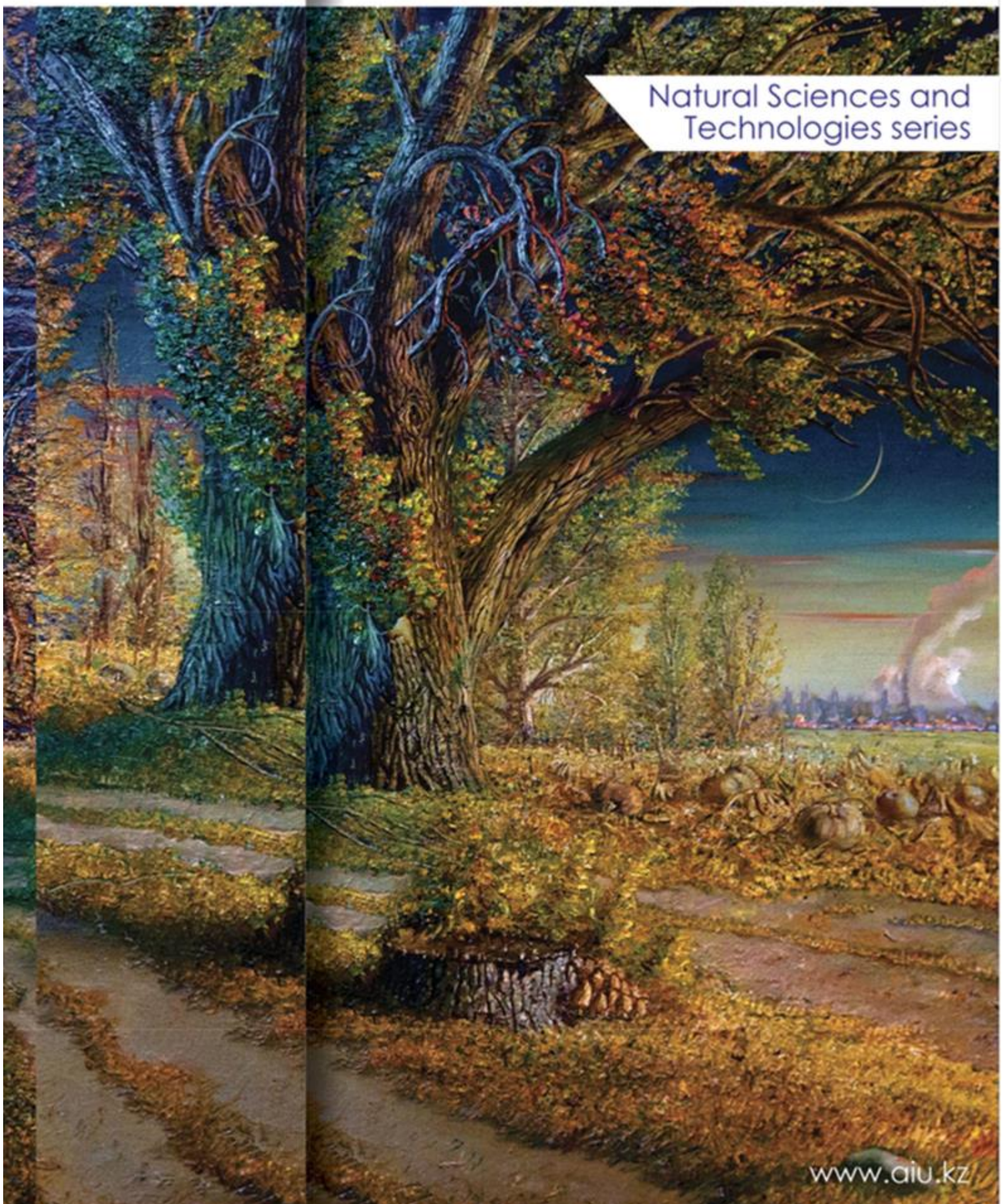


INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS



№4 (4) 2023

Natural Sciences and
Technologies series





INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS

Natural Sciences and Technologies series

Has been published since 2020

№4 (4) 2023

Astana

EDITOR-IN-CHIEF:

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of NAS RK, Professor
Kalimoldayev M. N.

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Doctor of Biological Sciences, Professor
Myrzagaliyeva A. B.

EDITORIAL BOARD:

- | | |
|----------------------------|--|
| Akiyanova F. Zh. | - Doctor of Geographical Sciences, Professor (Kazakhstan) |
| Seitkan A. | - PhD, (Kazakhstan) |
| Baysholanov S. S | - Candidate of Geographical Sciences, Associate professor (Kazakhstan) |
| Zayadan B. K. | - Doctor of Biological Sciences, Professor (Kazakhstan) |
| Salnikov V. G. | - Doctor of Geographical Sciences, Professor (Kazakhstan) |
| Mukanova A.S. | - PhD, (Kazakhstan) |
| Tasbolatuly N. | - PhD, (Kazakhstan) |
| Abdildayeva A. A. | - PhD, (Kazakhstan) |
| Chlachula J. | - Professor, Adam Mickiewicz University (Poland) |
| Redfern S.A.T. | - PhD, Professor, (Singapore) |
| Cheryomushkina V.A. | - Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia) |
| Bazarnova N. G. | - Doctor Chemical Sciences, Professor (Russia) |
| Mohamed Othman | - Dr. Professor (Malaysia) |
| Sherzod Turaev | - Dr. Associate Professor (United Arab Emirates) |

Editorial address: 8, Kabanbay Batyr avenue, of.316, Nur-Sultan,
Kazakhstan, 010000
Tel.: (7172) 24-18-52 (ext. 316)
E-mail: natural-sciences@aiu.kz

International Science Reviews NST - 76153

International Science Reviews

Natural Sciences and Technologies series

Owner: Astana International University

Periodicity: quarterly

Circulation: 500 copies

CONTENT

Г.Қрықпаева, С.Ниғметжанов ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ УСТЬ-КАМЕНОГОРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПРИ САДКОВОМ ВЫРАЩИВАНИИ РЫБЫ.....	5
Д.С.Оразымбетова, О.З.Ілдербаев МЕТАБОЛИКАЛЫҚ СИНДРОМ КЕЗІНДЕГІ ИММУНДЫҚ ЖҮЙЕНІҢ РӨЛІ.....	15
Ү.Н. Нұркен, О.З.Ілдербаев СҮЙЕК РЕГЕНЕРАЦИЯСЫНА АРНАЛҒАН МЕЗЕНХИМАЛДЫ БАҒАНАЛЫ ЖАСУШАЛАРДЫ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІ	27
Қ.Б.Сапар ТАҢДАЛҒАН CHARA ТҮРЛЕРІНІҢ КҮШЕЙТІЛГЕН ФРАГМЕНТ ҰЗЫНДЫҒЫ ПОЛИМОРФИЗМІНЕ (AFLP) НЕГІЗДЕЛГЕН ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯСЫ	35
А.А.Бериков, Т.Н.Самарханов ОЦЕНКА ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ БАЯНАУЛЬСКОГО РАЙОНА).....	49
З.М.Абылқасымова, А.Д.Спанбаев БИОЛОГИЯ ПӘНІНЕН ОҚУШЫЛАРДЫ ҰБТ – ҒА ДАЙЫНДАЙТЫН ОҚУ ҚҰРАЛЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУ.....	55
Р. Смадинов СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ ДАННЫХ	74
N. Z. Kossym CHARACTERISTICS AND STANDARDS OF SOFTWARE QUALITY.....	84

