

«С. Сейфуллин атындағы Қазақ Агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ

ӘОЖ 68.47.15

Қолжазба құқығында

**НУРЛАБИ АЙНУР ЕРМЕКҚЫЗЫ**

**Солтүстік-Шығыс Қазақстан орман экожүйесіндегі *Pinus sylvestris* L. және  
*Betula pendula* Roth. микоризалары**

6D080700 – Орман ресурстары және орман шаруашылығы

Философия докторы (PhD)  
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесші  
ауыл шаруашылығы ғылымдарының  
докторы, профессор  
Сарсекова Д.Н.

Шетелдік ғылыми кеңесші  
биология ғылымдарының кандидаты, доцент  
Вайшля О.Б.

Қазақстан Республикасы  
Астана, 2024

## МАЗМҰНЫ

	<b>АНЫҚТАМАЛАР.....</b>	4
	<b>БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР.....</b>	6
	<b>КІРІСПЕ.....</b>	7
<b>1</b>	<b>ӘДЕБИ ШОЛУ .....</b>	12
1.1	Микориза ұғымының пайда болуы және зерттеу тарихы.....	12
1.2	Дүниежүзіндегі ғалымдардың микориза туралы тұжырымдамалары.....	13
1.3	Эктомикориза ұғымы және ағаш-бұталы өсімдіктермен байланысы .....	15
1.4	Эктомикоризалардың орман экожүйедегі орны.....	16
1.5	Қазақстанда микоризалық саңырауқұлақтарды зерттеу жұмыстары.....	18
1.6	Микоризация үрдісіне сыртқы орта факторларының әсері және эктомикоризалардың функционалдық сипаттамалары.....	20
1.7	ЕсМ-симбиоз серіктестерінің ерекшелігі және олардың ДНҚ-сын анықтау туралы мәліметтер .....	21
<b>2</b>	<b>«ЕРТІС ОРМАНЫ» МЕМЛЕКЕТТІК ТАБИҒИ РЕЗЕРВАТЫНЫҢ ТАБИҒИ-КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЫ.....</b>	24
2.1	Зерттеу аумағының климаты.....	24
2.2	Жер бедері және топырағы.....	26
2.3	Зерттеу аумағының гидрологиясы.....	28
2.4	«Ертіс орманы» МОТР аумағының биологиялық алуантүрлілігі.....	29
2.4.1	Өсімдіктер әлемі.....	29
2.4.2	Жануарлар дүниесі.....	30
<b>3</b>	<b>ЗЕРТТЕУ ЖҰМЫСЫНЫҢ НЫСАНЫ ЖӘНЕ ӘДІСІ.....</b>	32
3.1	Зерттеу нысандары.....	32
3.2	Зерттеу жұмысының бағдарламасы.....	32
3.3	Зерттеу әдістері.....	33
3.3.1	Шалдай және Бесқарағай филиалының орманшылығындағы, үлгі алаңдарындағы қарағайлар мен қайыңдардың таксациялық көрсеткіштерін сипаттау.....	33
3.3.2	Үлгі алаңдарында саңырауқұлақтарды жинау және микобиотаны анықтау.....	34
3.3.3	<i>Pinus sylvestris</i> L. және <i>Betula pendula</i> Roth. микоризасының макро- және микро- белгілері.....	35
3.3.4	Өскіндердің макроморфологиялық белгілері.....	36
3.3.5	Агерер бойынша кәдімгі қарағай мен қотыр қайыңның морфотиптерін анықтау (морфотиптеу әдісі).....	37
3.3.6	Эктомикоризалы тамыр ұштарын ДНҚ әдісімен идентификациялау.....	39
3.3.7	Үлгі алаңдарында жиналған топырақ блоктарына талдау жүргізу.....	39

<b>4</b>	<b>ЗЕРТТЕУ ЖҰМЫСЫНЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ .....</b>	<b>41</b>
4.1	«Ертіс орманы» резерваты Шалдай, Первомай, Заводск, Тайбағар, Көктерек, Майқарай орманшылықтарындағы ормандардың микобиотасы.....	41
4.2	Эктомикоризалы тамырлардың макроморфологиялық сипаттамалары.....	53
4.3	<i>Pinus sylvestris</i> L. және <i>Betula pendula</i> Roth. эктомикоризасының морфотиптік ерекшеліктері.....	62
4.4	<i>Betula pendula</i> Roth. және <i>Pinus sylvestris</i> L. микоризделген тамырларының көрсеткіштері.....	65
4.5	Молекулярлық-генетикалық талдау арқылы идентификацияланған эктомикоризалардың түрлері.....	67
4.6	Үлгі алаңдарындағы топырақтың қышқылдық деңгейінің микоризалы саңырауқұлақтарға әсері.....	73
	<b>ҚОРЫТЫНДЫ.....</b>	<b>79</b>
	<b>ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....</b>	<b>82</b>
	<b>ҚОСЫМША А – Енгізу актісі.....</b>	<b>95</b>
	<b>ҚОСЫМША Ә – Енгізу актісі.....</b>	<b>97</b>
	<b>ҚОСЫМША Б – Сертификат.....</b>	<b>98</b>
	<b>ҚОСЫМША В – Тамыр ұштарында кездескен эктомикоризаның биометриялық көрсеткіштері.....</b>	<b>100</b>
	<b>ҚОСЫМША Г – NCBI базасына тіркелген микоризалық саңырауқұлақ түрлері.....</b>	<b>105</b>

## АНЫҚТАМАЛАР

Диссертациялық жұмыста төмендегідей анықтамаларға сәйкес терминдер қолданылды:

**Алқаағаш** – ағаш пен бұта өсімдіктері және тірі топырақ жамылғысы бойынша біртекті орман учаскесі.

**Микориза** – өзара селбесіп тіршілік етуші жоғары сатыдағы өсімдіктер тамыры мен саңырауқұлақ жіпшелері түйінінің жиынтығы.

**Симбиоз** – организмдердің екі немесе одан да көп түлерінің бірлесіп өзара пайдалы тіршілік етуі.

**Эктомикориза** (саңырауқұлақ-тамыр) – саңырауқұлақ мицелийінің ағаш-бұталы өсімдіктер тамырымен симбиотикалық байланысын айтады.

**Өскін** – ағаш өсімдіктерінің орман шымылдығы астында немесе кесілген ормандағы сүректің құрауға қабілетті жас ұрпағы.

**Макромицеттер** (грек тілінен. макрос-үлкен және грек. mykes-саңырауқұлақ) – жеміс денелері макроскопиялық мөлшерге ие саңырауқұлақтар.

**Микотрофты өсімдіктер** – тамырларында микориза бар және тамырларына селбесіп жалғасқан саңырауқұлақтардың көмегімен қорек алатын өсімдіктер.

**Мицелий** – саңырауқұлақтың жіпшелерінен пайда болған өсіп-өнгіш мүшесі.

**Орман резерваты** – табиғат кешені бөлшектерінің бірі сақталатын немесе қалпына келтірілген ерекше қорғауға алынған табиғи аумақ.

**Сүректің** – алқаағаштың негізгі құрамдас бөлігі болып табылатын ағаштар жиынтығы.

**Орман астары** – орман шымылдығы астында өскен және қазіргі өсіп-өніп тұрған жағдайында сүректің құрауға қабілетсіз бұталар, сирек түрде сүректі ағаш түрлері.

**Тірі топырақ жамылғысы** – орман шымылдығы астында, кесілген жерлерде және топырақты жауып тұратын мүктер, қыналар, шөптесін өсімдіктер мен бұташықтар жиынтығы.

**Ризосфера** – өсімдік тамыры орналасқан топырақ қабаты.

**Орман типі** – орман өсімдіктері жағдайларының белгілі түрімен, ағаш түрлері құрамының, сатылар санының, тірі жабынының бірдейлігімен, жануар дүниесінің ұқсастығымен сипатталатын және бірдей экономикалық жағдайда біркелкі орман шаруашылығы шараларын талап ететін орман учаскесі.

**Алқаағаш құрамы** – сүректіңде ағаш түрлерінің араласу белгісі.

**Биогеоценоз** – функционалды өзара байланысты тірі ағзалар мен айналадағы абиотикалық ортаның біртектес табиғи жүйесі.

**Топырақты талдау** – топырақтың құрамын, физикалық-механикалық, химиялық, агрохимиялық және биологиялық қасиеттерін анықтау.

**Экожүйе** – өзара тәуелді және себеп-салдары байланыстар негізінде туындап, жекелеген экологиялық қосындылар арасында тіршілік ететін,

бірыңғай функционалды тұтас экологиялық жүйеге біріккен тірі ағзалардың кез-келген қауымдастығы мен олардың өмір сүру ортасы.

## БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

ЕҚТА	– Ерекше қорғалатын табиғи аумақ
БА	– Биологиялық алуантүрлілік
БҰҰ	– Біріккен ұлттар ұйымы
МОТР	– Мемлекеттік орман табиғи резерваты
МҰТП	– Мемлекеттік ұлттық табиғи паркі
<i>EcM</i>	– ectomycorrhiza/микоризалы саңырауқұлақтар
<i>St</i>	– stramentum/орман төсенішінде өсетін сапрофиттер
<i>P</i>	– parasitus/ағаштар мен бұталарда кездесетін паразит саңырауқұлақтар
<i>Le</i>	– lignum ерігаем/сүректердегі сапротрофтылар
Кт	– көктерек
Қң	– қайың
Қ	– қарағай
ДНҚ	– дезоксирибонуклеин қышқылы
РНҚ	– рибунуклин қышқылы
pH	– топырақ қышқылдығы
DEEMY	– Characterization Determination of EctoMycorrhizae/Эктомикоризаның сипаттамасы және анықтамасы
D <sub>орт</sub>	– Орташа диаметр
H <sub>орт</sub>	– Орташа биіктігі
Ca	– кальций
Mg	– магний
Fe	– темір
Мм	– миллиметр
См	– сантиметр
ITS	– Internal Transcribed Spacer/ішкі транскрипцияланған спейсері
P	– фосфор
K	– калий
GPS	– Global Positioning System/Жаһандық позициялау жүйесі
NCBI	– National Center For Biotechnology Information/Ұлттық биотехнологиялық ақпарат орталығы
GenBank	– Genetic sequence database/Генетикалық реттілік дерекқоры
°C	– градус
%	– пайыз

## КІРІСПЕ

### Зерттеу тақырыбының өзектілігі.

Ғасырлар бойы адамзат өмірі табиғи ортамен етене байланыста болғаны баршаға мәлім. Қазақстан Республикасы аумағы 2724,9 мың км<sup>2</sup>, әлемнің 9-шы орнын иеленіп, шөлдерден биік тауларға және ішкі теңіздердің экожүйелеріне дейінгі ландшафттық кешендердің бірегей жиынтығын алып жатыр [1]. Сонымен қатар, құрғақ және субгумидті жерлер ел аумағының 75%-дан астамын құрайды. Қазақстан флорасына 13 мыңнан астам түр кіреді, оның ішінде: 5750-ден астам жоғары сатыдағы өсімдіктер, 5000-ға жуық саңырауқұлақтар, 485-қыналар, 2000-нан астамы балдырлар, 500-ге жуық мүктәрізділер [2].

Жалпы табиғатты қорғау немесе биоалуантүрлілікті сақтау мәселесі 1992 жылы «РИО-92» конференциясында алынған шешімдерге Қазақстанның қол қоюымен байланысты басталды [3]. Конференцияның күн тәртібінде қаралған тақырыптарына байланысты еліміздің алғашқы президенті «Қазақстанның егемен мемлекет ретінде қалыптасуы мен дамуы жөнінде стратегияны жүзеге асыру шаралары туралы» Қаулысы (15.07.1992) және сонымен қатар ҚР министрлер кабинетінің қаулысын (07.10.92 ж. №839) орындау мақсатында 1993 ж. «Табиғатты пайдаланудың ұлттық бағдарламасы» жасалды. 1994 жылдан бастап Қазақстан Республикасы, Біріккен ұлттар ұйымының (БҰҰ) «Биоалуантүрлілік» туралы конвенциясына сүйене отырып, биологиялық алуан түрлілікті сақтауға, жаңғыртуға және тұрақты пайдалануға бағытталған халықаралық міндеттемелерді орындауда алғашқы қадамын жасады [4]. Соңғы жиырма жылдықта Қазақстан Республикасы биологиялық және ландшафттық алуантүрлілікті қорғау және тұрақты пайдалануды жақсарту жолында бірқатар маңызды қадамдар жасады. Соның ішінде, атап айтатын болсақ, табиғи кешендерді қорғау мақсатымен «Биоалуантүрлілік» (БА) туралы конвенция нәтижесінде саябақтар (Бұйратау, Тарбағатай, Ұлытау МҰТП), және ботаникалық бақтар (Астана ботаникалық бағы) құрылды. Биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың тиімді тәсілдерінің бірі ерекше қорғалатын табиғи аймақтар (ЕҚТА) жүйесін дамыту, маңызы бар алаңдарынды, қорғау аумағын ұлғайту сияқты жұмыстар жүргізу болып табылады.

Елімізде 7 резерваттар бар олардың екеуі («Іле-Балқаш», «Бөкейорда» МОТР) соңғы онжылдықта құрылды. Бірақ мемлекеттік орман табиғи резерваттары елімізде екеу, олар «Ертіс орманы» және «Семей орманы» (МОТР). Мемлекеттік табиғи резерваттарының құрылуының мақсаты: ерекше қорғалатын табиғи аймақтарының және сирек кездесетін, жойылып бара жатқан түрлер мен экожүйелердің құлдырау үрдістерін тоқтату, биологиялық қорларды пайдалануды сақтай отырып, тұрақтылығын жалғастыру болып табылады.

«Ертіс орманы» резерватының орман экожүйелеріндегі орны мен маңыздылығы биоалуантүрлілікті, осы аймақтағы табиғи ресурстарды зерттеу және оларды сақтау болып табылады.

«Ертіс орманы» - Солтүстік-Шығыс Қазақстанда, Алтай өңірінің аумағында орналасқан табиғи резерват. Бұл табиғи резерват бірегей орман экожүйелерін және өсімдіктер мен жануарлардың әртүрлі түрлерін қорғау үшін құрылған [5].

Бұл резерватта Қазақстанның басқа аймақтарда сирек өсетін немесе кездесетін өсімдіктер жануарлардың бірегей түрлерін кездестіруге болады. Олардың кейбіреулері эндемикалық, яғни тек осы аймақтарды мекендейді немесе сол жерде өседі (өсімдіктер).

Соңғы жылдары «Ертіс орманы» резерваты биологтар мен зоологтар үшін маңызды білім объектісіне, сондай-ақ биоалуантүрлілікті сақтау бойынша ғылыми зерттеулер орнына айналды.

«Ертіс орманы» ормандары әртүрлі ағаш-бұталар мен шөптесін өсімдіктер бірлесе өсетін бірегей биотоп болып табылады және ол өсімдік жамылғысының алуан түрлілігіне ықпал етеді [5, с. 380-395]. «Ертіс орманы» биоалуантүрлілігін неғұрлым егжей-тегжейлі зерттеу және оны сақтау жөніндегі шараларды әзірлеу үшін мемлекет, қоғамдық және әртүрлі ұйымдар тарапынан ғылыми зерттеулер жүргізу маңызды болып табылады. [6].

Бұл жұмыстар нәтижелері Қазақстан табиғатының бірегей мұрасын сақтап қана қоймай, осы өңірдің орнықты дамуын және оның табиғи байлығын болашақ ұрпаққа жеткізуді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [7]. Солтүстік-Шығыс Қазақстанның орман экожүйелері бүкіл планетада экологиялық тепе-теңдікті сақтай отырып, Жер биосферасының маңызды құрамдастарының бірі болып табылады. Қазақстандық ғалымдардың зерттеулері және басқа да әдеби деректерді талдау барысында, еліміздің “Ертіс орманы” табиғи орман резерваты аумағында қылқан және жапырақты ағаштардың орман экожүйелерінде табиғи эктомикоризаның дәрежесін бағалау және жерасты морфотиптерді жіктеу бұрын нақты жүргізілмегенін көрсетті. Осыған байланысты, зерттеу жұмысының басты мақсаты Солтүстік - Шығыс Қазақстан орман экожүйелеріндегі *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. биологиялық алуантүрлілігіне микоризалардың әсерін ғылыми-зерттеу жұмыстарын іске асыру өзекті мәселе болып табылады.

### **Зерттеу мақсаты мен міндеттері.**

Солтүстік-Шығыс Қазақстан орман экожүйелеріндегі *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. өсу динамикасына және биологиялық алуантүрлілігіне микоризалардың әсерін зерттеу;

Қойылған мақсатқа жету үшін диссертациялық зерттеу жұмыста келесі міндеттер қарастырылды:

1. Шалдай және Бесқарағай филиалдарының орманшылықтарының буферлік және қорықтық аймақтарында қарағай, қайың өсетін орман экожүйесінен материалдар жинау және олардың таксациялық көрсеткіштерін өлшеу.

2. Үлгі алаңдарында негізгі орман құраушы ағаштармен селбесіп өсетін макромицеттердің алуантүрлілігін анықтау және эктомикоризалық саңырауқұлақтардың коллекциясын жасау.



3. Кәдімгі қарағай және қотыр қайыңның микотрофтылығын анықтау және өскіндердің дамуының морфометриялық көрсеткіштері мен микоризациялану индексін салыстырмалы талдау.

4. *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. бірлесе қауымдастық құрайтын эктомикоризаларды молекулярлық-генетикалық талдау.

5. Үлгі алаңдарында топырақтардың гранулометриялық құрамын және топырақ қышқылдығының деңгейін анықтау.

**Зерттеу нысаны.** «Ертіс орманы» мемлекеттік табиғи резерватындағы Шалдай және Бесқарағай филиалдары аумағындағы кәдімгі қарағай (*Pinus sylvestris* L.) және қотыр қайың (*Betula pendula* Roth.) тамыр жүйелері, макромицеттер, топырақ блоктары қарастырылады.

**Күтілетін нәтижелер.** *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. орман экожүйесінде өсетін макромицеттердің түрлері анықталады. «Ертіс орманы» табиғи резерватының аумағында *Pinus sylvestris* L. микоризасының дәрежесін бағалау және жер асты морфотиптерін жіктеу жүргізіледі.

**Зерттеу жұмысының теориялық-әдістемелік негізін** Қазақстандық және Ресей Федерациясы, АҚШ, Еуропа елдеріндегі ғалымдардың микоризаны және макромицеттерді анықтау әдісті пайдалану теориясы мен тәжірибесі бойынша еңбектеріне (Вайшля О.Б., Веселкин Д., Кудашова Н.Н., Дж. Трэпп, Read. Smith, Agerer R., Лилесков, Абиев, Нам Г.) сүйеніп жасалды. Сонымен қатар, Қазақстан Республикасының Орман заңнамасы негізіндегі Орман кодексі, ҚР Экология және табиғи ресурстар министрлігінің Орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетінің ресми мәліметтері, «Ертіс орманы» резерватының жылдық есептері, Index fungorum, Mucobank, DEEMY, NCBI, базалары Mega бағдарламалары пайдаланылды.

**Зерттеу жұмысының ғылыми жаңалығы.** Алғаш рет «Ертіс орманы» резерватының эктомикориза құра алатын макромицеттердің тізімі жасалды, яғни жер асты және жер үсті микобиотасының алуантүрлілігі, морфотиптер түрлері, тамыр арқылы ДНҚ анықтау жұмыстары жүргізілді.

#### **Қорғауға шығарылатын негізгі қағидалар:**

1. Ертіс орманы резерватындағы қорықтық және буферлік аумақтарда өскен *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. ағаштарымен селбесіп өсетін макромицеттердің түрлік тізімі.

2. *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. ағаштарының тамыр жүйелеріндегі морфотиптік ерекшеліктері.

3. *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. эктомикоризалардың түрлік сәйкестігін ДНҚ арқылы идентификациялау және NCBI базасына тіркелген түрлер.

4. Үлгі алаңдарындағы топырақ блоктарына арнайы сараптама жасалған мәліметтер, топырақ қышқылдығының саңырауқұлақтарға әсері.

**Зерттеудің теориялық және тәжірибелік маңызы.** «Ертіс орманы» резерватында анықталған макромицеттерінің тізімі жалпы осы ауданның микобиотасы туралы ақпарат береді. Сонымен қатар, эктомикоризалық

саңырауқұлақтарын қазіргі заманауи әдістерімен анықталған түрлерін көптеген жас ғалымдар осы деректерді өз жұмыстарында пайдалана алады.

Осы диссертацияның ғылыми-зерттеулерінен алынған нәтижелерді С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің «Орман ресурстары және орман шаруашылығы» кафедрасының «Орман питомникалық ісі» пәні бойынша оқу үрдісіне енгізілді (Қосымша А).

Сонымен қатар, «Ертіс орманы» резерваты қарамағындағы Шалдай питомнигіне микоризалық тыңайтқыштардың қотыр қайың мен кәдімгі қарағай өскіндеріне әсерін сараптау мақсатында жасалған нәтижелер орман питомнигіне өндіріске енгізілді (Қосымша Ә).

**Жұмыстың мемлекеттік бағдарлама жоспарымен байланысы.** Бұл диссертация жұмыс С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті КеАҚ мен «Ертіс орманы резерваты» МОТР арасындағы ынтымақтастық туралы Меморандум негізінде жүргізілді (20.08.2020). «Орталық және Солтүстік – Шығыс Қазақстанның негізгі орман құрайтын ағаштарының микоризалық макромицеттері және сүректі орман тұқымдастарының сеппелерін жасанды микориздеу үшін оларды пайдалану» атты жобасы негізде орындалды.

**Автордың жеке қосқан үлесі.** Зерттеулер мен олардың нәтижелерін автор жеке өзі жүргізді, сонымен қатар шетелдік және отандық кеңесшілерімен бірлесе зерттеу бағытын, бағдарламасын таңдады. Далалық, зертханалық, сараптамалық жұмыстарды, макромицеттерді анықтау, нәтижелерді талдау автордың жеке қатысуымен орындалды.

**Қорытындылардың негізделуі және нәтижелердің дұрыстылық дәрежесі.** Зерттеу жұмыстарының қорытындыларын сараптау үшін арнайы алаңдарынан топырақ үлгілері, қарағайдың, қайыңның жас өскіндері, макромицетер жиналып, оларға зерттеу жүргізілді. Микоризалық саңырауқұлақтарды сәйкестікті ДНҚ арқылы анықтап, BioEdit-пен өңдеу, NCBI базасына енгізу, филогенетикалық талдауды MEGA, ағаштардың өскіндерінің тамыр жүйесінде эктомикоризаларға сипаттама беру DeeMy бағдарламаларын, макромицеттердің талдауды Mucobank және IndexFungorum сайттарын қолданып, алынған сынамалардың нәтижелерін Rstudio, SPSS, MS Excel, Numbers, талдаулар негізінде жасалды.

**Зерттеу нәтижелерінің апробациядан өтуі.** Диссертациялық жұмыстың орындалған міндеттеріне байланысты нәтижелері халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияларды баяндалды. «Global Science and innovations 2019: Central Asia» атты V Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы, (Астана, 2019), Молодежь в науке: Новые аргументы: III Международный молодежный сборник научных статей (Липецк, 2019), Тынышпаев атындағы Ақмола колледжі ЖШС-да «Ізденіс. Тәжірибе. Нәтиже» I республикалық ғылыми-тәжірибелік конференциясы (Астана, 2020); «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінде өткен «Сейфуллин оқулары-18: «Жастар және ғылым-болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Астана, 2022); 1st International Scientific Conference «Research

Reviews» (Prague, 2022), Томск мемлекеттік университетінде тағылымдамадан өтті (Қосымша Б).

**Зерттеу нәтижелерінің баспаларда жариялануы.** Зерттеу жұмысына байланысты жұмыстың ғылыми нәтижелері бойынша 14 ғылыми мақалалар жарық көрді, олардың ішінде - 3 мақала Scopus базалық деректері бойынша халықаралық ғылыми басылымдарда, 4 мақала ҚР ҒЖБМ Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдарда; 2 мақала шетелдік басылымдарда, 5 мақала халықаралық ғылыми-конференция материалдарында жарияланды.

**Диссертацияның құрылымы мен көлемі:** Диссертация кіріспеден, 4 тараудан, қорытындыдан және 5 қосымшадан тұрады. Қолданылған әдебиеттер 191 тізімі берілді. Зерттеу жұмысының мазмұнын ашатын 21-кесте, 23 сурет келтірілген. Жұмыстың жалпы көлемі компьютермен терілген 107 бетті құрайды.

**Алғыстар.** Автор, ғылыми кеңесшілеріне ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор Д.Н. Сарсековаға, к.б.н, доцент О.Б.Вайшыға кеңестері мен бағыттары үшін, Томск университетінде макромицеттерді анықтауға кеңес берген Н.Н.Кудашоваға, сонымен бірге «Ертіс Орманы» резерваты қызметкерлерінің ұжымына шынайы алғысын білдіреді.

## 1 ӘДЕБИ ШОЛУ

### 1.1 Микориза ұғымының пайда болуы және зерттеу тарихы

Микориза (грек тілінен *mykes* - саңырауқұлақ және *rhiza* - тамыр) - саңырауқұлақтардың жоғары сатыдағы өсімдіктердің тамыр жүйесімен бірге тіршілік етуінің барлық формалары жатады. Өсімдіктер мен саңырауқұлақтардың симбиозы 400 миллион жыл бұрын пайда болған және жер бетіндегі тіршілік формаларының алуан түрлілігіне ықпал етеді. Микоризаның ашылуы көп сатылы үрдіс.

Ең алғаш рет саңырауқұлақтар туралы біздің дәуірімізге дейін ботаниканың атасы Теофраст өз еңбектерінде «Ерекше өсімдіктер» деп мәлімдеген болатын. XVIII ғасырдың атақты систематигі, швеция ғалымы Карл Линнейдің «Табиғат жүйесі» капиталды еңбегінде: барлық өсімдіктерді 24 классқа және саңырауқұлақтарды ең соңғы классқа, яғни гүлдері жоқ, споралыларға жатқызғандығы жайлы айтылған [8]. Алайда, XIX ғасырда көптеген ботаниктер саңырауқұлақтар мен өсімдіктердің айырмашылығын атап өткен еді, ал 1831 жылы Э.Фриз саңырауқұлақтарды тірі әлемнің тәуелсіз патшалығына бөлуді ұсынды [9].

Ресейде өсімдік микотрофиясы құбылысын ашқан Ф.М. Каменский 1881 жылы [10] олардың тамырларында микоризаны сипаттаған және шетелде А.Б. Фрэнктың «Ағаштардың симбиоз арқылы қоректенуі туралы» еңбегі жарияланғаннан кейін, жер асты саңырауқұлақтары мен тамырлары» деген терминді алғаш рет 1885 жылы қолдана бастаған [11]. «Микориза» терминін А.Б. Франк 1885 жылы жоғары сатыдағы өсімдіктердің тамырларында гифті жіпшелермен бірге өмір сүруі кезінде пайда болатын морфологиялық және анатомиялық құрылымдарды белгілеу үшін енгізген [12].

XIX ғасырдың 80-ші жылдарында «Саңырауқұлақ тамырлары» (микоризалар), - деп аталатын жоғары сатыдағы өсімдіктер мен саңырауқұлақтардың симбиозы, яғни тамыр және саңырауқұлақ жіпшелерінің селбесуі сияқты өте қызықты құбылысты А.Б. Франк (1885) байқаған болатын. Эндотрофты микоризаны *Andromeda polifolia* өсімдігінің тамыр жасушаларында А.Б. Фрэнк өз зерттеулерінде анықтады [13, 14].

1887 жылы жарық көрген еңбегінде А.Б. Фрэнк микоризаны қазіргі кезде кеңінен танымал екі топқа бөлді: эктотрофты және эндотрофты [15]. Содан кейін оның шәкірті Альберт Шлихт (Шлихт, 1888, 1889) Германиядағы өсімдіктердің алуан түрлілігін зерттеу нәтижесінде, экто және эндомикоризасы бар өсімдіктердің тізімдерін жасап, микоризаның пайда болуы өсімдіктер әлемінде барлық биіктіктерде зерттелген топырақтар мен тіршілік ету орталарында кең таралған деген қорытындыға келген [16].

А.Б. Франк «Микориза» терминін қолданысқа енгізгеннен бері шамамен 136 жыл ішінде мыңдаған еңбектер жазылып, олар ғылыми қоғамдастықта өз орнын алып, көпшілік қабылдап, белгілі үрдіспен бүгінгі күнге дейін жалғасуда [17].

## **1.2 Дүниежүзіндегі ғалымдардың микориза туралы тұжырымдамалары**

Симбиоздың ең көне түрі арбускулярлық микоризалар болып саналады, тарихта олардың пайда болуы 450-500 миллион жыл бұрын өсімдіктердің құрлыққа шығу уақытымен байланысты [18] деп жорамалдануда.

Алайда саңырауқұлақ гифтерінің өсімдік тамырларында болуы, олардың сипаттамасы Рессейлік ғалымдардың еңбектерінде (1847) көптеп кездеседі, олар осы уақытқа дейін әртүрлі жағдайларда саңырауқұлақтардың жіпшелерінің селбесіп өсуінің ерекшелігіне зерттеулер жүргізуде [19].

XX ғасырдың басында Райнер (1938) құмды топырақта қарағай сеппелері мен екпелерін дамытуда микоризаның орасан зор рөл атқаратындығын атап кетті [20].

Табиғи жағдайдағы, яғни орман экожүйесіндегі микоризаларды (пішіні, ерекшелігі, пайдалануы) зерттеу жұмыстары поляк ғалымдары Т. Доминик, А. Неспиак, Р. Пахлевски (1954) еңбектерінде жарық көрді [21].

Микориза - судың алмасуын және қоректік заттардың, оның ішінде өсімдіктерге жетуі қиын қосылыстардың тамыр жүйесіне оңай жетуін қамтамасыз етеді [22].

Пейрони, Фаси, Фонтана эктомикориза, эндомикориза, эндоэктомикориза терминдерін 1969 жылы енгізді [23].

Ресейдің Пермь облысында 1975 жылдан бастап агарикоидты базидиомицеттерді маршруттық және стационарлық әдістермен зерттеу жүргізіліп, биомасса бойынша микориза түзүшілер әртүрлі экожүйелерде басым болатыны анықтаған [24].

1978 жылы Л.Д. Утемова өз мақаласында, И.А. Селиванов және басқалар (1965), Н.Г. Елеусенова (1970) Орталық Азия шөлдеріндегі өсімдіктерінің микотрофиясын зерттегені туралы жазған [25].

К.И. Еропкин (1979) ашық тұқымдылардың эндомикоризасын зерттеді, өз еңбегінде қылқан жапырақты ағаштардағы микоризалы тамыр ұшының морфологиялық және анатомиялық құрылымының өзара байланысы туралы мәселені қарастырды [26].

Саңырауқұлақтардың экологиясы, биологиясы және таралуы, сонымен қатар жалпы сипаттамалары, олардың жүйеленуі туралы орыс ғалымдары Дудка, Вассер 1987 жылы микологтарға арналған анықтағыш ұсынған [27].

Линдерман (1988) микоризді саңырауқұлақтар орман топырақтарында мол мицелий түзеді және әртүрлі таксономиялық және трофикалық топтардың топырақ организмдерімен кең ауқымды қатынастарға қатысып отырады деп өз пікірін айтқан [28].

В.И. Шубин (1990) ағаш өсімдіктерінің микоризасында микобионт құрылымдары көлемнің 40% құрайды деп жазған [29].

Р. Молина және т.б. ғалымдардың зерттеулерінде (1992), микоризалардың әртүрлі формалары жоғары сатыдағы өсімдіктердегі 400-ге жуық тұқымдастың, 1000-нан астам туыстарында кездесетінін атап кетті [30].

Каратыгиннің (1993) ойынша, микоризалар барлық ашық тұқымдастарды, сондай-ақ дара жынысты (75%) және қосжынысты (90%) өсімдіктердің басым бөлігін құрайтыны бұрыннан белгілі. Жалпы, микориза биологиялық құбылыс ретінде біздің планетамыздағы өсімдіктердің 250 мыңнан астам түрлерінде кездеседі [31].

Ағаш-бұталы өсімдіктерді симбиотикалық саңырауқұлақтар өз кезегінде көмірсулармен қамтамасыз етеді. Микоризаның ең таңғаларлық қасиеттерінің бірі – фотосинтез үрдісінен кейін пайда болатын өнімдерді, сонымен қатар фосфорды және басқа да қосылыстарды бір өсімдіктен екінші өсімдікке тасымалдау үшін «Көпір» ретінде қызмет атқарады [32].

Микоризалар негізінен өсімдіктің тамыр жүйесінде дамиды, сонымен бірге жер асты тамыр сабақтары мен мүктердің тамыр қызметін атқаратын талломдарында кездеседі (Read et al., 2000) [33].

Брундреттің жұмысында жер үсті өсімдіктерінің шамамен 82%-ы әртүрлі типтегі микоризалардың пайда болуына үлес қосады, жалпы биогеоценозға да айтарлықтай әсер етеді деп жазды [34].

Микоризалы саңырауқұлақтардың бұл түрін, яғни эктомикоризаны басқалардан ерекшелейтін тағы бір маңызды ерекшелігі - зат алмасуға қызмет ететін симбиондар арасындағы арнайы байланыс аймағының болуы туралы Смит 1997 [35], Петерсон, Массикотт, 2004 [36] және т.б. ғалымдардың пікірлері еңбектерінде көрсетілген.

Микоризді саңырауқұлақтар орман топырақтарында мол мицелий түзеді және әртүрлі таксономиялық және трофикалық топтардың топырақ организмдерімен кең ауқымды қатынастарға қатысып отырады (Линдерман, 1988) [37].

Микоризаның фосфор мен калийді топырақтан тамырға тікелей тасымалдауға қатысуы тәжірибе жүзінде дәлелденген [38].

Данченко және тағы басқа ғалымдардың мақаласында (2010), ағаш өсімдіктерінің микоризасы тамыр жүйесінің жұмысына және қоректік заттардың терең сіңірілуіне әсерін зерттеу мәселесі туындаған. Минералды тыңайтқыштарды пайдаланғаннан гөрі, өсімдік өнімділігін арттырудың биологиялық тәсілі ретінде микоризаны қолдану экологиялық және экономикалық тұрғыдан тиімді деген пікір айтқан [39].

Ресей ғалымы Е.Ю. Воронина (2011) табиғи жағдайда симбиотрофты базидиомицеттердің 10 түрінің микоризосфера мен гифосфераның топырақ сапротрофты бактериялық кешенінің көптігі мен құрылымына базидиомицеттер симбиотрофтарының әсерін зерттеді [40].

Р.В. Капустиннің (2014) зерттеуінде, орманның сұр топырағында өскен ағаш өсімдіктерімен селбескен *Amanita muscaria* L. микоризаның топырақ өнімділігіне әсерін қарастырып, фосфордың негізінен полифосфаттар түрінде өсімдік ұлпаларына саңырауқұлақ жіпшелері (гифалары) арқылы айтарлықтай жылдамдықпен тасымалданады, саңырауқұлақ жіпшелері, бұл элементті олардан азайып кеткен тамыр аймағынан тыс топырақтан сіңіріп, микоризалық

саңырауқұлақтар өсімдіктерге қиын болатын алюминий мен темір фосфаттарын ассимиляциялайды деп қорытынды жасаған [41].

Соңғы мәліметтерге сәйкес (*Mycorrhizal ecology...*, 2015, Tedersoo, 2017) жер бетінде микориза түзбейтін 50 мыңға жуық өсімдік түрі бар деп тұжырымдаған [42].

### **1.3 Эктомикориза ұғымы және ағаш-бұталы өсімдіктермен байланысы**

Тарихи тұрғыдан эктомикоризаның пайда болуын ғалымдар карбон-триас дәуіріне (б.з.б. 345-225 млн. ж.) жатқызады және ежелгі ашық тұқымдылар пайда болуымен, сонымен қатар қазіргі орман топырақтарының қалыптасуымен байланыстырады (Каратыгин, 1993) [43].

Ғылыми әдебиеттерде микоризаның бірнеше түрі бар. Солардың ішіндегі ағаш-бұталы өсімдіктермен бірігіп өмір сүре алатын түрі – эктомикориза деп аталады.

Микоризалардың жіктелуі күрделі мәселе екені көптеген ғалымдарға белгілі. Бұған бірқатар еңбектер дәлел бола алады (Доминик, 1963; Горбунова, 1955; Селиванов, 1973; 1981; Катенин, 1968; Брундрет, 2004 және т.б.), мұнда микориза түрлерінің жүйелері және кейбір түрлерін қолданудың заңдылығы, туралы айтылған. Микоризаны түрлерге бөлуді алғашқы рет Фрэнк жасады (Фрэнк, 1887). Ол «Егер өсімдікті қоректендіретін саңырауқұлақ оның сыртында болса, барлық формаларды эктотрофты, ал саңырауқұлақ кейбір тамыр жасушаларына енсе, эндотрофты» деп түсініктеме берді [44].

Эктомикоризалы өсімдіктерінің салыстырмалы түрде аз түрлілігіне қарамастан, олар бореалды орман экожүйелерінде басым және микоризаның бұл түрі олардың жұмысында маңызды рөл атқарады (Read, Perez-Moreno, 2003) [45].

Бүгінгі күнде микоризаның өте көп түрлері белгілі, бұлардың бірі ағаштар мен бұталардың жекелеген тұқымдастары негізінен қоңыржай белдеулерде, атап айтқанда шамшат, тал, қарағайлар және басқа да аз кездесетін түрлерде, тығыз өсетін ағаштардың кейбір топтарында кездеседі, яғни оларға эктомикориза тән [46]. Сондай-ақ дүние жүзінің әртүрлі аймақтарында ағаштар көбінесе эктомикоризаны құрайды, оған мысалы, солтүстік ендіктердегі өсетін қарағай екпелері жатады. Эктомикориза ағаштардың қолайсыз, суық және құрғақ жағдайларға төзімділігін арттырады [47-50].

1953 жылы И.А. Селиванов эктотрофты микоризаларда бірқатар ағаш түрлерінде (*Larix, Betula, Populus*) жасуша ішілік инфекцияны байқады және бұл микоризаларды «Экто-эндотрофты», деп атады. И.А. Селивановтың пікірінше, бұл типтер ескі және әлсіреген өсімдіктерде немесе жас, бірақ қолайсыз жағдайларда өсетін эктотрофты микоризаның даму кезеңінде кездесетіндігін анықтады (И.А. Селиванов, 1981) [51].

Кейінірек (Pe Uronel et al., 1969) олар «Эктомикориза» термині тамыр құрылымдарына байланысты «Эндомикориза» түсініктемесіне ауыстырылды [52].

