

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Саке-на Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2023. -№ 3 (118). - Б.171-181. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2023.3 (118).1493

ӘОЖ: 63.5995

«ЕРТІС ОРМАНЫ» МЕМЛЕКЕТТІК ОРМАН ТАБИҒИ РЕЗЕРВАТЫНДА PINUS SYLVESTRIS L. ТҰҚЫМДАСЫНЫҢ ЭКТОМИКОРИЗАЛАРЫН ӘРТҮРЛІ ӘДІСТЕРМЕН ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ

Нурлаби Айнуր Ермекқызы

*Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті
Астана қ., Қазақстан
E-mail: nurlabi-ainur@mail.ru*

Сарсекова Дани Нұргисақызы

*Ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор
С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті
Астана қ., Қазақстан
E-mail: dani999@mail.ru*

Тоқтасынов Жайлау Нұрмухамедұлы

*Ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент
С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті
Астана қ., Қазақстан
E-mail: tzhailau@mail.ru*

Түйін

Мақалада Ертіс өңірі жолақ ормандары жағдайында кәдімгі қарағайдың эктомикоризасын әртүрлі әдістермен идентификациялау мәселелері қарастырылған. Зерттеулер нысаны «Ертіс орманы» мемлекеттік орман табиғи резерватының қарағай алқағаштары болып табылды. Зерттеулер жүргізу үшін маршруттық және стационарлық әдістемелер қолданы. Сынақ алаңшалары негізінен таза қарағай алқағаштарында салынды, кейбірінде бірен-саран қайың немесе көк терек кездеседі. Жиналған жеміс денелері түрлерін анықтау кезінде қол жетімді идентификаторларды және «Indexfungorum» ресурсын, сондай-ақ «Mycobank», «Colour Atlas of Ectomycorrhizas» пайдалана отырып, стандартты саңырауқұлақтар анықтағыштары қолданылды. Сонымен қатар, әдеттегі әдістер қолданып идентификациялау кезінде қиындық тудырған түрлерді ДНҚ арқылы анықтадық.

Жинақталған макромицеттерінің ДНҚ-ны «Quiagen» идентификаторының стандарттық жиынтығын пайдалану арқылы анықталды. Жалпы және түрлік таксондарға дейін эктомикоризальды саңырауқұлақтарды анықтау Genbank ашық дерекқорындағы анықтамалық тізбектермен салыстыру арқылы BlastN алгоритмі арқылы жүзеге асырылды, ITS аймақтары үшін белгіленген төменгі шекті саңырауқұлақ ДНҚ рибосомалық гендерін ескере отырып, 97-98% сәйкестікті көрсеткен нәтижелерді алдық. Орман табиғи резерваты аумағында жүргізілген зерттеулер нәтижесінде аталған әдістеме көмегімен анықталған макромицеттер 24 түрді құрады. Отандық зерттеу жұмыстарын қорытындылай келе, қылқан жапырақты ағаштардың микобиота алуантүрлілігі мен олардың микоризалық байланыс құруы туралы ақпараттардың аздығын көрсетті.

Осыған байланысты, 2021-2023 жылы жүргізілген зерттеу жұмыстары «Ертіс орманы» резерватында қарағай өсіп тұрған орман экожүйелерін қамтып, микоризалық саңырауқұлақтардың алуантүрлілігін, сонымен қатар заманауи әдістермен анықтап сипаттау болып табылады.

Барлық идентификацияланған саңырауқұлақ эктомикоризалалы зат алмасу процестеріне белсенді қатынасады, Ертіс өңірінің жазда құрғақ, қыста ауаның өте төмен температурасымен ерекшеленетін жағдайында, қарағай алқаағаштарының тұрақты дамуына септігін тигізеді.

Кілт сөздер: эктомикориза; микомицеттер; кәдімгі қарағай; идентификациялау; симбиоз.

Кіріспе

Осы күнде микориза сөзінің мағынасы жан-жақты зерттелуде. Ол екі тірі ағзаның бір-біріне пайдалы элементтерді тасылмалдауын қамтамасыз етіп, селбесіп өмір сүретін ерекше құбылысты сипаттайды. Жалпы микоризалар туралы алғашқы мәліметтер 1879-1881 жылдар арасында Ф.М.Каменский өз еңбектерінде жазған еді [1]. «Микориза» сөзін 1885 жылы А.Б.Франк деген ғалым алғаш қолданысқа енгізді [2]. Ғылыми әдебиеттерде микоризаның бірнеше түрі бар. Солардың ішіндегі ағаш-бұталы өсімдіктермен бірігіп өмір сүре алатын түрі – эктомикориза деп аталады. Эктомикоризалық байланысты 5-6 мың ағаш-бұталы түрлерімен құрай алады, оның ішінде ашық тұқымдылардан: Қарағайлар, Сауырағаштар тұқымдастарымен эктомикоризалық байланыс кездеседі [3].