ТАҢДАЛҒАН CHARA ТҮРЛЕРІНІҢ КҮШЕЙТІЛГЕН ФРАГМЕНТ ҰЗЫНДЫҒЫ ПОЛИМОРФИЗМІНЕ (AFLP) НЕГІЗДЕЛГЕН ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯСЫ

Қ.Б.Сапар

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қаласы, Қазақстан
(E-mail: sapar.aysar@bk.ru)

Аңдатпа. Харофиттер – су экожүйелерінің әртүрлі түрлерінде өсетін және жоғары пластикалық және морфологиялық өзгергіштікпен сипатталатын жасыл балдырлар тобы. Chara тұқымының бірнеше түрінің генетикалық әртүрлілігін және таксономиялық дәрежесін талдау үшін күшейтілген фрагмент ұзындығы полиморфизмінің (AFLP) фингерпринттеу әдісі қолданылды. Тұқымдасқа жататын түрлерді зерттедік. Гровезия (*C. tenuispina*, *C. globularis*, *C. virgata*, *C. aspera* және *C. strigosa*) және екі түр. Германия (*C. intermedia* және *C. hispida*). Жеке түрлер Көкшетаудың солтүстік-шығысында, орталық және шығысында егістік алқабында жиналды. Түрлер морфологиялық белгілер негізінде анықталды, содан кейін AFLP фингерпринттеу әдісі арқылы талданды. UPGMA кластерленуі және PCA талдауы, сондай-ақ морфологиялық талдау *C. tenuispina* және *C. globularis*-тің нақты бөлінуін анықтады, олар жоғары жүктеу мәндерімен қолдау көрсетілетін жеке кластерлерді құрады. Сондықтан бұл түрлер *C. globularis* сорттары емес, жеке таксондар ретінде ерекшеленді. Сол сияқты *C. virgata* да жеке шоғыр құрады, осылайша бұл таксонның *C. globularis* алуан түрі емес, жеке түр екенін растайды. AFLP талдауы *C. aspera* мен *C. strigosa* арасында ешқандай дифференциацияны көрсетпеді. Ұсынылған нәтижелер көптеген вариациялары мен формалары бар бірнеше полиморфты түрлердің болуының таксономиялық интерпретациясын толық қолдамайды, дегенмен кейбір мысалдарда көбею жүйесінің ерекше сипаты таксондардың ерекше белгісі ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Кілт сөздер: Харофиттер, AFLP, Көкшетау, морфология, молекулалық таксономия

КІРІСПЕ

Харофиттер (Charales отряды, Characeae тұқымдасы) Антарктидадан басқа барлық континенттерде тұрақты, баяу ағып жатқан тұщы және тұщы суларда су астында макрофиттер түрінде өсетін жоғары дамыған жасыл балдырлар тобы. Бұл жасыл балдырлар (тас құрттары ретінде белгілі) эмбриофиттердің бауырлас тобы болып табылады [1]. Chara L. тұқымдас үлгілерді анықтау кейде оңай емес, бұл көбінесе бір-біріне сәйкес келетін морфологиялық вариацияларға, таксондар арасындағы айқын аралық формаларға және морфологиялық вариацияны фенотиптік икемділік немесе даму айырмашылықтарының белгісіз дәрежесіне

байланысты. Осындай сәйкестендіру мәселелері чарофит морфологиясын таксономиялық зерттеудің бастапқы кезеңінде шешілді. Бірнеше зерттеушілер харофиттердің морфологиялық өзгеру дәрежесін сипаттауға тырысты және әртүрлі түрлерді ажырату үшін пайдаланылуы мүмкін белгілі бір белгілерді ашты [2]. Нәтижесінде Chara тұқымы үшін тар және мономорфты түр концепциясы жасалды, бұл көптеген түрлерді анықтауға әкелді. Алайда, фенотиптік пластика мен көптеген белгілердің қабаттасатын морфологиялық вариациясына қатысты көптеген мәселелерге байланысты Вуд және Вуд және Имахори Characeae тұқымдасын екі топқа бөле отырып, кеңірек түр тұжырымдамасын қабылдады: Charae (соның ішінде тұқымдас). Chara, Nitellopsis, Lamprothamium, Lychnothamnus) және Nitellae (соның ішінде Nitella және Tolypella тұқымдасы). Бұл түрлердің санын азайтты және сол кезде сипатталған көптеген микротүрлердің орнына бүкіл әлемде тек 19 Chara түрі танылды. Осындай әртүрлі интерпретациялардың болуы, сондай-ақ әртүрлі харофиттерді анықтаудағы таксономиялық қиындықтар, ең алдымен, тұқым ішіндегі түрді ажырату үшін қандай сипаттамаларды қолдануға болатынын объективті анықтау үшін қолайлы әдістердің болмауынан туындауы мүмкін [3].

Мұндай жіктеу мәселелері тек Chara ғана емес, сонымен қатар Nitella үшін де тән [4]. Сканирлеуші электрондық микроскопияны қолдану арқылы Chara тұқымдасының ооспора өлшемдері мен өсімдіктің морфологиясын зерттеу нақты және қанағаттанарлық нәтиже бермеді.

Мұндай талдау *C. globularis*, *C. tenuispina* және *C. virgata* үшін жасалды [5]. Екінші жағынан, түр бойынша ооспора талдауы. Хартмания (*C. hispida*, *C. intermedia*, *C. polyacantha*, *C. rudis*) ооспора қабырғаларының тармақталуы ұқсастығына байланысты таксондар арасындағы өте тығыз байланысты көрсетті. Ооспора морфологиясына негізделген нәтижелер нақты жауап бермегендіктен, ұсынылған зерттеу молекулярлық саусақ ізі әдісін (AFLP) және морфологиялық талдауды пайдалана отырып, Chara тұқымындағы таксономиялық қатынастарға қатысты гипотезасын зерттейді. Атап айтқанда, тұқымдасқа жататын таксондарды зерттейміз. Гровезия Краузе бойынша ерекше деп қарастырылуы керек, немесе оларды *C. globularis* формалары мен сорттарына дейін азайту керек.

ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ

Өсімдік үлгілерін алу

Зерттелген *C. aspera*, *C. globularis*, *C. hispida*, *C. intermedia*, *C. tenuispina* және *C. virgata* үлгілері Қазақстанның солтүстік-шығыс, орталық және шығысындағы табиғи аймақтардан жиналды. Әрбір түр Қазақстанның солтүстігіндегі көлінде ғана табылған *C. strigosa* қоспағанда, бірнеше елді мекендерден жиналды. Жинау сайттары туралы мәліметтерді 1-кестеден табуға болады.

Өсімдіктер тереңдігі 0,5 м-ге дейін таяз жерлерден қолмен немесе тереңірек жерлерде ілмекпен жиналды. Жиналған өсімдіктер (2-кесте) Краустың сәйкестендіру кілттері арқылы зерттелді.

Зерттелген популяциялардағы түрлер

Түрлер	Жеке түр саны бар елді мекен	Жинау уақыты
<i>C. aspera</i>	Зеренда	2023 тамыз
<i>C. globularis</i>	Имантау	2023 шілде
<i>C. hispida</i>	Көкшетау	2023 қазан
<i>C. intermedia</i>	Бурабай	2023 тамыз
<i>C. strigosa</i>	Бурабай	2023 қыркүйек

Жаңа піскен өсімдік материалы (әр түрге 5-10 данадан) егістікте жиналып, шыны ыдыстарға (әр түрі бөлек, 2-3 банка) салынып, тез арада зертханаға тасымалданды. Эпифиттерден бөгде ДНҚ-ның әсерін азайту үшін өсірілген өсімдіктен стереомикроскоптың астындағы инелермен бөлшектеу арқылы ірі жіп тәрізді балдырлар жойылды. Харофиттер бір ай бойы зертханалық жағдайда (бөлме температурасында солтүстікке қараған терезеден жарықпен) өсірілді. Осыдан кейін барлық өсімдіктер ағын сумен толтырылған жаңа банкаларға орналастырылды. Талдау үшін тек жаңа, жаңадан өскен ұлпалар (жас өркендер) пайдаланылды.

Кесте 1. Талданатын Chara түрлерінің әртүрлі авторлар бойынша жіктелуі

Krause (1997)	Wood & Imahori (1965)	Cirujano et al. (2008)
<i>C. aspera</i> Deth. ex Willd. 1809	<i>Chara globularis</i> var. <i>aspera</i> (Deth. ex Willd. 1809) R.D. Wood 1962	<i>Chara aspera</i> var. <i>aspera</i> Deth. ex Willd. 1809
<i>C. globularis</i> Thuill. 1799	<i>Chara globularis</i> var. <i>globularis</i> f. <i>globularis</i> R.D. Wood 1962	<i>Chara fragilis</i> Desv. in Loisel. 1810
<i>C. hispida</i> L.	<i>Chara hispida</i> var. <i>major</i> f. <i>major</i> (Hartm.) R.D. Wood 1962	<i>Chara hispida</i> var. <i>major</i> (Hartm.) R.D. Wood 1962

<i>C. intermedia</i> A.Br. 1859	<i>Chara hispida</i> var. <i>major</i> f. <i>intermedia</i> (A.Br.) R.D.Wood 1962	<i>Chara hispida</i> var. <i>hispida</i> (Hartm.) R.D. Wood 1962
<i>C. strigosa</i> A.Br 1847	<i>Chara globularis</i> f. <i>strigosa</i> (A. Br.) R.D. Wood 1962	-
<i>C. tenuispina</i> A.Br. 1835	<i>Chara globularis</i> var. <i>tenuispina</i> (Kütz.) R.D. Wood 1962	-
<i>C. virgata</i> (<i>C. delicatula</i>) Kütz. 1834	<i>Chara globularis</i> var. <i>virgata</i> (A. Br.) R.D. Wood 1962	-

Зерттелетін түрлердің морфологиялық сипаттамалары егжей-тегжейлі сипатталды және сипаттамалар дискриминациялық сипаттамалардың фотосуреттерімен толықтырылды (сурет 1a-l). Біз зерттелетін түрлерді ажыратуға мүмкіндік беретін келесі морфологиялық белгілерге ерекше назар аудардық: бір тұқымды, қос тұқымды түр, кортификация түрлері, өсімдік аулакант, тилакант, омыртқа жасушаларының болуы, жоқтығы, омыртқалардың типтері (рудиментті, ось диаметріне дейін ұзын), омыртқа жасушалары дара, жұппен, стипулодтардың болуы, екі қатардағы стипулодтар жақсы дамыған, стипулодтар рудиментарлы, жоғарғы қатар ұзарған, антеридий, оогонияның болуы, болмауы [6]. ДНҚ изоляциясы және AFLP саусақ ізі

Морфологиялық бақылауларға қоса, генетикалық саусақ ізі күшейтілген фрагмент ұзындығы полиморфизмдері (AFLPs) арқылы жүргізілді. AFLP процедурасының артықшылықтары келесідей: 1) мақсатты геном туралы априорлы білім қажет емес, 2) полиморфизмдерді жоғары тиімді анықтау және 3) кемсітушілік пен қайталану мүмкіндігінің жоғары болуымен біріктірілген әмбебап қолдану [7]. Бұл әдіс популяциялар арасындағы және популяциялар ішіндегі генетикалық әртүрлілік туралы ақпаратты болып табылады және түрлер арасындағы генетикалық қашықтықты бағалау үшін пайдаланылды. Толық геномдық ДНҚ өндірушінің хаттамасына сәйкес мұздатылған кептірілген, ұнтақталған материалды және DNeasy Plant Mini Kit көмегімен жаңа тіндерден бөлініп алынды. Ұяшықтар MM400 (Retsch, Хаан, Германия) араластырғыш диірменінің көмегімен бұзылды. ДНҚ сапасы мен саны флюорометрдің көмегімен анықталды (Эппендорф, Гамбург, Германия), бірақ алынған ДНҚ тұтастығы 1% TBE-агароза гельдерінде бағаланды.