Эктомикориза, өсімдіктердің сыртқы орта жағдайына бейімделуінде маңызды рөл атқарады. Олардың микотрофтығы ағаш тектес және шөптесін өсімдіктерде де кең таралған [53].

Эктомикоризада саңырауқұлақтар тамырларды ішіне алып, қоршайды, бірақ олардың тірі жасушаларына енбейді. Эктомикоризаның мицелийі топырақта кеңінен таралып, өсімдікке су мен минералды заттарды тасымалдауда маңызды рөл атқарады. Әдетте, тамыр түктері жиі болмайды, олардың қызметін гифтері атқарады. Эктомикоризаны негізінен базидиомицеттер, кейде аскомицеттер, соның ішінде трюфельдер де түзеді. Эктомикоризды саңырауқұлақтардың 500-ге жуық түрі белгілі, олардың кейбіреулері симбионтты өсімдікке тән [54].

Р.М. Адамова (2009) өсімдіктердің жекелеген түрлерінде микоризаның дамуы бойынша зерттеулер жүргізді және эктомикоризаның дамуының максималды дәрежесі шамшат және жөке тұқымдасына сәйкес келетінін анықтады [55].

Эктомикоризаны (ЕМ) 5-6 мыңға жуық өсімдік түрлері, негізінен ағаш-бұта тұқымдастары: *Pinaceae*, *Cupressaceae*, *Fagaceae*, *Betulaceae*, *Salicaceae*, *Myrtaceae*, *Tiliaceae* құрайды [56].

Кейбір ғалымдардың пікірінше (Шубин, 1975), қылқан жапырақты ағаштардың көшеттері, мысалы, балқарағай микоризасыз өсе алмайды [57].

Э.Л. Нездоймино (1996) «Макромицеттер анықтағышында» микоризалы саңырауқұлақтардың макро - және микроскопиялық құрылымы, таралуы, осы саңырауқұлақтардың пайдалы және зиянды қасиеттері туралы мәліметтер және таксономиясын сипаттауға арналған кілттер келтірілген [58].

Ф.Ю. Гельцер өз жұмысында, емен мен қарағай көшеттерінің тамырларында микориза неғұрлым жақсы дамыған болса, соғұрлым осы ағаштардың жапырақтары мен қылқандарында азот пен күл элементтері көп болады, сонымен қатар микоризалы өсімдіктерде фосфор (P) мен калий (K) жоғары екенін анықтаған [59].

#### **1.4 Эктомикоризалардың орман экожүйесіндегі орны**

Эктомикоризалы байланысты ашық тұқымдылардан кең таралған қарағай (*Pinus*), сауырағаш (*Cupressus*) тұқымдастарында кездеседі [60].

Д.У. Маллок тұжырымдамасы бойынша, эктомикориза саңырауқұлақтары өсімдіктердің тамырында симбионт ретінде, сонымен қатар топырақта факультативті, яғни өтпелі сапротрофтар ретінде қосарлы өмір сүретіндігімен ерекшеленеді. Эктомикориза симбиозы соңғы 180 миллион жыл ішінде орман қауымдастықтарын қалыптастырған [61].

Ф. Мартин, А. Колер, С. Дюплесси пікірінше, ағаштар мен топырақ саңырауқұлақтарының эктомикоризалы симбиозы орман экожүйесінде үлкен экологиялық маңызы бар процесс болып табылады [62].

К. Гарсия және т.б. эктомикоризалы (ЭКМ) симбиоздар орман экожүйелеріндегі ағаш өсімдіктері мен топырақтағы саңырауқұлақтар тамырларының ең көп таралған бірлестіктерінің бірі болып табылады. Бұл



ассоциациялар қоректік заттардың айналымы мен көміртекті байланыстыру арқылы экожүйенің тұрақтылығына айтарлықтай үлес қосады [63].

Ф. Мартин зерттеуінде ерте заманда қылқан жапырақты және жабық тұқымдыларға жататын ормандардың пайда болу кезінде, кейбір ағаштар мен эктомикоризалы саңырауқұлақтар арасында мутуалистік симбиоздар дамыған, бұл ағаштар әсіресе бореалды және қоңыржай аймақтарда өсетіндігін анықтаған [64].

Х. Тоджу және Х. Сато еңбектерінде эктомикоризалы саңырауқұлақтар орман қауымдастығының өсу динамикасында маңызды рөл атқарады, өйткені олар белгілі бір ағаш-бұталы тұқымдастармен селбесіп өмір сүруіне ықпал етеді. Мысалы, *Pinaceae*, *Fagaceae*, *Betulaceae* және *Dipterocarpaceae* т.б. деп жазады [65].

А. Кафле еңбектерінде, ең көне белгілі эктомикориза қауымдастықтары *Pinaceae* тұқымдасына жатады. *Pinaceae* туралы микоризалы құрылымдарының қазба деректері ерте дәуірлер кезеңінде, яғни *эоценге* жатқызған, дегенмен кейбір мәліметтерде мезозой заманын құрайтын юра немесе ерте бор кезеңінде дамыған деген пікір айтылады [66].

Польшалық ғалымдардың бірі М.Рудауска және т.б. пайымдауынша, бореалдық және қоңыржай орман экожүйелерін құрайтын ағаш түрлерінің көпшілігі эктомикоризалы саңырауқұлақтармен симбиозда өмір сүретіндігін атап кеткен [67].

И.А. Селивановтың (1983) «Микориза және табиғаттағы консорциалды байланыстардың басқа түрлері» атты еңбегінде, микоризалық саңырауқұлақтардың түр құрамына сүректің жасы әсер ететінін, зерттеу жұмыстарының нәтижесінде қырық, алпыс жастағы қарағайлы ормандарда макромицеттердің дамуына оңтайлы болғанын айтқан [68].

О.Б. Вайшля және т.б. (2012) Томск облысының оңтүстік Тайга субзонасындағы Сібір қарағайының микотрофиясы зерттеген. Нәтижесінде, *Tomentella laterita* Pat., *Suillus granulatus* (L.) Roussel және *Suillus sibiricus* Singer анықтаған эктомикориздің негізгі морфотиптерін берген [69].

Ағаш-бұталы өсімдіктермен саңырауқұлақтар арасындағы симбиозды базидиомицеттер (90% ЕсМ) және төменгі аско-және зигомицеттер (10% ЕсМ) құрайды, ол орман биоценозында эктомикоризаның жер асты трофикалық тізбегі ферменттерді бөлу қабілетінің арқасында ағаштардың қоректенуіне ықпалын тигізеді, сонымен қатар минералды су режимін қалыпқа келтіреді, топырақ микробиотасының құрылымын өзгертеді деген пікірді О.Б. Вайшля, Е.В. Комлева (2012) өз зерттеулерінде жазды [70].

Д.В. Веселкин (2013) ағаш және саңырауқұлақ симбиондарынан құралған эктомикоризальды *Picea obovata* Ledeb., *Abies sibirica* Ledeb., *Pinus sylvestris* L. тамыр ұштарының абсолютті өлшемдерінің арақатынасын салыстыра отырып, эктомикоризаның құрылымы ағаштардың дамуының кезеңіне де байланысты деген пікір айтқан [71].

Әлемнің әртүрлі аймақтарында қолайлы өмір сүру жағдайларын сақтау, орман ресурстарын ұтымды және тиімді пайдалануға тікелей байланысты.

Орталық және Солтүстік-Шығыс Қазақстанның орман экожүйелері жер биосферасының маңызды компоненттерінің бірі болып табылады. Орман биогеоценоздарында жетекші рөл эктомикоризалық байланыстарға жатады [72].

### 1.5 Қазақстанда микоризалық саңырауқұлақтарды зерттеу жұмыстары

Микоризалы саңырауқұлақтардың көп түрі агарикалық қатарына жататыны белгілі. Қазақстан жерінде агарикалық саңырауқұлақтардың ең бірінші рет А.Е. Регельдің (1878) еңбектерінде кездестіруге болады. Ол өзінің ғылыми экспедицияларында тек түрлі өсімдіктерді зерттеп қоймай, сонымен қатар споралы өсімдіктерді жинаған [73].

Қазақстанның микологиялық зерттеу жұмыстарында С.Р. Шварцманның (1960) еңбектерінің маңызы өте зор. Оның «Қазақстанның микрофлорасының тарихы», атты жазбаларында Қазақстанда көп таралған саңырауқұлақтар туралы сипаттама келтірген [74].

Орманшы Б.И. Кравцев 1920-1944 жж. Ақмола, Қостанай, Павлодар, Семей, Алтай және Тянь-Шань өңірлерлерінің микрофлорасын зерттеген. Өкінішке орай ол саңырауқұлақтардың коллекциясы бүгінгі күнге дейін сақталмаған [75].

С.Р. Шварцман (1968) өз мақаласында ең көп таралған базидиомицеттерге жататын микоризалы саңырауқұлақтары *Ustilaginales*, *Hymenomyces* (*Hudnum*), (*Hednaceae*), *Polyporus*, *Polyporaceae* және т.б. өкілдері кездескендігі, сонымен қатар, ағаш-бұталы өсімдіктерімен симбиоз құрайтын *Boletales* және *Agaricales* қатарларына жататын 30 туысы, яғни *Amanita*, *Lactarius*, *Clitocybe*, *Cortinarius*, *Russula*, *Tricholoma*, *Lepiota*, *Amanilopsis*, *Cantharellus*, *Hyphalia*, *Ophalia*, *Marasmius*, *Armillaria* бар екендігін зерттеген. Микоризалық саңырауқұлақтарды анықтау әртүрлі тәсілдермен жүзеге асырылады. Табиғи жағдайда бір ағашта микориза әртүрлі саңырауқұлақтармен түзілуі мүмкін. Бір саңырауқұлақ әртүрлі жүйелі топтағы өсімдіктермен микоризаны синтездеуге қабілетті екенін анықтаған [76].

Н.Ф. Писареваның (1969) зерттеу жұмыстарында Ақтөбе қаласындағы сапрофитті саңырауқұлақтардың 40 түрін анықтаған [77].

Б.К. Калымбетов (1969) Іле-Алатауының микрофлорасының пайда болуы мен тарихын зерттей отырып, *Agaricales* қатарына жататын саңырауқұлақтардың 12 түріне өз еңбектерінде пайдаланған [78].

Н.М. Филимонова, С.Р. Шварцман (1970) «Қазақстанның споралы өсімдіктерінің флорасы» 13 томды кітаптың «Гастеромицеттер» бөлімінде *Scleroderma*, *Hymenogaster*, *Melanogaster* және *Rhizopogon* туыстарының түрлері қылқанды және жапырақты ағаштармен микориза құрайтыны туралы айтқан [79].

Қазақстан Республикасының аумағында микобиоттар мен эктомикоризациялаушы макромицеттерді зерттеумен Е.В. Рахимова,

С.А. Абиев, С.А. Шнырева, Г.А. Нам, Р.З. Асилханова, Г. Әбішева айналысқан [80].

А.Т. Қуатбаев (2002) «Агроэкологиялық факторлардың бидай тамыр жүйесіне және ондағы микоризаның дамуына әсері» атты диссертациясында микоризаның бидайдың өсуіне жақсы әсер еткендігі туралы зерттеген [81].

В.В. Мешков, Г.А. Нам., Е.В. Рахимова 2009 жылы жазылған еңбектерінде, микоризацияның қолданбалы аспектілерін зерттеді, олар Қазақстанда бірінші болып макромицеттердің 4 түрін екпелерге бөліп қана қоймай, Іле-Алатауында орманды қалпына келтіру үшін микоризацияланған компост түрінде қолдану технологиясын жасады [82].

А.К. Оспанова (2009) ғылыми жұмысында Қазақстанның солтүстік-шығысындағы ірі өнеркәсіпті аймақ Павлодар облысындағы ағаш-бұталы өсімдіктерде фитопогенді саңырауқұлақтардың таралуы жайында көптеген тәжірибелік жұмыстары жүргізген [83]. Әдеби деректерді талдау нәтижесінде, Қазақстан аумағында қылқан жапырақты және қайыңның микотрофиялық дәрежесін бағалау бұрын жүргізілмегендігін көрсетті. Алайда, В.В. Мешков Қазақстанда микоризациялаушы саңырауқұлақтарды жасанды қоректік ортаға бөлу және олардың культуралық ерекшеліктерін зерттеуге қатысты кандидаттық диссертациялық ғылыми жұмысында микоризалы саңырауқұлақтардан *Lepista personata* (Fr.) Cooke, *Leccinum scabrum* (Fr.) S.F. Gray., *Calocybe gambosa* (Fr.) Donk және *Paxillus involutus* (Fr.) Fr. компост алу үшін таза штамдарды алды [84].

Сонымен қатар, В.В. Мешков өрттен кейін қалпына келтіру үшін өсірілетін отырғызу материалының сапасын жақсартуға мүмкіндік беретін микоризацияланған компост алу технологиясын жасаған [85].

М.М. Дәулетбаева (2010) «Микоризалық саңырауқұлақтардың асқабақ тұқымдас өсімдіктерінің экоморфоструктурасына экологиялық әсері» тақырыптағы диссертациясында микоризаның асқабақ өсімдіктерінің тамыр жүйесі дамуына және өсуіне жақсы әсер еткендігі баяндап жазған [86].

Р.З. Асилханова (2010) «Орталық және Солтүстік-Шығыс Қазақстандағы агарикалық жеуге жарамды саңырауқұлақтары» атты диссертациялық жұмысының нәтижесі бойынша симбиотрофтарға 47 түр, жеуге жарамды 70, жеуге жарамсыз 13, 4 түрі улы қатарына жататыны анықталған [87].

А.Т. Қуатбаев, А.А. Ташимбаева, Г. Қалдыбекқызы (2015) мақаласында кейбір ауылшаруашылық дақылдарының тамырларына микориза қосылған сынамаларда микотрофтылық дәрежесі және өнімділігі жоғары болатындығы зерттелген [88].

Ж.А. Адамжанова (2017) ғылыми мақалаларында, Қазақстанның ірі өнеркәсіптік өңірі - Павлодар облысындағы *Polyporales* саңырауқұлақтарындағы кадмий (Cd), қорғасын (Pb), мырыш (Zn) және сынап (Hg) секілді улы элементтердің жинақталуы зерттелген [89].

Д.Н. Сарсекова және т.б. (2018-2020) ғылыми зерттеулерінде Қазақстанның орталық және солтүстік-шығысындағы Ертіс аймағындағы негізгі орман түзуші түрлеріне жасанды микоризаның әсерін анықтаған [90].

Қазақстандық ғалымдардың жүргізген зерттеулері және басқа да әдеби деректерді талдау барысында, еліміздің аумағында қылқан және жапырақты ағаштардың микоризалық дәрежесін бағалау және жерасты морфотиптерді жіктеу бұрын нақты жүргізілмеген.

### **1.6 Микоризация үрдісіне сыртқы орта факторларының әсері және эктомикоризалардың функционалдық сипаттамалары**

Ресей ғалымы, Н.В. Лобановтың еңбегінде, микориза судың алмасуын және қоректік заттардың, соның ішінде өсімдіктерге жетуі қиын қосылыстардың болуын қамтамасыз етеді [91].

С.Э. Смит және Д.Ж. Ред зерттеулерінде ағаш тектес өсімдіктер эктомикоризалы саңырауқұлақтар арқылы өз бойларына қоректік заттарды топырақ арқылы сіңіріп пайдалы байланыс құра алатынын анықтаған [92].

Микоризация кезінде глюкозаның концентрациясын ғана емес, сонымен қатар ортаның рН-ын да ескеру қажет, өйткені орман топырағының қалыпты қышқылдығы 4,0-7,0-ге дейін өзгереді және сәйкесінше макромицеттердің биологиялық белсенді заттары осы шектерде тиімді әрекет етеді [93].

Н.В. Белова және И.А. Селивановтың зерттеулерінде микоризациялық саңырауқұлақтарға орта қышқылдығының әсері өте жоғары болғандығын анықтаған [94-96]. Мысалы, қоректік ортада макромицеттерді өсіру үшін осы ортаны қышқылдығы қажет микоризалы саңырауқұлақтар үшін ең қолайлы рН шамамен 5,0 екенін көрсетеді [97]. Бірақ екінші жағынан, В.И. Шубин Ричардқа сілтеме жасай отырып, топырақтың рН-ны 5,96-ға дейін жоғарылату қарағайдың микоризациясына айтарлықтай әсер етпейтінін анықтаған [98].

Топырақ жағдайларының әсері Ресейдің Завольжья аймағының карбонатты қарашірінділерін сұр орман және ақшыл сұрғылт топырақтармен салыстыру жұмыстарын Церлинг зерттеді [99]. Бір түрге жататын, балқарағай (*Larix Mill.*) топырақтың сілтілі реакциясы жағдайында микоризаны қалыптастыру қабілеті, мысалы, карбонатты қарашірінділер, микоризді орман топырағын қолдану арқылы зерттеген. Автордың айтуынша, микоризаның қатысуынсыз балқарағайдың өсуі мүмкін емес, ал көшеттерді өсіру үшін тамырларды микоризалы саңырауқұлақтармен жұқтыруды қамтамасыз ететін топырақ жағдайларын таңдау керек.

Қылқан жапырақты және басқа да ағаш түрлерін микоризациялау процесіне көптеген агротехникалық әдістер қолданылады [100].

Минералды және органикалық тыңайтқыштарды қолдану, топырақтың аэрациясы, арамшөптерді жою, топырақтың қажетті ылғалдылығын сақтау және т.б. микоризация процесіне сыртқы жағдайлардың әсерін алғашқылардың бірі болып А.И. Ахромейко зерттеді. Өз жұмысында [101] еритін қоректік заттарға және әсіресе азотқа бай топырақта орман өсіру жағдайында микоризаның нашар дамитынын көрсетті. Тамырлардағы микоризаның ең сәтті дамуына тек фосфор (60 кг/га) және калий (30 кг/га) төсеніштерді көнмен (60 т/га) мульчирлеу арқылы қол жеткізілді деп айтқан [99, 10 б.].

Микоризациялану процесінің маңызды мәселелерінің бірі-топырақтың жоғарғы қабатын құмды топырақтарда дұрыс емес қопсыту, қалыптасқан микориза ылғалдың жетіспеушілігімен толықтай күреседі, өйткені микоризальды саңырауқұлақтардың ерекшелігі – бұл жас өскіндердің бейімделуіне оң әсерін береді [101]. Мысалы, Цян-Шэн Ву және Жэнь-Сюэ Ся [102] зерттеулерінде микоризалы өсімдіктер, олардың булану жылдамдығы мен фотосинтез жылдамдығы жоғары, жапырақ температурасы төмен, сонымен қатар ерітілген қант пен крахмал деңгейі жоғары, өңделмеген өсімдіктермен салыстырғанда құрғақшылыққа ең төзімді деп айтқан.

Эктомикоризалар ағаштардың өсуі мен қоректенуін жақсарту қабілетін сандық бағалау және саралау, атап айтқанда, эктомикоризаларды экологиялық маңызды белгілері бойынша жіктеу қажет. Эктомикоризалардың тамырындағы саны мен морфотиптері, мицелийдің дамуы тамырлардың биомассасына, тамырлардың ұзындығына әсер етеді [103].

Микоризалардың морфотиптері туралы көптеген маңызды мәліметтерді неміс ғалымы Agerer өзінің бірнеше басылымнан тұратын «Эктомикоризалардың сандық атласы» еңбегінде жариялаған [104]. Бұл сандық атласты бүгінгі күнге дейін ғалымдар өз жұмыстарында пайдалануда [105].

Р. Агерердің пікірінше, экомикоризді зерттеу кезінде морфологиялық және анатомиялық белгілердің кешенін ескеру қажет – мысалы, тармақталу сипаты, тамыр ұшының түсі, мантия бетінің ерекшеліктері, сыртқы мицелийдің болуы және параметрлеріне қарай қарап анықтауға болады [106]. Эктомикориза қабықшасының сыртқы мицелийінің сипаттамалары «Трофикалық мамандандуды» анықтайды-exploration type [107]. Трофикалық мамандандыру дегеніміз-саңырауқұлақ симбионты арқылы өсімдікке қоректік заттарды алу және жеткізудің белгілі бір стратегиясы. «Трофикалық тармақталу» (exploration type) эктомикоризалық саңырауқұлақ серіктесінің түрлеріне байланысты болады [108].

### **1.7 ЕсМ-симбиоз серіктестерінің ерекшелігі және олардың ДНҚ-сын анықтау туралы мәліметтер**

Эктомикоризаны морфологиялық зерттеу түрлердің биоалуантүрлілігін анықтауда жеткіліксіз болған. Алайда, қазіргі уақытта молекулярлық биологияны қолдану өте қажет. Әр түрлі қол жетімді молекулярлық құралдардың ішінде филогенетикалық зерттеулердің түрлерін сипаттауға және құруға көмектесетін саңырауқұлақтардың днк-ның ішкі транскрипцияланған спейсері (ITS) қолданылады. ITS аймағы оңай күшейтіледі, ол көп сатылы сипатқа ие және түрлер арасында дифференциация жасауға мүмкіндік береді. Бұл зерттеудің мақсаты эктомикориза түрлерін сипаттау үшін морфотиптеуге байланысты молекулярлық биология құралдарын қолдану тиімді екенін көрсетті [109].

Эктомикоризалық саңырауқұлақтарды идентификациялау, экологияны түсіну мен сирек кездесетін және жойылып кетудің алдында тұрған

өсімдіктердің, саңырауқұлақтардың, олардың таралу аймағының сақталуы үшін маңызы өте зор деп зерттеушілер айқындап отыр [110].

Саңырауқұлақтардың түрлерін идентификациялау, олардың табиғи ерекшеліктеріне байланысты, өте күрделі міндет болып табылады. Оған қоса, жалпы қолданыста ДНҚ-штрих-коды маркері жоқтығынан, сондай-ақ, ішкі рибосомдық транскрибирдалатын спейсерлы аумақ (ITS) саңырауқұлақтардың ең көлемді спектрін табысты идентификациялауды жоғары деңгейде болжауды көрсетіп отыр [111].

Каменский мен Франктың классикалық еңбектерінде микоризалардың анатомиясы мен морфологиясы белсенді зерттелді, микоризаларды жіктеудің әртүрлі жүйелері құрылды, микоризалардың атластары мен анықтағыштары құрастырылды. Микоризаның молекулярлық зерттеулерінің дәуірі 1990 жылдары жер асты эктомикоризаларды зерттеу кезінде басталды. ДНҚ сәйкестендірудің көмегімен микоризаның құрамындағы саңырауқұлақ компонентін анықтау оңай екені зерттелген [112-114].

Бореалды аймақтың қылқан жапырақты ағаштардың тамырындағы сіңіргіш мүшелері қос симбиотикалық сипатқа ие. Олар тек өсімдіктің бөлігі емес, өйткені олар сіңіретін тамырлардың эктомикоризалы саңырауқұлақтардың мицелийімен әрекеттесуі нәтижесінде пайда болады [115, 116].

Негізінен шөптесін өсімдіктерге тән әр түрлі эндомикориздік бірлестіктерден айырмашылығы, ағаштардың эктомикоризаларында өсімдік тіндері тамыр бетінде мицелиалды қаптың пайда болуы нәтижесінде сыртқы ортадан саңырауқұлақ симбионтымен оқшауланған. Байланыс жіпшелері қабықтан топыраққа таралып, тамырдың эктомикоризалы ұштары арқылы топырақ мицелийімен байланыстырады, ал тамыр қыртысының шеткі жасушаларының арасына енетін саңырауқұлақ жіпшелері Гартиг торын құрайды және симбионттар арасындағы екі жақты метаболизмді қамтамасыз етеді. Эктомикоризаға айналған жұқа ағаш-бұталы өсімдіктердің тамырларында түбір түктері пайда болмайды [117-119].

Осылайша, эктомикоризалардағы симбиожүйенің қоршаған ортамен әрекеттесетін компоненті - бұл өсімдік пен топырақ арасындағы метаболикалық үрдістерде негізгі рөлін атқаратын саңырауқұлақ. Бұл пікір әртүрлі бағыттағы зерттеушілер: орманшылар, микологтар, экологтар тарапынан мойындалған және айтарлықтай күмән тудырмайды.

Микориза ағаштар мен бұталардың көшеттері мен тамырларында болуы және оның даму дәрежесі олардың сапасының маңызды көрсеткіші болып табылады, өйткені дамыған микоризасы бар өсімдіктер тамырланып, әсіресе нашар топырақтарда жақсы өседі [120].

70-80 жылдары орман питомниктерінде эктомикоризалардың қалыптасуы мен маңыздылығын В.И. Шубиннің басшылығымен карелдік микологтар мен орманшылар тобы зерттеген.

Қазіргі уақытта «микоризосфера» ұғымы жалпы қабылданған болып саналады, дегенмен 1904 жылы Лоренц Хилтнер енгізген және оны тамыр

жүйесінің әсер ету аймағы ретінде түсіндірген «ризосфера» ұғымы жиі қолданылады. «Ризосфералық әсер» өсімдіктердің тамырына жақын микроорганизмдер санының көбеюі деп аталады: бактериялар мен саңырауқұлақтар – шамамен 5-20 есе, актиномицеттер – 2-12 есе болады. Топырақ, мицелий және өсімдіктердің тамыр жүйесі біртұтас болғандықтан, «Микоризосфера» термині – микоризаланған тамырдың айналасындағы аймақтардың жиынтығымен сипатталады [121-124].

Микоризосфера биотасында саңырауқұлақтар мицелийінен басқа-макромицеттер, бактериялар мен актиномицеттер көп мөлшерде кездеседі [125-127].

## 2 «ЕРТІС ОРМАНЫ» МЕМЛЕКЕТТІК ТАБИҒИ РЕЗЕРВАТЫНЫҢ ТАБИҒИ-КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЫ

### 2.1 Зерттеу аумағының климаты

«Ертіс орманы» МОТР аумағы құрғақ дала суб аймағында орналасқан, жазы ыстық құрғақ, қысы суық әрі қары аз түсетін, температура ауытқуының үлкен амплитудасы бар күрт континенталды климатпен сипатталады. Жазда Орталық Азия шөлдерінен соққан құрғақ және ыстық желдің әсеріне, ал қыста солтүстіктен келетін суық ауа ағындарына байланысты құрақ болып келеді [128].

Суық және ұзаққа созылатын қыс (5,5 ай), қысқа және ыстық жаз, жауын – шашынның аз мөлшері, қыс пен жаздың күрт температуралық ауытқуы ( $88^{\circ}\text{C}$ ), күн мен түн ( $22^{\circ}\text{C}$ ), қатты жел режимі-бұл климатқа тән белгілер болып табылады.

Ауаның орташа жылдық температурасы  $2,5-3^{\circ}\text{C}$ , ең суық айдың орташа температурасы-қаңтар –  $17-19^{\circ}$ , ал ең жылы шілде-шамамен  $+21^{\circ}$ . «Шалдай» метеостанциясы бойынша температураның абсолютті минимумы  $49^{\circ}$ , ал максимум  $+41^{\circ}\text{C}$ , жылы кезеңнің орташа ұзақтығы ( $+5^{\circ}\text{C}$  орташа тәуліктік температураның ауысуы) – 175 күн, ал аязсыз – 117 күн. Вегетациялық кезең (орташа тәуліктік температураның ауысуы  $+10^{\circ}\text{C}$ ) орта есеппен 137 күнге созылады [128, с. 4].

Жолақты ормандардың ортаңғы бөлігіндегі құмдардың ашық бетіндегі температураның абсолютті максимумдары: сәуірде  $+41,8^{\circ}$ ; Мамырда  $51,4^{\circ}$ ; тамызда  $+57,1^{\circ}$ ; қыркүйекте  $+47,5^{\circ}$  жетеді. Бақылауларға сәйкес, құмды топырақтың бетіндегі  $50^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары температура бірнеше сағат бойы қарағай өскіндерінің тамыр мойынын күйдіріп, өсуін тоқтатады. Мұндай температура мамырдың екінші жартысында басталады. Маусым-шілде айларында құмды топырақтың ашық бетіндегі жоғары температура 5-6 сағатқа созылады [129].

Жаз мезгіліндегі ауаның салыстырмалы ылғалдылығы (сағат 13-те) шамамен 40% құрайды, жекелеген күндері 10%-ға дейін төмендейді, бұл өсімдіктердің қарқынды транспирациясын және топырақтың ылғалдың көп жоғалуын тудырады.

Жауын-шашын жылына орта есеппен 240-310 мм түседі, оның ішінде мамыр – қыркүйек айларында жылдық мөлшердің 60-75%-ын құрайды.

Солтүстік және солтүстік – шығыс көктемгі румб желдері, жаз мезгілінде оңтүстік және оңтүстік - батыс желдері топырақты тез құрғатады. Қыста ең қатты жел соғады ( $16-20$  м/сек), қарлы боран тудырады, жазда мұндай жел шаңды дауылдарға ауысады [130].

Ағаш өсімдіктерінің өсуіне экстремалды жағдай туғызатын резерват орналасқан аймақ климатының қолайсыз ерекшеліктеріне көктемнің аяғы мен күздің ерте үсіктері, құрғақшылық, құрғақ жел, шаңды дауылдарға жиі түсетін қатты желдер жатады.



Қар жамылғысының биіктігіне байланысты, мұндай төмен температураларда топырақ бір метр немесе одан да жоғары тереңдікте қатады. Күн сәулесі түсуінен болатын топырақ бетінің жоғары температурасы енді өсіп келе жатқан қарағайлардың жаппай жойылуына әкеледі [131].

Шалдай метеостанциясының бақылаулары бойынша аязсыз кезеңнің ұзақтығы 117 күнді құрайды. Көктемде және күзде +10°C-тан кейін ауа температурасының ауысуымен шектелген вегетациялық кезең орта есеппен 137 күнге созылады. Соңғы көктемгі үсік, кейде қардың түсуімен бірге жүреді және 20 мамырда, ал алғашқы күзгі үсік 8 қыркүйекте байқалады. Жылдың суық мезгіліндегі ауаның салыстырмалы ылғалдылығы жазға қарағанда едәуір жоғары. Атмосфералық және топырақтың құрғақшылығы бар күндердің орташа саны 35-ке тең, ал кейбір жылдары ол 100 күнге жетеді.

Ең күшті желдер (15-20 м/с немесе одан да көп) қыста байқалады, қарлы боран және көктемде шаңды дауылдың сипатын алады. Шаңды дауылдармен жылына 21-ге жетеді, ал орын алған жағдайлардың саны 11-ге жетеді [132].

50-ші жылдары тың жерлердің ірі массивтерін үздіксіз жырту, негізінен жеңіл механикалық құрамы бар топырақты өңдеудің агротехникасының бұзылуы ашық далада ғана емес, сонымен қатар орманға іргелес бос жерлерде де шаңды дауылдар санының күрт өсуіне әкелді.

Аңызак желдер мамыр-маусым айларында әдеттегіден төмен салыстырмалы ылғалдылықта пайда болады. Эрозиялық және топырақты құрғататын әсерден басқа, желдер орман қорының аумағындағы желсұлатпа мен дауыл құлатқан ағаштардың себебі болып табылады.

Жаз маусымында жаңбыр нөсер түрінде жауады, сол себептен өсімдіктерді қолдану тиімділігі төмендейді. Ашық учаскелерде қар жамылғысының максималды биіктігі 45 см, орманда 59 см жетеді. Ашық учаскелердегі минималды қар жамылғысы 2 см-ге дейін, орманда – 9 см болады.

Климатының құрғақтығы жауын-шашынның аз мөлшерінен басқа, жаңбырсыз кезеңдердің ұзақтығымен айқындалады. Жауын-шашын жылда бірқалыпты жаумайды [133].

Жоғарыда келтірілген мәліметтер ағаш-бұта түрлерінің өсуі үшін салыстырмалы түрде қатаң климаттық жағдайларды көрсетеді. Ормандар мерзімді құрғақшылық пен құрғақ желдің әсерін сезінеді, бұл олардың өсуіне, дамуына және сақталуына әсер етеді.

«Ертіс орманы» МОТР алқаағаштарының бір бөлігі болып табылатын таспалы ормандар, қатты климаттық жағдайларда өсетін ормандар аймақ үшін климатты реттейтін маңызы зор. Қарағайлы орманның негізгі қорғаныштық рөлі ауа-райының қолайсыз құбылыстарын жеңілдетеді. Орман алқаптары желдің жылдамдығын едәуір төмендетеді, топырақты бекітеді, жел эрозиясын алдын алады, шымылдығының астында үрленген қарды ұстайды.

## 2.2 Жер бедері және топырағы

«Ертіс орманы» МОТР аумағы Ертістің оң жағалауы жазығының құрамына кіретін құрғақ-дала жазығының батыс және оңтүстік-батыс бөліктеріндегі орманды құмдарының геоморфологиялық ауданының солтүстік жазық-дөңесті шағын ауданында орналасқан. Орманды құмдарының ауданы ірі геоморфологиялық аймақтың құрамына кіреді Батыс Сібір ойпаты, бұл салыстырмалы түрде жас аккумулятивті жазық, абсолютті биіктігі 100 м-ден 200 м-ге дейінгі қуатты мезокайнозой борпылдақ шөгінділерінен тұрады [134].

Орманды құмдары бұрын Оба және Ертіс өзендерінің сулары қосылған ежелгі Қасмалы өзенінің жағалауында дамыған. Резерваттың аумағы төбелі және жазық беттердің рельефімен сипатталады [135]. Төбелі жер бедерінің биіктігі 1-5 м-ге дейінгі құмды дөңдер, шұңқырлы, олар кішігірім көлдермен, шұңқырлармен және тұзды көлдердің кішкентай бөліктерінен төмен жазықтарға ауысады. «Ертіс орманы» МОТР барлық ормандары жазық болып табылады. Мұздық сулармен шайып кету және ежелгі шұңқырлардың арналарында флювиогляциалды шөгінділердің желмен бірнеше рет қайта аударылуы нәтижесінде жолақты қарағайлы орманның резерватында рельефтің әртүрлі элементтері пайда болды: негізінен аумақтың оңтүстік бөлігінде орналасқан төбелер, үйінділер, дөңдер мен бархандар, көлдердің және тартылып қалған көлдер маңында, сонымен қатар төбелер, үйінділер, бархандар арасында төмен орналасқан шалғынды-дала учаскелері. Алайда, жергілікті мекеннің басым бөлігі-сәл толқынды, тегіс болып келеді [136].

Теңіз деңгейінен карта бойынша алынған жер бедерінің абсолютті биіктік белгілері мынандай: максималды – 176,8 м (Маралды орман шаруашылығы 167 кв.), минималды – 145,4 м (Галкин орман шаруашылығы 49 кв.).

Тегістелген беттің көп бөлігі және орталықта, солтүстік-батыста жұмсақ ұсақ түйіршікті орманды құмдары алып жатыр, олардың арасында аздап төмендеу бетте қара қоңыр топырақтары қалыптасқан. Учаскенің солтүстік-шығысында және оңтүстік-батысында жер бедерінің таяз, тұйықталған пішіндері байқалады. Мұнда көктеректің астында шалғынды-қоңыр топырақтары қалыптасқан.

Топырақ жамылғысының дамуы табиғи ортаның барлық компоненттерімен тығыз байланысты: жер бедері, топырақ түзуші жыныстар, жер асты сулары және өсімдіктер [137].

Климаттық жағдайлар топырақ түзілуіне қолайлы және жылы ылғалды болып сипатталады. Вегетациялық кезеңде аумақтағы өсімдіктердің өсуі гумификация процестерінің жылу мен ылғал мөлшеріне байланысты. Топырақ түзетін және астыңғы жыныстар ежелгі аллювиалды құмды шөгінділермен, қоректік заттарды нашар жинайтын қабаттармен қалыптасқан, сондықтан топырақ түзілу процестері нашар дамыған. Топырақ жамылғысы борпылдақ қосылыспен сипатталады. Мұнда кездесетін органикалық қосылыстар мен бейорганикалық заттар оның шегінен оңай жуылады, сондықтан топырақ қарашірік пен қоректік заттардың аз мөлшерімен, тез еритін тұздардың болмауымен, карбонаттардың едәуір тереңдікке жуылуымен сипатталады [138].

Мұздық сулармен шайып кету және ежелгі шұңқырлардың арналарында флювиогляциалды шөгінділердің желмен бірнеше рет қайта аударылуы нәтижесінде қарағайлы орманның резерватында жер бедерінің әртүрлі элементтері пайда болды: негізінен аумақтың оңтүстік бөлігінде орналасқан төбелер, үйінділер, дөңдер мен бархандар, көлдердің және тартылып қалған көлдер маңында, сонымен қатар төбелер, үйінділер, бархандар арасында төмен орналасқан шалғынды-дала аумақтары. Алайда, жергілікті мекеннің басым бөлігі-сәл толқынды, тегіс элемент болып табылады.

Теңіз деңгейінен карта бойынша алынған жер бедерінің абсолютті биіктік белгілері мынандай: максималды – 176,8 м ( Маралды орман шаруашылығы 167 кв.), минималды – 145,4 м ( Галкин орман шаруашылығы 49 кв.).

Геология. Қарағайлы орман алқабы ірі геоморфологиялық бірлік шегінде - Батыс Сібір ойпатының оңтүстік-батыс шетін біріктіретін Ертіс маңы ойпаты, Ертістің екі жағынан да кең жолақпен созылып жатыр. Ертіс маңы ойпаты негізінен жеңіл (кұмдар, құмдақтар) қатпарлы ежелгі аллювиалды тау жыныстардың қуатты қалыңдығымен жабылған шөгінділерден тұрады [139].

Резерваттың қылқанды массиві Ертістің оң жағалауында Құлынды даласының оңтүстік-батыс бөлігіндегі жазықтар арасында орналасқан.

Екінші және үшінші мұз дәуірінде сол кезде жазықтың батысына сәл көлбеу болған Құлынды даласы эрозияға ұшырады: солтүстік-шығыста Оба сулары, оңтүстік-батыста Ертіс сулары. Үшінші мұздану кезеңінде Алтайдан еріген сулардың ағысы солтүстік мұздықтың шетіне құйылды, бұл Оба бассейніндегі өзен суларының көбеюіне себеп болды. Оба өзенінің сол жақ ағындары Ертістің оң жақ ағындарымен біріктіріліп, еріген сулардың ежелгі шұңқырларын құрады, олар арқылы Обь өзенінің Ертіске бағытталған судың ағысы орнатылды. Флювиогляциалды құмдардың массасы мұздық сулармен тасымалданатын тау жыныстарының үгінділерімен бірге ағынның кең ежелгі шұңқырларын толтырды. Мұздық сулар мен жел әрекетінен кейін құмды шөгінділер кейіннен орман құмдарының қалыңдығын құрады.