Malloch D.W., тұжырымдамасы бойынша, эктомикориза саңырауқұлақтары өсімдіктердің тамырында симбионт ретінде де, сонымен қатар топырақта факультативті, яғни өтпелі сапротрофтар ретінде өмір сүретін қосарлы өмір салтын жүргізетіндігімен ерекшеленеді. Эктомикориза симбиозы соңғы 180 миллион жыл ішінде орман қауымдастықтарын қалыптастырған дейді [4].

Martin F., Kohler A., Duplessis S. пікірінше, ағаштар мен топырақ саңырауқұлақтарының эктомикоризалы симбиозы орман экожүйесінде үлкен экологиялық маңызы бар үрдіс болып табылады [5].

Garcia K және т.б. эктомикоризалы (ЭКМ) симбиоздар орман экожүйелеріндегі ағаш өсімдіктері мен топырақ саңырауқұлақтарының тамырларының ең көп таралған бірлестіктерінің бірі болып табылады. Бұл ассоциациялар қоректік заттардың айналымы мен көміртекті байланыстыру арқылы осы экожүйелердің тұрақтылығы айтарлықтай үлес қосады деп мәлімдеген [6].

Ерте заманда, қылқан жапырақты және жабық тұқымдыларға жататын ормандардың пайда болуы кезінде, кейбір ағаштар мен эктомикоризалы саңырауқұлақтар арасында мутуалистік симбиоздар дамыған, бұл ағаштарға бореальды және қоңыржай аймақтарда өсуіне мүмкіндік берді деген жазбаны Martin F. және т.б. мақаласында

көрсеткен [7].

Toju H. және Sato H. қолжазбасында, эктомикоризалы саңырауқұлақтар орман қауымдастығының динамикасында маңызды рөл атқарады, өйткені олар белгілі бір өсімдік тұқымдастарының үстемдігіне ықпал етеді. Мысалы, *Pinaceae*, *Fagaceae*, *Betulaceae* және *Dipterocarpaceae* т.б. деп жазады. [8].

Kafle A. еңбектерінде, ең көне белгілі эктомикориза қауымдастықтары *Pinaceae* тұқымдасына жатады. *Pinaceae* туралы микоризалы құрылымдарының қазба деректері ерте дәуірлер кезеңінде, яғни эоценге жатады, дегенмен кейбір мәліметтерде соңғы юра немесе ерте бор дәуірінде дамыған деген пікір айтылады [9].

Эктомикоризалы саңырауқұлақтарды анықтаудың әртүрлі әдістері бар екені мәлім. Солардың алғашқыларының бірі болып De Roman «A revision of the descriptions of ectomycorrhizas published since 1961» атты еңбегінде жарияланған саңырауқұлақтардың тізімін көптеген ғалымдар өз жұмыстарында пайдалана отырып, эктомикоризалық байланыста қандай ағаш екенін анықтау мүмкіндігі пайда болды [10].

Сонымен қатар, неміс ғалымы Agerer R. эктомикоризалардың түрін, морфотиптерін анықтауда еңбегі зор. Оның, «Colour Atlas of Ectomycorrhizas» анықтағышы арқылы ағаш тамырларында кездескен эктомикоризаның ерекшеліктерін, түрлерін сипаттауға қолданылды [11].

Janowski D. және басқалар, өз еңбектерінде жасуша лизисі мен лизатты тазалауда бірнеше әдістерді бағалаудан кейін, механикалық және химиялық лизисінің біріккен тәсілін таңдаған, оған қоса кремнийдің диоксидін қолданған екен [12].

Эктомикоризалық саңырауқұлақтарды идентификациялау, экологияны түсіну мен сиректеген және жойылып кетудің алдында тұрған өсімдіктердің, саңырауқұлақтардың, олардың мекендерінің сақталуы үшін маңызы өте зор деп зерттеушілер айқындап отыр [13].

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 транскрипирдалатын спейсерлы аумақ (ITS) саңырауқұлақтардың ең көлемді спектрін табысты идентификациялады жоғары деңгейде болжауды көрсетіп отыр [14].

Микориза қауымдастығының модульдігі және ерекшеліктері өзгеріп тұрады және микоризалық типіне байланысты. Микориза

Материалдар мен әдістер

Зерттеу материалдары резерваттын Тайбағар, Көктерек, Майқарағай, Заводское, Шалдай, Первомайское орманшылықтарында жинақталған. Жұмыс барысында маршруттық және стационарлық зерттеу әдістері пайдаланылды. Маршруттар - таза және аралас қарағайлы орман биоценоздарын қамтыды. Стационарлық жұмыстар үшін 2021–2023 жылдары макромицеттерді жинау, анықтау және есепке алу жұмыстары жүргізілген тұрақты ұзақ мерзімді трансекталар салынды. Бақылау жұмыстары әр маусымда орманшылықтарда өскен макромицеттерді санап, сонымен қатар саңырауқұлақтарды табиғи жағдайда суретке түсіріп, материалдар жинақталған болатын. Зерттеу материалдары жеміс денелерінен алынған бөлігін кесіп алып, уақытша препарат дайындап, анық көрінуі