AFLP процедурасы шамалы өзгертулермен ас қорыту, байлау, алдын ала күшейту және күшейту процедуралары Verity Thermocycler құрылғысында (Applied Biosystems, Карлсбад, АҚШ) орындалды. Егжей-тегжейлі процедураны бұрын сипаттаған. Селективті күшейту үшін біз ең пайдалы ретінде жиырмадан астам комбинациядан таңдалған төрт праймер жұбын қолдандық (3-кесте). Таңдамалы күшейтуден кейін флуоресцентті таңбаланған өнімдер ДНК өлшем стандарттарын (DNA Size Standard Kit 400) қосу арқылы Үлгі жүктеу ерітіндісінде (SLS) 10 × сұйылтылды және автоматтандырылған секвенсерде (GenomeLab™ сызықтық полиакриламид) бөлу гелінде (GenomeLab™ сызықтық полиакриламид) бөлінді. GenomeLab™ GeXP генетикалық талдау жүйесі, Бекман Култер, Бре, АҚШ). AFLP әдісінің қайталану мүмкіндігін бағалау үшін кейбір тұлғалардың талдауы қайталанды. Beckman Coulter Fragment Analysis Software бағдарламалық құралы арқылы өңделмеген деректер жиналды және ішкі өлшем стандартына сәйкестендірілді.

Барлық молекулалық талдаулар Вроцлав Қоршаған орта және өмір туралы ғылымдар университетінің Ботаника және өсімдіктер экологиясы кафедрасында және Польша ғылым академиясының Ботаника институтында, Краков қаласында жүргізілді.

ДЕРЕКТЕРДІ ТАЛДАУ

AFLP фрагменттері мономорфты және бірегей локустардың санына және полиморфизм пайызы үшін талданды. AFLP әдісінің қайталану мүмкіндігін тексеру үшін кейбір тұлғалардың талдауы қайталанды. Барлық үлгілерде сәйкес жолақ болса, локус мономорфты болып саналады. Полиморфты локустардың жалпы пайызы FAMD v. 1.25 (көмегімен байқалған полиморфты жолақтардың санын анықталған жолақтардың жалпы санына бөлу арқылы есептелді. Үлгілердің жұптары арасындағы AFLP профильдерінің ұқсастығы келесі формула бойынша Джаккардың ұқсастық коэффициенті (Sneath, Sokal 1973) арқылы есептелді:

$$J = S_{ij} / (S_{ij} + S_i + S_j)$$

мұндағы: S_{ij} = екі түрге ортақ жолақтардың саны, S_i = тек i түрінде болатын жолақтардың саны және S_j = тек j түрінде болатын жолақтардың саны генетикалық қашықтығына негізделген UPGMA (Арифметикалық ортамен салмақталмаған жұп-топ әдісі) ағашы TREECON 1.3b көмегімен 1000 көшірмелерді қолдану арқылы жасалды және жүктелді. Молекулярлық деректердің негізгі компоненттерін талдау (PCA) MVSP 3.21 (Kovach 2007) көмегімен орындалды.

НӨТИЖЕЛЕР

Зерттелетін түрлердің морфологиялық дифференциациясы 1а-л суретте келтірілген. *C. aspera* дараларында бұтақшаның астында ұзын стипулодтар және ось диаметрінен асатын ұзын омыртқа жасушалары болды, бірақ олар сирек және

жалғыз болды. Бұтақшада орналасқан дара антеридийлер *C. aspera* екі тұқымды түр екеніне қайшы келеді. Әдеттегі *C. aspera*-ға ұқсас болғанымен, *C. strigosa*-да шоғырлар түрінде орналасқан әлдеқайда ұзағырақ стипулодтар мен тығыз омыртқа жасушалары болды, ал оогониялар біріктіріліп, төменде антеридийлері бар. Бұл морфологиялық айырмашылықтар бұл түрлерді бір-бірінен ажыратуға мүмкіндік береді. *Chara globularis* және *C. tenuispina* екеуі де ұқсас әдеті бар ашық жасыл түсті болды, бұл Вудтың *C. tenuispina* *C. globularis* алуан түрі ретінде қарастырылуы керек деген ұсынысын түсіндіреді. Екі түрді келесі морфологиялық айырмашылықтар бойынша ажыратуға болады: *C. tenuispina* омыртқа жасушалары негізінен ось аралықтарының жоғарғы бөліктерінде, олар осьтің диаметрінен ұзын, сондай-ақ екі қатар стипулодтар болды, олар ұзартылған, өткір болды, және ось диаметрінен ұзын. *Chara globularis*, алайда омыртқа жасушалары болды, ал стипулодтар жоқ немесе қарапайым болды. Сол сияқты бірдей белгілер *C. tenuispina* және *C. globularis*-ті ажыратуға мүмкіндік береді деп мәлімдеді. Сонымен қатар, екі түр де экологиялық артықшылықтармен ерекшеленеді және әртүрлі жағдайларда өседі. *Chara globularis* - көлдер, тоғандар, бассейндер және шымтезектерді пайдалану бассейндері сияқты әртүрлі су орталарында кездесетін космополиттік түр және мезотрофты және эвтрофты суларда өсетін кең экологиялық диапазонға ие. Керісінше, *C. tenuispina* тар экологиялық амплитудаға ие және тұщы сулы шымтезек алқаптарында немесе көлдердің жағалау аймағында, тамырлы өсімдіктер арасындағы көлеңкелі және таяз суларда кездеседі.

