

воздуха, уменьшении средней относительной влажности воздуха и некоторой стабилизации максимальной скорости ветра.

Полученные результаты анализа свидетельствуют о необходимости изменений технологий возделывания сельскохозяйственных культур, возможности использования сортов с коротким периодом вегетации.

Реализация технологических решений с 1995 года осуществляется в хозяйствах степной зоны КБР. Так, получено обоснование для расширения площадей под культурами короткого цикла выращивания, что позволило перейти на режим диверсификации растениеводства. В колхозе им. Петровых широко используются как основные, так и повторные посевы таких ценных культур с периодом вегетации до 70 дней, как лен-кудряш, яровой рапс, редька масличная, горчица сарептская и другие. Внедрение этих культур позволило поднять уровень продуктивности полей севооборотов в последние 7 лет на 12–14% по сравнению с периодом до начала пересмотра их структуры.

Важно, что в сложившихся условиях хозяйствования, когда решающую роль в экономической эффективности играет наличие и объем спроса на ту или иную продукцию, возделывание культур короткого цикла вегетации способствует расширению объемов заготовки наиболее востребованных видов продукции растениеводства. Так, высокий спрос на семена масличных культур вызвал необходимость расширения площадей за период с 2004 года под ранними крестоцветными в 1,8, а льна-кудряша в 6 раз. При этом доходность отрасли растениеводства возросла на 45–49 %.

### Литература

1. Бисчоков Р.М., Говоров С.А., Фисун М.Н. Культуры короткого срока вегетации на каштановых почвах Центрального Предкавказья / Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. – Краснодар, 2011. – № 3(30). – С. 99–101.
2. Бисчоков Р.М., Говоров С.А., Фисун М.Н. Яровые однолетние двудольные культуры при различных сроках выращивания // Земледелие. – 2010. – № 8. – С. 31–32.
3. Анализ и прогноз климатических изменений режима осадков и температуры воздуха в различных климатических зонах Северного Кавказа / Б.А. Ашабоков, Р.М. Бисчоков, Б.Х. Жеруков [и др.]. – Нальчик: Росгидрометиздат, 2008. – С. 182.



УДК 574.007961

Х.Т. Гайрабеков, С.Б. Мацаев, М.В. Героева

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПСАММОФИТОВ ТЕРСКО-КУМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

*В статье приведен экологический анализ псаммофитов Терско-Кумской низменности на основе условий местообитаний, лимитирующих факторов, а также флоро- и фитоценотической сущности. Выделены пять групп видов среди псаммофитов.*

**Ключевые слова:** псаммофиты, эуалофиты, криногалофиты, гликофиты, экология, галотолеранты, галлофобы, склерофиты, мезофиты, суккуленты.

Kh.T. Gairabekov, S.B. Matsaev, M.V. Geroeva

### PSAMMOPHYTE ECOLOGICAL ANALYSIS IN THE TERSKO-KUMSK LOWLAND

*Psammophyte ecological analysis of the Tersko-Kumsk lowland is given in the article on the basis of the habitat conditions, limiting factors, and floro- and phytocenotic essence. Five groups of species among psammophytes are emphasized.*

**Key words:** psammophytes, euhalophytes, crinohalophytes, glycopytes, ecology, halotolerants, gallophobes, sclerophytes, mesophytes, succulents.

---

**Актуальность темы.** На современном этапе ботанических исследований равнин Предкавказья во флористическом отношении некоторые региональные флоры изучены достаточно хорошо. Скучность или недостаточность сведений о флорах других регионов, их систематическом составе, географических и экологических особенностях объективно создают трудности для обобщений теоретического характера и выработки практических рекомендаций. Между тем как можно более полная их инвентаризация является фундаментальной основой разработки научно обоснованной системы рационального использования генофонда, со-

хранения биоразнообразия и позволяет получить наиболее полную информацию об ареалах видов и их экологии.

