ashley P.J. et al. Housing interventions and control of asthma-related indoor biologic agents: a review of the evidence // *Journal Public Health Management Practice*. – 2010. – № 16(Suppl. 5). – P.11–20.

126 Zhang Y., Huang M., Li F., Wen Z. Controlled synthesis of hierarchical CuO nanostructures for electrochemical capacitor electrodes // *International Journal of Electrochemical Science*. – 2013. – No. 8. – P.8645–8661.

127 Липина А.А., Есина О.А., Смирнова А.С., Одинцова О.И. Оптимизация условий иммобилизации микрокапсул на текстильных материалах // *Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы*. – 2019 – Ч.2. – С. 110–113.

128 Прохорова А.А. (Липина А.А.), Одинцова О.И., Авакова Е.О., Кузьменко В.А. Применение метода Layer-by-layer для иммобилизации акарицидных веществ на целлюлозных текстильных материалах // *Известия вузов. Химия и хим. технология*. – 2016. – Т. 59, № 7. – С. 42–46.

129 Липина А.А., Одинцова О.И., Есина О.А., Антонова А.С. Применение метода микрокапсулирования акарицидно-репеллентных веществ для создания защитной спецодежды // *Сборник материалов III Международной научно-практической конференции «Современные пожаробезопасные материалы и технологии», посвященной 370-й годовщине пожарной охраны России*. – Иваново: ФГБОУВО «ИПСАГПС МЧС России», 2019. – С. 107–110.

130 Agnihotri N. M., Mishra R. K., Arora M. N. Microencapsulation - A novel approach in Drug Delivery // *Indo Global Journal Pharmacy Science*. – 2012. – № 2. – P. 1–20.

131 Vinceković M.L., Dutour M. S. Nano and microcomplexes of biopolymers and surfactants // *Polymer Eng* – 2011. – No.31. – P.113–123.

132 Королева М.Ю., Юртов Е.В. Наноэмульсии: свойства, методы получения и перспективные области применения // *Успехи химии*. – 2012. – Т. 81, № 1. – С. 21–43.

133 Zetasizer-nano-zs. Официальный сайт компании Malvern Panalytical. <https://www.malvernpanalytical.com/ru/products/product-range/zeta>. 10.10.2019.

134 Нестерова Л.М., Елиневская Л.С., Березина Л.А. Новые технологии препаративной формы пестицидов // *Агрохимия*. – 2009. – № 1. – С. 3337–3341.

135 Topolovec S.P., Žutić I.E. Enhanced growth of cabbage and red beet by *Trichoderma viride* // *Acta Agriculturae Slovenica*. – 2013. – No.101. – P. 87–92.

136 Guzman E., Mateos-Maroto A., Ruano M. et al. Layer-by-Layer polyelectrolyte assemblies for encapsulation and release of active compounds // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 2017. – Vol. 249. – P. 290–307.

137 Сергеева Т.А. Методика лабораторных испытаний гербицидов // *Защита растений*. – 1963. – №2. – С.42–44

138 Патент на полезную модель № 4366. Способ получения микрокапсул липазы / Муталиева Б.Ж., Тлеуова А.Б., Мадыбекова Г.М., Сапарбекова А.А., Айдарова С.Б., Кудасова Д.Е., Шарипова А.А. – Заявл.

30.11.2018.Опубл.16.10.2019, –2 с.

139 ISO 22412:2017. Гранулометрический анализ. Динамическое рассеяние света.

140 ISO 13099–2:2012. Коллоидные системы. Методы определения дзета-потенциала. Часть 2. Оптические методы.

141 Syafiq F., Chyzna V., Morris N., Murphy A., Kennedy, J. An investigation into the effects of pH and material concentration on the morphology of Chitosan-Alginate microspheres prepared using an Ionic gelation techniques// International Journal of Advanced Scientific Research Management.–2017.–Vol.2. – P.13–24.

142 Ayarza J., Coello Y., Nakamatsu J. SEM–EDS study of ionically cross-linked alginate and alginic acid bead formation //International Journal of Polymer Analysis and Characterization.–2017. –Vol.22.– P.1–10.

143 Ayarza J., Coello Y., Nakamatsu J. SEM–EDS study of ionically cross-linked alginate and alginic acid bead formation // International Journal of Polymer Analysis and Characterization. – 2016.–Vol.22, No.1.–P. 1–10. –DOI: 10. 1080/1023666x.2016.1219834.

144 Chen C.W., Lee T. Round granules of dimethyl fumarate by three-in-one intensified process of reaction, crystallization, and spherical agglomeration in a common stirred tank// Organic Process Research & Development. –2017.–Vol.21. – P.1326–1339

145 Liu X. W., Liu Q. Yu., Fu Y. W., et al. Swelling behavior of alginate–chitosan microcapsules prepared by external gelation or internal gelation technology // Carbohydrate Polymers. – 2004. – Vol.56.–P. 459–464.

146 Interpreting Infrared, Raman, and Nuclear Magnetic Resonance Spectra – Vol. 1.–2001. – P. 143–148.

147 Lucinda-Silva R.M., Salgado H.R.N., Evangelista R.C. Alginate–chitosan systems: In vitro controlled release of triamcinolone and in vivo gastrointestinal transit // Carbohydrate Polymers.– 2010.–Vol.81.–P.260–268.