Топырақ жамылғысы орманды жазықтармен бекітілген құмдардан тұрады, олардың арасында қара-қоңыр топырақтары аз жарықтандырылған жерлерде, тереңірек жерлерде-шалғынды-қоңыр топырақтары қалыптасқан.

Бұл аймақ үшін орман-топырақтары жергілікті болып саналады. Қарағайлы ормандардың төменгі беткейлерінде шалғынды терең қазылатын топырақтар, ормансыз аумақтардың ұқсас жағдайларында қара-қоңыр, кейде сортаңдармен бірге дамыған [140].

Қылқан жапырақты дала ормандары топырақтарының пішіні әлсіз сараланған, қуаты орташа 30 см болатын (2-3 см-ден 5 см-ге дейін) біркелкі қарашірік горизонты (А+В) орналасқан және 0,1-ден 0,9%-ға дейін қарашірік пен 0,01-ден 0,09%-ға дейін азот бар. Ежелгі аллювиалды құмдар аналық тұқымдарды - кварцтан (90%), дала шпатынан (2%) және басқа минералдардан (8%) құрайды. Карбониттердің қайнауы мен бөлінуі 140 см тереңдікке дейін болмайды, бірақ жеңіл және орташа құмбалшықтар да таралған.

Топырақтың негізгі түрлері жер бедерінің жазық және бұдырлы элементтеріндегі екпелер астындағы қылқанды және құмды болып табылады; қарағайлы ормандар арасындағы төмен шалғындарда терең қайнайтын топырақ дамыған, ал ормансыз аумақтардың ұқсас жағдайларында қара-қоңыр, ойпаттарда шалғынды-батпақты; көл маңындағы террасалық ойпаттардағы сортаңдар болып келеді [141]. Сортаңдар кең таралған, жеке жерлерде кездеседі, бірақ көбінесе топырақтың жекелеген түрлері мен сорттарының кешендеріне енеді. Топырақ жамылғысы бекітілген құмдардан тұрады, олардың аумақтар бойынша қара-қоңыр топырақтар, неғұрлым терең ойпаттарда - шалғынды-қоңыр топырақтар қалыптасады [142].

A+B<sub>1</sub> гумус қуаттылығы бойынша аталған территорияда қара-қоңыр топырақ терең қайнайтын, аз қуатты A+B<sub>1</sub> 30 см-ге дейін және орта қуатты A+B<sub>1</sub> 31 см-ден артық.

Топырақтар созылмалы жамылғымен сипатталады, олардың генетикалық жиегі бөлінуі әлсіз көрінеді. Тек жоғарғы гумустың жиегі қара сұр, қоңыр-сұр, борпылдақ, құрылымсыз.

Тұз қышқылынан қайнау сызығы едәуір тереңдікте-топырақ түзетін жыныста, сирек жағдайда ВС горизонттында болады.

Зерттеу аумағында таралған топырақ негізінен жеңіл гранулометриялық құрамды болғандықтан олардың дефляцияға ұшырауы байқалған.

Резерват аумағында топыраққа жалпы талдау жүргізу нәтижелері бойынша топырақтың келесі түрлері анықталды:

- 1) орташа қалыңдықты тереңнен қайнайтын қара-қоңыр топырақ;
- 2) әлсіз қалыңдықтағы қуатты қара-қоңыр топырақ;
- 3) орташа қалыңдықтағы тереңнен қайнайтын шалғынды қара-қоңыр топырақ;
- 4) құмдар.

### **2.3 Зерттеу аумағының гидрологиясы**

Резерваттың гидрологиялық жағдайларының ерекшелігі-өзендер, көлшіктер мен бұлақтардың болмауы. Гидрологиялық желі өте нашар дамыған және негізінен таяз тереңдіктегі ащы - тұзды немесе тұзды көлдер жүйесімен ұсынылған, түбінің сазды-тұзды топырағы, жағалаулары шайылуға бейім емес. Көптеген көлдер құрғақ ауа райында тартылып қалады [143].

Жер асты сулары геологиялық құрылымына, топырақтарының литологиялық құрамына және жер бедеріне байланысты әр түрлі тереңдікте орналасқан бірнеше сулы қабаттардан тұрады. Олардың қоректенуінің негізгі көзі атмосфералық жауын - шашын, сондай-ақ Обь-Ертіс ағынының ежелгі қойнаулары арқылы келетін транзиттік су болып табылады. Қарағайлы орман алқабы Ертіс маңындағы жер асты сулары жергілікті жерлердің жер бедерінде жақсы қозғалады. Оның деңгейі төмендегенде 1,5-3 м және жоғарылағанда 10-15 м дейін өзгереді [144]. Қарағайлы ормандардың суы әлсіз минералданады.

## 2.4 «Ертіс орманы» МОТР аумағының биологиялық алуантүрлілігі

### 2.4.1 Өсімдіктер әлемі

Резерват маңайындағы орманмен қамтылған қорының жалпы аумағы 277961 га құрайды, оның ішінде 155199 га. Орманды құраушы негізгі ағаш түрлері: кәдімгі қарағай. Сонымен қатар қарағаймен қотыр қайың мен көктерек те кездеседі [145]. Әдетте көктерек орманның жиегінде немесе кішігірім топтаса өссе, ал қайыңдар, жер бедерінің төменгі жағында, жер асты суларына жақын орналасады. Аласа ағаштар тобы көбіне кездеспейді. Шөптердің түрлерінен, бұл жерде негізінен қылтан боз, көкшіл қоңырбас, бетеге және т.б. түрінде ұсынылады. Орманмен қамтылмаған жерлерде және жазық беткейлерде шалғынды қоңыр топырақтарда далалы өсімдік топтары кеңінен таралған [146].

Обь-Ертіс өзендерінің солтүстік-шығыстан оңтүстік-батысқа қарай дала бөлігін флювиогляциалдық сулар ағысының ежелгі ойпаттары кесіп өтеді. Қазіргі уақытта бұл шұңқырлардағы құмды шөгінділерде қарағайлы ормандар өседі. Олардың атаулары: бір-бірімен параллель созылған Әлеу, Қосмалы, Барнауыл және Локтев.

Қосмауыл және Барнауыл Қазақстан шекарасына жақын орналасқан және Ертіс бойында өз шекарасын кеңейтуде. Обадан басталып, Ертіс өзеніне дейін 400 км-дей қарағайлы ормандар ерекше екі аймақты кесіп өтеді және қайыңды шоқ ормандары бар. Оңтүстік орманды дала және қара қоңыр топырақтағы бетегелі қуаң дала да бұл аймақтарға тән. Бұл жағдайда вегетациялық кезеңдегі ауа температурасы 24<sup>0</sup>-27<sup>0</sup> дейін артады, ал жылдық жауын-шашын мөлшері 500 мм- 200 мм-ге дейін төмендейді [147].

Қарастырылып отырған аумақта шөпті өсімдіктердің 6 түрінің ерекше үйлесімі бар:

– ксерофиттердің басым болуымен далада-жаппай жыртылғанға дейін дәнді дақылдар тұқымдасы қарастырылып отырған аумақтағы едәуір аудандарды алып жатты;

– құмды алқаптарда негізгі ормандармен қатар әртүрлі шөпті-бетеге-гербилдер кең таралған, мысалы: дәнді-дақылдар, күрделі гүлділер:

– жыртылған төменгі құмдарда псаммофитті дәнді дақылдар (шөлді) кездеседі: көкшіл қоңырбас, бетеге;

– шабындық жерлердің *Stipa lessingiana* - Лессингпен шексіз үстемдігі – жазық қорбанатты сазды топырақтар үстірті үшін;

– жер асты сулары жақын орналасқан шалғынды-қоңыр топырақтарында, гигрофитті және мезофитті сипаттағы шөптесін өсімдіктердің алуан түрлілігімен;

– батпақты: қоға, оңтүстік қамыс, шалғын қоңырбасы.

Павлодар мемлекеттік университетінің б.ғ.к. В.А. Камкиннің сипаттамасы бойынша резерваттың территориясында 222 тұқымдастар түріне жататын шөптесін өсімдіктер анықталды және сипатталды. 1-кестеде көрсетілген [148].

Резерваттың ғылыми бөлімінің қызметкерлерімен 2014-2019 жылдары шөптесін өсімдіктердің 4 жаңа түрі, қынаның 1 түрі және мүк өсімдігінің 1 түрі

анықталды. Оның ішінде шөптесін өсімдіктер: аз гүлді қияқ, қызғалдақ, жұмыршақ; күлгін бозкілем, қыналар: ксантория паристин, мүктер: көкек зығыры анықталған болатын. 2016-2018 жылдары Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген өсімдіктің 7 түрі табылды. Олар: Көктемгі Адонис, сарғыш кестежусан, бұғы мүгі, қауырсын бетеге, ашылған кестежусан, Павлов итмұрыны, кәдімгі емен.

Кесте 1 - «Ертіс орманы» резерватының өсімдіктер әлемінің жіктелуі

Атауы	Саны
Балдырлар	0
Қыналар	2
Мүктер	1
Қырыққұлақ	1
Ашық тұқымды өсімдіктер	1
Жабық тұқымды өсімдіктер	217

Бұл даладағы әртүрлі ойпаттарда мол ылғал алатын қарашірінді топырақтарда жұлдызгүл, қылтанақсыз арпабас, далалық атқонақ, шалғын қоңырбасы, тобылғы, айрауық, мыңжапырақ, кәдімгі қасқыржем және т.б. кездеседі.

Сортаң топырақтарда, көл тұнбаларында, қарағайлы ормандармен шектесетін жерлерде галофитті формациялары бар ақ мамық, томар бояу кернек, сортаңды иттеген, сортаңды ақкекіре, шығыс бетегесі және т.б. кең таралған. Сорлардың бетінде мынандай дақтар кездеседі: бұзаубас, жатаған швед, көкпек және т.б. Өсімдік жамылғысындағы айтарлықтай өзгерістері Ертіс маңындағы орманның топырақтарында орын алады. Қылтаң боз және бетеге формациялары осы аумақты басқарушы болып табылады. Құмды далаға тән өсімдіктерге жатады: көкшіл қоңырбас, тапал қияқ, дала жусаны, сары қотырот, ақжапырақ және т.б. Бұл формациядағы түрлердің жалпы саны 35-40 жетеді, ал жобалы жамылғысы шамамен 35-50% дейін.

Резерват территориясында келесі орман типтері белгіленген:

1. Қарағайлы орман:

- өте құрғақ қарағайлар  $K_1$ ;
- құрғақ қарағайлар  $K_2$ ;
- балғын қарағайлар  $K_3$ ;

2. Жапырақты ормандар:

- жалпақ жапырақты жазықтағы балғынды қайыңды ормандар  $K_3$
- ылғалды қайыңды ормандар  $K_4$ ;
- құрғақ көктеректі ормандар  $K_{T1}$ ;
- жалпақ жапырақты жазықтағы балғынды көктеректі ормандар  $K_{T2}$ .

2.4.2 Жануарлар дүниесі

Қарағайлы орман резерватының жануарлар әлемі айтарлықтай алуан түрлі. «Резерват құрудың техникалық негіздемесі» (Алматы, 2002) мәліметі

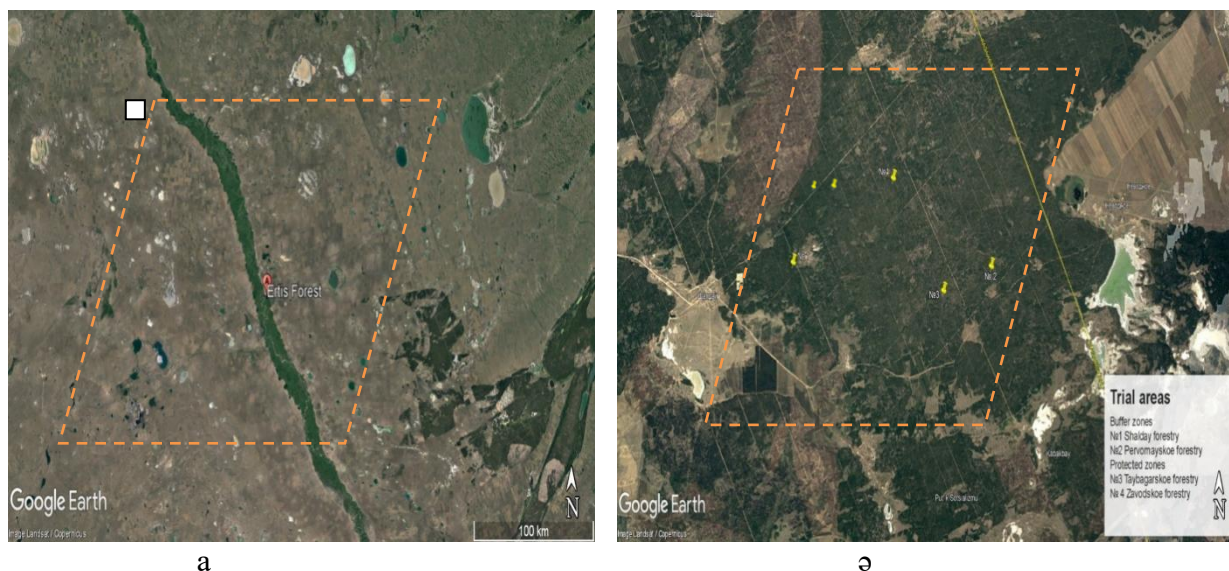
бойынша ормандарда 40 жуық сүтқоректілердің түрі және құстардың 200 түрі өмір сүреді. Омыртқалы және омыртқасыз жануарлардың әртүрлі таксономиялық рангын және олардың таралуын зерттеуге жоспар жасалынған.

Резерваттың құрылуымен қызметкерлер жануарлар дүниесінің ерекшелігін зерттеуді бастады [149]. Бүгінгі күнге дейінгі зерттеулер бойынша, омыртқалы жануарлардан – 13 отрядтан 39 құстың түрі, 10 тұқымдастан 19 жануардың түрі. Омыртқасыз жануарлардан – 32 зиянкес орман жәндіктерінің түрі, энтомофагтың 11 түрі. Қазақстан Республикасының қызыл кітабына бүркіт, ителгі сұңқар, безгелдек, үкі тіркелген. Аңшылық құстар түрлеріне отүйрек, сұр үйрек жатады, ал жануарлардан – қоян, ор қоян, ақ қоян, қасқыр, түлкі, қарсақ, елік, бұлан, сілеусін, борсық, тиін жатады. Жануарлар әлемі туралы толық мәліметтер келтірілмеген, әрі қарай жүргізілетін зерттеулер кезінде олар толықтырылып, нақтыланады.

### 3 ЗЕРТТЕУ ЖҰМЫСЫНЫҢ НЫСАНЫ ЖӘНЕ ӘДІСІ

#### 3.1 Зерттеу нысандары

«Ертіс орманы» мемлекеттік табиғи резерватындағы Шалдай және Бесқарағай филиалдары аумағындағы кәдімгі қарағай (*Pinus sylvestris* L.) және қотыр қайың (*Betula pendula* Roth.) тамыр жүйелері, макромицеттері, топырақ блоктары қарастырылады (1-сурет).



а – Ертіс орманы резерваты; ә – сынақ алаңдары

Сурет 1 – «Ертіс орманы» резерватының көрінісі (Google Earth бағдарламасынан)

#### 3.2 Зерттеу жұмысының бағдарламасы

1. «Ертіс орманы» резерваты буферлік және қорықтық аумақтарында орналасқан орманшылықтарында үлгі алаңдарын салу және таксациялық көрсеткіштерін және геоботаникасын сипаттау.

2. «Ертіс орманы» резерватында зерттелетін орманшылықтардың саңырауқұлақтарының түрлік құрамын анықтау микобиотасына таксономиялық және экотрофиялық талдау жүргізу.

3. Үлгі алаңдарда өсетін саңырауқұлақтарды және кәдімгі қарағай өскіндерін тамыр жүйесін, қотыр қайыңның желек проекциясынан топырақ блоктарынан сынама үлгілер жинау.

4. *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. микоризасының макро-және микро белгілерін, эктомикоризалық морфотиптерін анықтау.

5. Тамыр жүйелерінен алынған эктомикоризаларға түрлік ерекшеліктерін ДНҚ әдіспен идентификациялау.

6. Таңдалған топырақ үлгілеріне гранулометриялық, агрохимиялық талдау жасау.



### 3.3 Зерттеу әдістері

3.3.1 Шалдай және Бесқарағай филиалының орманшылығындағы, үлгі алаңдарындағы қарағайлар мен қайыңдардың таксациялық көрсеткіштерін сипаттау

Зерттеу материалдары «Ертіс орманы» резерватының Тайбағар, Көктерек, Майқарағай, Заводск, Шалдай, Первомай орманшылықтарында буферлік және қорықтық аймақтарында кәдімгі қарағай мен қотыр қайың өсетін орман экожүйесінде жинақталған (1-сурет). Жұмыс барысында маршруттық экспедицияда геоботаникасы анықталып, топырақ блоктары, кәдімгі қарағай өскіндері алынды (тамыр жүйелерінде эктомикоризаларын анықтау мақсатында) және стационарлық (жиналған саңырауқұлақтар этикеткасы анықталды, сипаттама жұмыстары жасалынды, топырақ үлгілері дайындалды), зертханалық (тамыр өскіндерін кесу және топырақ блоктарынан микроскоппен микоризаланғандары алынды) камералдық (барлық жинақталған жұмыстар өңделді) зерттеу әдістері пайдаланылды. Маршруттар таза және аралас қарағайлы орман биоценоздарын қамтып, 20x20 м тұрақты үлгі алаңдары және ұзындығы 0,2-ден 0,7 км-ге дейін, ені 4 м-лі уақытша трансекталар салынды. Жалпы қабылданған геоботаникалық зерттеу әдістемесін қолдану арқылы орман экожүйелерінің көрсеткіштері анықталды [150].

Үлгі алаңдарын зерттеу 2019-2023 жылдардағы вегетациялық кезеңдерде жүргізілді. Бақылау жұмыстары маусым, шілде, тамыз, қыркүйек (немесе қазан айының басында) болды. Әрбір алаңға алғаш барған кезде орман қауымдастықтарын сипаттаудың стандартты әдістемелері бойынша геоботаникалық сипаттама және таксациялық өлшеулер жасалды [151]. Зерттеу алаңының геоботаникалық көрсеткіштері үшін орналасқан жерін, жер бедері, топырақ түрі, өсімдік типі, қоршаған орта, сондай-ақ орман өсімдік құрамдас бөліктерінің толық белгілері (басты, ілеспелі ағаш, өскіндер, өсімтал, орман астары, тірі топырақ жамылғысы, яғни мүк-қыналар, топырақтың өлі жамылғысы, орман қордасы, төменгі сатыдағы өсімдіктер, ризосфера қабаттары), ағаш желектерінің түйісуі, жас өскіндер, орман астары мен шөптесін өсімдіктерінің проекциясын, түрлік құрамын, негізгі орман құраушы ағаштар түріне талдау жасалды.

Жалпы қабылданған геоботаникалық зерттеу әдістемесін қолдану арқылы макромицеттердің өсу фитоценоздарының түрлері анықталды [151, с.; 152].

Таксациялық көрсеткіштер үшін зерттеу алаңдарының сипаттық белгілерін Е.Н. Пилипконың (2013) орман экожүйелерін зерттеу әдістемесінің негізінде орман құрамын, жасын, бонитетін, толымдылығын, орман типін, үлгі алаңдарында өскен ағаштардың орташа диаметрі, орташа биіктігі, толымдылығы сипатталды [153, 154].

Таксациялық көрсеткіштер мен геоботаникалық сипаттамалар жасап болғаннан кейін, үлгі алаңдарында макромицет қалпақшалы саңырауқұлақтардың жемістері жиналды.

### 3.3.2 Үлгі алаңдарында саңырауқұлақтарды жинау және микобиотаны анықтау

Үлгілерді жинау жұмыстарын бастамай тұрып, коллектор (саңырауқұлақ жинап, анықтау жұмыстарын жасайтын адам) тиісті құрал-жабдықтармен қамтамасыз етілуі керек. Саңырауқұлақтардың жеміс денелерін өлшеуге арналған мөлдір миллиметрлік сызғыш, қолмен үлкейткіш әйнек, табиғи жағдайдағы саңырауқұлақтарды суретке түсіру үшін фотоаппарат (штативті Canon); координаттарды анықтау: GPS навигаторы (Garmin etrex 10), Orman.kz, Field Area Measure, компас (RGK DQL-16) және үлгі алаңдарындағы алқаағаштарды өлшейтін құралдар, т.б. таксациялық карта пайдаланылды.

2019-2023 жылдары макромицеттерді анықтау және есепке алу жұмыстары жүргізілді [155]. Бақылау жұмыстары әр маусымда орманшылықтарда өскен топырақ пен ағашта кездесетін сапротрофтарды, микоризалы макромицеттерді санап, сонымен қатар саңырауқұлақтарды табиғи жағдайда суретке түсіріп, материалдар жиналды. Саңырауқұлақтар гербарийін жинау кезінде ұзақ маршруттар жоспарланбайды, белгілі үлгі алаңдарынан жиналады (2-сурет).



а



ә



б



в

а – қарағай орманы; ә – ағаш діңін өлшеу; б – қарағай өскіндері; в – қайың үлгі алаңы

Сурет 2 – Зерттеу аумағының таксациялық көрсеткіштерін өлшеу

Далалық зерттеу жұмыстарында саңырауқұлақтарды белгілеу (этикетирование) жалпы қалыпты әдістемелерге сүйене отырып, сипаттама жасалынды. Әрбір үлгі үшін реттік нөмірі бар этикетка жазылды

(координаттары, анықтаған коллектрдің тегі мен аты-жөні, сонымен қатар саңырауқұлақтар алынған жинау күні, арнайы орындары (орман алқабы, орамы, телімі немесе басқа да белгілері өсіп тұрған алқаағаштардың құрамы, орман астары, шөп түрлері, орман типі жазылды), бұл нақты саңырауқұлақ түрін анықтауға мүмкіндік береді.

Үлгілерді жинап, олардың түрлік сипаттамаларын жасап болғаннан кейін, үлгі алаңдарында макромицет қалпақшалы саңырауқұлақтардың жемістеріне анықтау жүргізілді [156].

Әр маусымда орманшылықтарда жүргізілген бақылау жұмыстарында үлгі алаңдарында өскен макромицеттер саналды, табиғи жағдайдағы саңырауқұлақтар суретке түсірілді, материалдар жинақталды [157].

Орман экожүйесіндегі биоалуантүрлілік Шеннонның индексы арқылы төмендегі (1) формуланы қолданып, есептелді:

$$H = -\sum p_i \ln p_i \quad (1)$$

Стационарлық жағдайда зерттеу материалдары қалпақшалы саңырауқұлақтардың жемістерінің бөлігінен геминофор кесіп алынып, уақытша препарат (зат шынысына КОН қосу) дайындап, микроқұрылыстарының анық көрінуі үшін сафраниннің 5%-ы сулы ерітіндісімен боялды, яғни ішкі құрылысы Altami БИО-4 тринокулярлы жарық микроскопы пайдалана отырып сипатталды.

Қалпақшалы саңырауқұлақтар жемістерінің жинау және түрлерін анықтау кезінде қол жетімді идентификаторларды және *indexfungorum* ресурсын ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)), сондай-ақ *mycobank* ([www.mycobank.org](http://www.mycobank.org)) сайттары және «Новосибирск облысының саңырауқұлақтары», стандартты саңырауқұлақтар анықтағыштары қолданылды [158]. Сонымен қатар, қиындық тудырған түрлерді ДНҚ арқылы анықталды.

Макромицеттердің коллекциясын құру үшін жиналған қалпақшалы саңырауқұлақтарды арнайы кептіргіште (Redman) құрғатылып, этикеткасы жаңартылып сақтауға қойылды.

### 3.3.3 *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. микоризасының макро- және микро- белгілері

Зерттеу жұмыстары Ертіс орманы резерватының Майқарағай, Первомай, Шалдай, Көктерек, Заводск, Тайбағар орманшылықтарында жүргізілді. Арнайы таңдалған үлгі алаңдарында өскен *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. ең алдымен жасы және өскіндерінің биометриялық көрсеткіштері, арнайы метровка арқылы және диаметрі штангенциркуль арқылы өлшенді. Содан кейін, вегетациялық кезеңнің ортасында (шілде-тамыз) өскіндерді топырағы мен тамыр жүйесімен бірге қазылып алынды. Ағаш өсімдіктерінің эктомикоризасының максималды дамуы топырақтың беткі қабаттарында таралғандықтан, үлгілерді алу тереңдігі 20...25 см-ді құрады.

Құрамында саңырауқұлақ симбионтының түрін анықтау үшін кәдімгі қарағайдың 1-5 жастағы өскіндері тамыр жүйесімен бірге алынды, ал қайың тамыры вегетативті жолмен тармақталып өсетіндіктен, соған байланысты 10×10×20 см топырақ блоктары қайыңның желегінің проекциясы шегінде алынды [159]. Сынамаларды алу үшін ең алдымен орман төсенішінің жоғарғы ыдырамаған қабаты алынып тасталды (3-сурет).



а – қарағай өскіндерін тамырымен қазып алу; ә – өскіннің жалпы морфологиялық көрсеткіштерін өлшеу; б – тамыр жүйесі

Сурет 3 – Тамыр жүйелерді жинау және өлшеу

3-суретте көрсетілгендей, қылқандылар тамыр жүйесі зақымдалмаған топырақтардан алынды [160]. Кәдімгі қарағайдың өскіндері топырағымен бірге қазылып, арнайы пакеттерге жинақталды, содан кейін стационарда тамыр жүйесі топырақ бөлшектерінен мұқият босатылды (ә), сумен жуылды (б). Өскіндердің бір бөлігі сол жерде өңделді, барлық қажетті өлшемдер (өскін және тамыр ұзындығы) жасалды, олардың нәтижелері арнайы далалық зерттеу жұмыс дәптерлеріне жазылды (а). Қалған бөлігі зертханалық жағдайда әрі қарай зерттеу үшін 70 %-дық дайындалған спирт ерітіндісінде эппендорфтарға немесе шыны ыдыстарға салынды.

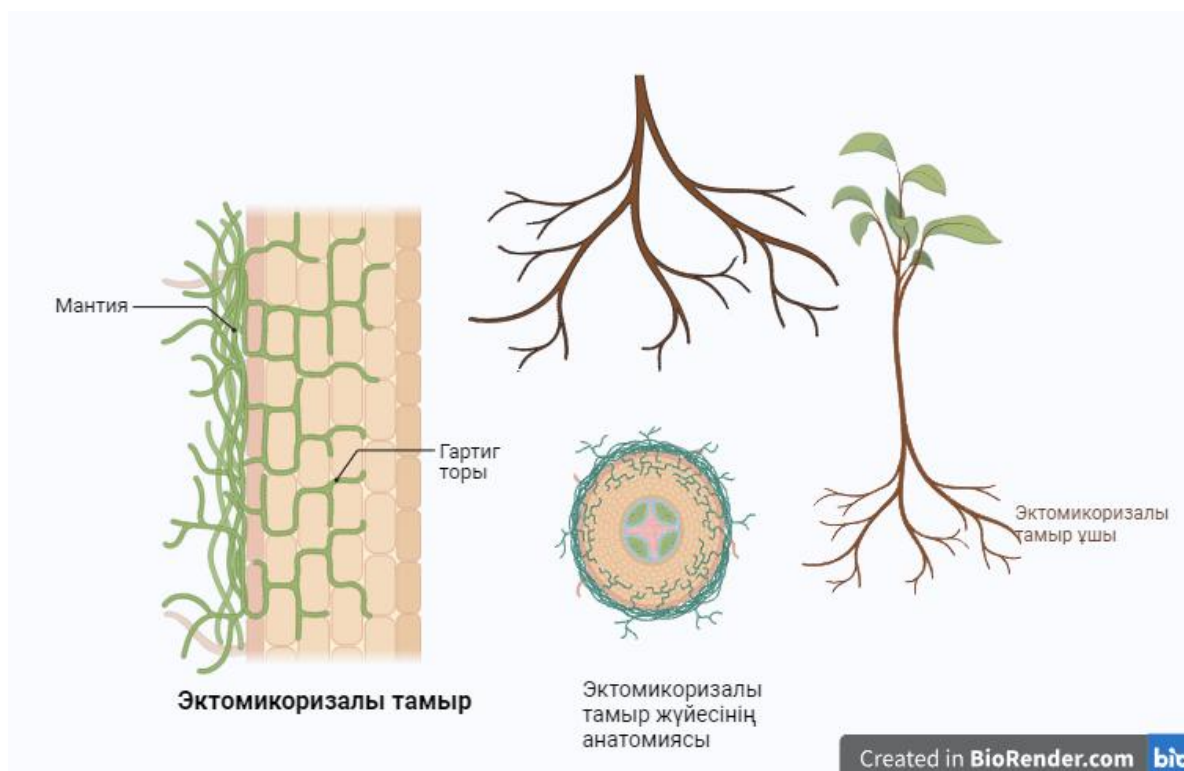
### 3.3.4 Өскіндердің макроморфологиялық белгілері

Ертіс орманы аумағында қылқан жапырақты өскіндердің микотрофия дәрежесін зерттеу барысында келесі көрсеткіштер: көшеттердің жасы, негізгі тамырдың ұзындығы, жалпы сіңіру тамырлардың саны, эктомикоризалы тамыр ұштары анықталды.

Биокулярлық үлкейткіштің астында сіңіргіш тамырлардың және жеке эктомикоризалы ұштардың саны қаралды, микоризация индексі есептелді (эктомикоризалар санының сіңіру тамырларының жалпы санына қатынасы).

$$\text{Микориза индексы} = \frac{\text{Эктомикориза саны}}{\text{Жалпы сіңіру тамыр саны}} \quad (2)$$

Макро белгілерді зерттеу кезінде олар келесі терминдерге назар аударылады. Сіңіргіш тамыр - эктомикоризалы саңырауқұлақтармен қамтылған тамырдың сіңіру аймағы. Эктомикориза (қысқаша – микориза) – сіңіргіш тамырдан пайда болған және микоризалы саңырауқұлақтың жіпшелерінің өткізгіш тамырына енуінің нәтижесінде пайда болған ерекше мүшесі; Тамыр ұштарында микоризаның әртүрлі тармақталуы кездеседі. Мысалы қарапайым тармақталмаған немесе күрделі тармақталған болуы мүмкін. Эктомикоризаларды сіңіргіш тамырлардан ажырату үшін келесі критерийлер: тамыр ұштарының пішіні мен түсінің өзгеруі және беткі гифтік жіпшелер құрылымдардың болуы бойынша ерекшеленеді. Микоризалы тамыр жүйесінің сыртқы және ішкі құрлысы 4-суретте толықтайтай бейнеленген.



Сурет 4 – Тамыр жүйесінің құрылысы

Ескерту – BioRender бағдарламасы арқылы жасалған

Зерттеу нәтижелері статистикалық талдаулармен өңделді. Деректерді өңдеу MS Excel, IBM SPSS және R studio бағдарламалары арқылы жүзеге асырылды.

### 3.3.5 Агерер бойынша кәдімгі қарағай мен қотыр қайыңның морфотиптерін анықтау (морфотиптеу әдісі)

Сынақ алаңдарында жиналған өскіндер мен топырақ блоктарынан жиналған үлгілер алюминий фольгаға оралып, +4 C<sup>0</sup> температурада тоңазытқышта сақталды. Зертханалық жұмыста өскіндер арнайы тазаланып дайындалған тамыр жүйелерін морфотиптеу әдісімен жалғастырылды.

Р. Агерердің айтуынша, экомикоризаны зерттеу кезінде, морфологиялық және анатомиялық белгілердің кешенін ескеру қажет, осыған орай тармақталу сипаты, көрсеткіштері өлшенді. Жинақталған қарағай және қайыңның тамыр жүйесін талдау, микроскоп арқылы, ішкі анатомиялық және сыртқы морфологиялық белгілерін салыстыру үшін Р. Агерердің DEEMY [161] бағдарламасы пайдаланылды.

Тамырлар ағынды сумен жуылып, 3-5 см өлшемде кесілді, тамыр ұштары үлкейткіш әйнектің астына пинцет пен қайшымен бөлінді. Морфотиптеу UCMOSO3100KPA камерасы бар Altami SMO745-T стереомикроскопының көмегімен, экомикоризаланған тамыр ұшының түсі, мантия бетінің ерекшеліктері, сыртқы мицелийдің болуы немесе болмауы, сонымен қатар DEEMY жүйесі бойынша ризоморфтардың түрі анықталды [162] (5-сурет).



а – Қарағай өскіндерінің тамыры; ә – негізгі тамыры; в – микроскоп арқылы сипаттама жасау барысында

Сурет 5 – Кәдімгі қарағайдың экомикоризаланған тамыр жүйесін өлшеу

DEEMY бағдарламасы арқылы кәдімгі қарағай мен қотыр қайыңның сұрыптап алынған тамыр жүйелерінің морфотиптік ерекшеліктері үшін тамырдың сыртындағы мантияның көрінуі немесе көрінбеуі, микориза ұшының түсі, тамырда ескі немесе жаңа микоризалардың болуы қарастырылды. Сонымен қатар, гифтердің тығыздығы, микоризаның ұзындығы, микоризаның ұштарының ұзындығы және оның негізгі осінің диаметрі өлшенді. Морфотиптің әр ерекшелену белгілеріне байланысты осы DEEMY базасында ұсынылған деректермен анықталып, ең алдымен тармақталу типі, экомикоризаның түсі және ризоморфтың таралғаны өте маңызды көрсеткіш, осы арқылы топырақтағы минералды заттарды сіңіру дәрежелері анықталды. Осы ерекшеліктерді анықтап алып тексеру парағына түсіріп, сипаттамалардың белгілерін Агерердің «Colour Atlas of Ectomycorrhizas» бірнеше томдық кітабын пайдалана отырып, экомикоризалы тамыр ұштарының түрлері анықталды.

Деректер арнайы жасалған тексеру парағына енгізілді. Тексеру парағына таңдалған эктомикоризаларды суретке түсіріп, ДНҚ анықтау үшін 70% этанолға оқшаулап орналастырылды [163].

3.3.6 Эктомикоризалы тамыр ұштарын ДНҚ әдісімен идентификациялау ДНҚ оқшаулау. Таңдалған ЕСМ тамыр ұштарынан ДНҚ-ны оқшаулау қоса берілген хаттамаға негізделген стандартты Qiagen жиынтығын қолдану арқылы жүзеге асырылды [164]. ПТР реакциясы эмбебап праймерлермен орындалды. Үлгілердің ДНҚ аймағының ITS фрагментін күшейту өнімдерінің ПТР электрофореграммасы жасалды. ITS1F және ITS-4B праймерлері ITS ядролық ДНҚ бөлігін күшейту және секвенирлеу үшін пайдаланылды. Реттілік Abi 3130 генетикалық анализаторында (Applied Biosystems) жүргізілді, содан кейін алынған мәліметтер BioEdit Sequence Alignment Editor қосымшасында өңделді. Жалпы және түрлік таксондар бойынша ЕСМ саңырауқұлақтарын анықтау GenBank-ашық дерекқорындағы анықтамалық тізбектермен салыстыру арқылы және BlastN алгоритмін қолдану арқылы жүзеге асырылды [165]. Саңырауқұлақ ДНҚ-ның рибосомалық гендерінің учаскелері үшін белгіленген 97-100% төменгі шекті ескере отырып жасалды (Koljalg et al., 2013).

Алынған материалды BioEdit бағдарламасында өңдеп, NCBI базасына BLAST бөліміне гендік тізбекті орнатып, түрлік сәйкестігі анықталды.

Нуклеотидтер тізбегі SeqScape 3.0 немесе Vector Nti Advance 11.5.1 бағдарламалық жасақтамасының көмегімен қолмен тексеріліп, өңделді. Кейіннен олар BlastN (Altschul et al., 1990) [166] жаңадан алынған ITS тізбегі GenBank-ке бірегей тіркеу нөмірлерімен сақталды.

ДНҚ маркерлерінің барлық белгілі тізбектерінің ішінде халықаралық саңырауқұлақтарды штрихкодтау консорциумы ядролық ДНҚ рибосомалық гендерінің ITS аймағын саңырауқұлақ түрлерін анықтаудың молекулярлық-генетикалық әдісінің негізгі маркері ретінде қолданылды [167].

### 3.3.7 Үлгі алаңдарында жиналған топырақ блоктарына талдау жүргізу

Далалық зерттеу жұмыстары 2021-2023 жылдары шілде және тамыз айларында жүргізілді.

Топырақ сынамаларын алу диаметрі 5 см және 30 см күректер арқылы жүзеге асырылды. Сынама алу нүктелері Суви әдісі (Suvi, 2005, Ishida et al. 2007, Smith 2011) бойынша әр түрлі жастағы қарағай мен қотыр қайыңның өскіндерінен, сондай-ақ ересек ағаштардан алынды. Ағаштан 10-нан 100 см-ге дейінгі арақашықтықта ағаш желегінің проекциясында орта есеппен 15-30 см қашықтықта үлгілер алынды.

Әрбір ағаш үшін діннің қарама-қарсы жағынан орта есеппен екі топырақ блоктары таңдалды. Әр түрлі жастағы өскіндер бүкіл тамыр жүйесімен топырақтан толығымен босатылды. Содан кейін топырақ блоктары бөлек горизонттарға бөлініп, қарағай мен қайыңның осьтік қабығы мен микоризалы ұштары топырақтан мұқият тазартылды. Қалған топырақ блоктары топырақты талдау үшін зертханаға жіберілді.

Таңдалған топырақ үлгілерінде келесі сараптамалар жүргізілді: Н.А. Качинскийдің әдісі бойынша топырақтың гранулометриялық және микроагрегат құрамы анықталды. Топырақтың физикалық қасиеттері (топырақтың тығыздығы, топырақтың қатты фазасының тығыздығы пикнометриялық әдіспен, есептеулер бойынша кеуектілігі, термостат-салмақ әдісімен топырақ ылғалдылығы), топырақтың гранулометриялық құрамын Н.А. Качинскийдің тамшылату әдісімен анықталды [168]. Физика-химиялық қасиеттерін анықтау потенциометриялық әдіспен, рН трилонометриялық әдіспен, жұтылған негіздердің қосындысы И.В. Тюрин әдісі бойынша карашірінді, фосфор, азот, калийді Б.П. Мачигин әдісімен анықталды [169].



## 4 ЗЕРТТЕУ ЖҰМЫСЫНЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ

### 4.1 «Ертіс орманы» резерваты Шалдай, Первомай, Заводск, Тайбағар, Көктерек, Майқарай орманшылықтарындағы ормандардың микобиотасы

Зерттеу жұмыстарының маршруттары Ерекше қорғалатын табиғи аумақтар (ЕҚТА) құрамына кіретін Солтүстік-Шығыс Қазақстанда орналасқан «Ертіс орманы резерватында» жүргізілді.