Несмотря на довольно продолжительную по времени историю изучения Восточного Предкавказья, ее флора в целом и отдельных частей не была объектом детального флористического исследования и комплексного анализа. Имеющиеся же гербарные материалы по Терско-Кумской низменности, находящиеся в различных ботанических учреждениях России и других стран, разрозненны и не полны. Более того, сборы некоторых коллекторов утеряны. Поэтому мы полагаем, что, опираясь только на имеющиеся сборы, невозможно составить полноценный конспект псаммофильной флоры исследуемого района.

К числу причин слабой изученности флоры Терско-Кумской низменности следует, на наш взгляд, отнести: 1) за редким исключением подробное изучение данной флоры не было основной целью как комплексных, так и специальных экспедиций; 2) маршруты и временные рамки этих экспедиций исключали возможность подробных сборов гербария по отдельным районам и экотопам; 3) экспедиционные работы охватывали по большей части наиболее легкодоступные районы, расположенные вблизи проезжих дорог и населенных пунктов, тогда как остальная территория оставалась малоизученной.

Исключительно важным обстоятельством является присутствие в исследуемой флоре реликтов различных геологических эпох, так как по территории Восточного Предкавказья проходит фитогеографический рубеж между крупными выделами (на уровне областей) флористического районирования Земли. Для того чтобы убедиться в этом, достаточно взглянуть на карты флористического районирования А.Л. Тахтаджяна (1978), А.И. Толмачева (1974) и др. авторов.

Целый ряд реликтовых псаммофильных видов находятся здесь на крайних границах своих ареалов. Некоторая пестрота природно-климатического фона создает здесь благоприятные условия для соседства рефугиумов псаммофитов с другими флористическими комплексами, где сохраняются виды разного географического происхождения. Более того, некоторые из этих видов в естественном состоянии в пределах России встречаются здесь и южнее (Приморская низменность Дагестана). Однако, имея более или менее общие представления о числе и некоторых особенностях псаммофитов видов, мы все еще не имеем подробной и конкретной информации об их распространении в исследуемом районе, общих ареалах и состоянии популяций видов и реликтовых фитоценозов. Интенсивная хозяйственная деятельность (выпас скота, прокладка сезонных дорог, земледелие и т.д.) в данном районе, без сомнения, оказывают негативное воздействие на естественный растительный покров, вызывая деградацию и увеличение в его составе доли сорных растений. То же можно отнести и к естественным местообитаниям редких псаммофильных видов. Все это свидетельствует о необходимости их скорейшей инвентаризации. Сказанное определяет актуальность данного исследования.

**Цель и задачи исследования.** Цель настоящей работы – экологический анализ состава псаммофитов Терско-Кумской низменности, выявление эколого-биологических и эколого-географических особенностей их распространения.

Псаммофиты, будучи обитателями песчаных местообитаний, объединены в одну экологическую группу по признаку физического состояния песчаного субстрата, на котором они произрастают. Песчаный характер местообитаний псаммофитов, видимо, является одним из главных, если не главенствующих факторов, лимитирующих их флоро- и фитоценотическую сущность. Физико-механические свойства песка – это типичная среда псаммофитов, экологическая ниша, необходимая для их существования и воспроизводства.

Наряду с псаммофильностью у видов исследуемой экологической группы выявляются и иные признаки, свидетельствующие об их отношении к таким факторам среды, как засоленность песчаных субстратов и водообеспеченность последних. Среди псаммофитов Терско-Кумской низменности по отношению к засоленности можно выделить 5 групп видов (табл. 1) [2]:

Эугалофиты – виды, нуждающиеся в избыточном засолении, так как для их оптимального онтогенеза, прохождения всех вегетационных и фенологических стадий и физиологических процессов требуется наличие в почве определенного количества хлоридов и сульфатов. Эта экологическая группа накапливает соли в своих клетках. Эугалофильных видов среди псаммофитов исследуемой территории насчитывается 14: *Anabasis aphylla*, *Atriplex sphaeromorpha*, *Cakile euxina*, *Chenopodium rubrum*, *Halopeplis pygmaea*, *Kochia laniflora*, *K. prostrata*, *K. scoparia*, *Limonium caspium*, *L. meyeri*, *L. platyphyllum*, *Polygonum pseudoarenarium*, *Rumex marschallianus*, *Salsola australis*.

