

АНДАТПА

Анна Геннадьевна Мещанованың диссертациялық жұмысы «Ынталандырушы белсенділігі бар бальзамды терек негізіндегі биологиялық белсенді препараттарды алу технологиясы», ғылыми дәрежеге ұсынылды. Білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD).

8D07102- Органикалық заттардың химиялық технологиясы

Тақырыптың өзектілігі. Қазіргі заманғы ауыл шаруашылығы көптеген қиындықтармен бетпе-бет келіп отыр, оның ішінде егін өнімділігін арттыру, өсімдіктердің стресс факторларына төзімділігі және агрохимиялық заттардың қоршаған ортаға теріс әсерін азайту қажет. Осы тұрғыда өсімдік шикізаты негізіндегі биологиялық белсенді препараттарды қолдану өзекті бола түсуде. Бірегей химиялық және биологиялық қасиеттерімен танымал терек бальзамы (*Populus balsamifera* L.) осындай препараттарды жасаудың перспективалы көзі болып табылады.

Солтүстік Қазақстанның ауыл шаруашылығының өзекті мәселелерінің бірі – қолайсыз климаттық жағдайлардың дәнді дақылдар өндірісіне әсері. Жаздық дәнді дақылдар төтенше табиғи факторлардың әсеріне ұшырайды. Өсімдіктің өну кезеңінде төмен температура әсер етуі мүмкін, егістік және түтік түзу кезінде құрғақшылық байқалады, ал келесі кезеңдерде жауын-шашынның көп түсуі және суық ауа райының басталуы. Мұндай жағдайларда жұқпалы аурулардың дамуына қолайлы жағдай туғызу есебінен ауылшаруашылық дақылдарының жатып қалу қаупі және өнімділіктің төмендеуі байқалады.

Өртүрлі табиғаттағы биостимуляторларды пайдалану қоршаған ортаға теріс әсер етпей ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыруға ықпал ететін тұрақты ауыл шаруашылығының перспективалық бағыты болып саналады. Өсімдіктер дәрумендер, алкалоидтар, гликозидтер, сапониндер, таниндер, полисахаридтер (пектиндер, инулин, талшық, крахмал), флавоноидтар, шайырлар, эфирлік және майлы майлар, органикалық қышқылдар, фитонцидтер, пигменттер және басқа да ынталандырушы әсер ететін қосылыстар сияқты биологиялық белсенді заттардың (ББЗ) құнды көзі болып табылады.

Ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыру үшін тиімді, экологиялық таза және экономикалық тиімді шешімдерді әзірлеу қажет, бұл қазіргі ауыл шаруашылығы мен биотехнологияның міндеті. Осы тұрғыда табиғи биостимуляторлардың өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсерін зерттеу ерекше маңызға ие. Өсімдік сығындылары негізіндегі биостимуляторларды пайдалану олардың табиғи шығу тегі, қоршаған ортаға теріс әсерінің болмауы және жаңартылатын шикізатты пайдалану мүмкіндігіне байланысты барған сайын танымал бола түсуде.

Өсімдік сығындылары ұзақ уақыт бойы өздерін өсімдік өсу стимуляторлары, иммуномодуляторлар және патогендерден қорғау құралдары ретінде көрсетті. Бальзам терек биологиялық белсенді заттардың –

флавоноидтардың, фенолды қосылыстардың, таниндердің және эфир майларының жоғары болуына байланысты ауыл шаруашылығында қолданудың айтарлықтай мүмкіндігіне ие. Бұл заттар өсімдіктердің өсуін ынталандырады, олардың қолайсыз жағдайларға төзімділігін арттырады және аурулар мен зиянкестерден қорғайды. Сонымен қатар терек ағашын өңдеу өнеркәсібінің қалдықтары іс жүзінде пайдаланылмаған күйінде қалып отыр, бұл биостимуляторларды өндіру үшін қолжетімді шикізаттың перспективалы көзі болып табылады.

Бальзам терегі негізіндегі препараттарды өндіру технологияларын зерттеудің өзектілігі ауыл шаруашылығы үшін тиімді, қауіпсіз және экологиялық тұрақты шешімдерді табу қажеттілігімен анықталады.