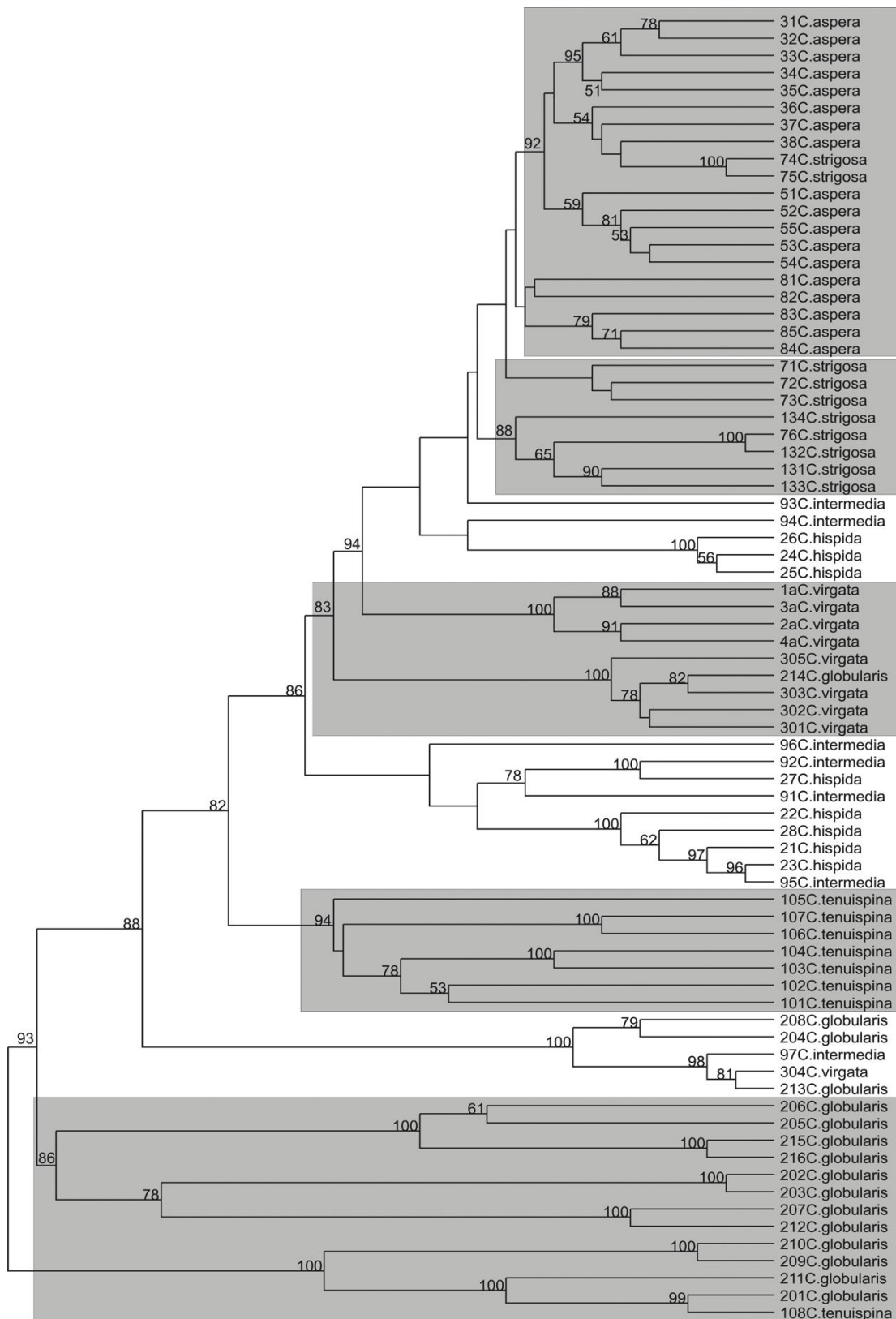
C. intermedia салыстырғанда *C. hispida* омыртқа жасушалары осьтің диаметрінен ұзағырақ болды және олар шоқтарда немесе үш топта пайда болды. Ал *C. intermedia* омыртқа жасушалары қысқарақ және жұп болып орналасады. *C. virgata* бұтақшасының астындағы стипулодтардың ұзынырақ жоғарғы бұрылыстарымен және қысқа және рудиментарлы омыртқа жасушаларымен сипатталды.

Талданған деректер AFLP жолақтарының жоғары сенімділігін көрсетті (96%-дан астам). Талдау алдында біз өлшемі 80-ден 450 битке дейін ауытқитын шамамен 20 түрлі EcoRIxxx–MseIxxx праймер комбинациясын сынадық (көбірек жолақтар сыналған, бірақ гельдер бойынша сенімді түрде бағаланбады). Осы 20 праймер комбинациясының төртеуі әрі қарай талдау үшін пайдаланылды (3-кесте). Түрішілік полиморфизмнің ең жоғары көрсеткіші *C. globularis* (76%) және *C. tenuispina* – 67-51% үшін анықталды. *C. aspera* үшін полиморфизм деңгейі 76% және *C. strigosa* үшін – 69% құрады. Полиморфизмнің ең төменгі көрсеткіштері *C. intermedia* (60-58%), *C. hispida* (66%) және *C. virgata* (68%) үшін анықталды. Джаккардың генетикалық ұқсастық индексі бойынша есептелген жұп үлгілер үшін AFLP профильдеріндегі ұқсастықтар 0,08-0,71 болды. Бұл көрсеткіш *C. tenuispina* және *C. globularis* жеке тұлғалары Джаккардың генетикалық ұқсастығының жоғары дәрежесін көрсеткенін көрсетеді (4-кесте).

Кесте 4

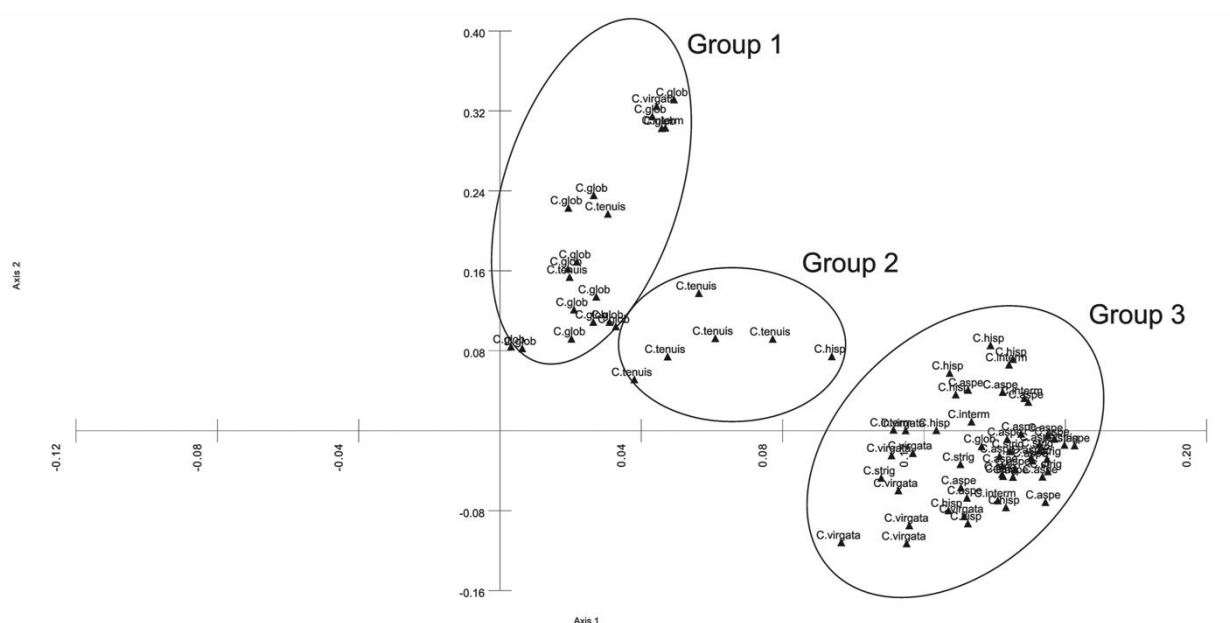
	<i>C. globularis</i>	<i>C. hispida</i>	<i>C. intermedia</i>	<i>C. strigosa</i>	<i>C. tenuissima</i>	<i>C. virgata</i>
<i>C. aspera</i>	0.16	0.18	0.14	0.68	0.37	0.21
<i>C. globularis</i>		0.27	0.30	0.47	0.69	0.49
<i>C. hispida</i>			0.71	0.29	0.08	0.1
<i>C. intermedia</i>				0.20	0.12	0.25
<i>C. strigosa</i>					0.31	0.38
<i>C. tenuissima</i>						0.46