Спектр псаммофитов по отношению к засоленности субстрата

Показатель	Эугалофиты	Криногалофиты	Гликофиты	Галотолеранты	Галофобы
Число видов	14	7	74	71	53
%	6,39	3,20	33,79	32,42	24,20

Криногалофиты – группа видов, которые также нуждаются в избыточном засолении почвогрунтов. Но в отличие от предыдущей группы, они избыток солей удаляют из своего организма через специальные солевыделяющие железки. Соли могут удаляться с опадающими листьями. У некоторых растений избавление от избытка солей происходит без поглощения больших количеств воды, так как соль выделяется в вакуоль клетки-головки листового волоска с последующим ее обламыванием и восстановлением. В нашем списке это относительно небольшая группа растений: *Asparagus bresleranus*, *Calligonum aphyllum*, *Herniaria hirsuta*, *Aeluropus pungens*, *Plantago coronopus*, *Melilotus caspicus*, *Tamarix meyeri*, *Tamarix ramosissima*.

Гликофиты – растения, обладающие соленепроницаемостью, так как высокое осмотическое давление в их клетках поддерживается за счет продуктов фотосинтеза. Клетки зоны всасывания их корней малопроницаемы для солей за счет высокого содержания в их протоплазме углеводов, органических кислот, выполняющих барьерную функцию. Это самая многочисленная группа из числа псаммофитов, насчитывающая 74 вида (1/3 видового состава). Сюда относятся такие виды, как *Achillea biebersteinii*, *Acroptilon repens*, *Agropyron fragile*, *Alhagi pseudalhagi*, *Alyssum calycinum*, *Artemisia austriaca*, *A. tschernieviana*, *Astrodaucus littoralis*, *Heliotropium lasiocarpum*, *H. suaveolens*, *Eragrostis collina*, *Eremopyrum orientale*, *Euphorbia astrachanica*, *Ferula caspica*, *Imperata cylindrica*, *Jurinea multiflora*, *Poa bulbosa*, *Scorzonera biebersteinii*, *Cleistogenes bulgarica*, *Cynanchum acutum*, *Tragopogon daghestanicus* и др.