Баротермиялық сияқты биологиялық белсенді заттарды алудың жаңа әдістерін зерттеу, сондай-ақ бальзам терегі негізінде алынған препараттардың әртүрлі ауыл шаруашылығы дақылдарының тұқымдарына әсерін зерттеу ауыл шаруашылығы саласында практикалық енгізу үшін айтарлықтай мүмкіндіктерге ие. Өнеркәсіптік қалдықтарды пайдаланатын технологияларды дамыту тұрақты даму принциптеріне сәйкес келеді және алынған препараттардың құнын төмендетеді.

Осылайша, бальзам терек сығындысы негізінде биостимуляторларды өндіру технологиясын жасауға бағытталған зерттеулер ауыл шаруашылығының, биотехнологияның және экологияның заманауи талаптарына сәйкес келеді, бұл тақырыпты өзекті және маңызды етеді. Теректен биологиялық белсенді заттарды алудың маңызды дәлелі - мұндай ерітіндінің экологиялық тазалығы, өйткені ағаш кесу кезінде пайдаланылмаған қалдықтар (қабықтар, бұтақтар, ағаштар, жапырақтар, бүршіктер) көп пайда болады.

Зерттеу объектілері:

Бальзам теректің вегетативті бөлігі (қабығы, бұтақтары, ағашы, жапырақтары, бүршіктері).

Диссертациялық жұмыстың мақсаты өсуді ынталандыратын белсенділігі бар *Populus balzamifera* L. биологиялық белсенді заттары негізінде жаңа шөптік препараттарды өндіру технологиясын жасау болып табылады.

Зерттеу мақсаттары:

1. Экстракциялық және баротермиялық әдістерді қолдана отырып, терек бүршіктерінен алынған қою заттардың сапалық құрамына салыстырмалы талдау жүргізу;
2. Бальзам терек бүршіктерінен, жапырағынан, бұтақтарынан, бұтақтарынан алынған сығындылардағы биологиялық белсенді заттардың негізгі топтарының сапалық және сандық құрамына салыстырмалы талдау жүргізу;
3. Бальзам теректің өсімдік бөлігінен құрғақ сығынды алу әдісін әзірлеу;
4. Бальзам терек препараттарының (терек бүршіктерінен және оның вегетативтік бөліктерінен) әртүрлі ауыл шаруашылығы дақылдарының тұқымдарына қатысты өсуін ынталандыру белсенділігін белгілеу.

Зерттеу әдістері:

Зерттеудің физика-химиялық әдістер кешеніне мыналар кірді: қою субстанцияны алу үшін баротермиялық әдіс, экстракция, хроматографияның әртүрлі түрлері, ИҚ-спектроскопия (Varian 660 ИҚ-спектрометрі), ультракүлгін спектроскопия (Spectruquant Prove 300, Merck), ВЭЖХ-МАСС-спектрометрия (Agilent 1100 Series LC/MSD сұйықтық хроматографы), экстракт компоненттеріне сапалық реакциялар және экстрактыларды ИР-1ЛТ айналмалы буландырғышта қоюландыру.

Баротермиялық әдіспен өсуді ынталандыратын белсенділігі бар терек бүршіктерінен қою зат алу әдісі экстракция әдісіне қарағанда органикалық еріткіштерді қолданбай-ақ бағалы заттарды алуға мүмкіндік береді, өнімнің қауіпсіздігі, жанғыш қымбат еріткіштерді қолданудың қажеті жоқ, өрт қауіпсіздігі сияқты артықшылықтарды қамтиды. Бұл әдіс үнемді, өйткені ол биологиялық белсенді заттарды алу уақытын айтарлықтай қысқартады. Медициналық автоклав негізіндегі баротермиялық қондырғы өнеркәсіптік масштабта қалың зат алуға мүмкіндік береді.

Өсуді ынталандыратын белсенділігі бар бальзам терек сығындысын (бүйректерін, жапырақтарын, қабығын және бұтақтарын қоса) алу әдісі өсімдік материалдарын ұнтақтау, этанолмен экстракциялау, концентрлі өнімді алу үшін сүзу және булануға негізделген.