Нәтижелер

Зерттеу нысанында негізгі орман құраушы ағаш түрі – қарағай, басқа түрлеріне – қайың мен көктерек жатады, олар кей жерлерде қарағаймен аралас орман алқаптарын құрайды. Көктерек әдетте, қарағайлы ормандардың жиектері мен көне шұңқырлардағы шағын шоғырларда орналасады, ал қайың, әдетте, жер асты суларының жақын жағдайында рельефтік ойпаңдарда өседі. Көбінесе орман астары кездеспейді. Шөптесін өсімдіктері негізінен, қызыл мия, бетеге, киякөлең, қырықбуын т.б. [17].

Материалдар жиналған сынақ алаңдарының геоботаникалық сипаттамасы:

Тайбағар орманшылығы: Орман типі Қ4, ауданы 0,3 га, құрамы 10К. Өте ылғалды аумақ болғандықтан шөптесін өсімдіктері өте биік, қызыл мия және қырықбуын кездеседі.

Көктерек орманшылығы: Орман құрамы 10К, орман типі Қ2, топырағы өте құрғақ, толымдылығы 0,4. Жас өскіндердің табиғи жаңаруы жақсы. Қайың Нср=15-18 м, Дср = 12-16 см. Өскіннің биіктігі – 8 м, диаметрі – 3,5 см. Шаха ауылынан 25-26 км орналасқан.

ұғымы бірге өмір сүретін серіктесті таңдауды, ресурстармен алмасуды және коэволюцияны түсіндіреді деп зерттеушілер талдау жасаған [15].

Осыған байланысты, мақаланың басты мақсаты қарағай өсіп аумақтарды қамтып, эктомикоризалы саңырауқұлақтардың түрлерін заманауи әдістер арқылы идентификациялау болып табылады.

үшін сафраниннің 5% сулы ерітіндісімен боялып микроморфологиялық зерттеуі, яғни ішкі құрылысы Altami SMO745-T жарық микроскопын пайдалана отырып, Альта-ми UCMOSO3100KPA электронды камерасы арқылы қаралды.

Жеміс денелерін жинау және түрлерін анықтау кезінде қол жетімді идентификаторларды және indexfungorum ресурсын, сондай-ақ mycobank (www.mycobank.org) және «Новосибирск облысының саңырауқұлақтары» сайттарын, Агерердің «Colour Atlas of Ectomycorrhizas» пайдалана отырып, стандартты саңырауқұлақтар анықтағыштары қолданылды [16]. Сонымен қатар, әдеттегі әдістер қолданып идентификациялауда қиындық тудырған түрлерді ДНҚ арқылы анықтадық.

Жергілікті халық мал шаруашылығымен айналысады.

Шалдай орманшылығы: 73 орам, телім 28, жалпы ауданы 1,5 га, орман типі Қ3, құрамы 9Қ1Ақ, орташа жасы – қарағай 70 ж., қайың 20 ж., толымдылығы 0,7, бонитет II. Орташа биіктігі қарағай Нор=21м, Дор = 16-20 см. Қарағайдың жас класы – IV, өскін 9Қт1Қ, биіктігі – 5 м, диаметрі 10 см. Толымдылығы 0,5. Жас өскіндер 1 га-да 2000 мың дана. Орман астары – жоқ. Өсімдік жамылғысы: өте аз мөлшерде қызыл мия, киякөлең.

Первомайское орманшылығы: 11 орам, 21 телім, жалпы ауданы 0,1 га, орман типі Қ3, құрамы 10К+Кт, орташа жастары – қарағай 80 ж., қайың 20 ж., толымдылығы 0,7, бонитет II. Орташа биіктігі қарағай Нор=22 м, Дор = 26 см, қайың Нор=9 м, Дор = 6 см, жас класы –IV, II. Жас өскін 10К, биіктігі – 2,1 га-да өскін 2000 мың дана. Орман астары – итмұрын бұтасы. Өсімдік жамылғысынан киякөлең, қырықбуын кездеседі.

Заводское орманшылығы: 30 орам, 7 телім,

жалпы ауданы 3,7 га, орман типі Қ2, құрамы 10Қ+Ақ, орташа жастары – қарағай 80 ж., қайың 20 ж., толымдылығы 0,7, бонитет II. Орташа биіктігі қарағай Нор=20 м, Дор = 26 см, қайың Нор=9 м, Дор = 6 см.