148 Korsmeyer, R.W.; Gurny, R., Doelker, E., Buri, P., Peppas, N.A. Mechanisms of solute release from porous hydrophilic polymers // Int. J. Pharm.–1983. –Vol.15, No.1. –P.25–35.

149 Coppi G., Iannuccelli V., Leo E., Bernabei M. T., Cameroni R. Chitosan-Alginate Microparticles as a Protein Carrier // Drug Development and Industrial Pharmacy.–2001.– Vol. 27, No. 5. – P.393–400. –DOI:10.1081/ddc-100104314.

150 Kudasova D.E., Mutaliyeva B., Kristina Vlahoviček-Kahlina, Slaven Juric, Marijan Marijan, Svetlana V. Khalus, Alexander V. Prosyaniuk, Suzana Šegota, Nikola Španić, Marko Vinceković. Encapsulation of Synthesized Plant Growth Regulator Based on Copper (II) Complex in Chitosan/Alginate Microcapsules//International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – Vol. 22, No.2663. – P. 1–20.

151 Mutaliyeva B.Zh., Rakhmatullayeva M., Kudasova D.E. Study of 1-methyl-3-methylaminomaleinimide loaded emulsions stabilized by sodium dodecyl sulfate/chitosan complexes//Ауэзовские чтения - 18: Духовное наследие великого

Абая: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 175-летию Абая Кунанбаева. – Шымкент: ЮКУ им. М. Ауезова, 2020. – Т.8. –С. 40–44.

152 Сулейменова Н., Муталиева Б.Ж., Кудасова Д.Е., Абдуалиева А.К. Анализ растений, обработанных стимуляторами. Определение морфологии микрокапсулы // Ауэзовские чтения - 18: Духовное наследие великого Абая: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 175-летию Абая Кунанбаева. – Шымкент: ЮКУ им. М. Ауезова, 2020. – Т.8. –С. 62–66.

153 Абдуалиева А.К., Муталиева Б.Ж., Кудасова Д.Е., Абдуллаева З.С. Микрокапсулирование биологически активных веществ и стимуляторов растение // Актуальные вопросы фармакологии: от разработки лекарств до их рационального применения: материалы I Республиканской научно-практической конференции фармакологов с международным участием – Бухара, 2020. –С.150–151.

154 Mutaliyeva B.Zh., Madybekova G.M., Kudasova D.E. Stabilization of 1-methyl-3-methylaminomaleinimide loaded emulsions for using in microencapsulation//Вестник КазНИТУ им. К.И.Сатбаева.– Алматы, 2020. – №6(142). –С. 58–66.

155 Муталиева Б.Ж., Кудасова Д.Е., Абдуалиева А.К., Калымбетов Г.Е. Исследование действия стимуляторов на растения и их морфологические параметры // Актуальные научные исследования в современном мире.– Переяслав, 2020. –№10 (66), ч.2–С. 22–26.

156 Муталиева Б.Ж., Кудасова Д.Е., Абдуалиева А.К., Калымбетов Г.Е. Микрокапсулирование биологически активных веществ и стимуляторов растение//Актуальные научные исследования в современном мире. –Переяслав, 2020. –№10 (66), ч.2– С. 27–30.

157 Муталиева Б.Ж., Мадыебекова Г.М., Кудасова Д.Е., Винцекович М. Исследования стимуляторов на биологическую и физиологическую активность после инкапсулирования//Сборник материалов международной научно-практической конференции. – М.: Научно-издательский центр «Империя», 2019. – С.208–212.

158 МуталиеваБ.Ж., Кудасова Д.Е., ТлеуоваА.Б., Айдарова С.Б. Микрокапсулирование биологически-активного вещества с целью улучшения его качественных характеристик//Вестник государственного университета им. Шакарима. –Семей, 2019. – № 1(85). –С.256–261.

159 Синягин И.И. Площади питания растений. – М.: Россельхозиздат, 1973.–384с.

160 Жлоба Л.Д., Кунанбаев К.К., Зуева Н.Б. Органическое вещество почвы и его групповой состав в различных севооборотах// Почвоведение и агрохимия – 2020. – №3.

161 Тюрин И.В., Кононова М.М. Биология гумуса и проблемы плодородия почв//Советское почвоведение–1963. –№3–С.205-213.

162 Физико-химические методы исследования почв: почвенные растворы,

диффузия, фотометрия, интерферометрия, спектроскопия, пламенная фотометрия: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева; отв. ред. И.Н. Антипов, Каратаев. – Москва.: Наука, 1968. – 225 с

163 Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв.–М.: Изд-во МГУ,1970.–457 с.

164 Марко А. Засухоустойчивость сортов пшеницы селекции Красноводопадской станции // Материалы региональной научно-практической конференции. – Шымкент, 2009. – С. 78–84.

ҚОСЫМША А

Сынақтан өткізу хаттамалары мен нәтижелері

Институт полимерных
материалов и технологий
Республика Казахстан,
050019, г. Алматы, ул.
Атырау 1-й микрорайон, 3/1
Тел.: +7-727-337-75-72
E-mail: ipmt-kau@usa.net
skudai@mail.ru



Institute of Polymer
Materials & Technology
Republic of Kazakhstan 050019,
Almaty, Atyrau str. 1 - 3/1
Phone: +7-727-337-75-72
E-mail: ipmt-kau@usa.net
skudai@mail.ru

ПРОТОКОЛ № 11 ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ От 10 октября 2019 г.