AFLP деректерінің кластерлік талдауы түрлердің бірнеше топтарының бөлінуін көрсетті (2-сурет). Дегенмен, барлық түрлер нақты ажыратылмаған және бірнеше үлгілер басқа түрлермен араласқан. *C. tenuispina* және *C. globularis* екеуіне де жататын үлгілер жоғары жүктейтін тірегі бар бөлек кластерлерді құрады. *C. virgata* да жеке шоғыр құрады. PCA талдауы екі түрлі топқа бөлуді көрсетті: олардың біреуі негізінен *C. globularis* (1-топ) және екіншісі - *C. tenuispina* (2-топ) (3-сурет). *C. virgata* және *C. tenuispina* бірнеше особьтары *C. globularis* тобымен араласқан. *C. virgata* популяциясының өкілдері бір кластерде екі субкладе құрады, олар жоғары жүктеу мәндері бар *C. globularis* особьтарымен араласты (2-сурет).



Сурет 2. AFLP маркерлеріне негізделген көршілес қосылатын дендрограмма

C. hispida және *C. intermedia*-ға жататын басқа үлгілер аралас кластарды құрады; дара даралар басқа түрлермен араласқан немесе топтастырылған. *C. aspera*, *C. strigosa*, *C. virgata*, *C. hispida* және *C. intermedia* ұсынатын деректер нүктелерін PCA талдауы арқылы ажырату мүмкін болмады және түрлердің ажыратылмайтын тобын құрады (3-топ) (3-сурет). Үшінші топқа әдетте бір түрді екіншісінен ажыратуға болатын әртүрлі морфологиялық белгілері бар түрлер кіреді. Сол сияқты, UPGMA әдісі *C. aspera* мен *C. strigosa* арасындағы айырмашылықты көрсете алмады. UPGMA талдауындағы *C. aspera* және *C. strigosa* тобы/кластерлері ішінде әртүрлі популяцияларға жататын адамдар негізінен орта және жоғары жүктеу жолақтары мәндерімен қолдау көрсететін бөлек ішкі кластерлерді құра отырып, бірге топтастырылды (Сурет 2).



Сурет 3. Талданатын түрлердің AFLP негізгі компоненттік талдауы

Өкінішке орай, екі түрдің кіші топтары бір-бірімен араласып кеткен және әр түр үшін бөлек кластар құрмаған, бұл олардың арасындағы айырмашылықты анықтауға мүмкіндік береді.

ТАЛҚЫЛАУ

AFLP талдауы үшін пайдаланылатын праймер комбинациялары полиморфты жолақтар үшін орташа 96% пайызды құрады.

Бұрын ооспора өлшемдері *Chara tenuispina* A. Braun 1835 және *C. globularis* Thuill екенін көрсетті. 1799 ұсынғандай *C. globularis* полиморфты вариациялары емес, ерекше түрлер ретінде танылуы керек. Бұл ооспора қабырғаларының әшекейлерінің SEM суреттерімен расталмады. Ұсынылған UPGMA және PCA талдауларының нәтижелері екі таксонның бөлінуін болжайды, бұл әрі қарай жоғары жүктеу мәндерімен қолдау тапты (2-3-суреттер). Сондықтан, біз *C.*

tenuispina-ны Вуд пен Имахори ұсынған *C. globularis* полиморфты түрлер тобының формасы емес, жеке түр ретінде жіктеу керек деп ұсынамыз. AFLP саусақ ізін алу әдісіне негізделген зерттеуіміз де Schneider және т.б. алынған соңғы нәтижелерді растайды. , ол штрих-код гендерін пайдаланып *C. globularis*-ті *C. tenuispina*-дан сәтті ажыратты. Бұл жағдайда әртүрлі орындардан жиналған үлгілерде орындалған молекулалық талдау морфологиялық сипаттамаларға сәйкес келеді. Екі түрдің де сыртқы түрі ұқсас (жіңішке әдет, трилостичозды қыртыста омыртқа жасушалары жоқ), бірақ *C. tenuispina* ось диаметрінен ұзын омыртқа жасушалары бар әлдеқайда ұзын стипулодтарға ие, әсіресе бұтақшаның тікелей астында. Бұл екі таңбаның да морфологиялық дифференциацияда жарамды екенін көрсетеді және біз Краузе және бұл қасиет екі түрді ажырату үшін маңызды таңба деп келісеміз.

Бұрын Urbaniak *C. globularis* және *C. virgata* ооспораларының бір топтама құрайтынын және олардың ою-өрнектері бойынша ерекшеленбейтінін анықтады, осылайша таксондар арасында тығыз таксономиялық байланыс бар екенін көрсетеді. Біздің нәтижелеріміз екі түрді де толық ажыратпаса, мұндай мәлімдеме дұрыс болуы мүмкін. *C. globularis* және *C. virgata* особьтары PCA талдауында *C. tenuispina* (1-топ) араласқан немесе *C. aspera*, *C. strigosa*, *C. virgata*, *C. hispida* және *C. intermedia*-мен бірге бір дифференциацияланбаған түрлер тобын құрады. (3-топ) (3-сурет). UPGMA суретінде *C. globularis* және *C. virgata* жоғары жүктеу мәндерімен қолдау көрсетілетін бір және анық бөлінген кластерді құрмады, бірақ барлық дерлік *C. globularis* индивидтері жоғары жүктеу мәндері қолдайтын екі топта бір-біріне жақын орналасқан. *C. virgata*-ның кейбір особьтары да басқа түрлермен араласқан, дегенмен, *C. virgata*-ның жиналған үлгілері Краузе сипаттаған үлгілерге өте ұқсас болды, яғни бұтақшаның астындағы стипулодтардың ұзаққа созылған үстіңгі қатарлары, айқын трипlostихты, бар thylacanthous кортекс, осьте рудиментарлы омыртқа жасушалары және ризоидтарда шар тәрізді емес, ақ. Олардың *C. globularis* үлгілерінен айырмашылығы болды, оларда рудиментарлы стипулодтары бар және қыртысында омыртқа жасушалары жоқ. Бұл AFLP нәтижелерінің *C. globularis*-ті *C. virgata*-дан, сондай-ақ басқа түрлерден ерекшелендіретін морфологиялық белгілермен ішінара келіспейтінін көрсетеді, мысалы. сектаға жататындар. Хартмания, олар айтарлықтай ерекшеленеді. MatK және *rbcL* гендерінің негізінде *C. globularis*-ті *C. virgata*-дан анық ажыратады, бірақ *C. globularis* ретінде тікенектері жоқ және (әдетте сәл ғана) ұзартылған стипулодтары бар үлгілерді қабылдайды. Біз *C. globularis*-тің ұзартылған стипулодтары жоқ және мұндай стипулодтармен жабдықталған үлгілерді өтпелі формалар ретінде қарастыру керек деген ортақ мағынамен келісеміз. Екінші жағынан, стипулодтар назарға алынуы мүмкін жалғыз кейіпкерлер емес. Бақыланатын морфологиялық дифференциация, әсіресе *C. globularis*-те өте үлкен, сондай-ақ даулы морфологиялық белгілердің саны. 3-топқа тек *C. virgata* ғана емес, сонымен қатар *C. globularis* және *C. tenuispina* дарақтары кіреді. Бұл тағы да осы түрлер арасындағы тығыз таксономиялық, филогенетикалық жақындықты растайды (трипlostихты кортекспен біртұтас және нәзік жіңішке хабитус).