Жинақталған макромицеттерді ДНҚ-ны оқшаулау стандартты Quiagen жиынтығын қолдана отырып жүргізілді. Ядролық ДНҚ ITS учаскесін күшейту және секвенирлеу үшін ITS1F және ITS-4В праймерлері пайдаланылды. Секвенирлеу Abi 3130 Genetic Analyzer (Applied Biosystems) анализаторында, содан кейін BioEdit Sequence Alignment Editor қосымшасында алынған деректерді өңдеумен жүзеге асырылды. Жалпы және түрлік таксондарға дейін эктомикоризальды саңырауқұлақтарды анықтау Genbank ашық дерекқорындағы анықтамалық тізбектермен салыстыру арқылы BlastN алгоритмі арқылы

жүзеге асырылды (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) [18], ITS аймақтары үшін белгіленген төменгі шекті саңырауқұлақ ДНҚ рибосомалық гендерін ескере отырып, 97-98% сәйкестікті көрсеткен нәжилерді алдық.

Макромицеттер анықтау нәтижесінде ДНҚ және қарапайым анықтағыштар, микроқұрылымы, морфологиясы арқылы сәйкестендіру пайдаланылды. Аталған, әдістеме көмегімен анықталған 24 түрді құрады (1-кесте). Бұл тізімде орманшылықтарда кездескен саңырауқұлақтардың кәдімгі қарағай ағашымен эктомикоризальық байланысы бар түрлері берілген, Сонымен, қатар ДНҚ-мен айқындалғандарын Genbank базасына тіркеп, арнайы нөмірленеді. Кестеде берілген макромицеттер 97-100 % сәйкестік көрсетті. *Pinus sylvestris* L. өскен орманшылықтардың микобиотасы анықталды.

1-кесте - Ертіс орманы резерватының әртүрлі микобиотасы

Тұқымдасы	Макромицеттер түрлері	Эктомикоризальық байланыс бар ағаш түрі	ДНҚ бойынша Genbank базасына тіркелкен нөмірі және сәйкестік пайызы	Әдебиет көзі
1	2	3	4	5
<i>Agaricaceae</i>	<i>Agaricus litoralis</i> (Wakef. & A. Pearson) Pilát	<i>Pinus sylvestris</i> L.	ON704909 98,98,	
<i>Amanitaceae</i>	<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr		[10,19]
	<i>Amanita pantherine</i> (DC.) Krombh.	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr		[19, 20]
	<i>Amanita</i> sp.	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr	ON704911 97,46	ДНҚ
	<i>Amanita pseudopantherina</i> Zhu L. Yang ex Y.Y. Cui	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr	ON704908 98,84	ДНҚ
<i>Cortinariaceae</i>	<i>Cortinarius</i> sp. 1	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr		[20]
	<i>Cortinarius</i> sp. 2	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr		[19]
	<i>Cortinarius croceus</i> (Schaeff.) Gray	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr	ON704900 99,67	ДНҚ
<i>Gomphidiaceae</i>	<i>Gomphidius roseus</i> (Fr.) Fr.	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr		[19, 20]

1-кесте жалғасы

<i>Inocybaceae</i>	<i>Pseudosperma sp.</i>	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr	ON704906 97.14	ДНҚ
<i>Lycoperdaceae</i>	<i>Lycoperdon norvegicum</i> Demoulin	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr	ON704897 100.00	ДНҚ
<i>Paxillaceae</i>	<i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr		[10,19]
<i>Psathyrellaceae</i>	<i>Candolleomyces candolleanus</i>	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr	OP215188 99.16	ДНҚ
	<i>Candolleomyces pseudocandolleanus</i> (A.H. Sm.) D. Wächt. & A. Melzer	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr	ON704907 99,82	ДНҚ
	<i>Candolleomyces pseudocandolleanus</i> (A.H. Sm.) D. Wächt. & A. Melzer	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr	ON704915 100	ДНҚ
<i>Pseudoclitocybaceae</i>	<i>Bonomyces sp.</i>	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr	ON704912 99,85	ДНҚ
<i>Suillaceae</i>	<i>Suilius bovinus</i> (L.) Roussel	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr		ДНҚ
	<i>Suillus sp.1</i>	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr	ON704899 99,87	
	<i>Suillus sp.2</i>	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr	OP215196 97,28	[20]
	<i>Suillus sp.2</i>	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr		[19]
	<i>Suillus sp. 3</i>	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr		[20]
	<i>Suillus sf. granulatus</i> (L.) Roussel	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr		
<i>Tricholomataceae</i>	<i>Tricholoma robustum</i> (Alb. & Schwein.) Ricken	<i>Pinus sylvestris</i> L., EcMr	ON704910 99,87	ДНҚ

Резерваттағы саңырауқұлақтар тұқымдастарының толық атаулары, түрлерінің саны, пайыздық көрсеткіште, келесі 2-кестеде толықтай көрсетілген.