1. Наименование предприятия, организации (заявитель): РГП на ПХВ «ЮКТУ имени М.Ауэзова».
2. Юридический адрес: Казахстан, 160012, г. Шымкент, пр. Тауке хана 5.
3. Наименование образца и вид исследования:
 1. наноконтейнеры 15 проб – исследование размеров и зарядов наночастиц;
 2. наноконтейнеры 10 проб – анализ на газовом хромато-масс-спектрометре;
 3. наноконтейнеры 15 проб – исследование на низковакуумном растровом микроскопе.
4. Условия, доставки: соответствует требованиям.
5. Средства измерений:
6. Условия проведения испытания: Температура 25°C, относительная влажность воздуха 60%, атмосферное давление 740мм рт.ст.

№ п/п	Тип прибора	Заводской номер	Год выпуска
1	Лазерный дифракционный анализатор «Malvern Zetasizer Nano»	№ MAL1072509	2012
2	Газовый хромато-масс-спектрометр «Clarus 600S»	№ 664N7092701	2007
3	Низковакуумный растровый электронный микроскоп «Jeol-JSM-6490LA»	№ MP14800075	2007

Полученные результаты анализа приведены в приложении А

Исполнитель

Директор ИПМТ



С.К. Кабдрахманова

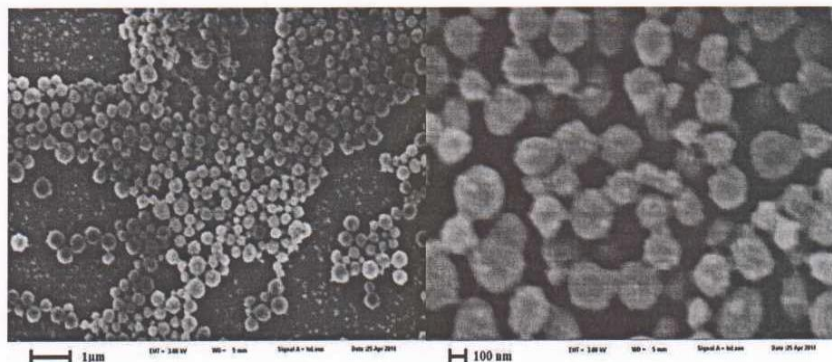
С.Е. Кудайбергенов

Примечание: результаты испытаний распространяются только на испытанные образцы.

1. Результаты испытаний лазерно-дифракционного анализатора «Malvern Zetasizer Nano»

№ п/п	Определяемые показатели	Результаты исследований	
		Размеры наночастиц, nm	Заряд наночастиц, mV
1	2	3	4
Исследование размеров и зарядов наночастиц			
1	Образец №1	139,0	-7,06
2	Образец №2k	2657,0	-28,8
3	Образец №2	207,2	-15,0
4	Образец №3k	1353,0	-26,9
5	Образец №3	1254,0	-18,5
6	Образец №4k	1122,0	-19,1
7	Образец №4	73,36	-3,13
8	Образец №5k	1847,0	-21,8
9	Образец №5	79,98	-15,1
10	Образец №6k	206,0	-18,0
11	Образец №6	14,54	-5,07
12	Образец №7k	2236	-22,2
13	Образец №7	12,78	-2,60
14	Образец ксантан 0,25%	1282,0	-69,5
15	Образец Учкун 0,001%	88,33	-30,5

2. Результаты исследования микрокапсул на низковакуумном растровом электронном микроскопе



ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии»
имени У.У. Успанова
Аттестованная лаборатория «Химических анализов»

Юридический адрес: Казахстан, г. Алматы,
пр. Аль-Фараби 75 В тел. 8(727) 269-47-42; факс.8(727) 269-47-33

Регистрационный номер № 22/14 Свидетельство об оценке состояния измерений в
лаборатории «Химических анализов» (ЛХА) от 27.03.2017 г.
Действителен до 27 марта 2020 г

ПРОТОКОЛ
ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ
От 18 октября 2018 г.

1. Наименование предприятия, организации (заявитель): ТОО «ЮГКУ имени М.Ауэзова»
2. Юридический адрес:
3. Наименование образца (пробы), дата изготовления: растение
4. Место отбора:
5. Условия отбора, доставки
Дата и время отбора:
- Условия доставки: соответствует НД
Доставлен в ЛХА:

Проба отобрана в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа»

6. Средства измерений:

№ п/п	Тип прибора	Заводской номер	№ свидетельства о поверке	Срок действия
1	Specord 210 PLUS	223F1426/1199	№ ВА-11-19-429 От 21.05.2018 г.	21.05.2019 г.
2	Иономер лабораторный тип И-160 МИ	0451	№ ВА09-19-0650 От 05.06.2018 г.	05.06.2019 г.
3	Пламенный фотометр Тип FLAPHO-4	779792/б/н	№ ВА-11-19-432 От 21.05.2018 г.	21.05.2019 г.
4	Весы электронные AR 2140	1227250240	№ ВА-02-02-04002 От 20.07.2018 г.	20.07.2019 г.
5	Весы электронные ScoutProSPS202 F	7132211897	№ ВА-02-02-03997 От 20.07.2018 г.	20.07.2019 г.