Басқаша айтқанда, зертханалық өсіру және талдау алдында дәл сәйкестендіруге қарамастан, біз осы нақты жағдайда өте мұқият болғанымызға қарамастан, кейбір үлгілер қате анықталған болуы мүмкін. Сондықтан, ықтимал түсініктемелердің бірі - біздің молекулалық әдістер морфологиялық дифференциацияны толық көрсетпейді.

C. globularis және *C. virgata* кейбір особьтары трилостичтермен шешілмеген топ құрады: *C. strigosa*, *C. aspera* және диплостич *C. hispida* және *C. intermedia* – 3-топ (3-сурет). Бұл түрлердің барлығы бір тұқымды, *C. aspera*-дан басқа, ол екі тұқымды түр болып табылады, бірақ бұл айырмашылық тағы да AFLP талдауына сәйкес келмеді. Біз бұл топтағы түрлерді РҚА талдауы арқылы, әсіресе бір және екі тұқымды түрлерді ажырата алмадық. UPGMA ағашында *C. aspera* және *C. strigosa* особьтарының ықшам тобын құрады, ал *C. aspera* арасында тек бірнеше *C. strigosa* особьтары табылды. Өкінішке орай, талдаулардың ешқайсысы *C. aspera* мен *C. strigosa* арасындағы нақты қолайлы дифференциацияны көрсетпейді. Екі түрдің үлгілері бөлек бұтақтардың орнына бірнеше субкладтарды құрады (Сурет 2). Олардың таксономиялық дифференциациясына қатысты күмән тудыратын басқа зерттелген үлгілер таксондарға жатады: *C. hispida* және *C. intermedia* (*Hartmania* сектасы). Олар бір 3-топқа кіретін басқа даралардан өлшемі, кортификациясы, омыртқа жасушаларының болуы және жалпы көрінісі бойынша ерекшеленеді (3-сурет).

Сол сияқты морфологиядағы маңызды айырмашылықтар, мысалы, харофиттерді әдеттегі сәйкестендіруге мүмкіндік беретін габитус немесе кортификация түрі, біздің нәтижелерімізді зерттелген түрлерді ажырату үшін пайдалы деп растамады. AFLP пайдаланған Urbaniak & Combik, кейінірек Schneider et al. Штрих-код гендерін пайдаланған әлдеқайда үлкен деректер жинағында *C. hispida* және *C. intermedia* арасындағы айырмашылықтарды таппады. Қазіргі біліммен Вуд және Имахори түрлер арасындағы өте жақын таксономиялық қатынастар туралы мәлімдемесі. Хартмания қолайлы сияқты.

AFLP саусақ ізін алу әдісі әртүрлі өсімдік түрлерінің популяциялары арасындағы шағын генетикалық айырмашылықтарды анықтай алатын таксономистер үшін пайдалы құрал болып табылады. Бұл *C. globularis* және *C. tenuispina* идентификациясы жағдайында сәтті орындалды. Сонымен қатар, бұл жағдайда морфологиялық белгілер молекулалық әдістерге негізделген сәйкестендірумен нақты сәйкес келеді. Алайда кейде бір-бірімен тығыз байланысты таксондарды ажырату мүмкін емес. Бұл *C. aspera* және *C. strigosa*, *C. hispida* және *C. intermedia* немесе сектаның басқа түрлері. Германия. Олардың арасындағы генетикалық айырмашылықтар морфологиялық айырмашылықтарда көрінуі мүмкін және филогенетикалық қарым-қатынастар осы білімнен шығарылуы мүмкін. Көптеген мысалдар бұл ереже емес екенін көрсетеді. Тағы бір жақсы мысал - *C. aspera* және *C. strigosa*, олардың әдеттері ұқсас, бірақ олардың көбею жүйесінде айтарлықтай ерекшеленеді. Көбею әдісі түрді ажырату үшін қолданылатын ең

маңызды белгі болып табылады. Сондықтан Майрдың биологиялық түрлерге классикалық анықтамасына сүйене отырып, *C. aspera* және *C. strigosa* жеке түрлер ретінде қарастырылуы керек. Біздің нәтижелеріміз тек ішінара қарама-қайшы, бірақ олардың таксономиялық қатынастарын нақты анықтау үшін әлдеқайда көп деректер қажет. Басқа әдістерді қолдану да көмектесуі мүмкін. *Schneider* және т.б. пайдаланған штрих-код маркерлері, *matK* және *rbcl*, морфология мен көбею жүйесін генетикалық деректермен байланыстыра алмады. Олар екі түрді де сәтті ажыратады, бірақ таңқаларлық *C. strigosa* *C. virgata*-мен бір класты құрады.