Сығындының тиімділігі өсімдіктің өсуін ынталандыруға көмектесетін флавоноидтар, кумариндер, сапониндер, полисахаридтер және амин қышқылдары сияқты биологиялық белсенді қосылыстардың болуына байланысты.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы және диссертацияның теориялық маңыздылығы:

1. *Populus Balzamifera* терек бүршіктеріндегі флавоноидтарды спектрометриялық сандық анықтау әдістері жасалды. Терек бүршіктеріндегі флавоноидтардың мөлшері олардың жиналу уақытына байланысты анықталды. Флавоноидтардың ең жоғары концентрациясы наурызда жиналған бүршіктерде тіркелді және құрғақ шикізат салмағының 10,62%-ын құрады.
2. Баротермиялық әдіспен қою заттың максималды шығымын алудың оңтайлы шарттары әзірленді: қысым 1,8 атм, шикізатты беру - қабат биіктігі 7 см-ге дейін, шикізатты өңдеу уақыты - 2 сағаттан аспайды. Алғаш рет экстракциялық және баротермиялық әдіспен бальзам терек бүршіктерінен қою зат алудың оңтайландырылған технологиялық блок-схемасы құрастырылды. Дайын өнімді (терек бүршіктерінен алынатын зат) стандарттау жүргізілді.
3. Баротермиялық және экстракция әдістерін қамтитын затты зерттеудің оңтайландырылған схемалары әзірленді. Терек шайырынан флавоноидтарды алу метиленхлоридті қолдану арқылы жүзеге асырылады, ал кейіннен этилацетатпен өңдеу өсуді ынталандыратын белсенділікке ие гиббереллиндерді тиімді окшаулауға мүмкіндік береді. Баротермиялық және экстракциялық әдістермен бөлінген флавоноидтардың концентрациясы кверцетин бойынша есептелген: сәйкесінше 0,0038 г/мл және 0,0036 г/мл. Қою сығындының негізгі құрамдас бөліктері және олардың сандық құрамы анықталды: 2',6'-дигидрокси-4'-метоксихалкон - 2,67%, 3,4-дигидро-2',6'-

дигидрокси-4'-метоксихалкон - 2,33%, пинобаксин - 19,07%, пинобаксин - 0,6 стр. - 0,04%, пиноцембрин - 0,61%, тектохризин - 0,54% және галангин - 0,18% құрғақ материал.

4. Бальзамды теректің бүршіктерінен, жапырақтарынан, бұтақтарынан, сырғаларынан және ағаш өңдеу қалдықтарынан алынған экстрактыларға алғаш рет салыстырмалы талдау жүргізілді. Зерттелген экстрактылар мен олардан бөлінген жалпы экстрактивті заттардың құрамындағы биологиялық белсенді заттардың негізгі топтарының (флавоноидтар, таниндер, кумариндер, сапониндер, аминқышқылдары, полисахаридтер) сапалық және сандық құрамы анықталды. Аталған экстрактылар үшін экстракцияның оңтайлы ұзақтығы алғаш рет белгіленді. Алынған экстрактылардың ИҚ-спектрлеріне салыстырмалы талдау жүргізілді. Экстрактылардағы хлорофиллдердің мөлшері анықталды.

5. *Populus Balzamifera L.* өсімдік шикізатынан құрғақ экстракт алу үшін тиімді технологиялық параметрлер алғаш рет іріктеліп, зертханалық жағдайда алу технологиялық процесі мен ұйым стандарты әзірленді.

6. Алғаш рет технологиялық регламент әзірленді және *Populus Balzamifera L.* құрғақ сығындысын өндірудің экономикалық негіздемесі есептелді. Өсімдік шикізатынан құрғақ зат өндіруге арналған «*Populus balsamifera L.*» сметалық өнімділігі жылына 1792 келі болатын цех 12 479 933 теңге пайда беріп, 3,5 жыл ішінде өзін-өзі ақтайтыны анықталды. Ұйым стандарты СТ ТОО 110540015567-01-2024, технологиялық процесс ТП. СЭ. 000.001 әзірленді және құрғақ сығынды өндірісінің экономикалық негіздемесі жасалды.

7. Буланған терек сығындысының радиопротекторлық белсенділігі зерттелді. Қағаздан жасалған қорғаныс экрандарына жағылған қалың сығындының айтарлықтай радиоқорғаныс әсері бар екені анықталды. Қалыңдығы 0,5 мм терек сығындысын қолданғанда енетін сәулеленудің күші 78% құрайды; қалыңдығы 1 мм терек сығындысын қолданғанда - 48%.