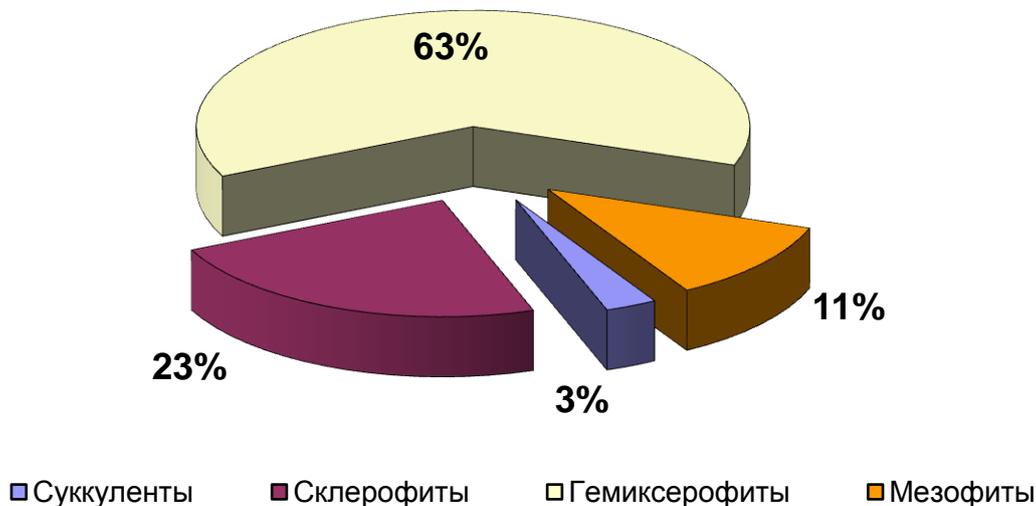
Галотолеранты – это виды, как правило, с широким диапазоном экологических приспособлений, обеспечивающих возможность произрастания в разнообразных условиях. Они могут довольно успешно расти в разнообразных условиях. В численном отношении галотолеранты мало уступают предыдущей экологической группе, а в формировании растительного покрова Терско-Кумской низменности в целом принимают более активное участие. К данной группе нами отнесены следующие виды: *Erianthus ravennae*, *Digitaria ischaemum*, *Stipa capillata*, *Cynodon dactylon*, *Phragmites australis*, *Festuca valesiaca*, *Bromopsis inermis*, *Anisantha tectorum*, *Leymus sabulosus*, *L. racemosus*, *Spergula vulgaris*, *Silene subconica*, *Menicocus linifolius*, *Syrenia siliculosa*, *Astragalus karakugensis*, *A. varius*, *A. brachylobus*, *A. dolichophyllus*, *Onobrychis novopokrovskii*, *Tribulus terrestris*, *Falcaria vulgaris*, *Daucus carota*, *Asperula diminuta*, *Galium verum* и др. (всего 71 вид). Следует отметить, что виды-паразиты и полупаразиты из родов *Orobanche*, *Linaria* включены именно в эту экологическую группу, так как их существование в песчаных местообитаниях определяется не столько наличием соли в почвогрунтах, сколько наличием или отсутствием видов растений, на которых они паразитируют.

Галофобы – виды, избегающие местообитаний с избыточным засолением. Эта экологическая группа весьма уязвима в условиях Терско-Кумской низменности, так как в силу своего отрицательного отношения к избыточному засолению виды ее быстро выпадают из состава растительного покрова при высоком уровне соленых грунтовых вод. Тем не менее это достаточно большой набор видов (53 вида), а таксоны, включенные в эту группу, – весьма типичные псаммофиты, обитающие в условиях хорошо дренированных подвижных песков (*Stipa lessingiana*, *Koeleria cristata*, *Hordeum geniculatum*, *Carex colchica*, *C. physoides*, *Allium caspium*, *Agriophyllum squarrosum*, *Dianthus polymorphus*, *D. pallens*, *Isatis sabulosa*, *Eremosparton aphyllum*, *Calophaca wolgarica*, *Astragalus lehmannianus*, *Onosma polychroma*, *Psyllium scabrum*, *Senecio schischkinianus*, *Jurinea arachnoidea*, *J. ciscaucasica*).

Нами здесь выделены основные группы псаммофитов, проявляющих те или иные галофильные и галофобные тенденции. На самом же деле эти тенденции могут быть представлены в виде некоего континуума. Поэтому спектр этот весьма широк и между основными группами, несомненно, имеются переходные элементы. Их наличие обусловлено взаимодействием различных растительных сообществ между собой, а также экологической пластичностью их компонентов [1].

Интерес представляет анализ псаммофитов Терско-Кумской низменности по их отношению к водному фактору, так как водный режим песков на этой территории подвержен существенным колебаниям в зависимости от уровня залегания грунтовых вод или наличия боковой инфильтрации гидрографической сети. В

этом плане для соответствующего анализа весь видовой состав псаммофитов нами подразделяется на 4 экологические группы (рис.).