Еуропа бойынша солтүстік-оңтүстік градиенті бойымен (Швециядан Германияға дейін) жиналған *C. baltica* және *C. intermedia* популяциялары арасындағы айырмашылықтарды AFLP пайдалана отырып, таралудың орталық бөлігіндегі популяциялар аралық ерекшеліктерді көрсетті, бұл жеке адамдар бұл аймақта ортақ атаның белгілерін білдіруі мүмкін. Ықтимал түсініктемелердің бірі - жақын туысқан түрлер арасындағы, әсіресе сектадағы түрлер арасындағы таксономиялық континуум. Хартмания (*C. baltica*, *C. hispida*, *C. horrida*, *C. intermedia*, *C. polyacantha* және *C. rudis*). Бұл саусақ ізі әдісін пайдалану кезінде бұрын байқалған болатын. Түр континуумы тек кейбір түрлердің басқалардан мүлде ерекшеленетінін көрсетеді. Сонымен қатар, ұқсас болып көрінетін түрлер табиғатта кездесетін кезде морфологиялық және молекулалық тұрғыдан бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленеді. Бұл *C. tenuispina*, сонымен қатар жеке түрлер ретінде қарастыруға болатын басқа *Chara* түрлерінде ұсынылған нәтижелердің негізінде байқалады: *C. baueri*, *C. canescens*, *C. globularis*. Басқа түрлердің көпшілігі, мысалы. *C. baltica*, *C. hispida*, *C. intermedia*, *C. polyacantha* және *C. rudis*, морфологиялық және молекулярлық маркерлерді пайдалану арқылы мүлдем ажыратылмауы мүмкін және оларды ажыратудың сенімді дәлелдері әлі де жоқ. Оларды әлі де басқа түрлердің вариациялары немесе формалары ретінде қарастыруға болады. Түрлердің континуумы түрлер арасындағы будандастырудың бұрын болғанын және қазіргі кезде де болуы мүмкін екенін көрсетуі мүмкін.

Басқа авторлар штрих-код маркерлерін пайдаланып түрлерді ажырата алмады. Әртүрлі түрлер әртүрлі таксондарды көрсетуі мүмкін, бірақ қоршаған ортаның әртүрлі жағдайларына фенотиптік немесе генотиптік бейімделумен бүркемеленеді. Сонымен қатар, *C. hispida* және *C. intermedia*-да әртүрлі жарық жағдайларына жауап ретінде тармақталу өзгерістерінің болатынын көрсетті. *C. aspera* тұщы және тұщы су популяциялары арасындағы морфологиялық айырмашылықтар генетикалық айырмашылықтармен емес, кем дегенде ішінара тұздылыққа пластикалық реакциялармен түсіндіріледі деген қорытындыға келді. Осылайша, фенотиптік пластикалық және әртүрлі қоршаған орта жағдайларына генетикалық бейімделу көптеген харофит түрлерінде байқалатын морфологиялық өзгергіштіктің негізінде жатыр, бұл өз кезегінде макроэволюцияны қозғайтын табиғи сұрыптауға негіз береді [10]. Харофит түрлері (және харофиттердің әртүрлі бөлімдері ішінде) арасындағы тығыз таксономиялық байланыс жалпыға белгілі

және филогенетикалық жақын түрлер арасындағы морфологиялық ұқсастықтың жоғары дәрежесінде көрінеді. Бұл зерттеудің нәтижелері Вуд пен Имахори ұсынған таксономиялық интерпретацияны толық қолдамаса да, олар жекелеген түрлерді макротүрлерге біріктіру мүмкіндігін жоққа шығармайды. Жеке түрлерді ажыратудың таксономиялық критерийлері анық болмаса да, организмдерді түрлерге және макротүрлерге бөлу идеясы жалпыға қолайлы, лабораториялық жағдайда харофиттердің байқалатын фенотиптік пластикалығы мен олардың молекулалық белгілермен байланысын зерттеуге көбірек көңіл бөлу керек.

АЛҒЫС

Авторлар *C. tenuispina* үлгілерін жинауға көмектескені үшін Жаманғара А.Қ ханымға және қолжазбаның қазіргі нұсқасы бойынша ұсыныстары мен пікірлері үшін анонимді рецензенттерге алғысын білдіреді.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Blindow, I. & Schütte, M. (2007). Әртүрлі жарық және тұздылық жағдайында *Chara aspera*-ның ұзаруы және мат түзілуі. Гидробиол. 584: 69-76.
2. Bögle, M.G., Schneider, S., Mannschrei, B. & Melzer, A. (2007). Морфологиясы мен күшейтілген фрагмент ұзындығы полиморфизмі негізінде *C. hispida* мен салыстырғанда *Chara intermedia* және *C. baltica* дифференциациясы. Гидробиол. 586: 155-166.
3. Bögle, M.G., Schneider, S.C., Schubert, H. & Melzer, A. (2010). *Chara baltica* Bruzelius 1824 ж. Aqua. Төменгі 93: 195-201.
4. Браун, А. және Нордстедт, С.Ф.О. (1882). Харацея туралы монографияның фрагменттері. А.Браун қалдырған қолжазбалар негізінде. Ғылым ака.д. К. Берлинге, Берлинге.
5. Сируджано, С., Камбра, Дж., Санчес-Кастильо, П.М., Меко, А. & Флор-Арнау, Н. (2008). *Carofitos (Characeae)*. Флора Иберика Алгас континенттері. Мадрид: Реал Жардин Ботанико. Кориллион, Р. (1957). *Les Charophycées de France және d'Europe Occidentale*. Ренн: Импримерия Бретонна.
6. Гроувз, Дж. және Буллок-Вебстер, Г.Р. (1924). Британдық Charophyta. II том. *Characeae* тақтайшалары бар мақалалар, геологиялық эскиз, библиография және индекс. Лондон: Рэй қоғамы.
7. Janssen, P., Coorman, R., Huys, G., Swings, J., Bleeker, P. et al. (1996). Бактериялық таксономиядағы жаңа құрал ретінде AFLP ДНҚ саусақ ізін анықтау әдісін бағалау. Микробиол. 1942: 1881-1893 жж.

8. Ковач, В.Л. (2007). MVSP - Windows жүйесіне арналған көп өзгермелі статистикалық пакет, 3.1 нұсқасы. Kovach Computing Services, Пентрает, Уэльс, Ұлыбритания. Краузе, В. (1997). Charales (Charophyceae). Ена: Густав Фишер Верлаг.

9. Mannschreck, B., Fink, T. & Melzer, A. (2002). Күшейтілген фрагмент ұзындығы полиморфизмін пайдалана отырып, таңдалған Chara түрлерінің (Charophyta) биосистематикасы. Фикол. 41:657-666.

10. Маккорт, Р.М., Дельвич, К.Ф. & Карол К.Г. (2004). Шарофиттер және құрлық өсімдіктерінің шығу тегі. Эколдағы трендтер. Эвол. 19:661-666.

11. Майерс, С.Т., Проктор, В.В. & Чапман, Р.Л. (1999). Филогенез және Chara (Charophyta) биогеографиясы бойынша қорытынды жасалды 18S рДНК тізбегі. австралиялық. J Bot 47:347-360