Солтүстікте орналасқан еліміздің бірегей бағалы, құнды орман құраушы ағаштары өсетін маңызы бар орман табиғи резерваты болып табылады, оның жалпы ауданы 721 361 га алуда. «Ертіс орманы» мемлекеттік табиғи орман резерваты аумағында 16 орманшылық бар. Зерттеу жұмыстары үлгі алаңдары маршруттық экспедиция мүшелерімен бірге жүріп саңырауқұлақтар табылған қорғау және пайдалану ерекшеліктеріне байланысты 6 орманшылықтар аумағынан таңдалды.(6-сурет) Олардың орман экожүйесі әр түрлі Шалдай, Первомай, Заводск, Тайбағар, Көктерек, Майқарағай орманшылықтарында үлгі алаңдары салынды. Үлгі алаңдарындағы алқағаштардың таксациялық көрсеткіштері өлшенді және геоботаникалық белгілері сипатталды.

Ерекше қорғалатын табиғи аумақтар қорғау және пайдалану түрлері бойынша екіге бөлінеді:

1) қорық режимінің аймағы-генетикалық ресурстарды, биологиялық алуантүрлілікті, экологиялық жүйелер мен ландшафттарды ұзақ мерзімді сақтауға арналған, қорғалатын аймақ;

2) буферлік аймақ-экологиялық бағдарлама негізіндегі шаруашылық қызметті жүргізу және биологиялық ресурстарды тұрақты ұлғайту, молықтыру үшін пайдаланылатын аумақ учаскесі (ҚР Орман Кодексі, 2003).



Сурет 6 – «Ертіс орманы» резерватындағы сынақ алаңдарының сұлбасы

Зерттеу аумағындағы негізгі орман құраушы ағаш түрі – қарағай, қайың мен көктерек жатады, олар кей жерлерде қарағаймен аралас орман алқаптарын құрайды. Көктерек әдетте, қарағайлы ормандардың жиектерінде орналасады, ал қайың, әдетте, жер асты суларының жақын жағдайында жер бедерінің ойпаңдарда өседі. Көбінесе орман астары кездеспейді. Шөптесін өсімдіктерден қызыл мия, бетеге, киякөлең, қырықбуын т.б. кездеседі.

Қарағайлы ормандарда шалғынды - дала өсімдік топтары - қоңыр топырақтарда таралады.

Бетегелі-селеулі формацияның негізгі компоненттеріне ксерофитті дақылдар: боз бетеге, аз таралған түрі қоңырбас және т.б. жатады. Бұл формациядағы түрлердің жалпы саны қырықтан аспайды, ал жобалы қамтылуы 50%, оларға аз гүлдейтін сылдыршөп, кекіре, нағыз қызыл бояу, ұзын жапырақты құмдақшөп, қияқ қалампыр, шашақты аққаңбақ, сары жоңышқа, қазтабан және т.б. жатады.

Қарағайлы ормандардың төменгі қабатында және оларға іргелес бөліктерде ашық шалғындар кездеседі.

Үлгі алаңдарын зерттеу барысында, орман қауымдастығының құрам бөліктері әр түрлі таралғаны байқалды. Ол орман типіне және топырағына байланысты болды. Ылғалды, балғынды қарағайлы типтерінде орман астарына, шөптесін өсімдіктеріне, өсімталға, топырақтың тірі жамылғысына мүк пен қыналар көп кездесті. Ал, құрғақ қарағайлы орман типтерінде орман астары тіпті байқалмады.

Зерттеу алаңдарының таксациялық және геоботаникалық сипаттамалары 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2 – Үлгі алаңдарының таксациялық және геоботаникалық сипаттамасы

Орманшылықтың атаулары	Шалдай	Тайбағар	Көктерек	Первомай	Заводск	Майкарағай
1	2	3	4	5	6	7
Ауданы, га	1,5	0,3	7,0	4	3,7	5,0
Орман типі	Қ <sub>3</sub> Балғын қарағайлы	Қ <sub>н4</sub> Ылғалды қайыңды	Қ <sub>3</sub> Балғын қарағайлы	Қ <sub>3</sub> Балғын қарағайлы	Қ <sub>2</sub> Құрғақ қарағайлы	Қ <sub>2</sub> Құрғақ қарағайлы
Орман құрамы	10Қ+Кт	10Қн	10Қ	9Қ1Қн	10Қ+Қн	10Қ
Орташа биіктігі, м	21	14,5	18	22	20	16
Орташа диаметрі, см	21	22	12-16	26	26	14
Орташа жасы, ж	70	74	70	80	80	35

2-кестенің жалғасы						
1	2	3	4	5	6	7
Жас класы	III	IV	III	IV	IV	II
Толымдылығы	0,5	0,6	0,4	0,7	0,7	0,4
Бонитеті	II	III	II	III	II	III
Балауса ағаштар, өскін, дана	1 га-да 2000 дана	Қайың $H_{ор} = 6,0$ м $D_{ор} = 2,5$ см	Қарағай өскіндері $H_{ор} = 8,0$ м $D_{ор} = 3,5$ см	Қарағай $H_{ор} = 1,2$ м 1 га-да 2000 дана қарағай өскіндері	Көктерек $H_{ор} = 5,0$ $D_{ор} = 1,0$ Қарағай $H_{ор} = 0,7$	Қайың
Орман астары	жоқ	итмұрын	-	Итмұрын, тобылғы	-	Тобылғы
Өсімдік жамылғысы	өте аз мөлшерде қызыл мия, қия көлең	Қазтабан, Қиякөлең, Жолжелкен, дала бұршағы	Аз мөлшерде бидайық, қызыл мия	Қызыл мия, қарғатұяқ, қазтабан, қиякөлең	Аз мөлшерде қызыл мия, қиякөлең	Бидайық, Қызыл мия, жусан
Топырақтың тірі жамылғысы	Мүк, қына	Мүк	-	Аз мөлшерде мүк таралған	Мүк	-
Сүректің қоры, м <sup>3</sup> /га	200	200	160	190	190	-
Микобиотасы	Қозықұйрық	Қозы қарын, Қатар құлақ Қозықұйрық	Ақ шыбын жұт Қызыл шыбынжұт Қатарқұлақ Қозықұйрық Терекқұлақ Қайыңқұлақ	Қайың ағашының тамырында саңырауқұлақ табылды, түлкіжем қозықұйрық шыбынжұт	Қозықұйрық	Саңырауқұлақтар табылмады
Ескертулер: 1. Қ-қарағай. 2. Қң-қайың. 3. Кт-көктерек						

2-кестеде көрсетілгендей орманшылықтардың геоботаникалық және таксациялық көрсеткіштері бойынша жеке талдау жасалды.

Тайбағар орманшылығы: орман типі Қ<sub>4</sub>, ауданы 0,3 га, құрамы 10Қ. Өте ылғалды аумақ болғандықтан шөптесін өсімдіктері биіктеу ол жерлерде көбіне қызыл мия және қырықбуын кездеседі.

Көктерек орманшылығы: орман құрамы 10Қ, орман типі Қ<sub>3</sub>, топырағы ылғалды, толымдылығы 0,4. Жас өскіндердің табиғи жаңаруы жақсы. Қайың  $H_{орт} = 15-18$  м,  $D_{орт} = 12-16$  см. Балауса ағаштардың биіктігі – 8 м, диаметрі – 3,5 см болды. Бұл жерлер Шаха ауылынан 25-26 км орналасқан, сонымен қатар жергілікті халық мал шаруашылығымен айналысады.

Шалдай орманшылығы: 73 орам, телім 28, жалпы ауданы 1,5 га, орман типі  $K_3$ , құрамы  $10K+Kт$ , қарағайдың орташа жасы 70 ж., қайың 20 ж., толымдылығы 0,7, бонитет II. Қарағайдың орташа биіктігі  $H_{орт}=21$  м,  $D_{орт} = 16-20$  см. Жасы класы –IV, орман құрамы  $9Kт1K$ , биіктігі – 5 м, диаметрі 10 см. Толымдылығы 0,5. Балауса ағаштар 1 га-да 2000 мың дана. Орман астары – жоқ. Өсімдік жамылғысы өте аз мөлшерде қызыл мия, қиякөлең.

Первомай орманшылығы: 11 орам, 21 телім, жалпы ауданы 0,1 га, орман типі  $K_3$ , құрамы  $9K1Kн$ , қарағайдың орташа жастары 80 ж., қайың 20 ж., толымдылығы 0,7, бонитет II. Қарағай орташа биіктігі  $H_{орт}=22$  м,  $D_{орт} = 26$  см, қайың  $H_{орт}=9$  м,  $D_{орт} = 6$  см. Жасы класы –IV, II. Балауса ағаштар  $10K$ , биіктігі – 2,1 га-да өскін 2000 мың дана. Орман астары – бұталы итмұрын. Өсімдік жамылғысынан қиякөлең, қырықбуын кездеседі.

Заводск орманшылығы: 30 орам, 7 телім, жалпы ауданы 3,7 га, орман типі  $K_2$ , құрамы  $10K+Kн$ , орташа жастары – қарағай 80 ж., қайың 20 ж., толымдылығы 0,7, бонитет II. Қарағайдың орташа биіктігі  $H_{орт}=20$  м,  $D_{орт} = 26$  см, қайың  $H_{орт}=9$  м,  $D_{орт} = 6$  см. Жас класы –IV.

Майқарағай орманшылығы: жалпы ауданы 5 га, балғын қайыңды орман типі,  $10 K$ , құрғақ топырақты, қарағай өскіндері кездесті. Өсімдік жамылғысынан: бидайық, қызыл мия, жусан.

Аталған үлгі алаңдарынан саңырауқұлақтар әдістемеге сай табиғи жағдайда суретке түсіріліп, координаттары, анықтаған коллектрдің тегі мен аты-жөні, сонымен қатар саңырауқұлақтар алынған жинау күні, арнайы орындары орман алқабы, орамы, телімі немесе басқа да белгілері өсіп тұрған алқаағаштардың құрамы, орман астары, шөп түрлері, орман типі толықтай сипатталып жазылып, материалдар жиналды және стационарлық жағдайда морфологиялық белгілері және микро құрылыстары арқылы анықталды. Жиналған макромицеттерге арнайы этикетка толтырылды. Оларды кептіріп, этикеткасын жаңартып, коллекция құрылды (7-сурет).



а

ә

б

а - кәдімгі қарағай орманы; ә - жас өскіндердің таралуы; б - қалпақшалы саңырауқұлақтарды жинау

Сурет 7 – Зерттеу алаңдарында макромицеттерді жинау, парақ 1



В

Г

Ф

в - *Sulilus granulatus*; г - *Amanita* sp., 1; ф - *Amanita* sp., 2

Сурет 7, парақ 2

Маршруттық экспедициялық зерттеу барысында үлгі алаңдарында саңырауқұлақтардың таралуы әр түрлі болды. Ол зерттеу жылдарында температура бірде құрғақ және керісінше жауын-шашын аз болды. Зерттеу алаңдарында жиналған қалпақшалы саңырауқұлақтардың түрлері анықталып, жүйе бойынша жіктелді (3-кесте).

Кесте 3 – Ертіс орманы резерватының әртүрлі микобиотасы

Қатары	Тұқымдасы	Туыс саны	Түр саны	Табылған макромицеттер саны
1	2	3	4	5
Agaricales	<i>Agaricaceae</i>	1	1	<i>Agaricus campestris</i>
	<i>Amanitaceae</i>	1	4	<i>Amanita muscaria</i> , <i>Amanita pantherine</i> , <i>Amanita vaginata</i> <i>Amanita</i> sp.
	<i>Boletaceae</i>	1	4	<i>Leccinum scabrum</i> , <i>Leccinum vulpinum</i> , <i>Leccinum versipelle</i> , <i>Leccinum aurantiacum</i>
	<i>Cortinariaceae</i>	1	1	<i>Cortinarius</i> sp. 1 <i>Cortinarius</i> sp. 2 <i>Cortinarius</i> sp. 3
	<i>Omphalotaceae</i>	1	1	<i>Gymnopus dryophilus</i>
	<i>Tricholomataceae</i>	3	4	<i>Tricholoma frondosae</i> , <i>Melanoleuca zaaminensis</i> , <i>Tricholoma focale</i> , <i>Lepista flaccida</i>
	<i>Lyophyllaceae</i>	1	1	<i>Lyophyllum decastes</i>
	<i>Lycoperdaceae</i>	2	2	<i>Calvatia utriformes</i> <i>Lycoperdon norvegicum</i>
	<i>Marasmiaceae</i>	1	1	<i>Rhodocollybia</i> sp.

### 3-кестенің жалғасы

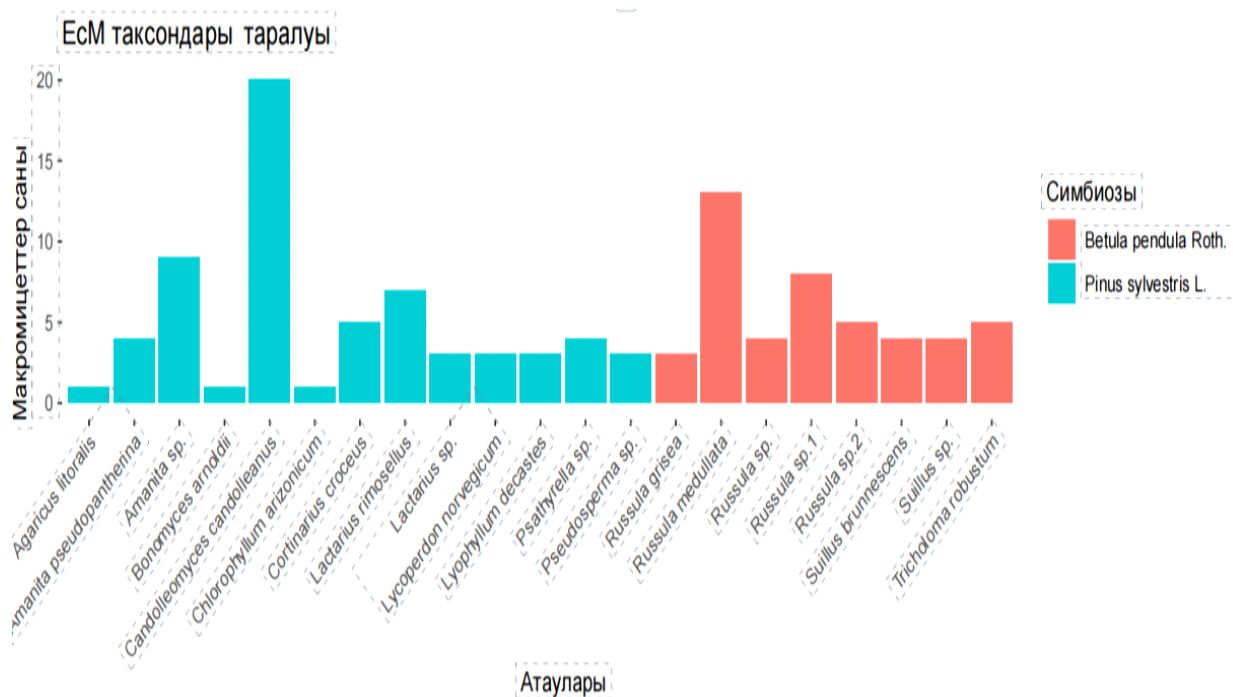
1	2	3	4	5
	<i>Psathyrellaceae</i>	2	2	<i>Candolleomyces candolleanus</i> <i>Psathyrella sp.</i>
	<i>Pluteaceae</i>	1	1	<i>Pluteus sp.</i>
	<i>Inocybaceae</i>	1	1	<i>Inosperma cookei</i>
	<i>Strophariaceae</i>	1	1	<i>Pholiota flavida</i>
<i>Boletales</i>	<i>Gomphidiaceae</i>	2	3	<i>Chroogomphus mediterraneus</i> , <i>Gomphidius roseus</i> , <i>Chroogomphus rutilus</i>
	<i>Suillaceae</i>	1	3	<i>Suillus luteus</i> , <i>Suillus bovinus</i> , <i>Suillus granulatus</i>
	<i>Paxillaceae</i>	1	1	<i>Paxillus involutus</i>
<i>Gloeophyllales</i>	<i>Gloeophyllaceae</i>	2	2	<i>Neolentinus lepideus</i> , <i>Gloeophyllum trabeum</i>
<i>Polyporales</i>	<i>Polyporaceae</i>	3	5	<i>Fomes fomentarius</i> , <i>Fomitopsis pinicola</i> , <i>Polyporus sp.</i> , <i>Polyporus ciliatus</i> , <i>Polyporus brumalis</i>
<i>Thelephorales</i>	<i>Bankeraceae</i>	4	4	<i>Bankera fuligineoalba</i> <i>Hydnellum sp.</i> , <i>Boletopsis grisea</i> <i>Sarcodon sp.</i>
<i>Russulales</i>	<i>Russulaceae</i>	2	10	<i>Russula nauseosa</i> , <i>Russula sp.</i> , <i>Russula adusta</i> , <i>Russula grisea</i> , <i>Lactarius rimosellus</i> , <i>Russula medullata</i> , <i>Lactarius controversus</i> , <i>Russula sp.1</i> , <i>Russula sp.2</i> , <i>Lactarius sp.</i>
6	Жалпы:	32	54	54

3-кестеде көрсетілгендей, далалық зерттеу жұмыстары Ертіс орман резерватының әртүрлі микобиотасында жүргізілді. Үлгі алаңдарынан 390 үлгі жиналды, олар 6 қатар, 21 тұқымдас, 32 туыс және 54 түрді құрады.

Зерттеу барысында *Pinus sylvestris* L. микоризалық байланысқа *Suillus bovinus*, *Suillus granulatus*, *Suillus sp.*, *Suillus luteus*, *Cortinarius sp. 1*, *Cortinarius sp. 2*, *Cortinarius sp. 3*, *Tricholoma robustum*, *Inosperma cookei*, *Chroogomphus mediterraneus*, *Gomphidius roseus*, *Chroogomphus rutilus*, *Bankera fuligineoalba*,

*Pluteus sp.*, *Psathyrella sp.* түрлерімен селбесіп өмір сүреді. Сонымен қатар, *Betula pendula* Roth.-нен бір орман экожүйесінде *Leccinum scabrum*, *Leccinum vulpinum*, *Leccinum versipelle*, *Leccinum aurantiacum*, *Russula nauseosa*, *Russula grisea*, *Lactarius rimosellus*, *Russula medullata*, *Lactarius controversus*, *Russula sp.1*, *Russula sp.2.*, *Lactarius sp.* бірге симбиоздық қауымдастық құрағаны анықталды. Алайда орман биоценозында эктомикоризалық байланысы бірнеше ағаш өсімдіктерімен селбесетін, мысалы *Paxillus involutus*, *Amanita muscaria*, *Amanita pantherina*, *Amanita vaginata* түрлері кәдімгі қарағай, қотыр қайың, көтерекпен бірлесе өседі. Аралас ормандарда, яғни кәдімгі қарағай және көктерек өскен жерлерде *Tricholoma frondosae* табылды. Сонымен бірге, *St* (stramentum)– орман төсенішінде өсетін сапрофиттер - *Gymnopus dryophilus*, *Melanoleuca zaaminensis*, *Lyophyllum decastes*, *Calvatia utriformes*, ал сүректердегі сапротрофтылар *Le* (lignum epigeum)- *Lycoperdon norvegicum*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Polyporus ciliatus*, *Polyporus brumalis* түрлері кездесті.

2019 жылы аз мөлшерде *Agaricus litoralis*, *Amanita pseudopntherina*, *Amanita sp.*, *Boninomyces arnodi*, ал *Candolleomyces candolleanus*, *Russula medulata* түрлері көп кездесті (8-сурет).



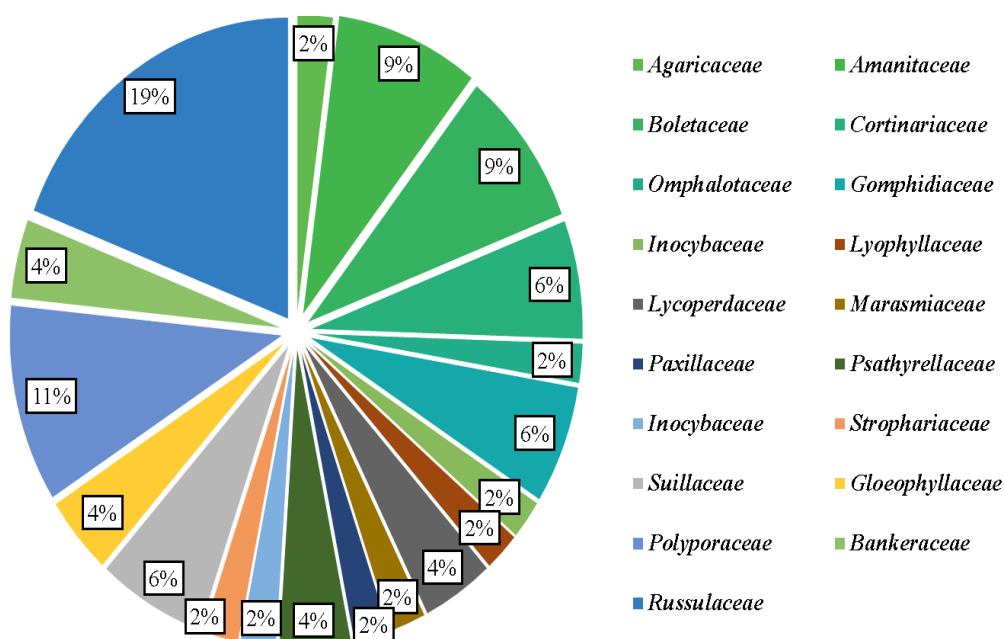
Сурет 8 – *Betula pendula* Roth., *Pinus sylvestris* L. орман экожүйелерінде макромицеттердің таралуы

Орман экожүйелерінде микоризалы (ЕсМ) және орман төсенішінде өсетін сапрофиттер *St* (stramentum), сүректердегі сапротрофтылар *Le* (lignum epigeum) кездесті. Ал, микоризалы макромицеттер өздерінің трофикалық ерекшеліктеріне қарай *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. жеке немесе кейбір түрлері қылқандылар және жапырақтылармен де эктомикориза құрайтын қабілетке ие екендігі анықталды (4-кесте).

Кесте 4 - «Ертіс орманы» орманындағы саңырауқұлақтар тұқымдастарының пайыздық көрсеткіштері

Тұқымдастар	Түрлерінің саны	Пайыздық көрсеткіші, %
<i>Agaricaceae</i>	1	2,1
<i>Amanitaceae</i>	4	8,5
<i>Boletaceae</i>	4	8,5
<i>Cortinariaceae</i>	3	6,4
<i>Omphalotaceae</i>	1	2,1
<i>Gomphidiaceae</i>	3	6,4
<i>Inocybaceae</i>	1	2,1
<i>Lyophyllaceae</i>	1	2,1
<i>Lycoperdaceae</i>	2	4,3
<i>Marasmiaceae</i>	1	2,1
<i>Paxillaceae</i>	1	2,1
<i>Psathyrellaceae</i>	2	4,3
<i>Inocybaceae</i>	1	2,1
<i>Strophariaceae</i>	1	2,1
<i>Suillaceae</i>	3	6,4
<i>Gloeophyllaceae</i>	2	4,3
<i>Polyporaceae</i>	5	10,6
<i>Bankeraceae</i>	2	4,3
<i>Russulaceae</i>	9	19,1

Резерват аумағындағы қарағаймен макромицеттердің ішінен пайыздық көрсеткіші бойынша ең жоғары көрсеткіш *Suillaceae*, *Cortinariaceae* және *Gomphidiaceae* – 6,4%, *Amanitaceae*, *Boletaceae* -8,5%, *Polyporaceae* -10,6 %, *Russulaceae* -19,1, ал *Marasmiaceae*, *Paxillaceae*, *Inocybaceae*, *Lyophyllaceae*, *Agaricaceae* тұқымдастарға жататын таксондық түрлері ең аз кездесті (9-сурет)



Сурет 9 – Анықталған саңырауқұлақтар тұқымдастарының пайыздық көрсеткіші



*Psathyrellaceae* және *Gloeophyllaceae* тұқымдастарының орташа көрсеткіштерге екеуінің де 4,6%-ды құрады. Кәдімгі қарағай өскен орманшылықтарда жиналған саңырауқұлақ саны - 184 дананы құрады. Олар жүйеленуі бойынша 1 класс, 1 қатар, 11 тұқымдас, 24 түрге бөлініп, жүйеленді. Атап айтқанда, кәдімгі қарағаймен эктомикоризалық байланыста базидиомицеттер классының *Agaricales* қатарына: *Agaricaceae*, *Amanitaceae*, *Cortinariaceae*, *Inocybaceae*, *Lycoperdaceae*, *Paxillaceae*, *Paxillaceae*, *Psathyrellaceae*, *Pseudoclitocybaceae*, *Suillaceae*, *Tricholomataceae* тұқымдастары кіретіндігі анықталды.

Саңырауқұлақтардың орманшылықтарда кездесуі орман типіне және өсіп тұрған ағаштарына да байланысты екендігі байқалды. Үлгі алаңдарындағы орман типі мен құрамы жайлы мәліметтер 5-кестеде көрсетілген.

Кесте 5 – Саңырауқұлақтар жиналған үлгі алаңдарының сипаттамасы

Орманшылықтар	Координаттар	Орман типі	Орман құрамы
Тайбағар	51°52'7" с.е., 78° 4' 58" ш.б., теңіз деңгейінен б. 80 метр	Қ <sub>4</sub>	10Қ
Көктерек	51°42'46" с.е., 78° 59' 18" ш.б., т.д. б. 160 м.	Қ <sub>3</sub>	10Қ
Майқарағай	51°42'21" с.е., 79° 0' 6" ш.б., т.д. б. 170 м.	Қ <sub>2</sub>	10Қ
Шалдай	51°54'26" с.е., 78° 44' 5" ш.б., т.д.б. 170 м.,	Қ <sub>3</sub>	10Қ+Қт
Заводск	51°58'36" с.е., 79° 0'43" ш.б., т.д.б. 170 м.	Қ <sub>2</sub>	10Қ+Қң
Первомай	51°56'34" с.е., 79° 6'18" ш.б., т.д.б., 160 м.	Қ <sub>3</sub>	9Қ1Қң

Зерттеу аумағындағы орман типтері балғын қарағайлы, ылғалды және құрғақ болды. Тайбағар, Көтерек, Майқарағай орманшылықтарында ағаш құрамы 100% таза қарағайлы, ал Шалдай және Заводск орманшылығында қарағаймен қоса, көктерек, қайың бірлесе кездесті. Первомай орманшылығында 90% қарағай, 10% қайың өседі. Осы ерекшеліктерге байланысты макромицет сандары әртүрлі болды (6-кесте).

Кесте 6 – Орманшылықтарда жиналған макромицеттердің түрлері және саны

Макромицеттер түрлері	Орманшылықтар					
	Тайбағар	Көктерек	Майқараға й	Шалдай	Заводск	Первомай
1	2	3	4	5	6	7
2019-2020 ж						
<i>Agaricus sp.</i>					1	
<i>Amanita muscaria</i>				10		
<i>Amanita pantherina</i>		2	2	2	5	7
<i>Amanita sp.</i>	2					
<i>Amanita pseudopantherina</i>					3	1
<i>Cortinarius sp. 1</i>				1		1
<i>Cortinarius sp. 2</i>				2		
<i>Cortinarius sp.3</i>				5		
<i>Gomphidius roseus</i>	2					
<i>Pseudosperma sp.</i>		2		3		
<i>Lycoperdon sp.</i>			3			
<i>Paxillus involutus</i>					5	
<i>Candolleomyces candolleanus</i>		1				7
<i>Candolleomyces sp.</i>		2				1
<i>Suilius bovinus</i>	3				10	10
<i>Suillus luteus</i>	4	1				
<i>Suillus bovinus</i>				5		
<i>Suillus sp.1</i>	1			9		10
<i>Suillus sp.2</i>		1			3	
<i>Suillus sf. granulatus</i>	1			5		
<i>Tricholoma robustum</i>				2		2
Жалпы саны	13	9	5	44	27	39
2021-2023 ж						
<i>Agaricus campestris</i>					1	
<i>Amanita muscaria</i>				20		10
<i>Amanita pantherine</i>		2	2	2	5	8
<i>Amanita vaginata</i>	2				4	6
<i>Leccinum scabrum</i>					4	2
<i>Leccinum vulpinum</i>				3		1
<i>Leccinum versipelle</i>		1		2		
<i>Leccinum aurantiacum</i>				5		5
<i>Suilius bovinus</i>	3					
<i>Suillus granulatus</i>		2		4		10
<i>Suillus sp.</i>			4			
<i>Suillus luteus ,</i>					8	
<i>Cortinarius sp. 1</i>		3				7
<i>Cortinarius sp. 2</i>			6		5	
<i>Gymnopus dryophilus</i>			5			
<i>Tricholoma frondosae</i>	3					
<i>Melanoleuca zaaminensis</i>	2					

6-кестенің жалғасы

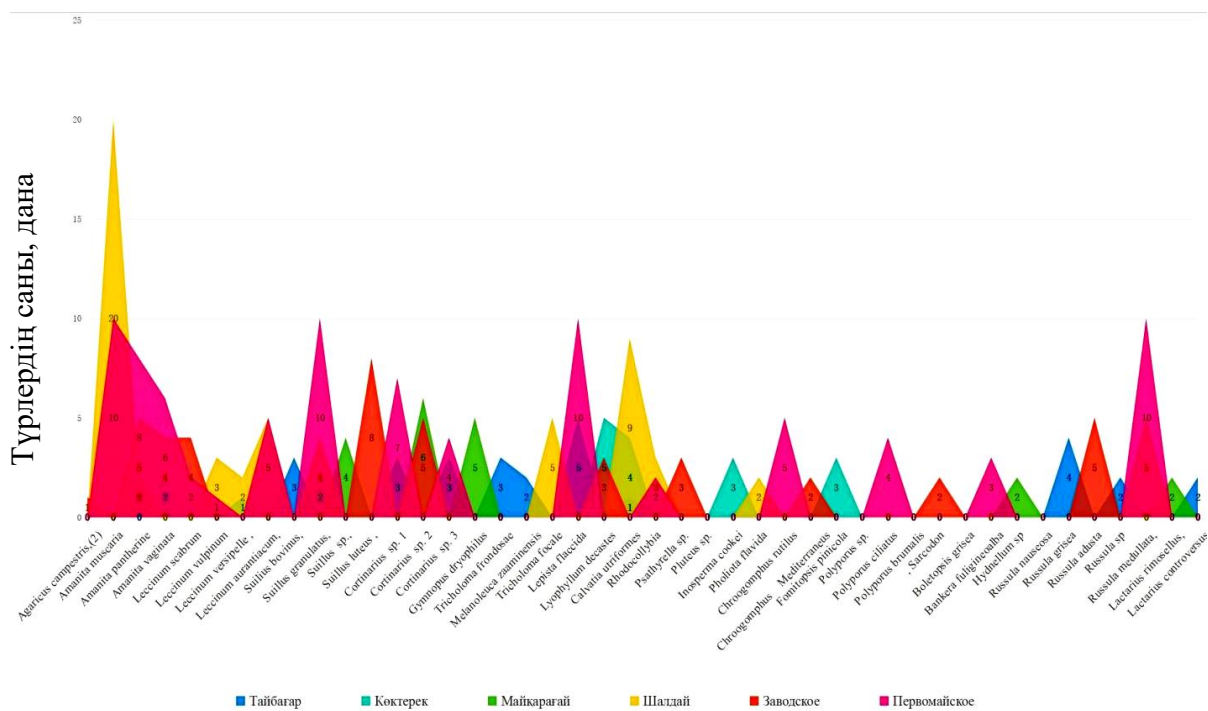
1	2	3	4	5	6	7
<i>Tricholoma focale</i>				5		
<i>Lepista flaccida</i>	5					10
<i>Lyophyllum decastes</i>		5			3	
<i>Calvatia utriformes</i>	1	4		9		
<i>Rhodocollybia</i>				3		2
<i>Psathyrella sp.</i>					3	
<i>Pluteus sp.</i>						
<i>Inosperma cookei</i>		3				
<i>Pholiota flavida</i>				2		
<i>Chroogomphus rutilus</i>						5
<i>Chroogomphus Mediterraneus</i>					2	
<i>Fomitopsis pinicola</i>		3				
<i>Polyporus sp.</i>						
<i>Polyporus ciliatus</i>						4
<i>Polyporus brumalis</i>						
<i>Sarcodon</i>					2	
<i>Boletopsis grisea</i>						
<i>Bankera fuligineoalba</i>						3
<i>Hydnellum sp</i>			2			
<i>Russula nauseosa</i>						
<i>Russula grisea</i>	4					
<i>Russula adusta</i>					5	
<i>Russula sp</i>	2					
<i>Russula medullata,</i>					5	10
<i>Lactarius rimosellus,</i>			2			
<i>Lactarius controversus</i>	2					
<i>Жалпы саны</i>	24	23	21	55	47	83

Саңырауқұлақтардың сандарына қарай, ең көп Первомай орманшылығында 39 дана, Шалдайда 44 дана, ал ең аз Майқарағай, Көктерек және Тайбағар орманшылықтарында кездесті. 2021-2023 жж. Первомай 83, Шалдай 55, Заводск 47 дана, ал Тайбағар 24, Көктерек 23, Майқарағай 21 дана макромицетке жетті. 2019-2020 жж. саңырауқұлақ санының аз болуы сол жылдары «Ертіс орманы» резерваты аумағында құрғақшылық болды, ал 2021-2023 жж. макромицеттердің саны екі есеге жуық көп болғанын аңғаруға болады, бұл сол жылдары жауын-шашынның, яғни ылғалдың көп мөлшерде болғанын байқаймыз (10-сурет).

Бұл алқашқы екеуінде саны басқалардан көбірек болғаны, ылғалды қарағайлы орман типімен түсіндіріледі. Тайбағар орманшылығында ылғалдылық жоғары және шөп жамылғысы биіктеу болғандықтан макромицеттер аз өскен, Майқарағай орманшылығында құрғақ қарағайлы орман типіне байланыстығын көреміз.

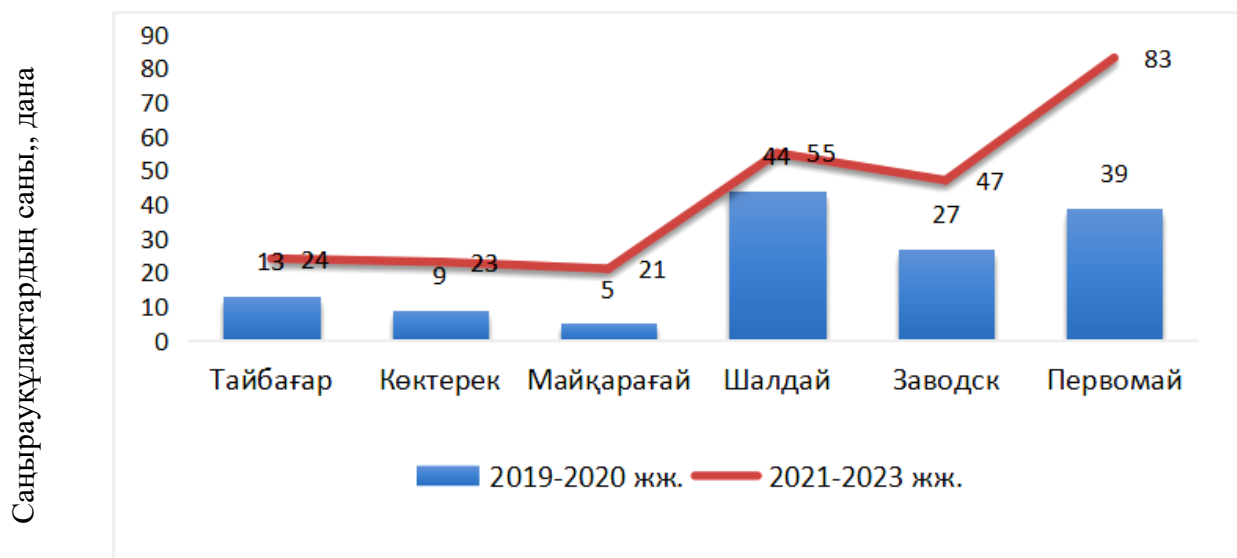
Резерват аумағындағы саңырауқұлақтың биоалуантүрлілігінің ішінде жиі кездескен түрлер: *Amanita muscaria*, *Amanita pantherina*, *Suillus bovinus*,

*Leccinum scabrum*, *Leccinum aurantiacum*, *Russula medullata*, *Lyophyllum decastes*, *Tricholoma focale*.



Сурет 10 – 2021-2023 жж. орманшылықтарда анықталған түрлері

2021-2023 жылдар аралығында Тайбағар, Көктерек, Майқарағай, Шалдай, Заводск (11-сурет), Первомай орманшылықтардағы үлгі алаңдарынан макромицеттердің 253 дана жиналды, ал 2019-2020 жж. 137 дана болған (7-кестеде көрсетілген).



Сурет 11 – Үлгі алаңдарында жиналған макромицеттердің биоалуантүрлілігі

Кесте 7 – Макромицеттердің орманшылықтарда жиналған саны туралы мәлімет

Орманшылықтар	2019-2020 жж.	2021-2023 жж.
Тайбағар	13	24
Көктерек	9	23
Майқарағай	5	21
Шалдай	44	55
Заводск	27	47
Первомай	39	83
Жалпы саны	137	253

#### 4.2 Эктомикоризалы тамырлардың макроморфологиялық сипаттамалары

Шалдай, Тайбағар, Первомай, Майқарағай, Заводск, Көктерек орманшылықтарының орман биогеоценозында негізгі орман құраушы түрлерінің өсуі мен дамуына, сонымен қатар топырақ жамылғысы жағдайының жақсаруына әртүрлі құбылыстар әсер етеді. Мұндай құбылыс орман экосистемасындағы ағаш тамырлары мен саңырауқұлақтардың селбесіп өмір сүруін микоризалық байланыс деп аталады. Микоризалық саңырауқұлақтарды толық зерттеу үшін жер асты ризосферасын талдау қажет етеді.

Осы жұмыстың әдеби шолуында Қазақстандағы эктомикоризалық зерттеу жұмыстарында көрсетілгендей, Ертіс орманы аумағында тек макромицетті саңырауқұлақтарын зерттеген, алайда негізгі орман құраушы түрлердің микотрофиясын бағалау жұмыстары жүргізілмеген. Дегенмен, эктомикоризалар өсімдіктер қауымдастықтарының қызметінде орасан зор рөл атқаратыны белгілі. Бұл мәселені зерттеудің ең қолжетімді жолы - микоризалы тамыр ұштарының макро- және микро белгілерін тікелей бақылау және зерттеу болып табылады. Зерттеу нысаны *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. ағаштары.