8. Терек бүршіктері мен ағаш өңдеу өнеркәсібінің қалдықтарынан алынған сығындының өсуді ынталандыру белсенділігі зерттелді. Бальзам терек бүршіктерінің қою затының қызанақ тұқымының өнуіне және өскіннің өсуіне әсері, өсу стимуляторының солтүстік зығыр тұқымының өнімділігіне, өсу стимуляторының солтүстік зығыр тұқымының өнімділігіне әсері зерттелді. Ағаш өңдеу өнеркәсібінің қалдықтарынан алынған сығындының өсуді ынталандыру белсенділігі алғаш рет бидай тұқымдарында зерттелді. Ағаш өңдеу өнеркәсібінің қалдықтарынан алынған сығындының соя, қант қызылшасы, қиярдың физиологиялық және биохимиялық көрсеткіштеріне және өнімділігіне әсері зерттелді.

Техникалық нәтиже

1. Биологиялық белсенді заттарды алудың тиімді технологиясын жасау
Экстракциялық және баротермиялық әдістерді қолдана отырып, бальзам теректен биологиялық белсенді заттарды (БАС) бөліп алу әдістерін оңтайландыру.

2. Өндіріс шығындарын азайту

Ағаш өңдеу өнеркәсібінің қалдықтарын сығындыларды алу үшін шикізат ретінде пайдалану технологияның экологиялық тазалығын және экономикалық тиімділігін қамтамасыз етеді.

3. Биостимуляторлардың тиімділігін арттыру

Өртүрлі ауыл шаруашылығы дақылдарының тұқымдарына сынау арқылы расталған өсуді ынталандыратын белсенділігі жоғары шөптік препараттарды жасау.

4. Шикізатты кешенді пайдалану

Өсімдіктің вегетативтік бөлігінен алынған сығындыларға (бүршік, қабық, жапырақ, мысық) оларды ұтымды пайдалану үшін салыстырмалы талдау жүргізу.

5. Экологиялық қауіпсіздік

Ағаш қалдықтарын пайдалы өнімдерге өңдеу арқылы кәдеге жаратудың қауіпсіз әдісін ұсынады, бұл қоршаған ортаға түсетін салмақты азайтады.

Нәтижелерді практикалық қолдану

Ауыл шаруашылығы дақылдарының тұқым өнгіштігін және өнімділігін арттыруға баса назар аудара отырып, ауыл шаруашылығында кеңінен қолдануға арналған бальзам терегі негізінде әмбебап фитопрепараттар жасау.

Техникалық нәтиже әзірленген шөптік препараттарды ауыл шаруашылығы тәжірибесіне енгізуге ғылыми негізделген негіз береді және экологиялық таза биостимуляторлар ассортиментін кеңейтуге ықпал етеді.

Автордың жеке үлесі бағытты таңдау мен зерттеуді орнатудан, тапсырмаларды теориялық негіздеуден, эксперименттік жұмыстарды жүргізуден, материалдарды өңдеуден, алынған нәтижелерді түсіндіруден және талқылаудан тұрады.

Қорғауға ұсынылған диссертацияның негізгі ережелері:

1. Бальзам терек бүршіктерінен баротермиялық және экстракциялық әдістермен қою зат алудың салыстырмалы талдауы, алынған заттардың құрамындағы биологиялық белсенді заттардың негізгі топтарының сапалық және сандық құрамын талдау жүргізілді. Баротермиялық әдіспен қою заттың максималды шығымын алудың оңтайлы шарттары белгіленді: қысым 1,8 атм, қабат биіктігі - 7 см, шикізатты өңдеу уақыты - 2 сағат.
2. Терек шайырының құрамындағы флавоноидтар қою заттарды жеке құрамдас бөліктерге бөліп, кейіннен спектрлік сәйкестендіру арқылы бөлініп алынды. Қою сығындының негізгі құрамдас бөліктері және олардың сандық құрамы анықталды: 2',6'-дигидроксид-4'-метоксихалкон - 2,67%, 3,4-дигидро-2',6'-дигидроксид-4'-метоксихалкон - 2,33%, пинобаксин - 19,07%, пинобаксин - 0,6 стр. - 0,04%, пиноцембрин - 0,61%, тектохризин - 0,54% және галангин - 0,18% құрғақ материалдан.
3. Ағаш өңдеу өнеркәсібінің *Populus Balzamifera* қалдықтарынан құрғақ сығынды өндіруді ұйымдастырудың технологиялық процесі мен стандарты әзірленді.
4. Ағаш өңдеу өнеркәсібінің қалдықтары мен терек бүршіктерінен алынған шөптік препараттардың өсуді ынталандыратын белсенділігіне зерттеу жүргізілді.