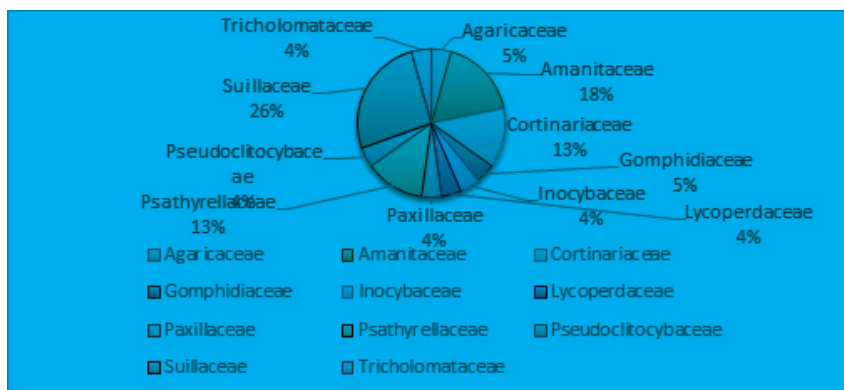
2-кесте – Микоризалы саңырауқұлақтар тұқымдастарының пайыздық көрсеткіші

Тұқымдастар	Түрлерінің саны	Пайыздық көрсеткіші, %
<i>Agaricaceae</i>	1	5
<i>Amanitaceae</i>	4	18
<i>Cortinariaceae</i>	3	13
<i>Gomphidiaceae</i>	1	5
<i>Inocybaceae</i>	1	4
<i>Lycoperdaceae</i>	1	4
<i>Paxillaceae</i>	1	4
<i>Psathyrellaceae</i>	3	13

2-кесте жалғасы

<i>Pseudoclitocybaceae</i>	1	4
<i>Suillaceae</i>	6	26
<i>Tricholomataceae</i>	1	4

Резерват аумағында Қарағай ағашымен микоризалық макромицеттердің ішінен пайыздық көрсеткіші бойынша ең жоғары болған *Suillaceae* - 26%, *Amanitaceae*-18%, *Cortinariaceae* -13 %. Ал, *Inocybaceae*, *Lycoperdaceae*, *Paxillaceae*, *Pseudoclitocybaceae* тұқымдастарға жататын таксондық түрлері ең аз кездескен тұқымдастар екенін көре аламыз.



1-сурет - Анықталған саңырауқұлақтар тұқымдастарының пайыздық қатынасы

Талқылау

Орташа көрсеткіштерге *Psathyrellaceae* 13%, *Cortinariaceae* 13% тұқымдастары болды. Жалпы орманшылықтарда жиналған саңырауқұлақ саны -184 дананы құрады. Олар жүйеленуі бойынша 1 класқа, 1 қатарға, 11 тұқымдасқа, 24 түрге жатады. Атап айтқанда, қарағай ағашымен эктомикоризалық байланыста базидиомицеттер класына, *Agaricales* қатарына, *Agaricaceae*, *Amanitaceae*, *Cortinariaceae*, *Cortinariaceae*, *Inocybaceae*, *Lycoperdaceae*, *Paxillaceae*, *Paxillaceae*, *Psathyrellaceae*, *Pseudoclitocybaceae*, *Suillaceae*, *Tricholomataceae* тұқымдастарына жататын саңырауқұлақтар жататынын көрсетті. Олардың түрлерінің саны әртүрлі кездесуі орманшылықтардағы орман типіне және өсіп

тұрған ағаштарына да байланысты екенін байқауға болады. Сынақ алаңдарындағы орман типі мен құрамы жайлы мәліметтер 3-кестеде бейнеленген.

Зерттеу материалдары жиналған аумақтардағы орман типтері жіктеу бойынша балғын қарағайлы, ылғалды, құрғақ типтерден болды. Тайбағар, Көтерек, Майқарағай орманшылықтарында құрамы 100 пайыз таза қарағайлы, ал Шалдай және Заводское орманшылығында қарағаймен қоса, бірінсаран көктерек, қайың кездескен, тек Первомайское орманшылығында 90 пайыз қарағай, 10 пайыз қайың өскенін байқауға болады. Осы ерекшеліктерге байланысты макромицет сандары жинақ кезінде әртүрлі кезіккен.

3-кесте – Орманшылықтарда жиналған макромицеттердің түрлері және саны

Орманшылықтар	Тайбағар	Көктерек	Майқарағай	Шалдай	Заводское	Первомайское
Макромицеттер түрлері						
<i>Agaricus litoralis</i>					1	
<i>Amanita muscaria</i>				10		
<i>Amanita pantherina</i>		2	2	2	5	8
<i>Amanita sp.</i>	2					
<i>Amanita pseudopantherina</i>					4	2