Сурет 12 – Кәдімгі қарағай

Кәдімгі қарағай (*Pinus sylvestris* L.) - қарағай тұқымдасына жататын, мәңгі жасыл, қылқан жапырақты ағаш (12-сурет). Елімізде негізгі орман құраушы түр

болып саналады. 500-600 жылға дейін өмір сүреді. Ең биік түрлері 50-60 метрге жетеді. Шыршаныкіндей емес қарағайдың қылқаны ұзын, жуандау. Қылқанының түсі түріне қарай сары, көкшілдеу, жасыл және қою жасыл болады.

Қарағай (балауса және сырғауыл шақтарында) тез өседі және еліміздегі құнды ағаштар.

Қотыр қайың тіршілік етуі - 100-150 жыл. Ол көктемде ерте бүршік жарып, кеш жапырақ түсіретіндігімен ерекшеленеді. Ағаштың биіктігі 20 (кейде 30) м-дей, діңінің диам. 60-80 см-ге дейін, қабығы ақ түсті. Жапырағы сағақты, жиегі ара тісті, тілімденген, кезектесіп орналасады. Ең көп тараған түрі – қотыр қайың (*Betula pendula*). Қазақстанның солтүстігінде, солтүстік - шығысында кездеседі. Жарық сүйгіш, суыққа төзімді ағаш (13-сурет).



Сурет 13 – Қотыр қайың

Вегетациялық кезеңнің аяғында, орман экожүйесіндегі өскіндердің сыртқы морфологиялық биометриялық өлшеу және санау жұмыстары жасалды. Өлшенген өскіндердің нәтижелері келесі 8-кестеде көрсетілген.

Кесте 8 – *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. өскіндерінің биометриялық көрсеткіштері

Ағаштың атауы	Өскін саны, дана	Биіктігі, см	Диаметрі, мм
<i>Pinus sylvestris</i> L.	30	28,6±0,3	3,7±0,1
<i>Betula pendula</i> Roth.	30	95,0±0,5	1,4±0,3

Үлгі алаңындағы кәдімгі қарағай және қотыр қайың өскіндерінің биометриялық көрсеткіштері өлшенді.

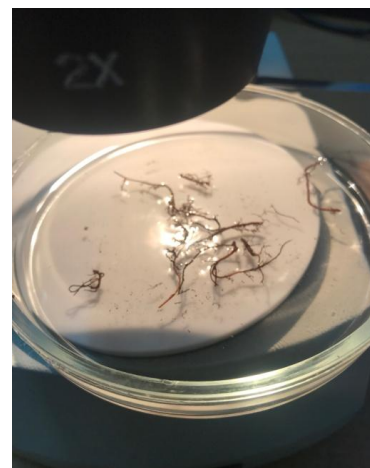
Өскіндердің биіктігі және диаметрі өлшенді. Үлгі алаңдарынан 1-5 жас аралығында өскіндер, тамыр жүйесімен алынды. Өскіндер өспеген жерлерде үлкен ағаш желегінің проекциясынан 10×10×20 см аралығынан топырақ блоктары алынды (14-сурет).



а



ә



б

а - өскіннің тамыр жүйесі; ә - эктомикоризаларды өлшеу; б - тамыр жүйесінің кескіндері

Сурет 14 - Сынамаларды зертханада Альтами СМО-Т 75 видеокамералы микроскопппен микоризациялану үрдісін анықтау

Зерттеу барысында кәдімгі қарағайдың өскіндері және қотыр қайыңның тамырлары жиналып, есепке алынып тамыр жүйесіндегі 1 см ұзындығын, олардың макро- және микро ерекшеліктері зерттелді.

Тамырды өскіннен ажыратып, негізгі тамыр ұзындығында тармақталып таралған эктомикориза саны, тамырдың сіңіру аймағының жалпы ұзындығы өлшенді, микоризация индексі есептелді. Кәдімгі қарағайдың тамыр жүйесінің көрсеткіші келесі 9-кестеде көрсетілген.

Кесте 9 – Үлгі алаңдарынан жиналған кәдімгі қарағайдың (*Pinus sylvestris* L.) өскіндерінің макросипаттары

Сынақ нөмірі	Жасы	Негізгі тамыр ұзындығы, мм	Эктомикориза саны, дана	Тамырдың сіңіру аймағының жалпы ұзындығы, мм	Микоризация индексі
2	3	4	5	6	7
Шалдай орманшылығы 3-9 жас арасында					
СА <sub>6</sub> 187	9	84	5	134	1,66
188	9	135	7	69	1,75
183	9	170	8	142	1,33
184	9	122	3	80	1
181	8	90	4	228	1
180	8	130	4	115	0,8
185	5	78	3	115	0,38
186	7	145	4	227	0,67
171	8	98	3	109	0,75
172	6	102	3	107	0,6
175	6	170	11	149	1,8
176	7	170	5	132	1,25

9-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
10-15 жас					
CA <sub>1</sub> P <sub>201</sub>	10	127	3	90	1,00
202	11	100	5	100	1,00
203	10	110	7	295	1,00
204	10	55	3	181	0,75
205	15	165	4	298	0,57
206	13	96	10	126	0,9
207	12	171	4	185	1
208	11	153	2	168	0,5
209	13	181	4	80	1
210	12	144	2	187	0,5
211	13	154	2	210	0,4
212	12	136	2	215	0,4
Заводск орманшылығы, 6-9 жас					
CA <sub>6с18</sub>	5	35	4	184	0,67
186	8	40	3	145	0,6
189	7	45	3	125	0,6
177	4	36	9	250	1,8
179	5	42	9	250	1,8
180	5	32	9	223	1,28
181	4	24	5	229	0,6
182	6	26	3	78	1
183	5	35	7	66	0,33
184	7	45	6	222	0,67
187	7	36	3	89	0,33
188	7	25	3	164	0,6
189	12	29	3	131	0,5
17-2	10	25	5	123	0,4
17-3	11	20	3	99	0,5
10-18 жас					
289	12	167	4	160	0,6
290	10	159	5	156	0,5
291	11	118	3	196	0,67
292	10	115	3	142	0,5
293	10	140	4	237	0,7
294	11	133	7	220	0,67
295	12	149	6	178	0,8
296	12	161	5	173	0,33
297	12	125	4	114	0,67
298	12	128	7	267	1,5
299	18	130	2	191	0,29
300	11	160	9	126	0,25
301	10	100	2	133	0,29
302	11	119	4	127	0,57
303	11	100	4	101	0,8
Первомай орманшылығы, 1-3 жас					
Ca <sub>4</sub> 94	1	25	4	1	0,75



9-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
95	1	31	11	1	0,67
8	1	50	24	2,0	0,5
191	1	25	7	0,9	0,25
90	1	23	7	1,6	0,25
91	3	42	3	1,7	0,67
92	3	36	5	2,0	0,6
93	1	45	7	1,5	0,67
96	1	30	5	0,5	0,6
97	1	25	4	1,0	0,6
98	1	34	3	0,4	0,67
99	1	40	9	1,0	0,25
100	1	60	4	2,0	0,25
101	1	56	4	1,1	0,8
102	3	62	5	0,8	0,33
8-12 жас					
Ca4220	8	110	7	61	0,3
221	8	84	8	121	0,6
222	8	95	6	146	0,4
223	9	110	5	114	1,4
224	9	115	6	159	0,6
225	9	113	7	94	0,6
226	10	159	3	156	0,5
227	11	118	4	196	0,67
228	10	115	3	142	0,5
229	10	140	5	237	0,7
230	11	133	4	220	0,67
231	12	150	4	178	0,8
232	11	117	8	97	0,65
Көктерек орманшылығы, 2-4 жас					
Ca3C31	1	42	3	43	1,0
32	1	51	1	40	0,3
39	1	53	1	46	0,3
40	1	53	1	42	0,3
33	1	51	1	45	0,3
34	1	59	2	66	1,0
35	1	53	1	48	0,3
36	1	51	1	52	0,3
41	3	57	8	167	0,8
42	3	55	7	179	0,8
37	2	60	5	51	0,25
38	4	55	6	56	0,5
14	4	52	4	52	0,5
45	4	60	5	54	0,4
47	4	62	6	53	0,6
8-11 жас					
Ca3C60	9	132	6	140	0,67
62	9	130	4	131	1,5

9-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
63	9	128	8	121	0,29
64	11	117	7	118	0,25
65	11	154	3	116	0,29
66	9	121	3	146	0,57
67	11	118	6	120	0,8
68	9	110	5	152	0,25
69	11	140	6	132	0,43
70	8	118	6	125	0,29
71	8	125	12	126	0,57
72	8	130	3	128	0,25
73	8	131	10	124	0,29
74	8	133	6	138	0,57
75	8	134	8	142	0,8
Тайбағар орманшылығы, 1-3жас					
Ca5C4	1	30	3	27	1,0
5	1	31	2	30	0,5
6	1	25	4	25	1,0
9	1	28	5	20	1,0
10	1	26	4	23	0,3
11	1	29	4	32	0,7
Ca4C14	1	31	6	33	1,0
144	3	40	8	35	0,3
145	3	45	7	38	1,0
146	1	28	5	36	1,0
147	1	26	4	34	0,5
148	3	36	5	41	0,3
149	3	40	4	32	0,4
150	3	41	7	32	0,5
10-18 жас					
Ca5C25	11	120	5	110	0,67
251	10	111	4	121	0,5
252	10	110	6	122	0,44
253	10	112	5	124	0,45
254	12	150	4	130	0,6
255	12	122	5	118	0,65
256	15	135	6	118	0,31
257	18	150	5	123	0,45
258	11	132	4	120	0,6
259	12	141	5	128	0,7
260	13	145	6	130	0,8
261	14	146	7	111	0,7
Ca6C117	1	42	1	27	1,0
118	1	53	2	52	0,5
119	1	59	1	53	1,0
120	1	46	1	24	1,0
121	1	51	10	43	0,3
122	3	57	4	167	0,7

9-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
123	3	65	1	155	1,0
124	1	52	3	46	0,3
125	1	42	3	27	1,0
126	1	42	7	26	1,0
8-11 жас					
127	9	110	3	53	1,4
128	9	115	3	114	0,6
129	9	113	3	159	0,6
131	9	110	5	94	0,6
132	11	100	5	117	1,00
133	11	100	3	107	1,00
134	9	113	5	124	0,6
135	11	94	3	106	1,00
137	9	113	5	111	0,6
138	11	100	1	92	1,00
139	8	110	3	107	0,3
140	8	84	2	61	0,6

9-кестеде орманшылықтарда жиналған *Pinus sylvestris* L. өскіндерінің макросипаттары әртүрлі жастар арасында негізгі және тамырдың сіңіру аймағының жалпы ұзындығы өлшеніп, тамырда кездескен эктомикориза саны саналды, сонымен қатар микоризация индексі есептеліп сипатталды. *Betula pendula* Roth. үлкен ағаштардың желегінің проекциясынан топырақ блоктарын жинап, эктомикоризалы тамыр ұштарындағы микориза санын, тамырдың сіңіру аймағының жалпы ұзындығын өлшеп, микоризация индексі есептедік. Толық ақпарат 10-кестеде қотыр қайыңның тамырларының макросипаттары келтірілген.

Кесте 10 – Зерттеу алаңдарында қотыр қайың (*Betula pendula* Roth. ) топырақ блоктарынан алынған тамырларының макросипаттары

Тайбағар орманшылығы			
сынақ нөмірі	эктомикориза саны	тамырдың сіңіру аймағының жалпы ұзындығы, см	микоризация индексі
1	2	3	4
Ca3B1	6	20	0,75
Ca3B2	10	0,5	0,67
Ca3B3	7	0,5	0,5
Ca3B4	8	0,4	0,25
Ca3B16	12	0,9	0,25
B21	5	0,5	0,67
B85	4	20	0,6
B86	2	0,5	0,67
B87	6	0,5	0,6
B88	6	0,4	0,6
B89	10	0,9	0,67

10-кестенің жалғасы

1	2	3	4
B75	10	0,5	0,25
B76	7	1,8	0,25
B77	4	2,1	0,67
B78	5	2,1	0,6
B79	20	0,6	0,67
B80	6	1	1,4
B81	4	1,2	0,6
B82	5	1,5	0,6
B83	10	1,4	0,6
B84	5	2,5	1,00
<b>Шалдай орманшылығы</b>			
Ca6B155	30	1,8	0,67
156	11	1,3	0,6
157	13	12	0,6
134	3	4	5
158	14	12	1,8
159	21	1,7	1,8
160	20	1,8	1,28
161	6	1	0,6
162	13	1,8	1
163	10	1,6	0,33
164	8	1,6	0,67
165	10	0,9	0,33
166	18	1,2	0,6
167	8	1,3	0,5
168	30	17	0,4
131	25	14	0,5
<b>Первомай орманшылығы</b>			
Ca3B73	10	2,1	1,00
Ca3B74	19	2,0	1,00
B74	10	1,0	1,00
B53	9	1,0	0,75
B54	6	1,2	0,57
B55	5	1,0	0,9
B56	15	1,6	1
B57	4	1,0	0,5
B58	10	1,0	1
B59	4	0,9	0,5
B60	4	0,8	0,4
B43	13	9,5	0,4
B44	13	5,0	0,25
51	5	1,0	1
52	10	1,9	0,8

Кәдімгі қарағай микротрофтылығын бағалау үшін статистикалық талдау жасалды (11-кестеде көрсетілген). Эктомикоризалы тамыр ұштарын Первомай,

Шалдай, Заводск, Майқарағай, Тайбағар орманшылықтарынан жиналған өскіндер және топырақ блоктарынан анықталды.

Кәдімгі қарағайдың микротрофтылығын бағалау үшін негізгі тамыр ұзындығына, эктомикориза санына, микориза индексіне және өскіндердің жасына биометриялық талдаулар жасалды.

Макро белгілерінен негізгі тамырдың ұзындығы Шалдай орманшылығында  $128 \text{ мм} \pm 0,5$ , Первомайда  $5,25 \pm 0,8$  болды. Микориза индексі Заводск орманшылығында  $0,91 \pm 0,8$ -ге тең, ал Көктеректе  $0,5 \pm 0,1$ -тең болды. Жасы бойынша ең жоғарғы мән Шалдайда  $9,7 \pm 0,5$ , Заводское  $9,2 \pm 0,5$ , орташа көрсеткіштер Майқарағай, Көктерек, Первомайское орманшылықтарында орын алды.

Кесте 11 – Кәдімгі қарағайдың микотрофтылығын статистикалық талдау

Макро Белгілері	Биометриялық көрсеткіштері	Шалдай	Заводск	Майқарағай	Көктерек	Первомай	Тайбағар
1	2	3	4	5	6	7	8
Негізгі тамырдың ұзындығы	Саны ( n )	24	30	30	30	28	26
	Орташа мәні (M) және Қателігі, (m)	$128 \pm 0,5$	$83 \pm 0,7$	$91 \pm 0,1$	$91,1 \pm 0,6$	$5,25 \pm 0,8$	$78 \pm 1,0$
	Стандартты ауытқуы, (S)	11,7	7,7	5,7	4,7	11,6	4,7
	Max	181	167	152	154	159	150
	Min	55	20	42	42	23	26
Микоризация индексі	Саны ( n )	24	30	30	30	28	26
	Орташа мәні (M) және Қателігі, (m)	$0,91 \pm 0,8$	$0,69 \pm 0,1$	$0,51 \pm 0,5$	$0,5 \pm 0,5$	$0,58 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$
	Стандарт-ты ауытқуы, (S)	0,41	0,40	0,29	0,29	0,23	0,24
	Max	1,80	1,8	1,5	1,5	1,4	1,0
	Min	0,38	0,25	0,25	0,25	0,25	0,3
Эктомикориза саны	Саны ( n )	24	30	30	30	28	26
	Орташа мәні (M) және Қателігі, (m)	$4,5 \pm 0,5$	$4,8 \pm 0,4$	$4,8 \pm 0,5$	$4,8 \pm 0,5$	$6,1 \pm 0,7$	$5,0 \pm 0,3$
	Стандартты ауытқуы, (S)	2,4	2,2	2,8	2,8	4,3	1,3
	Max	11	9	12	12	24	8
	Min	2	2	1	1	3	2
Жасы	Саны ( n )	24	30	30	30	28	26
	Орташа мәні (M) және Қателігі, (m)	$9,7 \pm 0,5$	$9,2 \pm 0,5$	$5,6 \pm 0,6$	$5,6 \pm 0,6$	$5,25 \pm 0,8$	$6,65 \pm 1,1$

## 11-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
	Стандартты ауытқуы, (S)	2,5	3,2	3,78	2,8	4,3	5,6
	Max	15	18	11	11	12	18
	Min	5	4	1	1	1	1

*Betula pendula* Roth. эктомикоризалы тамыр ұштарын Первомай, Шалдай, Тайбағар орманшылықтарынан жиналған топырақ блоктарынан анықталды (12-кесте).

## Кесте 12 – Қотыр қайыңның микротрофтылығын статистикалық талдау

Макро белгілері	Биометриялық көрсеткіштері	Шалдай	Первомай	Тайбағар
Микаризация индексы	Саны ( n)	15	15	21
	Орташа мәні (M) және Қателігі, (m)	0,7±0,1	0,7±0,1	0,6±0,05
	Стандартты ауытқуы,(S)	0,44	0,27	0,26
	Max	1,8	1,0	3
	Min	0,33	0,25	0
Эктомикориза саны	Саны ( n)	15	15	21
	Орташа мәні (M) және Қателігі, (m)	1,5±2,0	9,1±1,1	7,4±0,8
	Стандартты ауытқуы, (S)	7,8	4,53	3,8
	Max	30	19	20
	Min	6	4	2
Тамырдың сіңіру аймағының жалпы ұзындығы, см	Саны ( n)	15	15	21
	Орташа мәні (M) және Қателігі, (m)	4,7±2,0	2,06±0,5	1,09±0,1
	Стандартты ауытқуы, (S)	5,7	9,5	3,8
	Max	17	12	3
	Min	0,90	0,8	0,2

Қотыр қайыңның макро белгілерінен тамырдың сіңіру аймағының жалпы ұзындығы, см  $4,7 \pm 2,0$ , стандартты ауытқуы, (S) 5,7, ең максималды 17, минималды 0,90 болды. Топырақ блогынан ажыратылған тамыр жүйесінде кездескен эктомикориза саны үлгі алаңдарда әр түрлі, мысалы Шалдай орманшылығында 30, Первомай және Тайбағарда 19-20 арасында болғанын аңғардық.

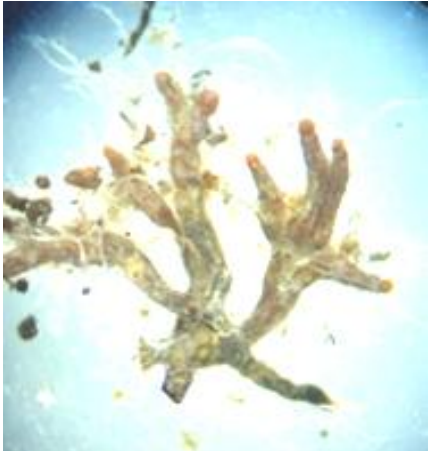
### 4.3 *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. эктомикоризасының морфотиптік ерекшеліктері

Үлгі алаңдарынан жинақталған кәдімгі қарағай эктомикоризалы тамырларын микроскоп арқылы морфотиптеу әдісі пайдалданылды. DEЕМҮ бағдарламасы арқылы кәдімгі қарағай мен қотыр қайыңнан сұрыптап алынған

тамыр жүйелерінің морфотиптік ерекшеліктерін анықтау үшін тамырдың сыртында мантияның көрінуін немесе көрінбеуін, микориза ұшының түсі, тамырда ескі немесе жаңа микоризалардың болуын қарастырылды.

Деректер DEEMY жүйесі арқылы әзірленген бақылау парағына енгізілді. Эктомикориза морфотиптері сипатталған кейін Агерердің атласы арқылы олардың түрі анықталды. Морфотиптеу әдісі микоризаның морфологиялық және анатомиялық белгілерін сипаттауға көмектеседі (13-кесте).

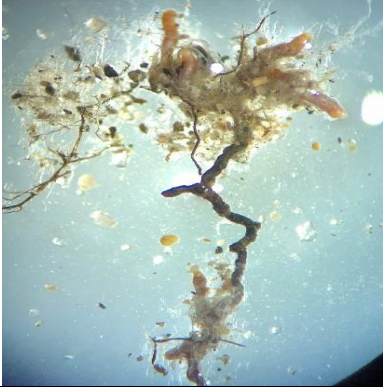
Кесте 13 – *Pinus sylvestris* L. эктомикоризасын морфотиптеу әдісі

Сынақ нөмірі		Селбескен ағаш		Симбионт-саңырауқұлақ		
CA <sub>1</sub> K <sub>183</sub>		<i>Pinus sylvestris</i> L.		-		
<i>Пішіні және мөлшері</i>						
тармақталу ерекшелігі	микори заның ұзындығы, мм	тамыр ұштарының ұзындығы, мм	тамыр ұштарының диаметрі, мм	негізгі тамыр осінің диаметрі, мм	микориза ұшы	
Бұрыс пішінді	6,1	0,9	0,7	0,6	+	
<i>Эктомикоризаның беткі қабатының белгілері</i>						
Қабығында мантияның болуы		Қабықтың бетінің көрінуі (мөлдірлігі)			Белгілер 1 см тамырға морфотиптің пайда болуы: 0,6/9	
+		-				
Жылтыр	Күміс түсті	Тегіс (торлы)	Топырақпен	Жарқырауы		
+	+	+	+	+		
Дәнді	Жүнді	Мақта тәрізді	Түкті	Тікенді	Моншақты	
-	+	+	+	-	-	
<i>Түсі</i>						
Табаны	Ұшы	Жаңа немесе ескі микоризаның кездесуі				
Қоныр	Мөлдір	Жас				
<i>Гифтері</i>				<i>Фото (нөмір/ уақыты)</i>		
Тығыздығы	Орналасуы	Пішіні		20.08.2020, 11.13, 11.14, 11.15		
Жиі	Жаппай таралған	-				
<i>Ризоморфтары</i>						
Таралуы	Орналасуы	Түсі	Диаметрі	Бұтақтануы	Қима пішіні	Шеті
Жиі, негіздерде	Ортасында	Ақ	-	Шашақты	-	-

Морфотиптеу әдісі үлгі алаңдарында жиналған *Betula pendula* Roth. және *Pinus sylvestris* L. сынамалардың эктомикоризалы тамырларының тармақталу ерекшелігі, микоризаның ұзындығы, қабығында мантияның болуы, түсі, гифтерінің тамырда таралуы, олардың тығыздығы ризоморфтардың орналасуы жіктелді.

DEEMY электронды базасы арқылы қотыр қайыңның жер асты морфотиптік ерекшелігі қарапайым, тамыр ұшының ұзындығы 6 мм, микоризалық тамыр диаметрі 0,4 мм, сыртқы сипаты жылтыр, түкті, мақта тәріздес, гифтері толық эктомикоризаны қамтыған, ризоморфтары аз мантиясы жоқ болып сипатталды. *Betula pendula* Roth. эктомикоризасын морфотиптеу толықтай 14-кестеде көрсетілген.

Кесте 14 – *Betula pendula* Roth. микоризациясын тексеру парағы (морфологиялық сипаттама)

Сынақ нөмірі		Селбескен ағаш			Симбионт-саңырауқұлақ	
CA <sub>1</sub> B <sub>189</sub>		<i>Betula pendula</i> Roth.			-	
<i>Пішіні және мөлшері</i>						
тармақталу ерекшелігі	микоризан-ың ұзындығы, мм	тамыр ұштарының ұзындығы, мм	тамыр ұштарының диаметрі, мм	негізгі тамыр осінің диаметрі, мм	микориза ұшы	
Қарапайым	6	12	0,4	0,3	-	
<i>Эктомикоризаның беткі қабатының белгілері</i>						
Қабығында мантияның болуы		Қабықтың бетінің көрінуі (мөлдірлігі)			Белгілер 1 см тамырға морфотиптің пайда болуы 0,6/6=	
+		жоқ				
Жылтыр	Күміс түсті	Тегіс (торлы)	Топырақпен	Жарқырауы		
		+	+	+		
Дәнді	Жүнді	Мақта тәрізді	Түкті	Тікенді		
		+	+	-		
<i>Түсі</i>						
Табаны	Ұшы	Жаңа/ ескі Микориза			<i>Фото (номер/ уақыты)</i> 15.10, 15.11, 15/12 20.08.2020 	
Қоныр	Мөлдір, боз	Жас				
<i>Гифтері</i>						
Тығыздығы	Орналасуы	Пішіні				
	жаппай таралған	-				
<i>Ризоморфтары</i>						
Таралуы	Орналасуы	Түсі	Диаметрі	Бұтақтануы	Қима пішіні	Шегі
Жиі, негіздерде	Толық қамтылған	Ақ	-	мақта тәріздес	-	-



#### 4.4 *Betula pendula* Roth. және *Pinus sylvestris* L. микоризделген тамырларының көрсеткіштері

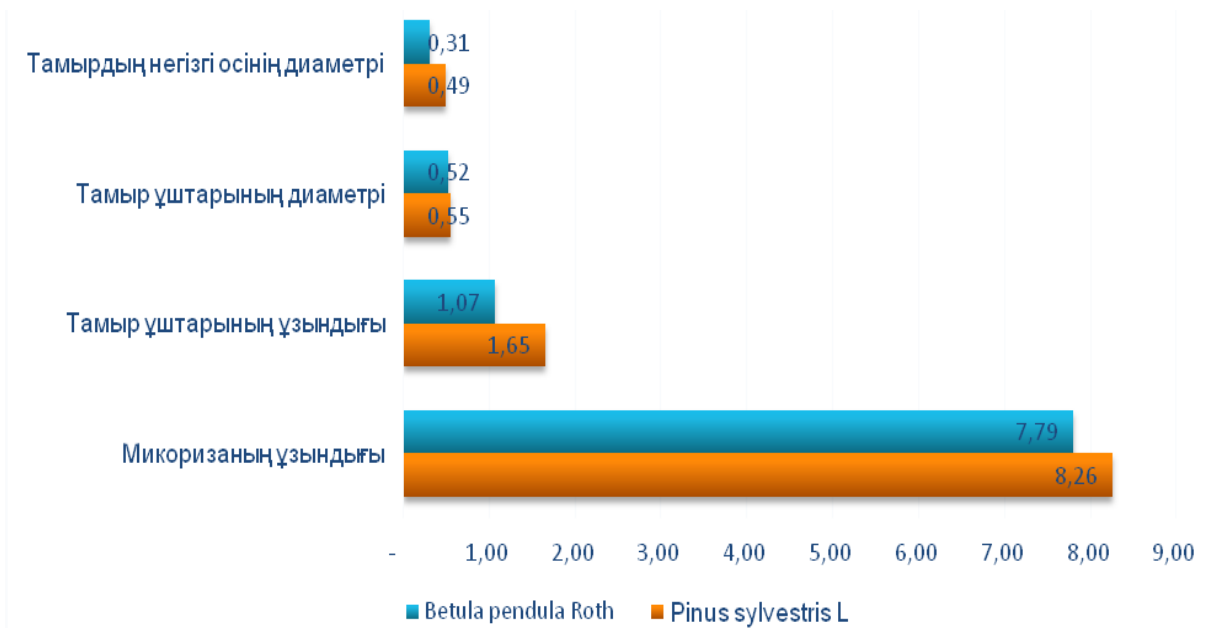
Эктомикоризаны негізінен базидиомицеттер, кейде аскомицеттер, соның ішінде трюфельдер де түзеді. Эктомикоризды саңырауқұлақтардың 500-ге жуық түрі белгілі, олардың кейбіреулері симбионтты өсімдікке өте тән [30]. Эктомикоризаны зерттеу тек қалпақшалы саңырауқұлақтарды анықтаумен шектелмейді, сонымен қоса ризосфера, яғни жер асты тамыр қабатында қарастырады. Ертiс орманы резерватының зерттеу алаңдарында *Betula pendula* Roth. және *Pinus sylvestris* L. тамырларын микроскоп арқылы микоризалардың ұзындығы, тамыр ұштарының ұзындығы және диаметрі, сонымен қатар негізгі тамыр осінің диаметрі өлшенді. (15-кестеде көрсетілген). Оларға *Betula pendula* Roth. және *Pinus sylvestris* L. тамырларынан микоризаларын ажыратып алып, Альтами-СМО075 стереомикроскопымен қарап, неміс ғалымы Р. Агерердің DEЕМҮ онлайн базасы арқылы анықталды. Альтами - СМО075 стереомикроскопының көмегімен сипатталды. Осы әдіс бойынша 200-ден аса микоризаны тексеру парақтарына жазып талданды, морфотиптерінің ерекшеліктері анықталды. Тамыр ұштарында кездескен эктомикоризаның биометриялық көрсеткіштері, яғни қотыр қайыңның және кәдімгі қарағайдың өлшемдері (Қосымша В)-да толық берілген.

Кесте 15 – *Betula pendula* Roth. және *Pinus sylvestris* L. микоризделген тамырларының көрсеткіштері

Сипаттамалары	<i>Pinus sylvestris</i> L.	<i>Betula pendula</i> Roth.
Микоризаның ұзындығы, мм	8,26±0,2	7,79±0,2
Тамыр ұштарының ұзындығы, мм	1,65±0,1	1,07±0,3
Тамыр ұштарының диаметрі, мм	0,55±0,4	0,52±0,2
Негізгі тамыр осінің диаметрі, мм	0,49±0,2	0,31±0,1

15-кестедегі мәліметтерде көрсетілгендей, *Pinus sylvestris* L. жалпы микориза ұзындығы 8,26 мм, *Betula pendula* Roth. 7,79 мм -тең. Тамыр ұштарының ұзындығы қарағайда 1,65 мм, ал қайыңда 1,07 мм, тамыр ұштарының диаметрі қарағайда 0,55 мм, қайыңда 0,52 мм, негізгі тамыр осінің диаметрі 0,49 мм, 0,31 мм .

*Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. микоризалы тамырлардың ерекшеліктерін 15-суретте көрсетілген.



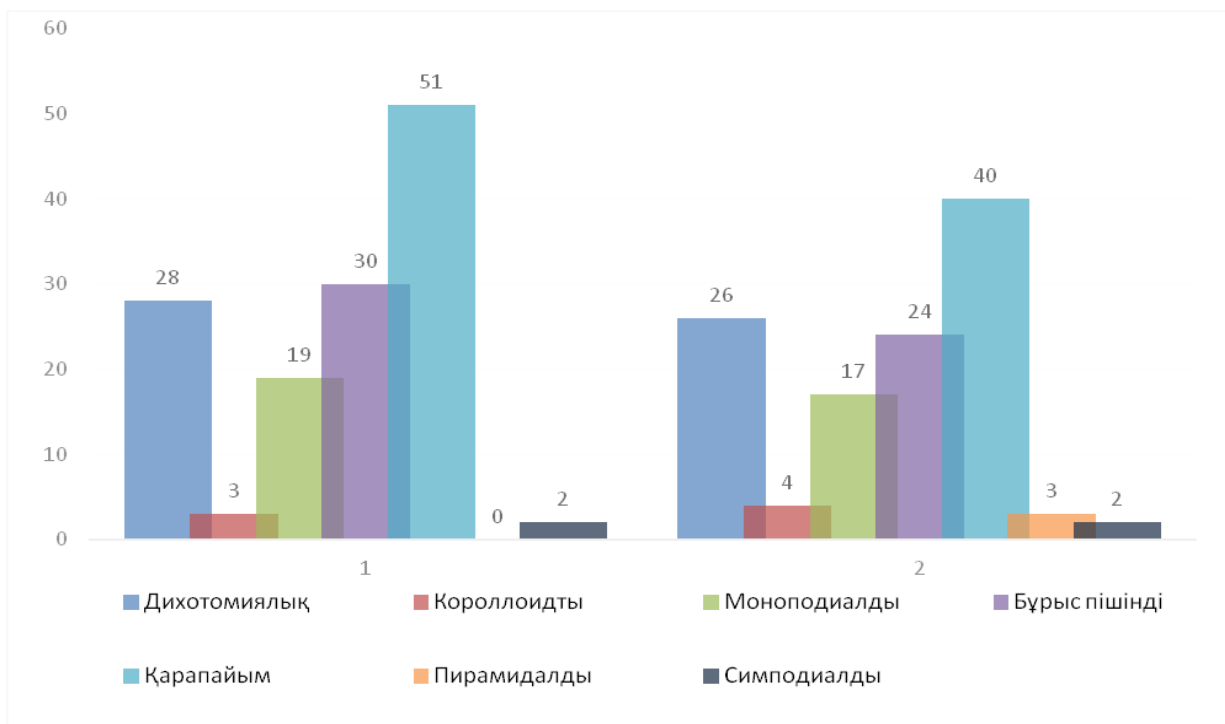
Сурет 15 – *Betula pendula* Roth. және *Pinus sylvestris* L. микоризделген тамырларының графиктік көрінісі

Микоризаның ұзындығын салыстыратын болсақ, кәдімгі қарағай және қотыр қайың көрсеткіштерінде айырмашылықтар бар екені байқалды. Сонымен, қатар микоризалардың жер асты морфотиптері зерттелді (16-кесте).

Кесте 16 – Орман экожүйелеріндегі *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. микоризалардың морфотиптік ерекшеліктері

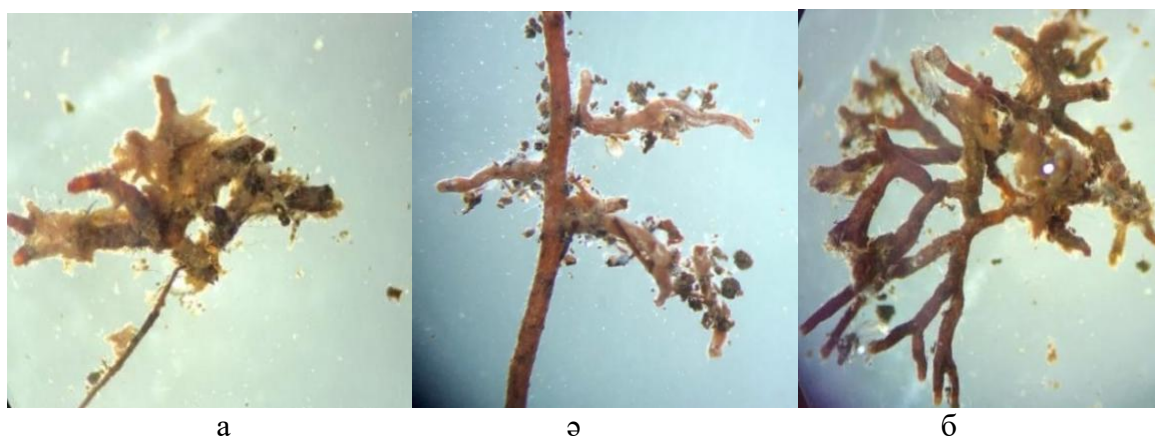
Микоризалардың морфотиптері	Жалпы	<i>Pinus sylvestris</i> L.	<i>Betula pendula</i> Roth.
Дихотомиялық	54	28	26
Короллоидты	7	3	4
Моноподиалды	36	19	17
Бұрыс пішінді	54	30	24
Қарапайым	91	51	40
Пирамидалды	3	0	3
Симподиалды	4	2	2
Жалпы	249	133	116

Орманшылықтағы үлгі алаңдарында *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth өскіндерінен және топырақ блоктарынан алынған микоризалардың морфотиптері алуантүрлі болғандығы анықталды. Ең көп таралған морфотиптер олар қарапайым, дихотомиялы микоризалы, ал ең аз кездескені пирамидалды және симподиалды болды (16-сурет).



Сурет 16 – *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. микоризалардың морфотиптік алуантүрлілігі

Ең көп таралған морфотиптер олар қарапайым, дихотомиялы микоризалы, ал ең аз кездескені пирамидалды және симподиалды болғандығы анықталды. 17-суретте дихотомиялы, қарапайым, бұрыс пішінді микоризаның морфотиптері бейнеленген.



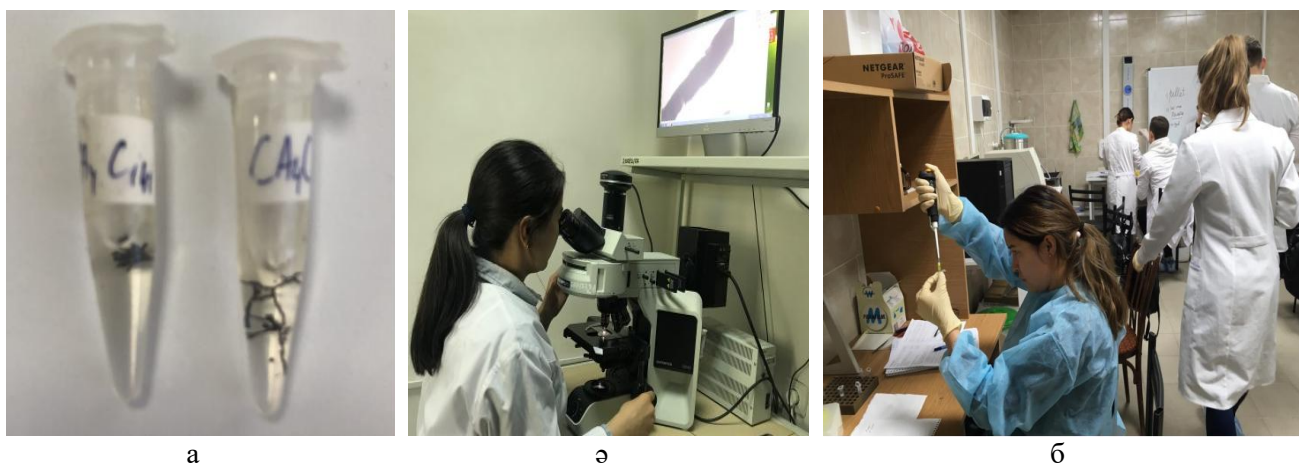
а – дихотомиялы; б – қарапайым; б – бұрыс пішінді

Сурет 17 – Тамыр жүйесіндегі морфотиптер

#### 4.5 Молекулярлық-генетикалық талдау арқылы идентификацияланған эктомикоризалардың түрлері

Жинақталған эктомикоризаларды ДНҚ-ны оқшаулау стандартты Qiagen-ді қолдана отырып жүргізілді (18-сурет). Ядролық ДНҚ ITS учаскесіне және секвенирлеуге ITS1F және ITS-4B праймерлері пайдаланылды. Секвенирлеу

Abi 3130 Genetic Analyzer (Applied Biosystems) анализаторында, содан кейін BioEdit Sequence Alignment Editor қосымшасында алынған деректерді өңдеумен жүзеге асырылды. Жалпы және таксондардың түрлігіне дейін эктомикоризалы саңырауқұлақтарды анықтау Genbank ашық дерекқорындағы анықтамалық тізбектермен салыстырумен BlastN алгоритмі арқылы жүзеге асырылды [170]. ITS аймақтары үшін белгіленген төменгі шекті саңырауқұлақ ДНҚ рибосомалық гендерін ескере отырып, 97-98% сәйкестікті көрсеткен нәтижелер анықталды.