Жұмысты апробациялау. Диссертацияның негізгі ережелері халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияларда ұсынылды: М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университетінің 85 жылдығына арналған «Жастар және ғылым-2022» (Петропавл, 2022 ж.), «Математика және жаратылыстану ғылымдарының өзекті мәселелері» X халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы, 75-жылдық мерейтойлық доцент Р. Ақбердина (Петропавл-Барнаул-Сургут-Новосибирск, 2022 ж.), «Білім, ғылым және мәдениет салаларындағы даму мәселелері: теория, тәжірибе, тәжірибе» IV халықаралық ғылыми-тәжірибелік интернет-конференциясы (Нұр-Сұлтан, 2022 ж.), VIII Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы. Цифрландыру дәуіріндегі ғылымның және әлемдік қауымдастықтың дамуы» (Мәскеу, 2022 ж.), «Цифрландыру дәуіріндегі ғылым мен әлемдік қауымдастықтың қазіргі заманғы даму тенденциялары» X халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы (Мәскеу, 2022 ж.), «Еуразия» XLV халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы. Ғылым» (Мәскеу, 2022 ж.), Химияның өзекті мәселелері бойынша халықаралық ғылыми конференцияның Табиғи Қосылыстар Арналған дейін 80-ші Мерейтойның the Академияның Ғылымдарының the Республика Өзбекстан (Ташкент, 2023 ж.), «70 YEARS USTM» халықаралық конференциясы (София, 2023), 16-шы Әлем Конгресс қосұлы Полифенолдар Қолданбалар (Мальта, 2023).

Өсімдіктердің өсуінің, дамуының және аурулардан қорғаудың табиғи стимуляторы – терек сығындысының Қарағанды облысы, Нұра ауданы, Жараспай ауылдық округі, Жараспай ауылы, Сібір інжу-маржаны, Омская – 35 жұмсақ бидай өсіру процесіне әсер етуінің тиімділігін бағалау бойынша тәжірибелік-эксперименттік жұмыстардың нәтижелері бойынша сынақ хаттамалары алынды.

Өсімдіктердің өсуінің, дамуының және аурулардан қорғаудың табиғи стимуляторы – терек сығындысының Солтүстік Қазақстан облысы, Ғ.Мүсірепов ауданы, Ялта ауылындағы жұмсақ бидай Новосибирск, зығыр өсіру процесіне әсер етуінің тиімділігін бағалау бойынша тәжірибелік-эксперименттік жұмыстардың нәтижелері бойынша.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 8 бөлімнен, қорытындыдан, 241 атаудан тұратын әдебиеттер тізімінен тұрады, 220 бет мәтін, 37 сурет және 63 кестеден тұрады.

Кіріспе тақырыптың өзектілігін негіздейді. Талдар тұқымдасының қалдық ағашынан терек бальзамы негізінде биологиялық белсенді препараттар алу технологиясын дамыту өсу стимуляторларының ауқымын кеңейтетіні атап өтілді. Зерттеудің мақсаты, міндеттері, объектісі мен пәні айқындалып, жұмыстың ғылыми жаңалығы, практикалық маңыздылығы ашылып, зерттеу әдістері көрсетіледі.

Бірінші бөлім POPULUS BALZAMIFERA L. өсімдіктерінің химиялық құрамын сипаттайды, өсімдік шикізатынан биологиялық белсенді заттарды бөліп алу және биостимуляторлар ретінде өсімдік сығындыларын пайдалану туралы теориялық материалды зерттейді.