3-кесте жалғасы

<i>Cortinarius sp. 1</i>				3		1
<i>Cortinarius sp. 2</i>		1		2		
<i>Cortinarius croceus</i>				5		
<i>Gomphidius roseus</i>	3					
<i>Pseudosperma sp.</i>		2		4		
<i>Lycoperdon norvegicum</i>			4			
<i>Paxillus involutus</i>					8	
<i>Candolleomyces candolleanus</i>		3				7
<i>Candolleomyces pseudocandolleanus</i>			3		5	
<i>Candolleomyces pseudocandolleanus</i>		3				4
<i>Bonomyces sp.</i>			2			
<i>Suillus bovinus</i>	3				10	20
<i>Suillus brunnescens</i>	4	5				
<i>Suillus sp. 1</i>				5		
<i>Suillus sp. 2</i>	2			10		10
<i>Suillus sp. 3</i>		5			3	
<i>Suillus sf. granulatus</i>	1	4		9		
<i>Tricholoma robustum</i>				3		2
<i>Жалпы саны</i>	15	25	11	53	26	54

Жиналған саңырауқұлақтардың сандарына қарай, ең көп Первомайское орманшылығында 54 дана, Шалдайда 53 дана, ал ең аз Майқарағай және Тайбағар орманшылықтарында аз болғанын аңғаруға болады. Бұл алқашқы екеуінде саны басқалардан көбірек болғаны, ылғалды қарағайлы орман типімен түсіндіруге болады. Тайбағар орманшылығында ылғалдылық тым жоғары және шөп жамылғысы биіктеу болғандықтан макромицеттер аз өскен, Майқарағайда құрғақ қарағайлы орман типіне байланыстығын көреміз.

Қорытынды

Ертіс орманы резерватында әртүрлі орман экожүйелерінде айырмашылық бар екенін байқаймыз. Эктомикоризалық саңырауқұлақтардың ормандағы қоректік заттардың алмасуы және макро, микроэлементтерді 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. Бұл қысы суық резерватта өскен қарағайларға жақсы. 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.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Berch S. M 'The vegetative organs of *Monotropa hypopitys* L [Text]/ S. M. Berch, H. B. Massicotte, L. E. Tackaberry L.E. // *Mycorrhiza*. – 2005. – Vol. 15. – № 5. – P. 323-332.
- 2 Frank B. On the nutritional dependence of certain trees on root symbiosis with belowground fungi (an English translation of AB Frank's classic paper of 1885) [Text] / B. Frank // *Mycorrhiza*. –2005. – Vol. 15. – № 4. – P. 267-275.
- 3 Molina R. Specificity Phenomena in Mycorrhizal Symbioses: Community-Ecological Consequences and Practical Implications [Text]: R.Molina, H. Massicotte, J.M. Trappe. - *Mycorrhizal functioning: an integrative plant-fungal process*, 1992. –357 p.

4 Malloch D. W., Ecological and evolutionary significance of mycorrhizal symbioses in vascular plants (a review) [Text]/ Molina D. W., Pirozynski K. A., Raven P. H. // Proceedings of the National Academy of Sciences. –1980. – Vol. 77. – № 4. – P. 2113-2118.

5 Martin F., Kohler A., Duplessis S. Living in harmony in the wood underground: ectomycorrhizal genomics [Text]/ F.Martin, A.Kohler, S. Duplessis //Current Opinion in Plant Biology. –2007. – Vol.10. –№.2. –P.204-210.

6 Garcia K. Molecular signals required for the establishment and maintenance of ectomycorrhizal symbioses [Text]/ K.Garcia // New Phytologist. – 2015. – Vol. 208. – №. 1. – P. 79-87.

7 Martin F. Unearthing the roots of ectomycorrhizal symbioses [Text]/ F. Martin // Nature Reviews Microbiology. –2016. –Vol.14. – №. 12. – P. 760-773.

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

9 Kafle A. Split down the middle: studying arbuscular mycorrhizal and ectomycorrhizal symbioses using split-root assays [Text]/ A. Kafle //Journal of Experimental Botany. – 2022. – Vol. 73. – №. 5. – P. 1288-1300.

10 De Roman M., Claveria V., De Miguel A. M. A revision of the descriptions of ectomycorrhizas published since 1961 [Text]/ M. De Roman, V.Claveria, A.De Miguel // Mycological Research. – 2005. – Vol.109. – №. 10. – P. 1063-1104.

11 Agerer R. Studies on ectomycorrhizae II. Introducing remarks on characterization and identification [Text]/ R.Agerer // Mycotaxon. – 1986. – Vol. 26. -P.473-492.

12 Janowski D. Effective molecular identification of ectomycorrhizal fungi: revisiting DNA isolation methods [Text]/ D.Janowski // Forests. – 2019. – Vol. 10. – №. 3. – 218 p.

13 Janowski D., Leski T. Methods for identifying and measuring the diversity of ectomycorrhizal fungi [Text]/ D.Janowski, T.Leski // Forestry: An International Journal of Forest Research. – 2023. -P 1-14.

14 Schoch C. L. Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi [Text]/ C.L.Schoch // Proceedings of the national academy of Sciences. – 2012. – Vol. 109. – №. 16. – P. 6241-6246.

15 Van Der Heijden M. G. A. Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future [Text]/ M. G. A. Van Der Heijden //New phytologist. – 2015. – Vol. 205. – №. 4. – P. 1406-1423.