Протокол распечатан 02.11.2018 г.
Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшие испытания
Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен, без письменного разрешения ЛХА

Результаты испытаний

№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерений	Результаты исследований	НД на методы исследований
Валовый калий				
1	№1, свекла	%	0,4	ГОСТ 26261-84
2	Зерно		0,55	
3	3-2, свекла		0,75	
4	Зерно		0,65	
5	3-3, свекла		0,5	
6	Зерно		0,55	
7	3-4, свекла		0,50	
8	Зерно		0,50	
9	3-5, свекла		0,45	
10	Зерно		0,50	
11	Свекла Учкун		0,55	
12	Зерно		0,40	
13	Контроль		0,55	
14	Зерно		0,55	
Общий азот				
1	№1, свекла	%	1,848	ГОСТ 26107-84
2	Зерно		4,256	
3	3-2, свекла		1,736	
4	Зерно		4,760	
5	3-3, свекла		1,428	
6	Зерно		5,068	
7	3-4, свекла		1,456	
8	Зерно		4,368	
9	3-5, свекла		1,708	
10	Зерно		4,704	
11	Свекла Учкун		1,792	
12	Зерно		4,144	
13	Контроль		1,512	
14	Зерно		3,976	
Валовый фосфор				
1	№1, свекла	%	0,55	ГОСТ 26261-84
2	Зерно		1,85	
3	3-2, свекла		0,60	
4	Зерно		1,85	
5	3-3, свекла		0,59	
6	Зерно		2,10	
7	3-4, свекла		0,62	
8	Зерно		1,85	
9	3-5, свекла		0,55	
10	Зерно		1,70	
11	Свекла Учкун		0,80	
12	Зерно		1,85	
13	Контроль		0,68	
14	Зерно		2,30	

И.о. зав. лаборатории



Рахимова А.М.

Протокол испытаний № 11 2019 -

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова»
Аттестованная лаборатория «Химических анализов»

Юридический адрес: Казахстан, г. Алматы, пр. Аль-Фараби 75 В тел. 8(727) 269-47-42; факс.8(727) 269-47-33
Регистрационный номер № 22/14 Свидетельство об оценке состояния измерений в лаборатории «Химических анализов» (ЛХА) от 27.03.2017 г.
Действителен до 27 марта 2020 г.

ПРОТОКОЛ
ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ
От 2 ноября 2018 г.

1. Наименование предприятия, организации (заявитель): ТОО «ЮКГУ имени М.Ауэзова»
2. Юридический адрес:
3. Наименование образцов (пробы), дата изготовления: почва, 3 образца
4. Место отбора:
5. Условия отбора, доставки
Дата и время отбора: 15.10.2018 г.
Условия доставки: соответствует НД
Доставлен в ЛХА: 20.10.2018 г.
Проба отобрана в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа»
6. Средства измерений:

№ п/п	Тип прибора	Заводской номер	№ свидетельства о поверке	Срок действия
1	Specord 210 PLUS	223F1426/1199	№ ВА-11-19-429 От 21.05.2018 г.	21.05.2019 г.
2	Иономер лабораторный тип И-160 МИ	0451	№ ВА09-19-0650 От 05.06.2018 г.	05.06.2019 г.
3	Пламенный фотометр Тип FLARHO-4	279792/6/n	№ ВА-11-19-432 От 21.05.2018 г.	21.05.2019 г.
4	Весы электронные AR 2140	1227250240	№ ВА-02-02-04002 От 20.07.2018 г.	20.07.2019 г.
5	Весы электронные ScoutProSPS202 F	7132211897	№ ВА-02-02-03997 От 20.07.2018 г.	20.07.2019 г.

Дата начала испытаний: 22.10.2018 г.

Дата выдачи результата: 2.11.2018 г.

Протокол распечатан 02.11.2018 г.
Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшие испытания
Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен, без письменного разрешения ЛХА

Результаты испытаний

№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерений	Результаты исследований	НД на методы исследований
1	2	3	4	5
Количественный химический анализ почвы				
Общий гумус				
1	Казыгурт	%	2,19	По Тюрину
2	Шымкент		3,19	
3	Композиция №1, 0,001 I почва		1,49	
4	II препарат Учкун 0,1% почва		1,35	
5	III		1,45	
6	IV		1,15	
7	V		1,32	
8	VI		1,42	
9	VII		1,43	
10	Туркестанская обл., Ордабасынский р-н, с.Торткул		1,11	
Легкогидролизуемый азот				
1	Казыгурт	Mg/kg	33,6	По методу Тюрина и Кононовой
2	Шымкент		28,0	
3	Туркестанская обл., Ордабасынский р-н, с.Торткул		42,0	
Подвижный фосфор				
1	Казыгурт	Mg/kg	35	ГОСТ 26205-91
2	Шымкент		37	
3	Туркестанская обл., Ордабасынский р-н, с.Торткул		230	
Подвижный калий				
1	Казыгурт	Mg/kg	300	ГОСТ 26205-91
2	Шымкент		490	
3	Туркестанская обл., Ордабасынский р-н, с.Торткул		1500	
Валовой калий				
1	Казыгурт	%	2,53	ГОСТ 26261-84
2	Шымкент		2,88	
Ca Mg				
1	Казыгурт	Mg-экв/100 гр. почвы	10,89	Титриметрический метод в модиф. Грабарова
2	Шымкент		15,84	
Na K				
1	Казыгурт	Mg-экв/100 гр. почвы	0,75	По методу Каратаева и Маметова в модификации Грабарова
2	Шымкент		0,46	

И.о. зав. лабораторией

Рахимова А.М.