Екінші Бөлім терек *Populus B alzamifera* бүршіктеріндегі флавоноидтарды спектрометриялық сандық анықтау әдісінің сипаттамасын қамтиды . Терек бүршіктеріндегі флавоноидтардың мөлшері жинау уақытына байланысты анықталды .

Үшінші бөлімде баротермиялық әдіспен қою заттың максималды шығымдылығын алудың оңтайлы шарттары берілген . Экстракциялық және баротермиялық әдістермен бальзам терек бүршіктерінен қою зат алудың оңтайландырылған технологиялық блок-схемасы келтірілген.

Төртінші бөлімде экстракциялық және баротермиялық әдістерді қолдану арқылы терек бүршіктерінен алынған заттардың сапалық құрамын зерттеу нәтижелері берілген және ИҚ-спектрометрия және хроматография көмегімен сығындылардың құрамын талдау нәтижелері берілген.

Бесінші бөлімде Бальзам терегінің бүршіктерінен, жапырақтарынан, бұтақтарынан, мысық тұқымдастарынан және ағаш өңдеу қалдықтарынан алынған сығындыларға салыстырмалы талдау берілген. Зерттелетін сығындылар түрлеріндегі биологиялық белсенді заттардың (флавоноидтар, таниндер, кумариндер, сапониндер, аминқышқылдары, полисахаридтер) негізгі топтарының сапалық және сандық құрамын және олардан бөлінген экстрактивті заттардың қосындысын талдау нәтижелері берілген .

Алтыншы бөлімде тиімді технологиялық параметрлерді таңдауды жүзеге асыру талдауы және зертханалық жағдайда *Populus Balzamifera* өсімдік материалынан құрғақ сығынды алудың технологиялық сызбасын әзірлеу берілген . Технологиялық регламенттер ұсынылып, *Populus Balzamifera* жалпы құрғақ сығындысын оқшаулауды өндірудің экономикалық негіздемесі есептелді.

Жетінші бөлімде буланған терек сығындысының радиопротекторлық белсенділігін зерттеу кіреді. Нәтижелер қағаз негізінде жасалған қорғаныс экрандарына қолданылатын қалың сығындының айтарлықтай радиопротекторлық әсері бар екендігі ұсынылған.

Сегізінші бөлім ұсынылады терек бүршіктерінен және ағаш өңдеу өнеркәсібінің қалдықтарынан алынған сығындының өсуді ынталандыру белсенділігін зерттеу. Бальзам терек бүршігінің қою затының қызанақ тұқымының өнуіне және көшеттердің өсуіне әсері, солтүстік зығырдың тұқым өнімділігіне өсу стимуляторының тиімділігі, солтүстік зығырдың тұқым өнімділігіне өсу стимуляторының тиімділігі зерттелді. Ағаш өңдеу өнеркәсібінің қалдықтарынан алынған сығындының бидай тұқымдарында өсуді ынталандыратын белсенділігінің зерттеулері ұсынылған.

Қорытындыда жүргізілген эксперименттік зерттеулердің нәтижелеріне негізделген негізгі тұжырымдар берілген.

Автордың жеке үлесі. Автордың жеке үлесі қорғауға ұсынылған негізгі ережелерді негіздейтін теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізуден тұрады, сонымен қатар алынған нәтижелерді жалпылау мен талдауда автордың рөлі зор.

Докторанттың ғылыми жарияланымдарды дайындаудағы үлесін сипаттау. Диссертант зерттеу жұмысының нәтижелері бойынша жарияланған

барлық ғылыми мақалалардың сәйкес авторы болып табылады. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері бойынша 19 ғылыми жұмыс жарияланды, оның ішінде 8 мақала, халықаралық және республикалық конференцияларда 9 баяндама, Қазақстан Республикасының 2 патенті алынды.

Автор ғылыми жетекшісі, химия ғылымдарының докторы, М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университетінің «Химия және химиялық технологиялар» кафедрасының профессоры Владилен Васильевич Поляковқа және шетелдік ғылыми кеңесші, химия ғылымдарының докторы, Аль-Тех. Университет, Барнаул қ., Наталья Григорьевна Базарнова диссертациялық зерттеу кезінде баға жетпес қолдауы мен кеңестері үшін.