16 Agerer R. Fungal relationships and structural identity of their ectomycorrhizae [Text]/ R. Agerer // Mycological progress. – 2006. – Vol.5. -P.67-107.

17 План управления Государственным лесным природным Резерватом «Ертіс орманы» [Текст]/ Шалдай, 2009. – 25 с.

18 National Center for Biotechnology Information. –URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>
Дата обращения: 27.06.2022.

19 Moser M. Die Rohrlinge und Blätterpilze.Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales in: M. Moser (Ed.) [Text]: M. Moser - KleineKryptogamenflora (Jena: VEB Gustav. Fischer Verlag), 1938. -532 p.

20.Nordic Macromycetes Polypoles, Boletales, Agaricales, Russulales [Text]/ - Nordsvam: Copenhagen, -1992. -Vol. 2. -P.62.

References

1 Berch S. M., ‘The vegetative organs of *Monotropa hypopitys* L. [Text]/ S. M. Berch, H. B. Massicotte, L. E. Tackaberry L.E. // Mycorrhiza. – 2005. – Vol. 15. – №. 5. – P. 323-332.

2 Frank B. On the nutritional dependence of certain trees on root symbiosis with belowground fungi (an English translation of AB Frank’s classic paper of 1885) [Text]/ B. Frank // Mycorrhiza. – 2005. – Vol. 15. – №. 4. – P. 267-275.

3 Molina R. Specificity Phenomena in Mycorrhizal Symbioses: Community-Ecological Consequences and Practical Implications [Text]: R.Molina, H. Massicotte, J.M. Trappe. - Mycorrhizal functioning: an integrative plant-fungal process, 1992. –357 p.

4 Malloch D. W., Pirozynski K. A., Raven P. H. Ecological and evolutionary significance of mycorrhizal symbioses in vascular plants (a review) [Text]/ Molina D. W. Pirozynski K. A., Raven P. H. // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 1980. – Vol. 77. – №. 4. – P. 2113-2118.

5 Martin F., Kohler A., Duplessis S. Living in harmony in the wood underground: ectomycorrhizal genomics [Text]/ F.Martin, A.Kohler, S. Duplessis // Current Opinion in Plant Biology. – 2007.–Vol. 10. – №. 2. – P. 204-210.

6 Garcia K. Molecular signals required for the establishment and maintenance of ectomycorrhizal symbioses [Text]/ K.Garcia // New Phytologist. – 2015. – Vol. 208. – №. 1. – P. 79-87.

7 Martin F. Unearthing the roots of ectomycorrhizal symbioses [Text]/ F. Martin // Nature Reviews Microbiology. – 2016. – Vol. 14. – №. 12. – P. 760-773.

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

9 Kafle A. Split down the middle: studying arbuscular mycorrhizal and ectomycorrhizal symbioses using split-root assays [Text]/ A. Kafle //Journal of Experimental Botany. – 2022. – Vol. 73. – №. 5. – P. 1288-1300.

10 De Roman M., Claveria V., De Miguel A. M. A revision of the descriptions of ectomycorrhizas published since 1961 [Text] / M. De Roman, V.Claveria, A.De Miguel // Mycological Research. – 2005. – Vol.109. – №. 10. – P. 1063-1104.

11 Agerer R. Studies on ectomycorrhizae II. Introducing remarks on characterization and identification [Text]/ R.Agerer // Mycotaxon. – 1986. – Vol. 26. -P.473-492.

12 Janowski D. Effective molecular identification of ectomycorrhizal fungi: revisiting DNA isolation methods [Text]/ D.Janowski // Forests. – 2019. – Vol. 10. – №. 3. – P.218.

13 Janowski D., Leski T. Methods for identifying and measuring the diversity of ectomycorrhizal fungi [Text]/ D.Janowski, T.Leski //Forestry: An International Journal of Forest Research. – 2023. -P. 1-14.

14 Schoch C. L. Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi [Text]/ C.L.Schoch // Proceedings of the national academy of Sciences. – 2012. – Vol. 109. – №. 16. – P. 6241-6246.

15 Van Der Heijden M. G. A. Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future [Text] / M. G. A. Van Der Heijden // New phytologist. – 2015. – Vol. 205. – №. 4. – P. 1406-1423.

16 Agerer R. Fungal relationships and structural identity of their ectomycorrhizae [Text] / R. Agerer // Mycological progress. – 2006. – Vol.5. -P.67-107.

17 Plan upravleniya Gosudarstvennym lesnym prirodnyim Rezervatom «Ertis ormany» [Text]: SHaldai, 2009. – 25 s.

18 National Center for Biotechnology Information. – (URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> Data obrashcheniya: 27.06.2022).

19 Moser M. Die Rohrlinge und Blätterpilze. Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales in: M. Moser (Ed.) [Text]: M. Moser - Kleine Kryptogamenflora (Jena: VEB Gustav. Fischer Verlag), 1938. – 532 p.