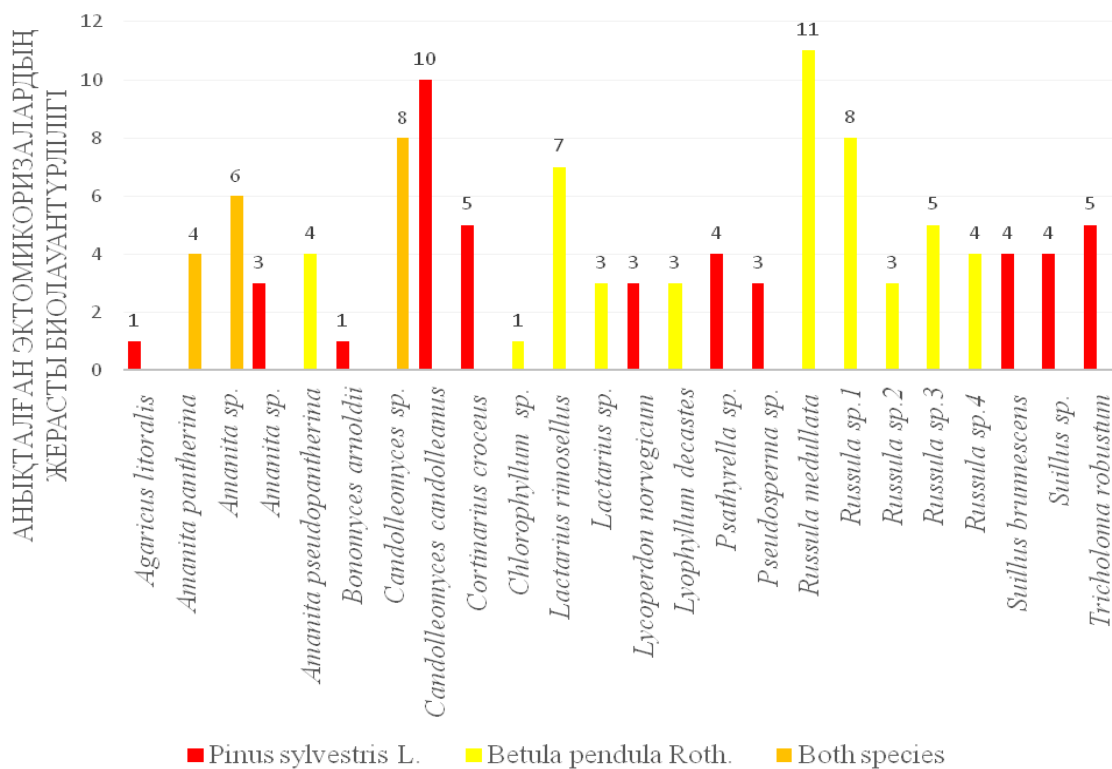
а – Тамыр жүйесінен ажыратылған эктомикориза кесіндісі; ә – Электронды микроскоппен микоризаны сипаттау; б – Зертханада молекулярлық-генетикалық талдау жүргізу барысында

Сурет 18 – Эктомикоризалы саңырауқұлақты ДНҚ арқылы анықтау барысында

Макромицеттер анықтау нәтижесінде ДНҚ және қарапайым анықтағыштар, микроқұрылымы, морфологиясы арқылы сәйкестендіру пайдаланылды. Аталған әдістеме көмегімен анықталғандар 20 түрді құрады. Бұл тізімде орманшылықтарда кездескен саңырауқұлақтардың қарағаймен, қайыңмен эктомикоризалық байланысы бар түрлері берілді. Сонымен қатар ДНҚ-мен анықталғандары Genbank базасына тіркеп, арнайы нөмірленді (17-кесте). 17-кестеде берілген эктомикоризалар 97-100% Genbank-пен сәйкестік көрсетті. Олардың ішінде *Pinus sylvestris* L. өскен орманшылықтардың жер асты микобиотасы анықталды (19-сурет), жоғарыда атап өткендей, бұлардың сәйкестігі 99-100% болды. Бұл жұмыс диссертациялық зерттеу жүргізген докторанттың жеке өзіне тиесілі «Genbank» нөмірі болып табылады. NCBI базасына тіркелген микоризалық саңырауқұлақ түрлері (Қосымша Г)-да көрсетілген.

Кесте 17 – ДНК әдісімен идентификацияланған эктомикоризалар

Класы/ Тұқымдасы	Genbank нөмірі	Blast бойынша нәтижесі (Genbank Unite)	Сәйке стігі, %	Симбиотикалық катынастағы ағаш түрлері
<i>Agaricales, Agaricaceae</i>	ON704909	<i>Agaricus litoralis</i> (Wakef.&A.Pearson) Pilát	98.98	<i>Pinus sylvestris</i> L.
<i>Agaricales, Amanitaceae</i>	ON704911	<i>Amanita</i> sp.	97.46	<i>Pinus sylvestris</i> L., <i>Betula pendula</i> Roth.
<i>Agaricales, Amanitaceae</i>	ON704908	<i>Amanitapseudo- pantherina</i> Zhu L. Yang ex Y.Y. Cui	98.84	<i>Pinus sylvestris</i> L., <i>Betula</i> <i>pendula</i> Roth.
<i>Agaricales, Pseudoclitocybaceae</i>	ON704912	<i>Bonomyces</i> sp.	99.85	<i>Pinus sylvestris</i> L
<i>Agaricales, Psathyrellaceae</i>	OP215188	<i>Candolleomyces</i> <i>candolleanus</i> (Fr.) D. Wächt. & A. Melzer	99.16	<i>Pinus sylvestris</i> L., <i>Betula pendula</i> Roth.
<i>Agaricales, Cortinariaceae</i>	ON704900	<i>Cortinarius croceus</i> (Schaeff.) Gray	99.67	<i>Pinus sylvestris</i> L.
<i>Agaricales, Agaricaceae</i>	ON704902	<i>Chlorophyllum</i> sp.	96.70	<i>Betula pendula</i> Roth.
<i>Russulales, Russulaceae</i>	OP215189	<i>Lactarius rimosellus</i> Peck	100	<i>Betula pendula</i> Roth.
<i>Russulales, Russulaceae</i>	ON704904	<i>Lactarius</i> sp.	99.82	<i>Betula pendula</i> Roth.
<i>Agaricales, Lycoperdaceae</i>	ON704897	<i>Lycoperdon norve- gicum</i> Demoulin	100	<i>Pinus sylvestris</i> L.
<i>Agaricales, Lyophyllaceae</i>	ON704896	<i>Lyophyllum decastes</i> (Fr.) Singer	99.38	<i>Betula pendula</i> Roth.
<i>Agaricales, Psathyrellaceae</i>	ON704906	<i>Psathyrella</i> sp.	99.83	<i>Pinus sylvestris</i> L.
<i>Agaricales, Inocybaceae</i>	ON704906	<i>Pseudosperma</i> sp.	97.14	<i>Pinus sylvestris</i> L.
<i>Russulales, Russulaceae</i>	ON704914	<i>Russula medullata</i> Romagn.	100	<i>Betula pendula</i> Roth
<i>Russulales, Russulaceae</i>	OP215195	<i>Russula</i> sp.1	99.82	<i>Betula pendula</i> Roth
<i>Russulales, Russulaceae</i>	OP215193	<i>Russula</i> sp.2	99.70	<i>Betula pendula</i> Roth
<i>Russulales, Russulaceae</i>	ON704905	<i>Russula</i> sp.3	99.77	<i>Betula pendula</i> Roth
<i>Russulales, Russulaceae</i>	ON704898	<i>Russula</i> sp.4	94.94	<i>Betula pendula</i> Roth
<i>Boetales, Suillaceae</i>	OP215196	<i>Suillus</i> sp.	97.28	<i>Pinus sylvestris</i> L
<i>Agaricales Tricholomataceae</i>	ON704910	<i>Tricholoma ribustum</i> (Alb&Schwein)Ricken	99.87	<i>Pinus sylvestris</i> L

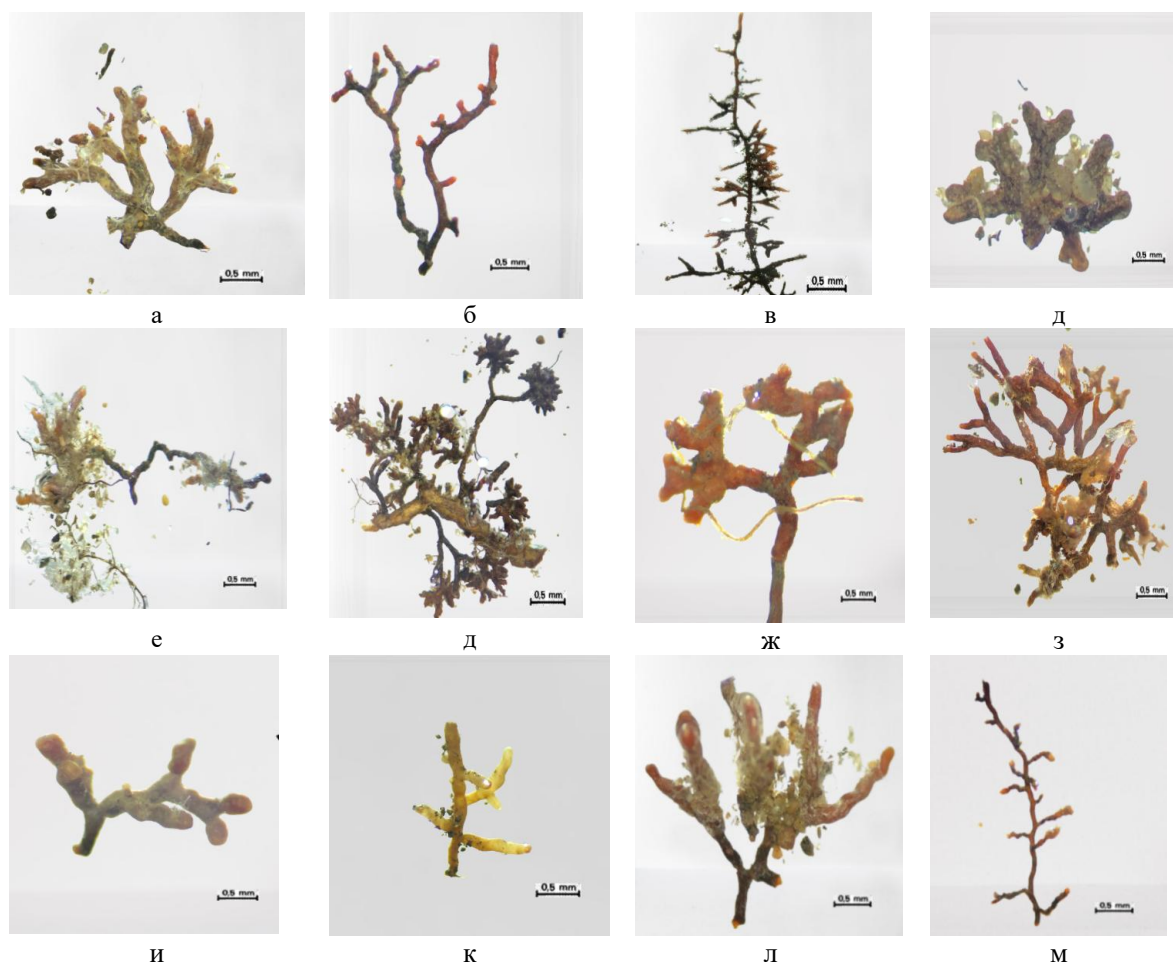


Сурет 19 – ДНҚ әдісімен анықталған эктомикоризалардың түрлері

Эктомикоризалардың (ЕсМ түрлері) ағаш түрлері бойынша таралуы 17-кестеде көрсетілсе, 19-суретте олардың графикалық бейнеленуі берілген. Диссертациялық зерттеу жұмысының ДНҚ әдісімен анықталған нәтижелері қарағайлы, қайың аралас ормандарының барлық симбионттары арасында ең көп кездескен қатарлары *Agaricales* (12 түр/60%), одан кейін *Russulales* (7 түр/38,8%), ал ең аз *Boletales* (1/1,2%) болды. Ең жиі кездескен түрлері *Candolleomyces candolleanus* (Fr.) D. Wächt. & A. Melzer кәдімгі қарағаймен және *Russula medullata* Romagn. қотыр қайыңмен селбесіп эктомикоризаны құрады.

Р. Пена және т.б. ғалымдардың (2017) айтуынша, ормандардағы қолайлы қоршаған орта жағдайлары топырақтың жоғарғы қабатындағы жоғары ЕсМ түрлерінің алуантүрлілігіне ықпал етеді, ал стресстік орта жағдайлары түрлердің байлығы мен функционалдық артықшылықтың төмендеуіне әкеледі [171]. ЕсМ симбионттарының арақатынасы ағаштың функционалдық жасы мен фенологиялық жағдайы сияқты факторларға байланысты болуы мүмкін [172].

Осы зерттеу нәтижесінде қотыр қайыңмен симбиоз құрайтын төрт эктомикоризалы тұқымдастары анықталды: *Agaricaceae*, *Lycoperdaceae*, *Paxillaceae* және *Russulaceae*. Зерттеу аумақтарында кәдімгі қарағаймен тіркелген түрлер бойынша тұқымдастардың тізімі төмендегідей: *Agaricaceae*, *Amanitaceae*, *Boletaceae*, *Cortinariaceae*, *Gloeophyllaceae*, *Inocybeaceae*, *Lycoperdaceae*, *Lyophyllaceae*, *Polyporeaceae*, *Psatirelanceae*, *Pseudoclitocybes*, *Suillaceae* және *Tricholomataseae* болды (20-сурет).

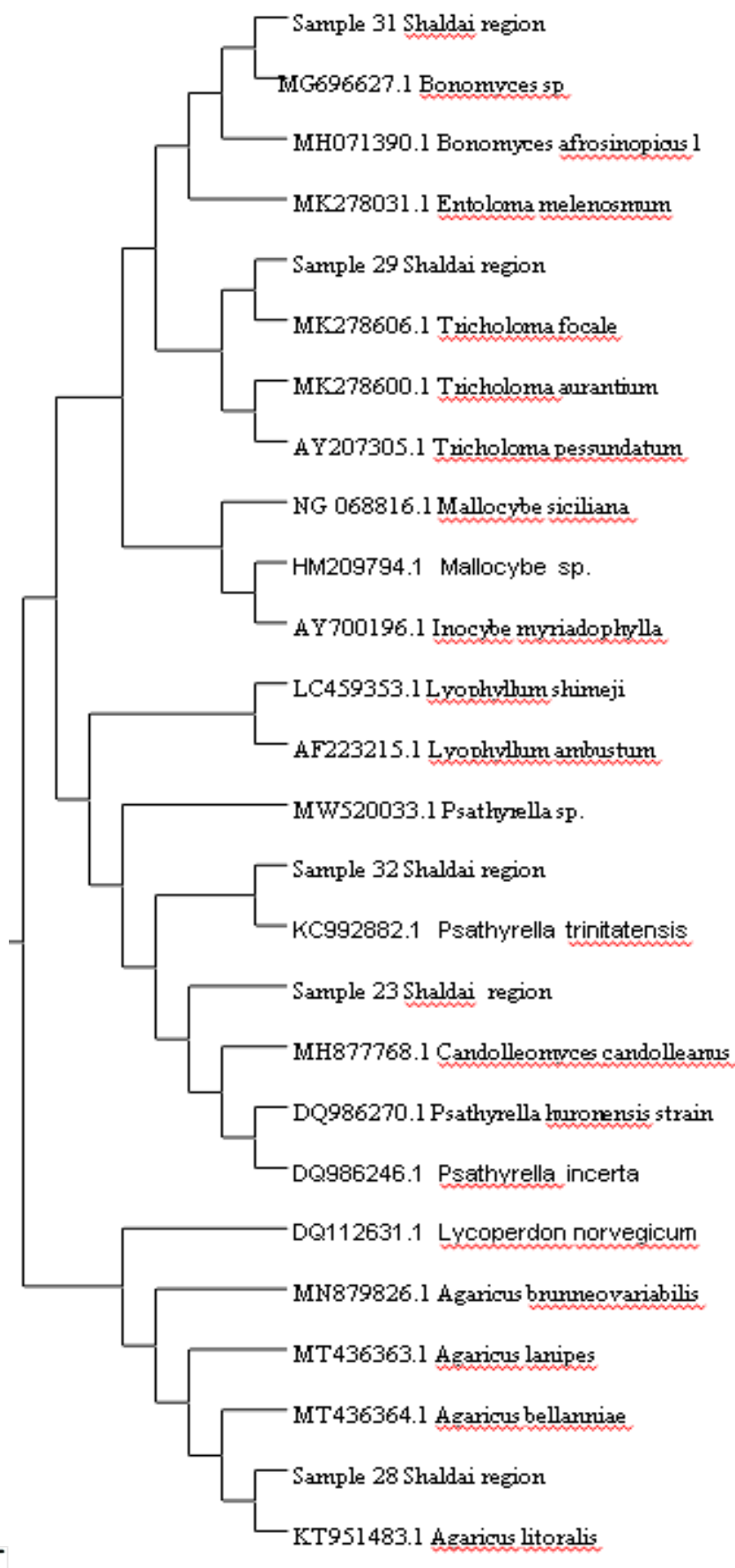


а - *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer, б- *Lactarius* sp., в- *Lactarius rimosellus* Peck, в- *Russula* sp.1, г- *Amanita* sp., д- *Suillus* sp., ж- *Candolleomyces candolleanus* (Fr.) D. Wächt. & A. Melzer, з- *Psathyrella* sp., и- *Pseudosperma* sp., к- *Lycoperdon norvegicum* Demoulin, л- *Russula medullata* Romagn., м- *Tricholoma* sp.

### Сурет 20 – Эктомикоризалы тамырлардың анықталған түрлері

Эктомикоризалардың туыстық коэффициенті: *Amanita*- 11,8%, *Russula*- 28,1%.

Далалық зерттеу жұмыстары барысында орманшылықтардан үлгілер жиналды. Олар макромицет анықтағыштардың көмегімен классикалық әдістермен және соның ішінде ЕсМ-де- тізімі және 20-сы ДНҚ тізбегін талдау арқылы анықталды. Топырақтың 60 үлгісінде кәдімгі қарағай және қайыңмен байланысты эктомикоризалы саңырауқұлақ таксондарының 22 морфотипі анықталды. Сәйкестендіру үшін Де Романның зерттеулерінің тізімі [173] және т.б. (2005), Теддерсу (2007) [174], электрондық ресурстар [175], сондай-ақ Index Fungorum және MocoBank дерекқорын пайдаланылды. Кейбір эктомикоризалардың түрлеріне филогенетикалық талдау жасалды (21-сурет).



Сурет 21 – Микоризалық саңырауқұлақтардың филогенетикалық талдануы



Эктомикоризаны молекулярлық-генетикалық талдау нәтижесінде *ITS* арқылы анықталған түрлердің ең жоғары сәйкестігі *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer 99.38%, *Lycoperdon norvegicum* Demoulin 100.00%-ды көрсетті. Анықталған түрлердің геномдық тізбегі төменде көрсетілген.

>*ITS*

```
TGCACSTTTTGTAGACCCGGATATCTCTCGAGGAAACTCGGTTTGAGGACTGCTGTGTG
AAAGCCAGSTTTTCCSTTGCATTTCCGGGTCTATGTTTTTATATACCCCATAGAATGTAA
CAGAATGTTGCTTTACTGGCSTTTTGTGCCTTTAATCAAATACAACSTTTCAGCAACGGA
TCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTG
CAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTGGCGCTCCCTGGTATTCCGGGG
AGCATGTCTGTTTGTAGTGTCAATTAATTCTCAACSTTTCCAACSTTTTGGCGAGCTTGGTCA
GGCTTGGATGTGGGGGTTGCGGGCTTCTCAGAAGTCGGCTCCCTTAAATGCATTAGTG
AAACSTTTGTTGATCATCTCTTGGTGTGATAATTATCTACGCCATTGGAGTGTGAGCCT
CAACTCTGGTGA AAAAGTG
```

Анықталған түр: *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer 99.38%

>*ITS*

```
TGTAGCTGGCTCTTTCGGAGTATGTGCACGCTTGTCTTGACTTTATTCATCCACCTGTGCA
CSTTTTGTAGTCTTGGGGGTTGAGAGCGGTTCGACTATCGGATGGCCAAGGTCATTCGG
ATGTGAGGAATGCTGAGTGCGAAAGCATAACAGCTCTTCTCAAATGACTTGCATAACCT
CTCCCTCGAGTACTATGTCTTCATATACACATAGTATGTTGTAGAATGTGATCAATGG
GTCTATGTACSTATAATAATCATATACAACSTTTCAGCAACGGATCTCTTGGCTCTCGCA
TCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATC
ATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCAGCTCCTTGGTATTCCGAGGAGCATGCCTGTTTGTG
TGTCATTAATTTCTCAACCCCTCCATTTGTGATGGGGCTTGGATATGGGAGCTTGCGGGT
CTTTATCAGTAAAGGTCAGCTCTCCTGAAATACATTAGCGGAACCGTTTGCAGTCCCGT
CACTAGTGTGATAATTATCTACACTGTGATGATT
```

Анықталған түр *Lycoperdon norvegicum* Demoulin 100.00%

Зерттеу нәтижелерінде Ертіс орманы резерватында әртүрлі орман экожүйелерінде айырмашылық бар екенін байқаймыз. Эктомикоризалық саңырауқұлақтардың ормандағы қоректік заттардың алмасуы және макро, микро элементер сіңіруі үшін маңызды орынға ие. Алайда, микоризалы саңырауқұлақтарды зерттеу үлкен ауқымды жұмыс, түрлерін әртүрлі әдіс-тәсілдері арқылы анықтап идентификациялауға болады. Эктомикориза ағаштардың қолайсыз, суық және құрғақ жағдайларға төзімділігін арттырады. [176]. Топырағы құмды қарашаріндісі аз жерлерде эктомикоризаның болғаны ағашқа әсер етеді. Өсімдіктердің қоршаған орта жағдайларына бейімделуінде микориза үлкен рөл атқарады. Микотрофия ағаш түрлерінде де, шөптесін түрлерде де кең таралған [177].

#### **4.6 Үлгі алаңдарындағы топырақтың қышқылдық деңгейінің микоризалы саңырауқұлақтарға әсері**

Топырақ орман экожүйесінің қажетті құрамдас бөлігі болып табылады. Топырақтың құнарлылығы өсімдіктердің қоректік заттарға, суға, ауаға, жылуға, тамырлардың аэрациясына және олардың өсуі үшін басқа да қажетті жағдайларға қажеттілігін қамтамасыз етеді.

Микориза өсімдіктерге азот (N), фосфор (P), калий (K) және басқа да қажетті элементтерді алуға көмектеседі.

Топырақтың гранулометриялық құрамын анықтау оның құрылымын, өткізгіштігін және басқа физикалық қасиеттерін түсіну үшін маңызды. Ол микрофлорамен тығыз байланысты, оның маңызды бөлігі топырақ саңырауқұлақтары болып табылады. Топырақ саңырауқұлақтарының тіршілік ету процесінде гумустың құрамына кіретін органикалық қышқылдар, сондай-ақ әртүрлі төмен молекулалы органикалық қышқылдар синтезделеді. Бұл қышқылдар, сондай-ақ олардың кальций (Ca), магний (Mg) және темір (Fe) катиондары бар тұздары суда ерігіштігі жоғары және топырақ профилінде оңай қозғала алады, оның қышқылдану реакциясын өзгертеді [178]. Саңырауқұлақ қалдықтары жоғары молекулалы гумустық заттарды – гумин және ульмин қышқылдарын синтездеуге, сондай-ақ өсімдіктерге қол жетімді емес қоректік заттарды оңай қол жетімді қосылыстарға айналдыруға қажетті компонент болып табылды.

Жердегі өсімдіктердің 80%-дан астамы әртүрлі типтегі микоризаларды құрайды [179]. Біздің зерттеу бойынша, кәдімгі қарағай және қотыр қайыңның стресс жағдайындағы ағаштар үшін, әсіресе құрғақ және жартылай құрғақ климат аймақтарында, сондай-ақ органикалық заттары аз топырақтарда микориза маңызды рөл атқарады, өйткені олардың микоризалы саңырауқұлақтардың мицелийлері біртіндеп тарала бастайды, басқа өсімдіктерді колонизациялайды және топырақ құрылымын тұрақтандырады [180]. Өсімдіктердің пайдалы заттарын тұтыну арқылы микориза белсенді дамып, олардың тіршілігіне қажетті қосымша минералды қосылыстармен қамтамасыз етеді [181].

Өсімдік қалдықтарының ыдырауындағы және топырақ гумусының түзілуіндегі микориза түзетін саңырауқұлақтардың рөлін нақтылауды зерттеу өз кезегінде ауыл шаруашылығы мен орман шаруашылығы үшін маңызды болып табылады, сонымен топырақ түзілу үрдісінің динамикасын білуге үлкен қызығушылық тудырады.

Орман питомниктерінде сеппелерді топыраққа микоризамен енгізу ағаш-бұталы өсімдіктердің өсуін ынталандыруға, оларды негізгі биогендік қоректік заттармен теңгерімді қамтамасыз етуге ықпал етеді.

Ағаш-бұталы өсімдіктерінің саңырауқұлақтармен бірге өмір сүруі олардың тез өсуіне әкеледі. Микоризалы саңырауқұлақтар өсімдіктен көмірсулар алады және орман экожүйесіндегі жас өскіндерін сумен, яғни, суда еріген қоректік заттармен қамтамасыз етеді [182], тамыр жүйесінің жақсы тармақталуын қамтамасыз етеді, топырақпен жанасатын тамырлардың белсенділігінің ұлғаюына ықпал етеді, топырақтың гумустық заттарын бұзады және оларды өсімдіктерге қол жетімді азот пен фосфор қосылыстарына айналдырады.

«Ертіс орманы» резерватында таспалы ормандар арасындағы аласа беттерде шалғынды терең көпіршікті топырақтар дамыған, орманмен қамтылмаған жерлерде қара қоңыр топырақтары, кейде сортаңдармен үйлеседі.

Жалпы, топырақ кескіні бойында рН ортасы әлсіз қышқылдан бейтарапқа дейін (рН 6,5-7,0) өзгереді (18-кесте). Топырақтың кескіні суда еритін тұздардан шайылған. Гранулометриялық құрамы – құмды, құмайтты және құмбалшықты болып келеді.

Кесте 18 – Әр түрлі орманшылықтардағы қара-қоңыр топырақтардың агрохимиялық көрсеткіштері

Үлгі алаңдары	Тереңдігі, см	Гумусы, %	рН (су сығындысы)	Фосфор, Мг/1000г	Калий, мг/1000гр	Азот, Мг/1000гр
Көктерек орманшылығы	0-20	1,23	5,30	13,1	376,5	8,1
	0-20	0,99	6,85	12,5	408,5	8,0
Тайбағар орманшылығы	0-20	2,59	6,88	14,7	392,5	9,1
Шалдай орамншылығы	0-20	2,99	6,82	14,3	381,8	10,3
	0-20	2,69	6,79	13,7	371,3	10,,6
Майқарағай орманшылығы	0-20	1,56	6,70	15,4	409,6	8,9
Первомай оманшылығы	0-20	2,69	7,20	17,2	399,3	14,0
Заводск орманшылығы	0-20	2,90	7,00	16,3	424,5	14,2

ЕСМ қауымдастықтарының құрамына өсу жасы, климаттық жағдайлар, топырақ фаунасы және споралардың таралуы сияқты ауқымды үлгілер әсер етеді [183]. Микоризалық саңырауқұлақтар мен топырақ қышқылдығы арасындағы байланыс бұдан бұрын да ғалымдар зерттеген [184].

ЕСМ саңырауқұлақтары топырақтағы органикалық қышқылдардың маңызды көзі болып табылады [185] және ризосфераның рН-на әсер етеді [186]. Екінші жағынан, топырақ жағдайлары ЕСМ саңырауқұлақтарының түрлік әртүрлілігіне әсер етті, бұл азоттың жоғарылауы бойынша түр байлығының күрт төмендеуімен көрсетті [187]. Ф.А. Смит және тағы басқа ғалымдар (2003) топырақтағы тамыр мен микориза функцияларының тиімділігі төмен минералды элементтердің жеткіліксіз жеткізілуіне байланысты деп мәлімдеген [188-191].

«Ертіс орманы» резерваты белгілі бір топырақ ерекшеліктерімен сипатталатын аймақта орналасқан. Резерваттың географиялық орналасуы аймақтағы топырақ түрлеріне әсер етеді.

Топырақ жамылғысының физика-химиялық қасиеттерін талдау оның құрамын және әртүрлі табиғи процестерге жарамдылығын түсінуде шешуші рөл атқарады. Бұл бөлімде топырақ құрылымы, оның ылғалдылығы, қышқылдығы және қоректік заттар сияқты негізгі көрсеткіштерді қарастырамыз. Бұл деректер резерваттағы биоалуантүрлілікті сақтау үшін топырақтың жарамдылығы туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Топырақ сипаттамалары өсімдік әлеміне және резерваттың биоалуантүрлілігіне тікелей әсер етеді. Топырақ көрсеткіштерінің өсімдік құрылымы мен құрамына әсерін зерттеу топырақ пен өсімдік жамылғысының өзара әрекеттесуін жақсы түсінуге, сондай-ақ резерват экожүйелеріндегі өзгерістерді болжауға болады.

Резерваттың топырақ үлгілерінде оқшауланған микоризалы саңырауқұлақтарды зерттеудің негізгі нәтижелері келтірілді. Резерватта кездесетін өсімдіктермен олардың микоризалы симбиоздарының ерекшеліктері қосымша қарастырылды.

Үлгі алаңдарда топырақтың қышқылдығын талдау үшін әртүрлі нүктелерде рН мәндері өлшенді. Бұл мәліметтер резерваттағы қышқылдық-негіздік тепе-теңдіктің жалпы көрінісін береді және микоризалық саңырауқұлақтардың өмір сүру жағдайларын анықтау үшін маңызды көрсеткіш болып табылады (19-кесте).

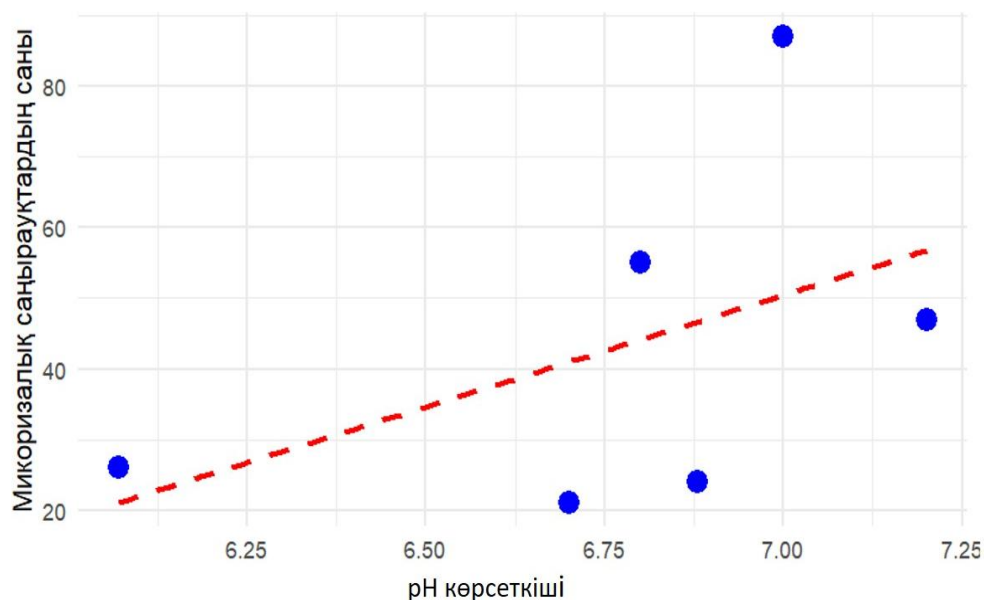
Кесте 19 – Орманшылықтардағы топырақ қышқылдығы мен микоризалық саңырауқұлақтардың саны арасындағы корреляциялық коэффициенті

Орманшылықтар	рН	Микоризалық саңырауқұлақтардың үлгі алаңдарындағы саны	Корреляция коэффициенті
Тайбағар	6,88	24	0,478
Көктерек	6,07	26	0,654
Майқарағай	6,70	21	0,344
Шалдай	6,80	55	0,356
Заводск	7,20	47	0,490
Первомай	7,00	87	0,678

Қышқылдық деңгейінің микоризалы саңырауқұлақтарға әсерін талдау рН өзгерістерінің олардың таралуына, белсенділігіне және арнайы микоризалы симбиоздарға қалай әсер ететінін қарастыруды қамтыды. "Ертіс орманы" резерватында микоризалы саңырауқұлақтарына топырақ қышқылдығы әсер етуінің механизмдері талқыланды. Топырақтың қышқылдық деңгейі мен микоризалы саңырауқұлақтардың алуантүрлілігі арасындағы байланысты анықтау үшін корреляциялық талдау жүргізілді. Алынған корреляция коэффициенттері осы көрсеткіштердің өзара байланыс дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді (22-сурет).

Топырақтың механикалық құрамын түсіндіру оның құрылымын, өткізгіштігін және басқа физикалық қасиеттерін түсіну үшін маңызды. 20-кестедегі деректер әртүрлі топырақ фракцияларының пайызын көрсетеді.

рН мәндері 6,07-ден 7,20-ға дейін, бұл топырақта аздап қышқылдан сәл сілтілі, бейтарап жағдайларды көрсетеді. Микоризалы саңырауқұлақтардың саны 21-ден 87-ге дейін ауытқығанын көрсетті. Бұл топырақтың биологиялық белсенділігіндегі айырмашылықтарды көрсетуі мүмкін. Барлық үлгі алаңдары үшін корреляция коэффициенттері оң.



Сурет 22 – Топырақ қышқылдығы мен микоризалық саңырауқұлақтардың саны арасындағы байланысының көрінісі

Бұл рН деңгейі мен микоризалы саңырауқұлақтардың саны арасындағы оң байланысты көрсетті.

рН мен микоризалы саңырауқұлақтар саны арасындағы ең үлкен оң корреляция Первомайск (корреляция коэффициенті 0,678) орманшылығында байқалды. Шалдай орманшылығында оң корреляция бар (коэффициент 0,356), дегенмен ол Первомайск орманшылығына қарағанда сәл аз болды. рН сәл жоғары жерлерде микоризалы саңырауқұлақтар санының көп екенін көруге болады. Первомайск орманшылығындағы рН көрсеткіші жоғары оң корреляцияға байланысты микоризалы саңырауқұлақтары үшін ең қолайлы екені байқалды.

1-0, 25 мм: бұл фракция құмды білдіреді. Құмды топырақтар жақсы ауа өткізгіштігі мен су өткізгіштігіне ие; 0,25-0,05 мм: бұл фракция құмның құрамына кіреді; 0,05-0,01 мм: бұл ұсақ құм. Құм неғұрлым ұсақ болса, сумен және қоректік заттармен әрекеттесу соғұрлым жоғары болады; 0,01-0,005 мм: бұл орташа құм; 0,005-0,001 мм: бұл ұсақ құм; 0,001 мм (саз): бұл фракция сазды білдіреді.

Сазды топырақтар ылғалды жақсы ұстай алады, бірақ олар аз өткізгіш болуы мүмкін. <0,01 мм: бұл құмның жалпы пайызы, яғни 0,01 мм-ден аз бөлшектер. >0,01 мм: бұл 0,01 мм-ден асатын бөлшектердің жалпы пайызы. Құмның жоғары пайызы (>0,01 мм) жақсы дем алатын жеңіл топырақты көрсетуі мүмкін, бірақ ылғалды жеткіліксіз ұстайды. Саздың болуы (0,001 мм фракция) ылғалдың сақталуын жақсарта алады, бірақ су өткізгіштігін нашарлатады. Фракциялардың жалпы пайызы топырақ құрылымы туралы түсінік береді.

Үлгі алаңдарының топырақтарында тек құмайтты кара-қоңыр түршесі дамыған. Топырақтың (0-20 см) физикалық мөлшері 10,22-18% аралығында болды, ең төменгі мөлшері Көктерек орманшылығы топырағында болды, ал

керісінше топырақтың <0,01 мм фракцияларының мөлшерінің жоғары көрсеткіші Первомайское орманшылығында болды. Себебі, шалғынды қара қоңыр топырағы жер асты суларының жақын орналасуымен байланысты болды.