Протокол распечатан 02.11.2018 г.
Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшие испытания
Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен, без письменного разрешения ЛХА

1	2	3	4	5
1	Казыгурт	Валовой фосфор		
2	Шымкент	%	0,152	
3	Композиция №1, 0,001 I почва		0,188	
4	II препарат Учкун 0,1% почва		0,236	
5	III		0,236	
6	IV		0,196	
7	V		0,208	
8	VI		0,228	
9	VII		0,220	
1	Казыгурт	Общий азот		
2	Шымкент	%	0,126	
3	Композиция №1, 0,001 I почва		0,196	
4	II препарат Учкун 0,1% почва		0,154	
5	III		0,140	
6	IV		0,154	
7	V		0,140	
8	VI		0,168	
9	VII		0,154	
1	Казыгурт	CO ₂		
2	Шымкент	%	0,07	
3	Туркестанская обл., Ордабасынский р-н, с.Торткул		4,61	
			5,12	По методу - Аринушкиной в модиф. Грабарова
1	Казыгурт	рН		
2	Шымкент		9,03	
3	Туркестанская обл., Ордабасынский р-н, с.Торткул		9,41	
			8,90	ГОСТ 26423-85

Анализ механического состава почвы

№ П/П	№ Разреза	%, H2O	Содержание фракции в % на абсолютную сухую почву						
			Размеры фракции в мм					Ил <0,001	3-х Фракции < 0,01
			Песок		Пыль		0,005- 0,001		
			1,0 -0,25	0,25- 0,005	0,05- 0,01	0,01- 0,005			
1	Казыгурт	0,74	5,763	39,835	31,030	4,836	11,686	6,851	23,373
2	Шымкент	2,30	0,450	46,325	9,007	8,598	22,518	13,101	44,217

И.о. зав. лабораторией

Рахимова А.М.

Протокол распечатан 02.11.2018 г.
Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшие испытания
Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова» Аттестованная лаборатория «Химических анализов»

Юридический адрес: Казахстан, г. Алматы,
пр. Аль-Фараби 75 В тел. 8(727) 269-47-42; факс.8(727) 269-47-33
Регистрационный номер № 22/14 Свидетельство об оценке состояния измерений в
лаборатории «Химических анализов» (ЛХА) от 27.03.2017 г.
Действителен до 27 марта 2020 г.

ПРОТОКОЛ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ От 20 ноября 2019 г.

1. Наименование предприятия, организации (заявитель): ТОО «ЮКГУ имени М.Ауэзова»
2. Юридический адрес:
3. Наименование образца (пробы), дата изготовления: почва
4. Место отбора:
5. Условия отбора, доставки
Дата и время отбора: 1.10.2019 г.
Условия доставки: соответствует НД
Доставлен в ЛХА: 5.11.2019 г.
6. Средства измерений:

№ п/п	Тип прибора	Заводской номер	№ свидетельства о поверке	Срок действия
1	Specord 210 PLUS	223F1426/1199	№ ВА-11-19-429 От 21.05.2019 г.	24.05.2020 г.
2	Иономер лабораторный тип И-160 МИ	0451	№ ВА09-19-0524 От 06.06.2019 г.	06.06.2020 г.
3	Пламенный фотометр Тип FLARIO-4	779792/6/п	№ ВА-11-19-432 От 21.05.2019 г.	24.05.2020 г.
4	Весы электронные AR 2140	1227250240	№ ВА-02-02-10527 От 22.07.2019 г.	22.07.2020 г.
5	Весы электронные ScoutProSPS202 F	7132211897	№ ВА-02-02-10522 От 22.07.2019 г.	22.07.2020 г.

Протокол распечатан 20.11.2019 г.
Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшие испытания
Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен, без письменного разрешения ЛХА.

Результаты испытаний (почва)

№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерений	Результаты исследований	НД на методы исследований
1 № 1	Общий гумус	%	1,39	По Тюрину
2 № 2			1,35	
3 № 3			1,33	
1 № 1	Общий азот	%	0,140	ГОСТ 26107-84
2 № 2			0,154	
3 № 3			0,140	
1 № 1	Легкогидролизуемый азот	Мг/кг	31,6	По методу Тюрина и Кононовой
2 № 2			27,0	
3 № 3			30,0	
1 № 1	Валовой фосфор	%	0,208	
2 № 2			0,228	
3 № 3			0,220	
1 № 1	Полный фосфор	Мг/кг	2,5	ГОСТ 26205-91
2 № 2			2,7	
3 № 3			2,3	
1 № 1	Валовой калий	%	2,64	ГОСТ 26261-84
2 № 2			2,83	
3 № 3			2,80	
1 № 1	Полный калий	Мг/кг	330	ГОСТ 26205-91
2 № 2			450	
3 № 3			500	
1 № 1	Св	Мг-экв/100 гр. почвы	10,09	Титриметрический метод в модиф. Грабарова
2 № 2			14,64	
3 № 3			12,66	
1 № 1	Na	Мг-экв/100 гр. почвы	0,73	По методу Каратаева и Маметова
2 № 2			0,48	
3 № 3			0,65	
1 № 1	CO ₂	%	1,07	По методу Арноу-Шанной в модиф. Грабарова
2 № 2			2,61	
3 № 3			2,12	
1 № 1	рН		8,90	ГОСТ 26423-85
2 № 2			8,88	
3 № 3			8,64	

Протокол распечатан 20.11.2019 г.

Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшим испытания. Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен, без письменного разрешения ЛХА.

Гранулометрический состав почвы

№ П/П	№	%, H ₂ O	Содержание фракции в % на абсолютную сухую почву					
			Размеры фракции в мм					
			Песок		Пыль			
			1,0-0,25	0,25-0,005	0,05-0,010	0,01-0,005	0,005-0,001	Ил 3-х
								Фракции < 0,01
1	№ 1	1,06	10,067	33,738	19,001	9,299	11,724	16,171
2	№ 2	0,82	18,149	41,520	15,729	5,646	5,243	13,712
3	№ 3	0,68	24,406	41,361	12,082	6,444	4,027	11,679

Результаты испытаний (растения)

№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерений	Результаты исследований	НД на методы исследований
1 № 1 огурцы	Общий азот	%	1,736	ГОСТ 26107-84
2 № 2 огурцы			1,760	
3 № 3 огурцы			1,428	
4 № 4 огурцы			1,068	
5 № 1 свекла			1,456	
6 № 2 свекла			1,368	
7 № 3 свекла			1,708	
8 № 4 свекла			1,704	
9 № 1 помидоры			1,792	
10 № 2 помидоры			1,144	
11 № 3 помидоры			1,512	
12 № 4 помидоры			1,976	
1 № 1 огурцы	Валовой фосфор	%	0,60	ГОСТ 26261-84
2 № 2 огурцы			0,85	
3 № 3 огурцы			0,59	
4 № 4 огурцы			0,80	
5 № 1 свекла			0,62	
6 № 2 свекла			0,85	
7 № 3 свекла			0,55	
8 № 4 свекла			0,70	
9 № 1 помидоры			0,80	
10 № 2 помидоры			0,85	
11 № 3 помидоры			0,68	
12 № 4 помидоры			0,68	
1 № 1 огурцы	Валовой калий	%	0,75	ГОСТ 26261-84
2 № 2 огурцы			0,65	
3 № 3 огурцы			0,54	
4 № 4 огурцы			0,55	
5 № 1 свекла			0,50	
6 № 2 свекла			0,50	
7 № 3 свекла			0,45	
8 № 4 свекла			0,50	
9 № 1 помидоры			0,55	
10 № 2 помидоры			0,40	
11 № 3 помидоры			0,55	
12 № 4 помидоры			0,55	

И.о. зав. лабораторией

Рахимов А.М.

Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшим испытания

Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен, без письменного разрешения ЛХА.

**ТОО «КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ
И АГРОХИМИИ ИМЕНИ У. У. УСПАХОВА»
АТТЕСТОВАННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ»**

Юридический адрес: Казахстан, г. Алматы,
пр. Аль-Фараби 75 В, тел.: 8(727) 269-47-42; факс: 8(727) 269-47-33
Регистрационный номер № 22/14 Свидетельство №58 об оценке состояния измерений в
лаборатории «Химических анализов» (ЛХА) от 5.03.2020 г.
Действителен до 5 марта 2023 г.

**ПРОТОКОЛ
ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ НАНОКАПСУЛ**

От 20 октября 2020 г.

1. Наименование предприятия, организации (заявитель): НАО «ЮКГУ имени М.Ауэзова»
2. Юридический адрес: Республика Казахстан, г. Шымкент
3. Наименование образца (пробы), дата изготовления: почва, растения
4. Место отбора:
5. Условия отбора, доставки
Дата и время отбора: 9.08.2020 г.;
Условия доставки: соответствует НД;
Доставлен в ЛХА: 10.08.2020 г.
Проба отобрана в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и
подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа»
6. Средства измерений:

№ п/п	Тип прибора	Заводской номер	№ свидетельства о поверке	Срок действия
1	Specord 210 PLUS	223F1426/1199	№ ВА-11-19-0312 От 09.06.2020 г.	09.06.2021
2	Иономер лабораторный тип И-160 МИ	0451	№ ВА09-19-1334 От 09.06.2020 г.	09.06.2021
3	Пламенный фотометр Тип FLAPHO-4	779792/6/н	№ ВА-11-19-0311 От 09.06.2020 г.	09.06.2021
4	Весы электронные AR 2140	1227250240	№ ВА-02-02-0672 От 28.07.2020 г.	28.07.2021 г.
5	Весы электронные ScoutProSPS202 F	7132211897	№ ВА-02-02-0667 От 28.07.2020 г.	28.07.2021 г.

Протокол распечатан 20.10.2020 г.
Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшие испытания
Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен, без письменного разрешения ЛХА

№ п/п	Вид анализа	Метод
1	Общий гумус, %	Тюрин
2	Легкогидролизуемый азот, мг/кг	Тюрин-Кононов
3	Подвижный фосфор (P ₂ O ₅), мг/кг	ГОСТ-26205-91
4	Подвижный калий (K ₂ O), мг/кг	ГОСТ-26205-91
5	pH (водный)	ГОСТ-26423-85
6	Определение оснований и бора 1) Поглощенные основания Ca, Mg, Na, K	Согласно методу Аринишкина в модиф. Грабарова По методу Каратаева и Маметова в модификации Грабарова
7	Определение бора на спектрофотометре – Характеристика оснований, бора.	ГОСТ-50688-94

Все виды анализа включали также подготовку растительных образцов и почвы к анализам для проведения нижеперечисленных анализов: подготовка растительных образцов; подготовка анализа почвы на валовые микроэлементы; подготовка водной вытяжки по почве; проведение анализов почвенных и растительных образцов.