20 Nordic Macromycetes Polypores, Boletales, Agaricales, Russulales [Text]/ - Nordsvam: Copenhagen, -1992. -Vol. 2. –P. 62.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭКТОМИКОРИЗЫ PINUS SYLVESTRIS L.
В ГОСУДАРСТВЕННОМ ЛЕСНОМ ПРИРОДНОМ РЕЗЕРВАТЕ
«ЕРТІС ОРМАНЫ» РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ**

Нурлаби Айнур Ермековна

Магистр сельскохозяйственных наук

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: nurlabi-ainur@mail.ru

Сарсекова Дани Нургисаевна

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: dani999@mail.ru

Токтасынов Жайлау Нурмухамедович

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: tzhailau@mail.ru

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы идентификации эктомикоризы сосны обыкновенной различными методами в условиях ленточных боров Прииртышья. Объектом исследований являлись лесные насаждения государственного лесного природного резервата «Ертіс орманы». Для проведения исследований применялись маршрутный и стационарные методы. Пробные площади закладывались в основном в чистых сосновых насаждениях, иногда с примесью берёзы или осины. Для идентификации собранных плодовых тел были использованы доступные ресурсы «Indexfungorum», а также определители стандартных грибов «Mycobank», «Colour Atlas of Ectomycorrhizas» и др. При затруднении в определении отдельных видов, идентификация проводилась посредством установления ДНК.

ДНК собранных макромицетов устанавливался с использованием сборника стандартного идентификатора «Quiagen». Определение общих и видовых таксонов эктомикоризных грибов проводилось с использованием алгоритма BlastN, путём сравнения с перечнем открытого фонда данных Genbank обозначая нижний предел грибов для ITS зоны, учитывая рибосомные гены ДНК грибов, полученные результаты показали соответствие на уровне 97 – 98 %. На основе результатов исследований на территории лесного природного резервата были идентифицированы 24 вида макромицетов. В отечественных исследованиях было показано, что сведений о разнообразии микобиоты хвойных деревьев и их микоризных ассоциаций очень мало.

В связи с этим, проводимые в 2021-2023 гг. научно-исследовательские работы в резервате «Ертіс орманы», включены лесные экосистемы, где произрастает сосна, было выявлено, а также описано разнообразие микоризных грибов с использованием современных методов.

Все идентифицированные эктомикоризы грибов активно участвуют в обмене веществ, способствуют устойчивому развитию сосновых насаждений в засушливых условиях Прииртышья, отличающихся низкой температурой воздуха в зимний период.

Ключевые слова: эктомикориза; макромицеты; сосна обыкновенная; идентификация; симбиоз.

IDENTIFICATION OF ECTOMYCORRHIZA PINUS SYLVESTRIS L. IN THE STATE FOREST NATURAL RESERVE "ERTIS ORMANY" BY VARIOUS METHODS

Nurlabi Ainur

Master of Agricultural Sciences

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University

Astana, Kazakhstan

E-mail: nurlabi-ainur@mail.ru

Sarsekova Dani

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University

Astana, Kazakhstan

E-mail: dani999@mail.ru

Toktassynov Zhailau

Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University

Astana, Kazakhstan

E-mail: tzhailau@mail.ru

Abstract

The article deals with the identification of ectomycorrhiza of Scots pine by various methods in the conditions of ribbon forests of the Irtysh region. The object of research was the forest plantations of the state forest natural reserve "Ertis Ormany". Route and stationary methods were used to conduct research. Trial areas were laid mainly in pure pine plantations, sometimes with an admixture of birch or aspen. To identify the collected fruit bodies, the available resources "Indexfungorum" were used, as well as the determinants of standard fungi "Mycobank", "Color Atlas of Ectomycorrhizas", etc. When it was difficult to identify individual species, identification was carried out by establishing DNA.

The DNA of the collected macromycetes was established using the collection of the standard identifier "Quiagen". The determination of common and specific taxa of ectomycorrhizal fungi was carried out using the BlastN algorithm, by comparison with the list of the Genbank open data fund. Indicating the lower limit of fungi for ITS zone, taking into account the ribosomal genes of fungal DNA, the results showed a 97-98% compliance. Based on the research results, 24 species of macromycetes were identified on the territory of the forest nature reserve. In domestic studies, it has been shown that there is very little information about the diversity of the mycobiota of coniferous trees and their mycorrhizal associations.

In this regard, the research work carried out in 2021-2023 in the Ertis Ormany Reserve included forest ecosystems where pine grows and a variety of mycorrhizal fungi was identified and described using modern methods.

All identified ectomycorrhizae of fungi are actively involved in metabolism, contribute to the sustainable development of pine plantations in the arid conditions of the Irtysh region, characterized by low air temperature in winter.

Key words: ectomycorrhizas; macromycetes; Scotch pine: identification; symbiosis.