Спектр псаммофитов по водному режиму

Суккуленты – растения, накапливающие определенный запас воды в своих мясистых вегетативных органах. Большею частью эти растения живут в районах, где засушливые периоды сменяются периодами дождей. Они имеют толстые и мясистые стебли. Листья часто редуцированы, вся поверхность растений покрыта толстым слоем кутикулы, что существенно снижает их транспирацию. Вода, запасаемая в мясистых органах, тратится очень экономно. Суккуленты обладают своеобразным обменом веществ. У них днем устьица закрыты, а ночью они открываются, что обеспечивает снижение расходования воды в процессе транспирации. Углекислый газ поступает через устьица ночью и усваивается с образованием органических кислот. В дневные часы углекислый газ вновь освобождается и используется в процессе фотосинтеза. Поэтому эти растения фотосинтезируют при закрытых днем устьицах. Растения этой группы не устойчивы к длительному водному стрессу.

Из псаммофитов Терско-Кумской низменности к числу суккулентов нами отнесено всего 4 вида: *Anabasis aphylla*, *Cakile euxina*, *Kochia laniflora*, *Kochia prostrata*.

Склерофиты – настоящие ксерофиты, называемые иногда эуксерофитами. Это растения, обладающие способностью резко сокращать транспирацию в условиях недостатка воды. Они имеют приспособления к сокращению потерь воды: подземные органы, а иногда и стебли покрыты толстым слоем пробки, листья покрыты толстым слоем кутикулы, многие имеют волоски, устьица расположены в углублениях, устьичные щели закупорены восковыми и смолистыми пробочками, листья свернуты в трубочку, где создается свой микроклимат и уменьшается контакт устьичных щелей с атмосферой. Для растений этой группы характерна способность переносить обезвоживание и состояние длительного завядания. Особенно хорошо переносят потерю воды растения с жесткими листьями, которые и в состоянии тургора имеют сравнительно мало воды. Эти растения характеризуются большим развитием механических тканей.

Это самая многочисленная группа псаммофитов в данной классификации, насчитывающая 117 видов: *Ephedra distachya*, *Erianthus ravennae*, *Imperata cylindrica*, *Tragus racemosus*, виды *Stipa*, *Cynodon dactylon*, *Cleistogenes bulgarica*, *Eragrostis collina*, *Koeleria cristata*, *Poa bulbosa*, *Festuca valesiaca*, *Eremopyrum orientale*, *Dasypyrum villosum*, *Leymus sabulosus*, виды *Carex*, *Asparagus bresleranus*, *Calligonum aphyllum*, виды *Ceratocarpus*, *Agriophyllum squarrosum*, *Halopeplis pygmaea*, *Salsola australis*, *Herniaria hirsuta*, *Orites wolgensis*, *O. parviflora*, *Kohlruschia prolifera*, виды *Dianthus*, *Alyssum*, *Syrenia siliculosa*, *Pseudosphora alopecuroides*, *Eremosparton aphyllum*, *Calophaca wolgarica*, все виды *Astragalus*, *Alhagi pseudalhagi*, *Tribulus terrestris*, *Falcaria vulgaris*, *Seseli tortuosum*, *Ferula caspica*, *Limonium caspium*, *Onosma setosa*, *O. polychroma*, *Thymus pallasianus*, *T. dimorphus*, *Valerianella pumila*, *V. carinata*, *Helichrysum arenarium*, *H. nogaicum*, виды *Achillea*, *Artemisia*, *Jurinea* и др.

Гемиксерофиты, или полуксерофиты, – это растения, у которых сильно развиты приспособления к добыче воды. У них глубоко идущая, сильно разветвленная корневая система. Клетки корня обладают высокой концентрацией клеточного сока и отрицательным водным потенциалом. Растения этой группы обладают хорошо развитой проводящей системой. Листья у них тонкие, с очень густой сетью жилок, что сокращает путь передвижения воды к клеткам листа. Даже в очень жаркие дни они держат устьица открытыми. Благодаря высокой интенсивности транспирации, температура листьев значительно понижается, что позволяет осуществлять фотосинтез при высокой температуре воздуха. Листья некоторых растений покрыты волосками, которые создают экран, дополнительно защищающий листья от перегрева.