Операции по подготовке растительных образцов и образцов почвы для растений к анализам, исследование биологической активности почв до и после применения нанокпсул: всего 30 образцов.

Все операции по подготовке проб включают следующие операции:

- Взятие средней пробы растительных образцов, отбор аналитической пробы, очистка для анализа;

- Подготовка почвы, анализа почвы на валовые микроэлементы - квартование почвенного образца, взятие лабораторной пробы для определения микро- и макроэлементов, просеивание через сито, измельчение образца почвы в фарфоровой ступке, просеивание через сито с отверстиями diam. 1 мм, взятие лабораторной пробы на разложение почвы и растирание пробы в халцедоновой (агатовой ступке) до пудры

- Подготовка водной вытяжки по почве - просеивание, растирание, растворение, фильтрация, для определения солей, которые находятся в почве в воднорастворимом состоянии

- анализ гумуса, азота, группового состава гумуса, водорастворимого гумуса, механического состава почвы, влажности, удельного веса для определения конкретных свойств почвы, структура почвы, механического состава, влажности, плотности, влагоемкости, и биологической активности почв, влияющих на высвобождение нано капсул, и на урожай культур.

Результаты испытаний (почва)

Результаты испытаний (почва)				
№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерений	Результаты исследований	НД на методы исследований
Общий гумус				
1	№ 1	%	1,39	По Тюрину
2	№ 2		1,35	
3	№ 3		1,33	
Общий азот				
1	№ 1	%	0,140	ГОСТ 26107-84
2	№ 2		0,154	
3	№ 3		0,140	
Легкогидролизуемый азот				
1	№ 1	Мг/кг	31,6	По методу Тюрин и

Протокол распечатан 20.10.2020 г.
Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшие испытания
Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен, без письменного разрешения ЛХА

Результаты испытаний (растения)				
№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты исследований	НД на методы исследований
Общий азот				
1	№3 стим.капсула проба 3, огурцы	%	3,36	ГОСТ 26107-84
2	№3 стим.капсула проба 1, огурцы		2,072	
3	№3 стим.капсула проба 3, свекла			
4	№3 стим.капсула проба 2, свекла			
5	№3 стим.свекла			
6	№5 стим.свекла			
7	№3 стим.капсула проба 1, свекла		1,652	
8	№2 огурцы стим			
9	№3 огурцы, стим		3,836	
10	№5 огурцы, стим		4,396	
11	№4 огурцы, стим		3,472	
12	№3 огурцы, стим капсула проба 2		2,8	
Валовый фосфор				
1	№3 стим.капсула проба 3, огурцы	%	1,220	ГОСТ 26261-84
2	№3 стим.капсула проба 1, огурцы		0,880	
3	№3 стим.капсула проба 3, свекла			
4	№3 стим.капсула проба 2, свекла			
5	№3 стим.свекла			
6	№5 стим.свекла			
7	№3 стим.капсула проба 1, свекла			
8	№2 огурцы стим		1,00	
9	№3 огурцы, стим		1,280	
10	№5 огурцы, стим		1,220	
11	№4 огурцы, стим		0,940	
12	№3 огурцы, стим капсула проба 2		0,880	
Валовый калий				
1	№3 стим.капсула проба 3, огурцы	%	1,550	ГОСТ 26261-84
2	№3 стим.капсула проба 1, огурцы		1,800	
3	№3 стим.капсула проба 3, свекла			
4	№3 стим.капсула проба 2, свекла			

Протокол рассчитан 20.10.2020 г.
Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшие испытания
Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен, без письменного разрешения ЛХА

2	№ 2		27,0	Кононовой					
3	№ 3		30,0						
Валовый фосфор									
1	№ 1	%	0,208						
2	№ 2		0,228						
3	№ 3		0,220						
Подвижный фосфор									
1	№ 1	Мг/кг	25	ГОСТ 26205-91					
2	№ 2		27						
3	№ 3		23						
Валовый калий									
1	№ 1	%	2,64	ГОСТ 26261-84					
2	№ 2		2,83						
3	№ 3		2,80						
Подвижный калий									
1	№ 1	Мг/кг	330	ГОСТ 26205-91					
2	№ 2		450						
3	№ 3		500						
Ca Mg									
1	№ 1	Мг-экв/100 гр. почвы	10,09	Титриметрический метод в модиф. Грабарова					
2	№ 2		14,64						
3	№ 3		12,66						
Na K									
1	№ 1	Мг-экв/100 гр. почвы	0,73	По методу Каратаева и Маметова					
2	№ 2		0,48						
3	№ 3		0,65						
CO ₂									
1	№ 1	%	1,07	По методу Аринушкиной в модиф. Грабарова					
2	№ 2		2,61						
3	№ 3		2,12						
pH									
1	№ 1		8,90	ГОСТ 26423-85					
2	№ 2		8,88						
3	№ 3		8,64						
Гранулометрический состав почвы									
Содержание фракции в % на абсолютную сухую почву									
Размеры фракции в мм									
Песок									
Глина									
Ил									
Фракция <0,01									
1	№ 1	1,06	10,067	33,738	19,001	9,299	11,724	16,171	37,194
2	№ 2	0,82	18,149	41,820	18,729	5,646	3,243	13,712	24,002
3	№ 3	0,68	24,406	41,361	12,082	6,444	4,027	11,679	22,121