Кесте 20 – Әр түрлі орманшылықтардағы қара-қоңыр топырақтардың гранулометриялық құрамы

№ сынама лар	Құрғақ топырақтың пайыздық фракциялар саны							жалпы		Гигроско пиялық ылғалдылы ғы, %
	1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	0,001	<0,01			
							<0,01	>0,01		
Көктерек	5,07	79,99	4,18	2,57	5,18	3,01	10,76	89,24	0,39	
	4,69	82,76	2,81	2,13	5,05	2,57	9,74	90,26	0,24	
Тайбағар	4,64	80,92	1,64	4,33	4,25	4,21	12,79	87,21	0,26	
	4,37	62,43	12,63	5,18	10,00	5,39	20,57	79,4	1,21	
Шалдай	3,99	82,13	3,17	4,73	5,09	0,88	10,71	89,29	0,28	
	2,82	82,36	3,89	2,69	6,10	2,13	10,92	89,08	0,37	
Майкара- ғай	7,29	77,11	3,31	3,03	5,86	3,39	12,28	87,72	1,01	
	10,00	78,90	3,10	2,65	3,38	1,97	8,00	92,00	0,55	
Первомай	1,19	69,86	9,84	4,96	8,38	5,77	19,11	80,89	1,63	
	5,39	69,55	7,92	5,03	7,80	4,30	17,14	82,86	0,57	
Заводск	4,65	71,75	8,21	4,63	7,29	3,46	15,38	84,62	0,67	
	8,28	71,72	6,58	3,49	7,19	2,73	13,41	86,59	0,38	

Микоризаны құрайтын саңырауқұлақтар топырақтан минералды қоректік заттарды алып, оларды өсімдіктерге беру қабілетіне ие. Бұл әсіресе өсімдіктер қоректік заттардың жетіспеушілігіне тап болатын қоректік нашар топырақтарда өте маңызды. Микоризаны құрайтын саңырауқұлақтар топырақтан минералды қоректік заттарды алып, оларды өсімдіктерге беру қабілетіне ие. Бұл әсіресе өсімдіктер қоректік заттардың жетіспеушілігіне тап болатын қоректік нашар топырақтарда өте маңызды. Микориза өсімдіктерге азот, фосфор, калий және басқа да қажетті элементтерді алуға көмектеседі.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Жүргізілген зерттеулер бойынша келесідей қорытындылар жасауға болады:

1. «Ертіс Орманы» резерватының микобиотасында жүргізілген далалық зерттеу жұмыстар нәтижесінде жалпы 390 үлгі жиналды. Олар 6 қатарды, 21 тұқымдасты, 32 туысты, анықталған 54 түрді құрады. Орман экожүйелерінде микоризалы саңырауқұлақтар, сүректертердегі сапротрофтылар және орман төсенішінде өсетін сапрофиттер болды. 2019-2020 жж. жиналған жалпы үлгі саны 137 дананы құрады. Саңырауқұлақтардың сандарына қарай, ең көп Первомайск орманшылығында 39 дана, Шалдайда 44 дана, ал ең аз Майқарағай және Тайбағар орманшылықтарында аз болғаны байқалды. 2021-2023 жж. макромицеттердың 253 данасы жиналды. Зерттеу бойынша Тайбағар, Көктерек, Майқарағай орманшылықтарды орташа саны 24 дана, ал ең көп көрсеткіштер Первомайск орманшылықтарды орын алды.

2. Зерттеу нәтижесінде *Pinus sylvestris* L. микоризалық байланысқа *Suillus bovinus*, *Suillus granulatus*, *Suillus sp.*, *Suillus luteus*, *Cortinarius sp. 1*, *Cortinarius sp. 2*, *Cortinarius sp. 3*, *Tricholoma robustum*, *Inosperma cookei*, *Chroogomphus mediterraneus*, *Gomphidius roseus*, *Chroogomphus rutilus*, *Bankera fuligineoalba*, *Pluteus sp.*, *Psathyrella sp.* түрлерімен селбесіп өмір сүреді. Сонымен қатар, *Betula pendula* Roth.-пен бір орман экожүйесінде *Leccinum scabrum*, *Leccinum vulpinum*, *Leccinum versipelle*, *Leccinum aurantiacum*, *Russula nauseosa*, *Russula grisea*, *Lactarius rimosellus*, *Russula medullata*, *Lactarius controversus*, *Russula sp.1*, *Russula sp.2*, *Lactarius sp.* бірге симбиоздық қауымдастық құрағаны анықталды. Алайда орман биоценозында эктомикоризалық байланысы бірнеше ағаш өсімдіктерімен селбесетін, мысалы *Paxillus involutus*, *Amanita muscaria*, *Amanita pantherine*, *Amanita vaginata* түрлері кәдімгі қарағай, қотыр қайың, көтерекпен бірлесе өседі.

3. Кәдімгі қарағай микротрофтылығы бойынша негізгі тамырдың ұзындығы Шалдай орманшылығында  $128 \text{ мм} \pm 0,5$ , Первомайда  $5,25 \pm 0,8$  болды. Микориза индексі Заводск орманшылығында  $0,91 \pm 0,8$ -ге тең, ал Көктеректе  $0,5 \pm 0,1$ -тең болды. Өскіндердің жасы бойынша ең жоғарғы мән Шалдайда  $9,7 \pm 0,5$ , Заводск  $9,2 \pm 0,5$ , орташа көрсеткіштер Майқарағай, Көктерек, Первомайское орманшылықтарында орындалды.

4. *Pinus sylvestris* L. тамыр жүйесін DEEMY бағдарламасы арқылы 249 морфотипі сипатталды. *Pinus sylvestris* L. жалпы микориза ұзындығы 8,26 мм, *Betula pendula* Roth. 7,79 мм-тең. Тамыр ұштарының ұзындығы қарағайда 1,65 мм, ал қайыңда 1,07 мм, тамыр ұштарының диаметрі қарағайда 0,55 мм, қайыңда 0,52 мм, негізгі тамырдың осінің диаметрі 0,49 мм, 0,31 мм көрсеткіштерін көрсетті. Орманшылықтардағы үлгі алаңдарында өскіндер және топырақ сынамалардан оқшауланған *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. микоризалардың морфотиптік алуантүрлі екені байқалды. Ең көп таралған морфотип қарапайым микоризалы морфотип, ең аз кездескен пирамидалды және симподиалды микоризалы морфотип болды.

5. Диссертациялық зерттеу жұмысының ДНК әдісімен анықталған түрлері бойынша нәтижелері қарағайлы, қайыңмен аралас ормандарының барлық симбионттары арасында ең көп кездескен қатарлары *Agaricales* (12 түр/60%), одан кейін *Russulales* (7 түр/38,8%), ал ең аз *Boletales* (1/1,2%) болды. Ең жиі кездескен түрлері *Candolleomyces candolleanus* (Fr.) D. Wächt. & A. Melzer кәдімгі қарағаймен және *Russula medullata* Romagn. қотыр қайыңмен селбесіп эктомикоризаны құрады.

6. Үлгі алаңдарының топырақтарында тек құмайтты қара-қоңыр түршесі дамыған. Топырақтың (0-20 см) физикалық мөлшері 10,22-18,0% аралығында, ең төменгі мөлшері Көктерек орманшылығы топырағында болды, ал керісінше топырақтың <0,01 мм фракцияларының мөлшерінің жоғары көрсеткіші Первомайск орманшылығында болды. рН мәндері 6,07-ден 7,20-ға дейін, бұл орындарда аздап қышқылдан сәл сілтілі, бейтарап жағдайларды көрсетті. Микоризалы саңырауқұлақтардың саны 21-ден 87-ге дейін ауытқығанын көрсетті. Бұл топырақтың биологиялық белсенділігіндегі айырмашылықтарды көрсетуі мүмкін. рН деңгейі мен микоризалы саңырауқұлақтардың саны арасындағы оң байланысты көрсетті.

Зерттеу қорытындысы бойынша, кәдімгі қарағай мен қотыр қайыңмен селбесетін түрлері мен сандық құрамы айтарлықтай ерекшеленеді деген қорытынды жасауға мүмкіндік берді. Зерттеудің нәтижелері орманмен қамтылмаған жерлерді қалпына келтіру үшін маңызды. Бұл тұрғыда ЕсМ қоршаған ортаның экстремалды жағдайлары мен климаттың өзгеруінің салдары басым болатын Ертіс орманы резерватында орман өсіру тәжірибесінің тиімділігін арттырудың негізгі құралы ретінде пайдаланылуы мүмкіндік береді.

Қорыта айтқанда, Ертіс орманы резерватында әртүрлі орман экожүйелерінде айырмашылық бар екені байқалды. Эктомикоризалық саңырауқұлақтардың ормандағы қоректік заттардың алмасуы және макро, микроэлементтерді сіңіруі үшін маңызды орынға ие болды. Алайда, микоризалы саңырауқұлақтарды зерттеу үлкен ауқымды жұмыс, түрлерін әртүрлі әдіс-тәсілдері арқылы анықтап идентификацияланды. Эктомикориза ағаштардың қолайсыз, суық және құрғақ жағдайларға төзімділігін арттырады. Бұл қысы суық резерватта өскен қарағайларға тиімді. Топырағы құмды қарашіріндісі аз жерлерде эктомикоризаның болғаны ағашқа әсер етеді. Өсімдіктердің қоршаған орта жағдайларына бейімделуінде микориза үлкен рөл атқарады. Микотрофия ағаш түрлерінде де, шөптесін түрлерде де кең таралған құбылыс болып табылады.

#### Ұсыныстар

1. «Ертіс орманы резерваты» орман экожүйесіндегі биоалуантүрліліктің құрамдас бөлігі ретінде, макромицеттердің анықталған түрлерінің тізімі резерваттың ғылыми бөліміне енгізілді.

2. Резерват микобиотасындағы микоризалы саңырауқұлақтардың анықталған түр - құрамы, өндірісте, орман питомниктерінде, екпе орман отырғызу кезінде жерсінудің жоғарлататын биологиялық тыңайтқыш ретінде пайдалануға ұсынылды.



3. Резерваттағы орман құраушы ағаштармен селбесетін эктомикоризалардың алғашқы морфотиптік ерекшеліктері анықталған түрлер ұсынылды.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Шестой национальный доклад республики Казахстан о биологическом разнообразии / под ред. А. Шалаханова. – Астана, 2018. – 256 с.
- 2 Брагина Т.М., Рулёва М.М. Состоялась *in vivo* международная научная конференция «биологическое разнообразие азиатских степей» // Вестник КГПИ. – 2022. – №3(67). – С. 37-40.
- 3 Қазақстан Республикасының ландшафттық және биологиялық әртүрлілігі: БҰҰ Даму Бағдарламасының ақпараттық-аналитикалық шолуы / ред. И. Мирхашимов. – Алматы: ҚБ «OST-XXI ғасыр», 2005. – 242 б.
- 4 Данченко А.М., Кабанова С.А. Особо охраняемые природные территории республики Казахстан и проблемы сохранения биоразнообразия // Хвойные бореальной зоны. – 2007. – Т. 24, №2-3. – С. 179-182.
- 5 Бродский А.К. Биоразнообразие: структура, проблемы и перспективы сохранения // Аспекты биоразнообразия: сб. – М., 2016. – С. 380-396.
- 6 РГУ Государственный лесной природный резерват «Ертіс орманы» // <https://ertis-ormany.kz/kk/>. 12.07.2023.
- 7 Алиева Ж.Н. Роль экологического туризма в сохранении биологического разнообразия // Возможности развития краеведения и туризма Сибирского региона и сопредельных территорий: сб. – Томск, 2014. – С. 148-152.
- 8 Курсанов Л.И. Очерк развития микологии // В кн.: Микология. — М.: Учпедгиз, 1940. – 480 с.
- 9 Гарибова Л., Лекомцева С. Основы микологии. Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов. – М.: Litres, 2022. – 220 с.
- 10 Воронина Е.Ю. Микоризы в наземных экосистемах: экологические, физиологические и молекулярно-генетические аспекты микоризных симбиозов // Микология сегодня: сб. – М., 2007. – С. 101-192.
- 11 Frank B. On the nutritional dependence of certain trees on the root symbiosis with belowground fungi (an English transformation of A. B. Frank's classic paper of 1885) // Mycorrhiza. – 2005. – Vol. 15. – P. 267-275.
- 12 Сизоненко Т.А. Современные представления о структуре эктомикоризных ассоциаций // Вестник ИБ Коми НЦ УрО РАН. – 2018. – №1. – С. 2-14.
- 14 Таршис Л. Ризология. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Litres, 2022. – 200 с.
- 15 Frank A.B. Über die geologischen Verhältnisse des Thallus einiger Krustenflechten (Cohn's) // Beitr. Zur Biol. Pflanz. – 1877. – Vol. 2. – P. 123-200.
- 16 Schlicht A. Ueber neue Fälle von Symbiose der Pflanzenwurzeln mit Pilzen // Ber Dtsch Bot Ges. – 1888. – Vol. 6. – P. 269-279.
- 17 Trappe J. M. A.B Frank and mycorrhizae: the challenge to evolutionary and ecologic theory // Mycorrhiza. – 2005. – Vol. 15, Issue 4. – P. 277-281.
- 18 Cairney J.W.G. Evolution of mycorrhiza systems // Naturwissenschaften. – 2000. – Vol. 87, Issue 11. – P. 467-475.

- 19 Dhanker R. et al. Symbiotic signaling: insights from arbuscular mycorrhizal Symbiosis // In book: Plant Microbe Symbiosis. – Cham: Springer, 2020. – P. 75-103.
- 20 Rayner M.C. The use of soil or humus inocula in nurseries and plantations // Empire Forestry Journal. – 1938. – Vol. 17, Issue 2. – P. 236-243.
- 21 Dominik T., Nespiak A., Pachlewski R. Badanie mykotrofizmu roślinności zespołów na skałkach wapiennych w Tatrach Untersuhungen über den Mykotrophismus der Pflanzenassoziationen der Kalkfelsen im Tatragebirge // Acta Societatis Botanicorum Poloniae. – 1954. – Vol. 23, Issue 3. – P. 471-485.
- 22 Микориза растений: сб. перев. / под ред. Н.В. Лобанова. – М., 1963. – 431 с.
- 23 Brown J.F. Mycorrhizal symbiosis and plant Health // Plant Quart. – 1992. – Vol. 7, Issue 1. – P. 30-34.
- 24 Переведенцева Л.Г. Агарикоидные микоризообразующие грибы Пермского Прикамья // Вестник Пермского университета. – 2004. – №2. – P. 14-18.
- 25 Утемова Л.Д. О распространении микосимбиотрофизма в растительном покрове юга Красноярского края // Микориза и другие формы консортивных отношений в природе: межвуз. сб. – Пермь, 1978. – С. 19-23.
- 26 Еропкин К.И. О взаимосвязи форм микоризных окончаний у хвойных // Микориза и другие формы консортивных отношений в природе: сб. – Пермь, 1979. – С. 61-77.
- 27 Дудка И.А. Грибы. – М., 1987. – 536 с.
- 28 Linderman R. G. Mycorrhizal interactions in the rhizosphere // In book: The rhizosphere and plant growth. – Dordrecht: Springer, 1991. – P. 343-348.
- 29 Шубин В.И. Макромицеты лесных фитоценозов таежной зоны и их использование. – Л., 1990. – 195 с.
- 30 Garcia M. O. et al. Ectomycorrhizal communities of ponderosa pine and lodgepole pine in the south-central Oregon pumice zone // Mycorrhiza. – 2016. – Vol. 26. – P. 275-286.
- 31 Сизоненко Т.А. Современные представления о структуре эктомикоризных ассоциаций // Вестник ИБ Коми НЦ УрО РАН. – 2018. – №1. – С. 2-14.
- 32 Мехоношин Л.Е. Экологические аспекты взаимоотношений лесных растений и макромицетов в условиях промышленного загрязнения: автореф. ... канд. биол. наук: 03.00.05. – СПб, 1994. – 23 с.
- 33 Read D.J., Duckett J.G., Francis R. et al. Symbiotic fungal associations in «lower» land plants // Phil. Trans. R. Soc. Lond. – 2000. – Vol. 355. – P. 815-831.
- 34 Valverde-Barrantes O.J. et al. Evolutionary changes in leaf and root traits predates changes in mycorrhizal associations in seed plants // <https://www.authorea.com/users/291090/articles/418189-evolutionary>. 14.07.2022.
- 35 Smith S.E., Read D.J. Mycorrhizal symbiosis. – London: Academic Press, 1997. – 605 p.
- 36 Baba Z. A. et al. Arbuscular mycorrhizae: an input for organic agriculture // Indian farmer. – 2018. – Vol. 575. – P. 595-607.

- 37 Linderman R.G. VA (vesicular-arbuscular) mycorrhizal symbiosis // ISI Atlas Sci: Anim. Plant Sci. – 1988. – Vol. 1, Issue 2. – P. 183-188.
- 38 Веселкин Д.В. Структура эктомикориз сосны обыкновенной в связи с корневой конкуренцией древостоя // Генетические и экологические исследования в лесных экосистемах: сб. науч. тр. – Екатеринбург, 2001. – С. 113-126.
- 39 Данченко А.М. и др. Инновации в современном лесном хозяйстве томской области // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – №49(12). – С. 81-89.
- 40 Воронина Е.Ю., Лысак Л.В., Загрядская Ю.А. Численность и структура сапротрофного бактериального комплекса микоризосферы и гифосферы базидиомицетов-симбиотрофов // Известия Российской Академии наук. Серия биологическая. – 2011. – №6. – С. 725-732.
- 41 Капустин Р.В. Влияние инокуляции грибом *Amanita muscaria* L. на минеральную продуктивность древесных растений на серых лесных почвах нижегородской области // Вестник ВГУ. – 2014. – №3. – С. 68-73.
- 42 Van der Heijden M.G.A. et al. Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future // New phytologist. – 2015. – Vol. 205. – P. 1406-1423
- 43 Сизоненко Т.А. Современные представления о структуре эктомикоризных ассоциаций // Вестник ИБ Коми НЦ УрО РАН. – 2018. – №1. – С. 2-14.
- 44 Brundrett M.C. Diversity and classification of mycorrhizal associations // Biol. Rev. – 2004. – Vol. 79. – P. 473-495.
- 45 Read D.J., Perez-Moreno J. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems – a journey towards relevance? // New Phytol. – 2003. – Vol. 157. – P. 475-492.
- 46 Шемаханова Н.М. Микотрофия древесных пород. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 374 с.
- 47 Веселкин Д.В. Структура эктомикориз сосны обыкновенной в связи с корневой конкуренцией древостоя // Генетические и экологические исследования в лесных экосистемах: сб. науч. тр. – Екатеринбург: УрО РАН, 2001. – С. 113-126.
- 48 Еропкин К.И. Мицелиальные чехлы и их взаимосвязь с формами микоризного окончания хвойных // Микориза и другие формы консортивных отношений в природе: сб. – Пермь, 1977. – С. 78-81.
- 49 Чмыр А.Ф. Микориза ели и ее влияние на величину поглощающей части корней // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение: сб. – Л., 1973. – С. 62-69.
- 50 Шубин В.И. Макромицеты лесных фитоценозов таежной зоны и их использование. – Л., 1990. – 198 с.
- 51 Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. – М.: Наука, 1981. – 231 с.
- 52 Peyronel B. et al. Terminology of mycorrhizae // Mycologia. – 1969. – Vol. 61, Issue 2. – P. 410-411.

53 Селиванов И.А. Микотрофизм растений в лесной зоне // Микориза и другие формы консортивных отношений в природе: сб. науч. тр. – Пермь, 1977. – С. 5-26.

54 Еленевский А.Г., Соловьева М.П., Ключникова Н.М. и др Практикум по систематике растений и грибов. – М.: Академия, 2001. – 160 с.

55 Брындина Л.В., Арнаут Ю.И., Алыкова О.И. Микоризообразующие грибы в формировании биогеоценозов: аналитический обзор // Лесотехнический журнал. – 2022. – Т. 12, №1(45). – С. 5-20.

56 Molina R., Massicotte H., Trappe J.M. Specificity phenomena in mycorrhizal symbioses: communityecological consequences and practical implications // In book: Mycorrhizal functioning: an integrative plant-fungal process. – N.Y.: Chapman and Hall, 1992. – P. 357-423.

57 Шубин В.И. Влияние удобрений на микоризность однолетних сеянцев сосны в питомниках на лесных почвах // Плодородие почв Карелии: сб. ст. – М.; Л.: Наука, 1965. – С. 171-182.

58 Нездоймино Э.Л. Определитель грибов России. Порядок агариковые. – СПб., 1996. – 408 с.

59 Доросинский Л.М. Использование микроорганизмов в сельском хозяйстве. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 320 с.

60 Molina R. Specificity phenomena in mycorrhizal symbioses: community-ecological consequences and practical implications // In book: Mycorrhizal functioning: an integrative plant-fungal process. – NY., 1992. – P. 357-423.

61 Malloch D.W., Pirozynski K.A., Raven P.H. Ecological and evolutionary significance of mycorrhizal symbioses in vascular plants (a review) // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 1980. – Vol. 77, Issue 4. – P. 2113-2118.

62 Martin F., Kohler A., Duplessis S. Living in harmony in the wood underground: ectomycorrhizal genomics // Current Opinion in Plant Biology. – 2007. – Vol. 10, Issue 2. – P. 204-210.

63 Garcia K. et al. Molecular signals required for the establishment and maintenance of ectomycorrhizal symbioses // New Phytologist. – 2015. – Vol. 208, Issue 1. – P. 79-87.

64 Martin F. et al. Unearthing the roots of ectomycorrhizal symbioses // Nature Reviews Microbiology. – 2016. – Vol. 14, Issue 12. – P. 760-773.

65 Toju H., Sato H. Root-associated fungi shared between arbuscular mycorrhizal and ectomycorrhizal conifers in a temperate forest // Frontiers in Microbiology. – 2018. – Vol. 9. – P. 433-1-433-11.

66 Kafle A. et al. Split down the middle: studying arbuscular mycorrhizal and ectomycorrhizal symbioses using split-root assays // Journal of Experimental Botany. – 2022. – Vol. 73, Issue 5. – P. 1288-1300.

67 Rudawska M., Leski T., Gornowicz R. Mycorrhizal status of *Pinus sylvestris* L. nursery stock in Poland as influenced by nitrogen fertilization // Dendrobiology. – 2001. – Vol. 46. – P. 49-58.

68 Микориза и другие формы консортивных связей в природе / под ред. И.А. Селиванова. – Пермь, 1983. – 74 с.

69 Вайшля О.Б., Данченко А.М., Дементьева А.Г. Микотрофность подроста *Pinus sibirica* Du Tour в подзоне южной тайги Томской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, №1-8. – С. 1963-1967.

70 Вайшля О.Б., Комлева Е.В. Микоризация сеянцев хвойных-Экотехнология лесовосстановительного производства в Западной Сибири // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2012. – №31. – С. 114-117.

71 Веселкин Д.В. Размеры эктомикоризных окончаний *Picea obovata* Ledeb., *Abies sibirica* Ledeb. и *Pinus sylvestris* L. и соотношение симбионтов в них. Видовые особенности // Хвойные бореальной зоны. – 2013. – Т. 30, №1-2. – С. 66-72.

72 Sarsekova D., Ayan S., Abzhanov T. Ectomycorrhizal Flora Formed by Main Forest Trees in the Irtysh River Region of Central and Northeastern Kazakhstan // South-east European forestry: SEEFOR. – 2020. – Vol. 11, Issue 1. –P. 61-69.

73 Маслова О. Обзор русских путешествий и экспедиций в Ср. Азию. – Ташкент, 1971. – Ч. 4. – 136 с.

74 Шварцман С.Р. Материалы к истории микрофлоры Казахстана: (Дополнение к II тому «Флоры споровых растений Казахстана. Головные грибы». СР Шварцман, 1960). – Алма-Ата: ООО ДиректМедиа, 2016. – 188 с.

75 Самгина Д.И. Флора споровых растений Казахстана. – М., 1985. – Т. 13, кн. 2. – 981 с.

76 Шварцман С.Р. Систематический состав грибов, образующих эндотрофные и эктотрофные микоризы // Сб. науч. тр. ПГПИ. – Пермь, 1968. – Т. 64. – С. 296-299.

77 Писарева Н.Ф. К флоре грибов Актюбинской области // Тр. Ин-та ботаники АН КазССР. – 1964. – Вып. 18. – С. 182-216.

78 Калымбетов Б.К. Микологическая флора Заилийского Алатау. – Алма-Ата: Наука, 1969. – 70 с.

79 Шварцман С.Р., Филимонова Н.М. Флора споровых растений Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1970. – Т. 6. – 317 с.

80 Абиев С.А. и др. Съедобные грибы порядка Agaricales особо охраняемых природных территорий центрального и северо-восточного Казахстана: создание коллекции штаммов и их молекулярная идентификация // Известия нац. Академии наук Республики Казахстан. – 2015. – №309. – С. 154-161.

81 Қуатбаев А.Т. Агроэкологиялық факторлардың бидай тамыр жүйесіне және ондағы микоризаның дамуына әсері: биол. канд. ... дис. – Алматы, 2002. – 137 б.

82 Мешков В.В., Нам Г.А. и др. Использование микоризообразующих грибов для лесовосстановления и лесоразведения в Заилийском Алатау // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: матер. 7-й международ. конф. – Пермь, 2009. –С. 132-134.

83 Оспанова А.К. Павлодар облысының ірі өндіріс қалаларындағы ағаш-бұта өсімдіктерінің ауру қоздырғыш саңырауқұлақтары: биол. канд. ... дис. – Астана, 2009. – 110 б.

84 Мешков В.В. Обоснование и технология получения микоризованного компоста для лесовыращивания и грибов в коммерческих целях (на примере ленточных боров Прииртышья: дис. ... канд. с.х. наук. – Алматы, 2010. – 106 с.

85 Мешков В.В. Обоснование и технология получения микоризованного компоста для лесовыращивания и грибов в коммерческих целях (на примере ленточных боров Прииртышья): автореф. ... канд. с-х. наук. – Алматы, 2010. – 24 с.

86 Дәулетбаева М.М. Микоризалық саңырауқұлақтардың асқабақ тұқымдас өсімдіктерінің экоморфоструктурасына экологиялық әсері: биол. канд. ... дис. – Астана, 2010. – 129 б.

87 Асилханова Р.З. Орталық және Солтүстік-шығыс Қазақстанда өсетін агарика саңырауқұлақтарының жеуге жарамды және дәрілік түрлерінің тірі штаммдар коллекциясын құру: док. PhD. ... дис. – Астана, 2015. – 147 б.

88 Қуатбаев А.Т., Ташимбаева А.А., Қалдыбекқызы Г. Микоризалық саңырауқұлақтардың кейбір ауылшаруашылық дақылдарындағы рөлі // ҚазҰУ хабаршысы. – 2015. – №1(63). – Б. 248-252.

89 Адамжанова Ж.А., Аникина И.Н., Султумбаева А.К. Трутовые грибы как накопители токсичных металлов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – №7(153). – С. 83-87.

90 Сарсекова Д.Н. Микоризные макромицеты основных лесообразующих пород Центрального и Северо-Восточного Казахстана и использование их для искусственной микоризации семян лесных древесных пород». 2018-2020 гг.: отчет о НИР (заключительный). – Астана, 2020. – 125 с.

91 Сорокина О. А. и др. Биогенные показатели почв под искусственными лесными посадками в прибрежной зоне озера Шира // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2013. – №5. – С. 60-67.

92 Smith S.E., Read D.J. Mycorrhizal symbiosis: textbook. – London: Academic press, 2010. – 789 p.

93 Smith S.E., Read D.J. Mycorrhizal Symbiosis. – London: Academic press, 1997. – 460 p.

94 Белова Н.В. Перспективы использования биологически активных соединений высших базидиомицетов в России // Микология и фитопатология. – 2004. – Т. 38, №2. – С. 1-7.

95 Селиванов И.А. Роль физиологически активных веществ в функционировании эктомикориз как симбиотических систем // В кн.: Ученые записки. – Пермь, 1975. – Т. 142. – С. 20-46.

96 Худяков Я.П., Возняковская Ю.М. Чистые культуры микоризных грибов // Микробиология. – 1951. – Т. 20, №1. – С. 14-19.

97 Белова Н.В. Перспективы использования биологически активных соединений высших базидиомицетов в России // Микология и фитопатология. – 2004. – Т. 38, №2. – С. 1-7.

98 Dahlberg A., Stenlid J. Spatiotemporal patterns in ectomycorrhizal populations // *Can. J. Bot.* – 1995. – Vol. 73, Suppl. 1. – P. 1222-1230.

99 Церлинг Г.И. Микориза, ее роль и значение при выращивании сеянцев лиственницы в степных условиях: автореф. ... канд. биол. наук. – М., 1963. – 25 с.

100 Белова Н.В. Перспективы использования биологически активных соединений высших базидиомицетов в России // *Микология и фитопатология.* – 2004. – Т. 38, №2. – С. 1-7.

101 Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. – М.: Наука, 1981. – 232 с.

102 Wu Q.S., Xia R.X. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions // *Journal of plant physiology.* – 2006. – Vol. 163, Issue 4. – P. 417-425.

103 Agerer R. Exploration types of ectomycorrhizae // *Mycorrhiza.* – 2001. – Vol. 11, Issue 2. – P. 107-114.

104 Agerer R. Studies on ectomycorrhizae II. Introducing remarks on characterization and identification // *Mycotaxon.* – 1986. – Vol. 26. – P. 473-492.

105 Agerer R. Fungal relationships and structural identity of their ectomycorrhizae // *Mycological progress.* – 2006. – Vol. 5. – P. 67-107.

106 Agerer R., Rambold G. DEEMY, a DELTA-based system for characterization and Determination of Ecto-Mycorrhizae, version 1.1 CD-ROM // <https://eref.uni-bayreuth.de/22367/>. 18.12.2018.

107 Agerer R. Exploration types of ectomycorrhizae. A proposal to classify ectomycorrhizal mycelial systems according to their patterns of differentiation and putative ecological importance // *Mycorrhiza.* – 2001. – Vol. 11. – P. 7-11.

108 Agerer R. Fungal relationships and structural identity of their ectomycorrhizae // *Mycological Progress.* – 2006. – Vol. 5. – P. 67-107.

109 Clasen B.E. et al. Characterization of ectomycorrhizal species through molecular biology tools and morphotyping // *Scientia Agricola.* – 2018. – Vol. 75. – P. 246-254.

110 Janowski D., Leski T. Methods for identifying and measuring the diversity of ectomycorrhizal fungi // *Forestry.* – 2023. – Vol. 96, Issue 5. – P. 1-14.

111 Schoch C.L. et al. Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi // *Proceedings of the national academy of Sciences.* – 2012. – Vol. 109, Issue 16. – P. S6241-S6246.

112 Agerer R., Grote R., Raidl S. The new method «micromapping», a means to study species-specific associations and exclusions of ectomycorrhizae // *Mycological Progress.* – 2002. – Vol. 1, Issue 2. – P. 155-166.

113 Hoang Pham N.D., Tuan D. Le A. Investigating the ectomycorrhizal appearance of seedlings in Tan Phu Forest enterprise's Nursery, dong Nai Province // *Science and Technology Development.* – 2008. – Vol. 11, Issue 11. – P. 96-100.

114 Pritsch K., Munch J.-C., Buscot F. Identification and differentiation of mycorrhizal isolates of black alder by sequence analysis of the ITS-regions // *Mycorrhiza.* – 2000. – Vol. 10. – P. 87-93.



115 Салаяев Р.К. Анатомическое строение корневых окончаний взрослой сосны и ход формирования на них микориз // Ботан. журнал. – 1958. – Т. 43, №6. – С. 869-876.

116 Салаяев Р.К. К вопросу о классификации корней и корневых окончаний у древесных пород при лесоведственных и лесокультурных исследованиях // в кн.: Вопросы лесоведения и лесной энтомологии в Карелии. – М.; Л., 1962. – С. 53-58.

117 Boulli A., Baaziz M., M'Hirit O. Polymorphism of natural populations of *Pinus halepensis* Mill. in Morocco as revealed by morphological characters // *Euphytica*. – 2001. – Vol. 119, Issue 3. – P. 309-316.

118 Веселкин Д.В. Анатомическое строение эктомикориз *Abies sibirica* Ledeb. и *Picea obovata* Ledeb. в условиях загрязнения лесных экосистем выбросами медеплавильного комбината // *Экология*. – 2004. – №2. – С. 90-98.

119 Schrey S.D., Schelhammer M., Ecke M. et al. Mycorrhiza helper bacterium *Streptomyces* AcH505 induces differential gene expression in the ectomycorrhizal fungus *Amanita mitscaria* II // *New Phytologist*. – 2005. – Vol. 168. – P. 205-216.

120 Мешков В.В., Нам Г.А., Рахимова Е.В. Использование микоризообразующих грибов для лесовосстановления и лесоразведения в Заилийском Алатау // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: матер. 7-й междунар. конф. – Пермь, 2009. – С. 132-134.

121 Bowen G.D., Theodorou C. Interaction between bacteria and ectomycorrhizal fungi // *Soil Biology and Biochemistry*. – 1979. – Vol. 11, Issue 2. – P. 119-126.

122 Brundrett M.C., Bougher N., Dell B. et al. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. – Canberra, 1996. – 374 p.

123 Shubha S., Savalagi V.P., Santoshagowda A.A.R.G.B. Occurrence and microbiological characteristics of azospirillum strains associated with wheat rhizoplane and endorhizosphere // *Biochemical and Cellular Archives*. – 2014. – Vol. 14, Issue 1. – P. 81-88.

124 Dahm H., Strzelczyk E., Ciesielska A. The effect of ectomycorrhizal fungi and bacteria on pine seedlings // *Acta Mycologica*. – 1988. – Vol. 33, Issue 1. – P. 25-36.

125 Duponnois R., Galiana A., Prin Y. The Mycorrhizosphere Effect: A Multitrophic Interaction Complex Improves Mycorrhizal Symbiosis and Plant Growth // *Mycorrhizae: Sustainable Agriculture and Forestry*. – 2008. – Vol. 48, Issue 1. – P. 227-240.

126 Mogge B., Loferer C., Agerer R. et al. Bacterial community structure and colonization patterns of *Fagits sylvatica* L. ectomycorrhizospheres as determined by fluorescence in situ hybridization and confocal laser scanning microscopy // *Mycorrhiza*. – 2000. – Vol. 9. – P. 271-278.

127 Poole E.J., Bending G.D., Whipps J.M. et al. Bacteria associated with *Pinus sylvestris* – *Lactarius rufus* ectomycorrhizas and their effect on mycorrhiza formation in vitro // *New Phytol*. – 2001. – Vol. 151. – P. 743-751.

- 128 План управления Государственным лесным природным Резерватом «Ертіс орманы» / ГЛПР «Ертіс орманы». – Шалдай, 2021. – 25 с.
- 129 Погода в Казахстане, прогноз погоды // <https://www.gismeteo.kz>. 12.04.2022.
- 130 Информация о научно-исследовательской работе отдела науки информации и мониторинга / ГЛПР «Ертіс орманы». – Шалдай, 2015. – 30 с.
- 131 Сарсекова Д.Н., Обезинская Э.В., Нурлаби А.Е. Опыт искусственной микоризации сеянцев сосны обыкновенной и березы повислой в питомнике ГЛПР «Ертіс орманы» // Znanstvena Misel. – 2019. – №9-1. – С. 6-10.
- 132 Погода в Шалдае // <https://www.rp5.kz>. 12.04.2023.
- 133 Система ведения сельского хозяйства Павлодарской области: реком. / Министерство сельского хоз-ва РК. – Павлодар, 2003. – 320 с.
- 134 Рекомендации по системе ведения сельского хозяйства: Восточно-Казахстанская область: науч. изд. / Министерство сельск. хоз-ва КазССР. – Алма-Ата: Кайнар, 1967. – 335 с.
- 135 Летопись Природы: год. кн. / ГЛПР «Ертіс орманы». – Шалдай, 2019. – 68 с.
- 136 Кабанова С.А., Данченко М.А. Результаты изучения влияния сроков посадки на состояние и рост лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris* L.) в ленточных борах Прииртышья (на примере государственного лесного природного резервата «Ертіс орманы») // Вестник Алтайского государственного Аграрного Университета. – 2016. – №7(141). – С. 47-51.
- 137 Сапарбаев Ә.Ж., Абаева Қ.Т. «Ертіс орманы» мемлекеттік орман табиғи резерваторының орман шаруашылықтарына факторлық талдау жүргізу // Вестник КазЭУ. – 2010. – №2. – С. 331-336.
- 138 Джанпеисов Р., Соколов А.А., Фаизов К.Ш. Почвы Казахской ССР. Павлодарская область. – Алма-Ата: АН КазССР, 1960. – Вып. 3. – 266 с.
- 139 Джаналеева Г.М. Физическая география Казахстана. – Алматы: ЕНУ, 2010. – 117 с.
- 140 Мамирова К.Н. Проблемы сохранения и развития оопт (особо охраняемых природных территорий) в Казахстане // Хартия Земли-практический инструмент решения фундаментальных проблем устойчивого развития: сб. матер. междунар. науч.-практ. конф., посв. 15-лет. реализации принципов Хартии Земли в Республике Татарстан. – Казань, 2016. – С. 157-160.
- 141 Мамирова К.Н. Физическая география Казахстана. – Алматы: Қыздар университеті, 2015. – 229 с.
- 142 Аскарова М.А. Особо охраняемые природные территории Казахстана: современное состояние и перспективы развития // Bulletin D'Eurotalent-Fidjip. – 2014. – №3. – С. 25-29.
- 143 Омаров М.К., Латыпова З.Б. Особо охраняемые природные территории павлодарской области Республики Казахстан // Экология и природопользование: прикладные аспекты: матер. 9-й междунар. науч.-практ. конф. – Уфа, 2019. – С. 45-48.

- 144 Информация о научно-исследовательской работе отдела науки информации и мониторинга / ГЛПР «Ертіс орманы». – Шалдай, 2013. – 18 с.
- 145 Каримова Б.М. Особенности лесных экосистем и лесохозяйственные районы пойменных лесов Прииртышья // Матер. 9-й междунар. науч. конф. студ. и молод. учен. «Наука и образование - 2014». – Астана, 2014. – С. 4237-4241.
- 146 Камкин В.А., Каденова А.Б., Камкина Е.В. Дендрофлора Павлодарской области: учеб. пос. – Павлодар: Кереку, 2011. – 151 с.
- 147 План управления республиканским государственным учреждением государственный лесной природный резерват «Ертіс Орманы» на 2020-2024 годы / ГЛПР «Ертіс орманы». – Шалдай, 2020. – 117 с.
- 148 Ержанов Н.Т., Камкин В.А., Убаськин А.В. и др. Биологическое разнообразие растительного и животного мира природного резервата «Ертыс Орманы» и его рациональное использование // Вестник ПМУ. – 2012. – №2. – С. 85-89.
- 149 Ержанов Н.Т., Убаськин А.В., Камкин В.А. Биологические ресурсы охотничьего хозяйства «Лебяжье» Павлодарской области и их рациональное использование. – Павлодар, 2008. – 219 с.
- 150 Великанов Л.Л., Сидорова И.И., Успенская Г.Д. Полевая практика по экологии грибов и лишайников. – М.: МГУ, 1980. – 112 с.
- 151 Андреева Е.Н., Баккал И.Ю., Горшков В.В. и др. Методы изучения лесных сообществ. – СПб., 2002. – 240 с.
- 152 Васильков Б.П. Методы учета съедобных грибов в лесах СССР. – Р-на-Д.: Рипол Классик, 2013. – 74 с.
- 153 Пилипко Е.Н. Методология исследований лесных экосистем. – Вологда-Молочное, 2013. – 103 с.
- 154 Поздеев Д.А. Таксация леса: учеб. пос. – Ижевск, 2016. – 130 с.
- 155 Петренко И.А., Шишикина О.Э. Рекомендации по учету урожайности съедобных грибов в Средней Сибири. – Красноярск: ИЛИД, 1975. – 13 с.
- 156 Кутафьева Н.П. Морфология грибов: учеб. пос. – Изд. 2-е, испр., доп. – Новосибирск: Сиб. университет. изд-во, 2003. – 215 с.,
- 157 Лессо Т. Грибы: определитель. – М.: АСТ; Астрель, 2003. – 304 с.
- 158 Айнуур Е. Н., Сарсекова Д. Н. The «Ертіс Орманы» Мемлекеттік Орман Табиғи Резерватының Шалдай орманшылығы орман экожүйесіндегі микоризалардың морфоптик ерекшеліктері //3i: intellect, idea, innovation-интеллект, идея, инновация. – 2023. – №. 1. – Б. 191-201.
- 159 Smith S.E., Smith F.A. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales // Annual Review of Plant Biology. – 2011. – Vol. 62. – P. 227-250.
- 160 Vaishlya O.B., Kudashova N.N., Gashkov S.I. et al. First list of mmicromycetesforming ectomycorrhizas in cedar and pine forests of Tomsk region of West Siberia // International Journal of Environmental Studies. – 2017. – Vol. 74, Issue 5. – P. 752-770.