Протокол рассчитан 20.10.2020 г.
Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшие испытания
Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен, без письменного разрешения ЛХА

5	№3 стим.свекла			
6	№5 стим.свекла			
7	№3 стим.капсула проба 1, свекла			
8	№2 огурцы стим		1,550	
9	№3 огурцы, стим		1,550	
10	№5 огурцы, стим		1,550	
11	№4 огурцы, стим		1,800	
12	№3 огурцы, стим капсула проба 2		2,000	

И.о. зав. лабораторией

Рахимова А.М.

ҚОСЫМША Б Актілер

Ғылыми -зерттеу жұмыстарының нәтижелерін өндіріске енгізу

АКТІ

Біз, төмендегідей өкілдер, «МАРТ» ЖШС директоры Т.Жумадилла, к.х.н., доцент Б.Ж.Муталиева, докторант Д.Е. Кудасованың «Биологиялық белсенді ингредиенттерді пайдалану тиімділігін арттыру мақсатында микрокапсуляциялау технологиясын жасау» тақырыбындағы 2018-2020 жылдар аралығында «Биотехнология» кафедрасында орындалған тәжірибе ғылыми зерттеу жұмыстарын осы актімен растаймыз.

1. Қосымша: Сынақ АКТі (сынақталу актісі)

ЖОО тарапынан

Ғылыми жетекшісі Б.Ж. Муталиева Б.Ж.
(қолы)

Жауапты
орындаушы Д.Е. Кудасова Д.Е.
(қолы)
« 30 » 06 2020 ж.

Кәсіпорын тарапынан

«МАРТ» ЖШС директоры
Жумадилла Т.
Өндіріс бойынша басшының
орынбасары
(қолы)

Техникалық- жоспарлау бөлімінің
инженері
(қолы)

Еңбекті қорғау және техника
қауіпсіздігі жөніндегі инженер
(қолы)

« 30 » 06 2020 ж.

СОГЛАСОВАНО

Директор НИУ

ЮКГУ им. М. Ауэзова

Жунабева Ж.Б.

Сатаев М.И.

20 г.

20 г.

ТВЕРЖДАЮ

И.О. Директора ТОО «GFS-KZ»

Жанибек К.Ж.

20 г.

20 г.

АКТ № 1036

28.07.2018

внедрения результатов исследований по теме АР 05132810 «Научно-практические основы технологии микрокапсулирования биологически-активных веществ и принципиально новых стимуляторов развития растений с целью интенсификации производства сельскохозяйственной продукции»

Мы, нижеподписавшиеся, и.о. директор ТОО «GFS-KZ» Жанибек К.Ж., главный технолог Арыс Е.Д., зав. лаборатории Жумабек К.К., к.х.н., доцент Муталиева Б.Ж., к.х.н., доцент Мадыебекова Г.М., докторантка Кудасова Д.Е., доктор PhD Джакашева М.А., докторант Махатов Ж.Б. настоящим актом подтверждаем, что результаты исследований по теме АР 05132810 «Научно-практические основы технологии микрокапсулирования биологически-активных веществ и принципиально новых стимуляторов развития растений с целью интенсификации производства сельскохозяйственной продукции» внедрены в ТОО «GFS-KZ».

Для оценки антимикробной активности микросфер с и без нагруженного DCOIT использовались четыре микробных штамма: *Aspergillus niger*, *Aspergillus awamori*, *Fusarium verticillioides* в качестве представителя грибов и *Bacillus cereus* в качестве представителя бактерий. Культуры нитчатого гриба *Aspergillus niger* и *Aspergillus awamori*, выделенные из почвы южного Казахстана, были получены в результате скрининга, многоступенчатого отбора и мутагенеза. Новый мутантный штамм *A. awamori* был депонирован в Республиканском государственном предприятии «Республиканская коллекция микроорганизмов» Министерства образования и науки Республики Казахстан, присвоен регистрационный номер *A. awamori* F-RKM 0719. *Bacillus* были предоставлены Республиканской ветеринарной лабораторией Шымкента. Подверженный гниению хлеб был источником грибов *Fusarium verticillioides*.

Таким образом, данные наноконтейнеры могут быть внедрены для сохранения продукции от порчи грибковой и бактериальной микрофлоры.

Члены комиссии:

От ЮКГУ им. М. Ауэзова

От ТОО «GFS-KZ»

Директор НИУ Назарбек У.Б.
(подпись)

и.о. директора Жанибек К.Ж.
(подпись)

Научный руководитель Муталиева Б.Ж.
(подпись)

Технолог Арыс Е.Д.
(подпись)

Ответственный исполнитель Кудасова Д.Е.
(подпись)

Зав. лабораторией Жумабек К.К.
(подпись)

Махатов Ж.Б.
(подпись)

« » 20 г.

ҚОСЫМШАВ

Жүргізілген зерттеу жұмыстары



ҚОСЫМША Г

Алынған нәтижелер