161 Agerer R., Rambold G. Deemy. An Information System for Characterization and Determination of Ectomycorrhizae // <http://www.deemy.de>. 27.07.2022.

162 Serres D., Dima B., Kovacs M. Characterisation of seven *Inocybe* ectomycorrhizal morphotypes from a semiarid woody steppe // *Mycorrhiza*. – 2016.– Vol. 26, Issue 3. – P. 215-225.

163 Gardes M., Brunce T.D. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes application to the identification of mycorrhizae and rusts // *Molecular ecology*. – 1993. – Vol. 2, Issue 2. – P. 113-118.

164 Карбышева К.С. и др. Изучение морфологии эктомикоризного симбиоза подроста *Pinus sibirica* Du Tour в подзоне южной тайги Томской области // *Актуальные проблемы лесного комплекса*. – 2017. – №49. – С. 91-95.

165 National Center for Biotechnology Information // <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> Data obrashcheniya. 27.06.2022.

166 Altschul S.F. et al. Basic local alignment search tool // *Journal of molecular biology*. – 1990. – Vol. 215, Issue 3. – P. 403-410.

167 Schoch C.L. et al. Finding needles in haystacks: linking scientific names, reference specimens and molecular data for Fungi // *Database*. – 2014. – Vol. 2014. – P. bau061-1-bau061-21.

168 Розанов Б.Г. Морфология почв: учеб. – М., 2004. – 431 с.

169 Муха В.Д. Естественно-антропогенная эволюция почв. – М.: Колос, 2004. – 270 с.

170 Sarsekova D., Vaishlya O., Nurlabi A. et al. Ectomycorrhizal Symbionts of Scots Pine and Silver Birch Forest Ecosystems in the Natural Reserve Ertis Ormany in Kazakhstan // *Austrian Journal of Forest Science*. – 2023. – Vol. 140, Issue 2. – P. 99-120.

171 Pena R. et al. Phylogenetic and functional traits of ectomycorrhizal assemblages in top soil from different biogeographic regions and forest types // *Mycorrhiza*. – 2017. – Vol. 27. – P. 233-245.

172 Веселкин Д.В., Кайгородова С.Ю. Связь между агрохимическими свойствами почв урбанизированных лесов и строением эктомикориз сосны обыкновенной // *Агрохимия*. – 2013. – №11. – С. 54-62.

173 De Roman M. et al. Elicitation of foliar resistance mechanisms transiently impairs root association with arbuscular mycorrhizal fungi // *Journal of Ecology*. – 2011. – Vol. 99, Issue 1. – P. 36-45.

174 Tedersoo L. et al. Low diversity and high host preference of ectomycorrhizal fungi in Western Amazonia, a neotropical biodiversity hotspot // *The ISME journal*. – 2010. – Т. 4. – №. 4. – С. 465-471.

175 Сибирцева Н.В., Лукина Н.В. и др. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем // *Вопросы лесной науки*. – 2021. – Т. 4, №2. – С. 1-76.

176 Веселкин Д.В. Структура эктомикориз сосны обыкновенной в связи с корневой конкуренцией древостоя // *Генетические и экологические*

исследования в лесных экосистемах: сб. науч. тр. – Екатеринбург, 2001. – С. 113-126.

177 Селиванов И.А. Орман аймағындағы өсімдіктердің Микотрофизмі // Микориза және пиродтағы консорциумдық қатынастардың басқа түрлері: сб. НАК. тр. – Пермь, 1977. – Б. 5-26.

178 Дудкина Е. Повышение урожайности культур и повышение плодородия почвы через использование микоризы // Агронабформ. – 2015. – №5. – С. 40-42.

179 Brundrett M. Diversity and classification of mycorrhizal associations // *Biological reviews*. – 2004. – Vol. 79, Issue 3. – P. 473-495.

180 Еремин Д.И., Попова О.Н. Агрэкологическая характеристика микромицетов, обитающих в почве // Вестник ГАУ Северного Зауралья. – 2016. – №1(32). – С. 12-18.

181 Taylor L.L. et al. Biological weathering and the long-term carbon cycle: integrating mycorrhizal evolution and function into the current paradigm // *Geobiology*. – 2009. – Vol. 7, Issue 2. – P. 171-191.

182 Smith F.A., Smith S.E. What is the significance of the arbuscular mycorrhizal colonisation of many economically important crop plants? // *Plant and Soil*. – 2011. – Vol. 348. – P. 63-79.

183 Lilleskov E.A. et al. Atmospheric nitrogen deposition impacts on the structure and function of forest mycorrhizal communities: a review // *Environmental Pollution*. – 2019. – Vol. 246. – P. 148-162.

184 Smith S.E., Smith F.A., Jakobsen I. Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to plants irrespective of growth responses // *Plant physiology*. – 2003. – Vo. 133, Issue 1. – P. 16-20.

185 Нурлаби А.Е., Сарсекова Д.Н., Токтасынов Ж.Т. «Ертіс орманы» мемлекеттік орман табиғи резерватындағы *Pinus sylvestris* L. тұқымдасының эктомикоризаларын әртүрлі әдістермен идентификациялау // С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық). – 2023. – №3(118). – С. 170-180.

186 Bonkowski M., Villenave C., Griffiths B. Rhizosphere fauna: the functional and structural diversity of intimate interactions of soil fauna with plant roots // *Plant and Soil*. – 2009. – Vol. 321, Issue 1. – P. 213-233.

187 Smith S.E. et al. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant phosphorus nutrition: interactions between pathways of phosphorus uptake in arbuscular mycorrhizal roots have important implications for understanding and manipulating plant phosphorus acquisition // *Plant physiology*. – 2011. – Vol. 156, Issue 3. – P. 1050-1057.

188 Lilleskov E.A., Parrent J.L. Can we develop general predictive models of mycorrhizal fungal community-environment relationships? // *New Phytologist*. – 2007. – Vol. 174, Issue 2. – P. 250-256.

189 Read D.J., Perez-Moreno J. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems – a journey towards relevance? // *New phytologist*. – 2003. – Vol. 157, Issue 3. – P. 475-492.

190 Tedersoo L., Brundrett M.C. Evolution of ectomycorrhizal symbiosis in plants // In book: Biogeography of mycorrhizal symbiosis. – Cham: Springer, 2017. – P. 407-467.

191 Sarsekova D., Ayan S., Nurlabi A. et al. Preliminary results of the effect of artificial mycorrhization on the growth of siberian spruce (*Picea obovata* ledeb.) seedlings and soil properties // Agriculture & Forestry/Poljoprivreda i Sumarstvo. – 2021. – Vol. 67, Issue 3. – P. 43-59.

# ҚОСЫМША А

## Енгізу актісі

«БЕКІТЕМІН»  
«С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ» КеАҚ  
Басқарма мүшесі -  
академиялық мәселелер жөніндегі  
проректор  
Р.Д. Абишева  
2023ж.

Ізденуші Нурлаби Айнур Ермекқызының докторлық диссертациясы бойынша ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижелерін оқу үрдісіне енгізу  
**АКТІСІ**

**1. Ғылыми-зерттеу жұмыстың атауы:** Солтүстік - Шығыс Қазақстан орман экожүйесінде *Pinus sylvestris* L. және *Betula pendula* Roth. микоризалары.

**2. Қысқаша аңдатпа:** Алғаш рет «Ертіс орманы» резерватының эктомикориза құра алатын макромицеттердің тізімі жасалды, яғни жер асты және жер үсті микобиотасының алуантүрлілігі, морфотиптер түрлері, тамыр арқылы микоризалы саңырауқұлақтарды ДНҚ анықтау жұмыстары жүргізілді.

**3. Енгізу актісінің әсері:** Докторлық диссертациясының ғылыми нәтижесінің негізінде, Ертіс орманы резерватының орман экожүйесінде микобиотикалық алуантүрлілігін зерттеп, орман питомниктерінде жас сеппелердің жерсінуін жоғарлату үшін микоризалы компост дайындауда қолданылатын саңырауқұлақтардың тізімдері өндіріске ұсынылды. Бұл микоризалық саңырауқұлақтар жас сеппелердің жақсы өсуіне әсер ететін биологиялық тыңайтқыш жасауға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті «Орман ресурстары және орман шаруашылығы» кафедрасының В079 - «Орман шаруашылығы» білім беру бағдарлама тобы оқу үрдісіне енгізілді.

**4. Зерттеу нәтижелерінің баспаларда жариялануы:** Оның ішінде жоғары импакт факторлы Scopus ғылыми базасына кіретін және БҒССҚ ұсынған басылымдардағы мақалалар:

1. Sarsekova, D., Ayan, S., Abzhanov, T., & Nurlabi, A. "Preliminary results of the effect of artificial mycorrhization on the growth of siberian spruce (*Picea Obovata* Ledeb.) Seedlings and soil properties." *Agriculture & Forestry/Poljoprivreda i Sumarstvo* 67.3 (2021).
2. Sarsekova, D., Osserkhan, B., Abzhanov, T., & Nurlabi, A. "Mycorrhiza Formation in *Pinus Sylvestris* and *Picea Obovata* Seedlings in Forest Nurseries in Kazakhstan." *Acta Botanica Hungarica* 63.3-4 (2021): 427-446
3. Sarsekova D., Vaislya O., Nurlabi A., Ayan S. Ectomycorrhizal Symbionts of Scots Pine and Silver Birch Forest Ecosystems in the Natural Reserve Ertis Ormany in Kazakhstan // *Austrian Journal of Forest Science*. – 2023. – Т. 140. – №. 2.

4. Нурлаби А.Е., Сарсекова Д.Н. Павлодар облысы "Ертіс Орманы" МӨТР питомнигінде *pinus silvestris* L. және *betula pendula* Roth. сеппелеріне жасанды микоризаның әсерін анықтау // «3i: intellect, idea, innovation» НАО «Костанайский региональный университет им. А. Байтұрсынова. – 2020. - №3. – С. 75 - 82.

5. Сарсекова Д.Н., Нурлаби А.Е. «Ертіс Орманы» мемлекеттік орман табиғи резерватының Шалдай орманшылығы орман экожүйесіндегі микоризалардың морфоптик ерекшеліктері // 3i: intellect, idea, innovation-интеллект, идея, инновация. «Костанайский региональный университет им. А. Байтұрсынова. – 2023. – №. 1.

6. Нурлаби А.Е., Сарсекова Д.Н., Токтасынов Ж.Н. «Ертіс орманы» мемлекеттік орман табиғи резерватындағы *Pinus sylvestris* L. тұқымдасының эктомикоризаларын әртүрлі әдістермен идентификациялау // С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2023. -№ 3(118). - С.170-180. – ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X.

**5. Акт енгізу орны мен уақыты:** Орман ресурстары және орман шаруашылығы кафедрасы, желтоқсан 2023 ж.

**6. Енгізу формасы:** В079 - «Орман шаруашылығы» білім беру бағдарлама тобы бойынша оқитын студенттеріне «Орман питомникалық ісі» (6 кредит) пәні бойынша дәріске «Орман питомнигінде қолданылатын тыңайтқыштар», зертханалық сабаққа «Тыңайтқыштарды қолдану шарттары, микоризалы компост дайындау» тақырыптары пәннің жұмыс бағдарламасына енгізілді.

«Орман ресурстары және орман шаруашылығы»  
кафедрасының меңгерушісі

Абжанов Т.С.

Факультеттің академиялық сапа жөніндегі  
кеңесінің төрайымы

Майсұпова И.К

«Орман шаруашылығы, жабайы табиғат  
және қоршаған орта» факультетінің деканы

Боранбай Ж.Т.

Академиялық мәселелер жөніндегі департамент  
Директоры

Жүргенов Ж.С.

Басқарма мүшесі - ғылым және инновациялық  
қызмет жөніндегі проректор

Токбергенов И.Т.



# ҚОСЫМША Ә

## Енгізу актісі



«Утверждаю»  
Генеральный Директор  
РГУ "ГЛУПР "Ертіс орманы"  
К.М.Токтасын  
2020 г.

### Акт о внедрении

в производство научно-технических разработок и передового опыта, полученного в рамках программы 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований» по подпрограмме 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий» на 2018-2020

**Наименование внедренного мероприятия** – Посадка семян сосны обыкновенной и березы повислой с внесением живого мицелия эктомикоризообразующих макромицетов в корневую систему.

**Объектами внедрения** были опытные посадочные сосны обыкновенной и березы повислой в лесном питомнике Шалдайского филиала РГУ "ГЛУПР "Ертіс орманы".

Посадка семян хвойных и лиственных пород с внесением микоризы в корневую систему произведена весной 2019 года. Эксперимент был заложен на двухлетних сеянцах сосны обыкновенной - 1000 штук, березы повислой – 1160 штук.

**Объекты исследований** - сеянцы сосны обыкновенной и березы повислой.

**Каким научным или учебным учреждением мероприятие предложено к внедрению** – учеными кафедры «Лесные ресурсы и лесное хозяйство» АО «Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина». Руководитель программы: доктор сельскохозяйственных наук, доцент Сарсекова Д.Н.

**Кем и когда принято решение о внедрении мероприятия** – администрацией РГУ "ГЛУПР "Ертіс орманы" Павлодарской области и – генеральным директором Токтасыном К.М., заместителем генерального директора Нургазиным Р.Н. и сотрудниками кафедры Сарсековой Д.Н., Нурлаби А.Е.

**Наименование хозяйства (организации), его адрес** – Шалдайский филиал РГУ "ГЛУПР "Ертіс орманы" Павлодарской области.

**Календарные сроки внедрения (начало - конец)** – май- июнь 2019 гг.

**Объем внедрения мероприятия** – 1079,5 м<sup>2</sup> (63,5 м \* 17 м)

**Фактический эффект от внедрения** – повышение приживаемости, улучшение параметров развития сеянцев сосны обыкновенной и березы повислой после микоризации корневой системы. Апробация новой технологии производилась путем внесения двух марок биопрепарата "Микоризные активаторы роста растений" (производитель – ООО "Микобакс", Россия), согласно регламенту применения препарата.

### От РГУ "ГЛУПР "Ертіс орманы":

Генеральный директор  Токтасын К.М.

Первый заместитель генерального директора  Нургазин Р.Н.

### От кафедры лесных ресурсов и лесного хозяйства АО «Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина»:

Доктор с.х.н., доцент  Д.Н. Сарсекова

Докторант  А.Нурлаби

# ҚОСЫМША Б

## Сертификат



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Томский  
государственный университет»  
(ТГУ, НИ ТГУ)  
**ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ,  
ЭКОЛОГИИ, ПОЧВОВЕДЕНИЯ,  
СЕЛЬСКОГО И ЛЕСНОГО  
ХОЗЯЙСТВА**  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)  
пр. Ленина, 36, г. Томск, 634050, Россия  
Телефон (3822) 529-853; Факс (3822) 529-  
853

E-mail: decan@bio.tsu.ru

10.12.2019 № 2356

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**Методики, освоенные А.Е. Нурлаби за период стажировки:**

1. Морфотипирование выделенных из почвы эктомикоризных окончаний *Pinus sylvestris L.*
2. Выделение ДНК, гель – электрофорез проведение PCR, очистка продуктов PCR, постановка секвенирующей реакции.
3. Редактирование сиквенсов генов рибосомальной ДНК в программе BioEdit.
4. Поиск референсных последовательностей в базах GenBank, UNITE.
5. Идентификация видовой принадлежности макромицетов по макро-, микропризнаком.
6. Работа с базами Index Fungorum, MycoBank.
7. Методы коллекционирования плодовых тел макромицетов.
8. Фотодокументирование ваучерных образцов – маркировка, формирование фотобанка.
9. Микроскопирование: гистологическое окрашивание микроструктур - базидиом, спор, цистид, мицелия и пряжек.
10. Статистическая обработка данных: пакет программ : Statistica 10, RStudio. Index Jaccard.

Директор Биологического института



Д.С. Воробьев

Руководитель стажировки



О.Б.Вайшля

## ҚОСЫМША В

Кесте В.1 – Тамыр ұштарында кездескен эктомикоризаның биометриялық көрсеткіштері

Сынақ нөмірі	Эктомикориза құрайтын ағаш түрі	Микоризаның ұзындығы, мм	Тамыр ұштарының ұзындығы, мм	Тамыр ұштарының диаметрі, мм	Негізгі тамыр осінің диаметрі, мм
1	2	3	4	5	6
СА 6Б169	Betula pendula Roth	10	1		0,7
СА 6Б151	Betula pendula Roth	17	1,1	0,8	0,7
СА 6Б152	Betula pendula Roth	19	1,7		0,8
СА 6Б153	Betula pendula Roth	11	1,2	0,9	0,7
СА 6Б154	Betula pendula Roth	16,6	1,3		0,5
СА 6Б155	Betula pendula Roth	18,5	1	0,7	0,6
СА 6Б156	Betula pendula Roth	13,5	3		0,6
СА 6Б157	Betula pendula Roth	12	2	0,8	0,6
СА 6Б158	Betula pendula Roth	18	2,5	0,6	0,5
СА 6Б159	Betula pendula Roth	6	0,9	0,7	0,6
СА 6Б160	Betula pendula Roth	17	0,5		0,5
СА 6Б161	Betula pendula Roth	10	1,5	0,5	0,4
СА 6Б162	Betula pendula Roth	18	0,9		0,4
СА 6Б163	Betula pendula Roth	16	1,1	0,7	0,6
СА 6Б164	Betula pendula Roth	16	4		0,4
СА 6Б165	Betula pendula Roth	9	1,2	0,6	0,5
СА 6Б166	Betula pendula Roth	0	0		0
СА 6Б167	Betula pendula Roth	13	1,7	0,5	0,4
СА 6Б168	Betula pendula Roth	17,1	1		0,7
СА 6Қ184	Betula pendula Roth	11	1,3	0,8	0,6
СА 6Қ185	Betula pendula Roth	8	7,9		0,4
СА 6Қ182	Betula pendula Roth	5	0,9	0,7	0,6
СА 6Қ183	Betula pendula Roth	5,1	1		0,4
СА 6Қ180	Betula pendula Roth	7	0,9	0,6	0,4
СА 6Қ181	Betula pendula Roth	7	0,9		0,3
СА 6Қ178	Betula pendula Roth	12	1,2	0,9	0,7
СА 6Қ179	Betula pendula Roth	9	1,3		0,4
СА 6Қ176	Betula pendula Roth	0,8	0,5	0,4	0,3
СА 6Қ177	Betula pendula Roth	18	1		0,5
СА 6Қ174	Betula pendula Roth	16	0,5	0,7	0,6
СА 6Қ175	Betula pendula Roth	21	3		0,4
СА 6Қ172	Betula pendula Roth	19,2	4	0,8	0,6
СА 6Қ173	Betula pendula Roth	14,2	2		0,3
СА 6Қ170	Betula pendula Roth	15	1	0,9	0,7
СА 6Қ171	Betula pendula Roth	16	1		0,6
СА 3Б61	Betula pendula Roth	20	0,8		0,1
СА 3Б62	Betula pendula Roth	38	0,9		0,1
СА 3Б63	Betula pendula Roth	12	1		0,2
СА 3Б64	Betula pendula Roth	9	3		0,2

В.1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
CA 3B66	Betula pendula Roth	0	0		0
CA 3B67	Betula pendula Roth	7	1		0,1
CA 3B68	Betula pendula Roth	5	0,1		0,1
CA 3B69	Betula pendula Roth	10,5	5		0,1
CA 3B70	Betula pendula Roth	21	2		4,2
CA 3B71	Betula pendula Roth	4	0,2		0,1
CA 3B72	Betula pendula Roth	18	2		0,1
CA 3B73	Betula pendula Roth	21	5		1
CA 3B74	Betula pendula Roth	32	2		1,1
CA 3B75	Betula pendula Roth	5	1		0,1
CA 3B76	Betula pendula Roth	9	1		0,1
CA 3B77	Betula pendula Roth	21	2		0,5
CA 3B78	Betula pendula Roth	14	3		1
CA 3B79	Betula pendula Roth	6	0,2		0,1
CA 3B80	Betula pendula Roth	6	3		1
CA 3B81	Betula pendula Roth	4	1		0,1
CA 3B82	Betula pendula Roth	9	1		1
CA 3B83	Betula pendula Roth	14	2		0,1
CA 4B84	Betula pendula Roth	2,5	2		0,2
CA 3B85	Betula pendula Roth	20	9		0,1
CA 3B86	Betula pendula Roth	5	0,4		0,2
CA 3B87	Betula pendula Roth	5	1		1
CA 4B88	Betula pendula Roth	4	0		0,1
CA 4B89	Betula pendula Roth	9	0,1	0,1	0,1
CA 4B59	Betula pendula Roth	11	0,6		0,1
CA 4B60	Betula pendula Roth	0,9	0,1		0,1
CA 4B57	Betula pendula Roth	0	0		0
CA 4B58	Betula pendula Roth	0,3	0,1		0
CA 3B55	Betula pendula Roth	0,5	0,3		0,1
CA 3B56	Betula pendula Roth	0,6	0,1		0
CA 3B54	Betula pendula Roth	0,6	0,1		0
CA 3B51	Betula pendula Roth	0,5	0,1	0,1	0
CA 3B52	Betula pendula Roth	1,1	0,5	0,2	0,1
CA 3B43	Betula pendula Roth	0	0,1	0,1	0
CA 3K44	Betula pendula Roth	0,3	0,1		0
CA 3B42	Betula pendula Roth	1,4	0,2	0,1	0,1
CA 3B41	Betula pendula Roth	1,1	0,2	0,1	0,1
CA 3B29	Betula pendula Roth	0,9	0,3		0
CA 3B30	Betula pendula Roth	0	0,1		0
CA 3B27	Betula pendula Roth	0,5	0,3		0
CA 3K28	Betula pendula Roth	0	0,1		0
CA 3B25	Betula pendula Roth	0,6	0,2		0
CA 3K26	Betula pendula Roth	0	0		0
CA 3B23	Betula pendula Roth	0,5	0,2	0,1	0
CA 3B21	Betula pendula Roth	0,4	0,2		0
CA 3B22	Betula pendula Roth	0,5	0,3		0
CA 3B49	Betula pendula Roth	0,7	0,2		0,1

В.1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
CA 3B50	<i>Betula pendula</i> Roth	20	0,9	0,5	0
CA 3B19	<i>Betula pendula</i> Roth	0,40	0,00		0,00
CA 3B20	<i>Betula pendula</i> Roth	0,7	0,2		0,1
CA 3B17	<i>Betula pendula</i> Roth	0,3	0,1		0
CA 3B18	<i>Betula pendula</i> Roth	0,4	0,1		0
CA 3B16	<i>Betula pendula</i> Roth	0,9	0,2		0,1
CA 3B12	<i>Betula pendula</i> Roth	0,4	0,1	0,1	0
CA 3B5	<i>Betula pendula</i> Roth	0,3	0		0
CA 3B1	<i>Betula pendula</i> Roth	0,9	0,1		0
CA 3B2	<i>Betula pendula</i> Roth	0	0		0
CA 3B3	<i>Betula pendula</i> Roth	0,7	0		0
CA 3B4	<i>Betula pendula</i> Roth	0,8	0,2		0
CA 3B	<i>Betula pendula</i> Roth	0	0		0
CA 3B	<i>Betula pendula</i> Roth	0	0		0
CA 3B	<i>Betula pendula</i> Roth	0	0		0
CA 3B	<i>Betula pendula</i> Roth	0	0		0
CA 3B	<i>Betula pendula</i> Roth	0	0		0
CA 3B	<i>Betula pendula</i> Roth	0	0		0
CA 3B	<i>Betula pendula</i> Roth	0	0		0
CA1K189	<i>Pinus sylvestris</i> L	7	1,2		0,5
CA1K190	<i>Pinus sylvestris</i> L	14	1,2	0,7	0,6
CA1K187	<i>Pinus sylvestris</i> L	6	0,2		0
CA1K188	<i>Pinus sylvestris</i> L	10	1,2	1,1	0,9
CA1K185	<i>Pinus sylvestris</i> L	3	0	0,7	0
CA1K186	<i>Pinus sylvestris</i> L	6,1	0,9	0,7	0,6
CA1K183	<i>Pinus sylvestris</i> L	4	1,2		0,6
CA1K184	<i>Pinus sylvestris</i> L	5	1,9	0,9	0,8
CA1K181	<i>Pinus sylvestris</i> L	6	1,2		0,8
CA1K182	<i>Pinus sylvestris</i> L	10	1	0,9	0,7
CA6K171	<i>Pinus sylvestris</i> L	17	1,1		0,6
CA6K172	<i>Pinus sylvestris</i> L	0	0		0
CA6K173	<i>Pinus sylvestris</i> L	18	1,2		0,5
CA6K174	<i>Pinus sylvestris</i> L	15	1,8	0,7	0,6
CA6K175	<i>Pinus sylvestris</i> L	15	1,2		0,9
CA6K176	<i>Pinus sylvestris</i> L	19	2	0,8	0,6
CA6K170	<i>Pinus sylvestris</i> L	11	1,2	0,8	0,7
CA6K189	<i>Pinus sylvestris</i> L	9	1,3		0,4
CA6K190	<i>Pinus sylvestris</i> L	9	0,9	0,8	0,6
CA6K185	<i>Pinus sylvestris</i> L	11	0,8		0,6
CA6K186	<i>Pinus sylvestris</i> L	15	3	0,7	0,5
CA6K183	<i>Pinus sylvestris</i> L	16,5	1,2		0,7
CA6K184	<i>Pinus sylvestris</i> L	11	1	0,9	0,7
CA6K181	<i>Pinus sylvestris</i> L	12	1,5		0,6
CA6K182	<i>Pinus sylvestris</i> L	13	1,2	0,9	0,8
CA6K179	<i>Pinus sylvestris</i> L	16	1		0,6
CA6K180	<i>Pinus sylvestris</i> L	12	1	0,7	0,5
CA6K177	<i>Pinus sylvestris</i> L	5	0,4		0,5

В.1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
CA6K178	Pinus sylvestris L	9	2,1	0,6	0,5
CA6K187	Pinus sylvestris L	0,8	0,7		0,4
CA6K188	Pinus sylvestris L	8	1,2	0,8	0,9
CA4K191	Pinus sylvestris L	16	12		0,1
CA4K90	Pinus sylvestris L	17	4	0,1	0,1
CA4K91	Pinus sylvestris L	15	1		0,1
CA4K92	Pinus sylvestris L	15	1	0,1	0,1
CA4K93	Pinus sylvestris L	5	1		0,1
CA4K94	Pinus sylvestris L	5	1	0,1	0,2
CA4K95	Pinus sylvestris L	14	1		0,1
CA4K96	Pinus sylvestris L	6,5	2	0,1	0,1
CA4K97	Pinus sylvestris L	20	3		1
CA4K98	Pinus sylvestris L	11	2	1	1
CA4K99	Pinus sylvestris L	8	1		0,2
CA4K100	Pinus sylvestris L	5,1	1	0,2	0,1
CA4K101	Pinus sylvestris L	11	11		0,1
CA4K102	Pinus sylvestris L	16	4		1
CA4K103	Pinus sylvestris L	7	2,5		1,1
CA4K104	Pinus sylvestris L	4,1	0,2		0,1
CA4K105	Pinus sylvestris L	9	1		1
CA4K106	Pinus sylvestris L	6	1		0,3
CA4K107	Pinus sylvestris L	5	0,4		0,1
CA4K108	Pinus sylvestris L	8	1		0,1
CA4K109	Pinus sylvestris L	23	7		1
CA4K110	Pinus sylvestris L	9	2		1
CA4K111	Pinus sylvestris L	5	1,5		1
CA4K112	Pinus sylvestris L	21	2,4		1
CA4K113	Pinus sylvestris L	11	1,1		0,9
CA4K114	Pinus sylvestris L	26	3		0
CA4K115	Pinus sylvestris L	4	1		0
CA4K116	Pinus sylvestris L	5	1		1
CA4K117	Pinus sylvestris L	6	1		1
CA4K118	Pinus sylvestris L	11	5		1
CA4K119	Pinus sylvestris L	7	1		1
CA4K120	Pinus sylvestris L	3	0,5		0,2
CA4K121	Pinus sylvestris L	5	2		1
CA4K122	Pinus sylvestris L	2,5	5		1
CA4K123	Pinus sylvestris L	8	2		1
CA4K124	Pinus sylvestris L	2,6	2		0,9
CA4K125	Pinus sylvestris L	19	4		0,8
CA4K126	Pinus sylvestris L	9	2		1,4
CA4K127	Pinus sylvestris L	19	1		1
CA4K128	Pinus sylvestris L	0	0		0
CA4K129	Pinus sylvestris L	1,2	1		0,9
CA4K130	Pinus sylvestris L	6	2		1
CA4K131	Pinus sylvestris L	11	4		1
CA4K132	Pinus sylvestris L	4	0,9		0,5

В.1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
CA4K133	Pinus sylvestris L	11	2		0,5
CA4K134	Pinus sylvestris L	5	0,8		0,3
CA4K135	Pinus sylvestris L	16	2		0,9
CA4K136	Pinus sylvestris L	5	1		0,7
CA4K137	Pinus sylvestris L	5	0,9		0,4
CA4K138	Pinus sylvestris L	13	8		1
CA4K139	Pinus sylvestris L	5	1		0,5
CA4K140	Pinus sylvestris L	7	1,7		1
CA4K141	Pinus sylvestris L	1,8	0,9		0,3
CA4K142	Pinus sylvestris L	3	1		0,3
CA4K143	Pinus sylvestris L	11	2		1
CA4K144	Pinus sylvestris L	17	1		1
CA4K145	Pinus sylvestris L	7	1		1
CA4K146	Pinus sylvestris L	13	2		0,3
CA4K147	Pinus sylvestris L	9	2		0,8
CA4K148	Pinus sylvestris L	4	1,5		0,2
CA4K149	Pinus sylvestris L	0	0		0
CA4K150	Pinus sylvestris L	4	1	0,1	0,2
CA4K151	Pinus sylvestris L	10	1		0,1
CA4K94	Pinus sylvestris L	1,1	0,3	0,1	0
CA3K95	Pinus sylvestris L	0,7	0,1		0,1
CA3K37	Pinus sylvestris L	1,9	0,9	0,4	0
CA3K38	Pinus sylvestris L	1,2	0,9	0,3	0,1
CA3K35	Pinus sylvestris L	1,2	0,3	0,2	0
CA3K36	Pinus sylvestris L	3,5	1,5	0,9	0,7
CA3K33	Pinus sylvestris L	2,1	0,9	0,1	0
CA3K39	Pinus sylvestris L	0,9	0,2		0,1
CA3K40	Pinus sylvestris L	0,9	0,1		0
CA3K31	Pinus sylvestris L	0,9	0		0
CA3K32	Pinus sylvestris L	0,7	0,3	0,1	0
CA3K24	Pinus sylvestris L	0	0		0
CA3K14	Pinus sylvestris L	35	0		0
CA3K13	Pinus sylvestris L	0,7	0		0
CA3K12	Pinus sylvestris L	0	0		0
CA5K11	Pinus sylvestris L	0	0		0
CA5K9	Pinus sylvestris L	0,9	0,3		0
CA5K10	Pinus sylvestris L	0	0		0
CA5K4	Pinus sylvestris L	2	0,5		0
CA5K5	Pinus sylvestris L	6	12	0,4	0,3



## ҚОСЫМША Г

NCBI базасына тіркелген микоризалық саңырауқұлақ түрлері

### **Pseudosperma sp. isolate pfungi22 internal transcribed spacer region, partial sequence**

GenBank: ON704906.1

[FASTA](#) [Graphics](#)

[Go to:](#)

LOCUS ON704906 140 bp DNA linear PLN 03-AUG-2023  
DEFINITION Pseudosperma sp. isolate pfungi22 internal transcribed spacer region, partial sequence.  
ACCESSION ON704906  
VERSION ON704906.1  
KEYWORDS .  
SOURCE Pseudosperma sp.  
ORGANISM [Pseudosperma sp.](#)  
Eukaryota; Fungi; Dikarya; Basidiomycota; Agaricomycotina; Agaricomycetes; Agaricomycetidae; Agaricales; Agaricineae; Inocybaceae; Pseudosperma.  
REFERENCE 1 (bases 1 to 140)  
AUTHORS Sarsekova,D., Vaishlya,O., Nurlabi,A. and Ayan,S.  
TITLE Ectomycorrhizal Symbionts of Scots Pine and Silver Birch Forest Ecosystems in the Natural Reserve Ertis Ormany in Kazakhstan  
JOURNAL Zent Gesamte Forstwes 2, 99-120 (2023)  
REFERENCE 2 (bases 1 to 140)  
AUTHORS Nurlabi,A.E. and Sarsekova,D.N.  
TITLE Direct Submission  
JOURNAL Submitted (30-MAY-2022) Forest resources and forestry, Kazakh Agro Technical University by S.Seifullin, Zhenis avenue, 62, Nur-Sultan 010000, Kazakhstan  
COMMENT ##Assembly-Data-START##  
Sequencing Technology :: Sanger dideoxy sequencing  
##Assembly-Data-END##  
FEATURES Location/Qualifiers  
source 1..140  
/organism="Pseudosperma sp."  
/mol\_type="genomic DNA"  
/isolate="pfungi22"  
/isolation\_source="Forest ecosystem SFNR Ertys ormany"  
/specimen\_voucher="02-022-PsP"  
/db\_xref="taxon:[2709810](#)"  
/country="Kazakhstan"  
/collection\_date="27-Jul-2021"  
/collected\_by="Ainur Ermekkizy Nurlabi"  
[misc\\_RNA](#)  
<1..>140  
/note="internal transcribed spacer region"  
ORIGIN  
1 ttttttaagt ggggtgtggtt gggatttggg ggggattttt tgcgggcttt tgtaaaatga  
61 agtcggctcc cctgaaattg attagtggta ccttagtaga accatctaca ggtgtgataa  
121 ttatctacg cctcagatgt  
..

# Russula medullata isolate rmfungi47 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence

GenBank: ON704914.1

[FASTA](#) [Graphics](#)

[Go to:](#) 

LOCUS ON704914 528 bp DNA linear PLN 03-AUG-2023  
DEFINITION *Russula medullata* isolate rmfungi47 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence.  
ACCESSION ON704914  
VERSION ON704914.1  
KEYWORDS .  
SOURCE *Russula medullata*  
ORGANISM [Russula medullata](#)  
Eukaryota; Fungi; Dikarya; Basidiomycota; Agaricomycotina; Agaricomycetes; Russulales; Russulaceae; Russula.  
REFERENCE 1 (bases 1 to 528)  
AUTHORS Sarsekova,D., Vaishlya,O., Nurlabi,A. and Ayan,S.  
TITLE Ectomycorrhizal Symbionts of Scots Pine and Silver Birch Forest Ecosystems in the Natural Reserve Ertis Ormany in Kazakhstan  
JOURNAL Zent Gesamte Forstwes 2, 99-120 (2023)  
REFERENCE 2 (bases 1 to 528)  
AUTHORS Nurlabi,A.E. and Sarsekova,D.N.  
TITLE Direct Submission  
JOURNAL Submitted (30-MAY-2022) Forest resources and forestry, Kazakh Agro Technical University by S.Seifullin, Zhenis avenue, 62, Nur-Sultan 010000, Kazakhstan  
COMMENT ##Assembly-Data-START##  
Sequencing Technology :: Sanger dideoxy sequencing  
##Assembly-Data-END##  
FEATURES  
source Location/Qualifiers  
1..528  
/organism="Russula medullata"  
/mol\_type="genomic DNA"  
/isolate="rmfungi47"  
/isolation\_source="Forest ecosystem SFNR Ertys ormany"  
/specimen\_voucher="02-047-PH"  
/db\_xref="taxon:1707287"  
/country="Kazakhstan"  
/collection\_date="27-Jul-2021"  
/collected\_by="Ainur Ermekkizy Nurlabi"

# Tricholoma robustum isolate trfungi29 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence

GenBank: ON704910.1

[FASTA](#) [Graphics](#)

[Go to:](#)

LOCUS ON704910 639 bp DNA linear PLN 03-AUG-2023  
DEFINITION Tricholoma robustum isolate trfungi29 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence.  
ACCESSION ON704910  
VERSION ON704910.1  
KEYWORDS .  
SOURCE Tricholoma robustum  
ORGANISM [Tricholoma robustum](#)  
Eukaryota; Fungi; Dikarya; Basidiomycota; Agaricomycotina; Agaricomycetes; Agaricomycetidae; Agaricales; Tricholomatineae; Tricholomataceae; Tricholoma.  
REFERENCE 1 (bases 1 to 639)  
AUTHORS Sarsekova,D., Vaishlya,O., Nurlabi,A. and Ayan,S.  
TITLE Ectomycorrhizal Symbionts of Scots Pine and Silver Birch Forest Ecosystems in the Natural Reserve Ertis Ormany in Kazakhstan  
JOURNAL Zent Gesamte Forstwes 2, 99-120 (2023)  
REFERENCE 2 (bases 1 to 639)  
AUTHORS Nurlabi,A.E. and Sarsekova,D.N.  
TITLE Direct Submission  
JOURNAL Submitted (30-MAY-2022) Forest resources and forestry, Kazakh Agro Technical University by S.Seifullin, Zhenis avenue, 62, Nur-Sultan 010000, Kazakhstan  
COMMENT ##Assembly-Data-START##  
Sequencing Technology :: Sanger dideoxy sequencing  
##Assembly-Data-END##  
FEATURES Location/Qualifiers  
source 1..639  
/organism="Tricholoma robustum"  
/mol\_type="genomic DNA"  
/isolate="trfungi29"  
/isolation\_source="Forest ecosystem SFNR Ertys ormany"  
/specimen\_voucher="02-029-TR"  
/db\_xref="taxon:51223"  
/country="Kazakhstan"  
/collection\_date="27-Jul-2021"  
/collected\_by="Ainur Ermekkiy Nurlabi"