Среди псаммофитов Терско-Кумской низменности также довольно много гемиксерофитов (83 вида). В их числе виды, имеющие достаточно широкий экологический и географический ареал. К растениям этой группы относятся: *Digitaria pectiniformis*, *Aira elegans*, *Bromopsis inermis*, *Anisantha tectorum*, *A. rubens*, *Elytrigia maetotica*, *Leymus racemosus*, *Atriplex sphaeromorpha*, *Cerastium glutinosum*, *Arenaria serpyllifolia*, виды *Gypsophila*, *Chorispora tenella*, *Melilotus caspicus*, *Lotus tenuis*, *Euphorbia astrachanica*, *Euphorbia seguierana*, *Limonium meyeri*, *L. platyphyllum*, *Cynanchum acutum*, *Argusia sibirica*, *Rubia tinctorum*, *Senecio schischkinianus*.

Мезофиты – растения, обитающие в условиях с более или менее достаточным, но не избыточным количеством воды в почвогрунтах. К ним часто относят листопадные деревья и кустарники, большую часть луговых и лесных трав, а иногда также ранневесенние одно- и двулетние растения степей и пустынь. Мезофиты открытых, освещенных местообитаний имеют черты светолюбивых растений [3].

В списке псаммофитов Терско-Кумской низменности таковых немного (15 видов). Это такие виды, как *Digitaria ischaemum*, *Crypsis aculeata*, *Phleum paniculatum*, *Phragmites australis*, *Secale silvestre*, *Tulipa biebersteiniana*, виды *Allium*, *Salix*, *Rumex marschallianus*, *Polygonum pseudoarenarium*, *Chenopodium rubrum*, *Euphorbia helioscopia*.

С точки зрения экологической адаптированности псаммофитов к условиям Терско-Кумской низменности несомненный интерес представляет анализ видов по сочетанию признаков рассмотренных выше классификаций (табл. 1). Как видно из данной таблицы, среди псаммофитов Терско-Кумской низменности, хотя не явно, но доминируют те, у которых гликофильность сочетается со склерофильностью общего габитуса вегетативного тела. Примерно одинаковым количеством видов представлены галотолерантные склерофиты, галотолерантные гемиксерофиты и галофобные склерофиты. Видимо, такое сочетания признаков растений в отношении водного и солевого факторов в условиях песчаных местообитаний следует признать наиболее предпочтительным.

Таблица 2

**Сопряженность признаков**

Эколог. группы	Суккуленты	Склерофиты	Гемиксерофиты	Мезофиты
Эугалофиты	4	4	3	3
Криногалофиты	0	6	1	0
Гликофиты	0	44	29	1
Галотолеранты	0	32	34	5
Галофобы	0	31	16	6

Из табл. 2 следует, что среди псаммофитов Терско-Кумской низменности имеются экологически пластичные виды, встречающиеся среди лесных, луговых, степных и сорных растительных сообществ. Это обуславливается главным образом их приуроченностью к песчаным почвенным субстратам, участки которых могут встречаться в различных, в том числе и в увлажненных местах [1].

**Заключение.** Наиболее адаптированными к условиям песчаных местообитаний Терско-Кумской низменности являются гликофильные склерофиты, галотолерантные склерофиты, галотолерантные гемиксерофиты и галофобные склерофиты. Такие сочетания признаков псаммофитов в отношении водного и солевого факторов в условиях песчаных местообитаний следует признать наиболее предпочтительными.

**Литература**

1. *Гайрабеков Х.Т.* Псаммофиты Терско-Кумской низменности (эколого-биологический и географический анализ): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – 58 с.

2. Буш Н.А. Ботанико-географический очерк Кавказа. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1935. – 108 с.
3. Галушко А.И. Флора Северного Кавказа. – Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 1978–1980: Т. 1. – 1978. – 317 с.; 1980. – Т. 2. – 350 с.; 1980. – Т. 3. – 327 с.



УДК 582.47; 58.056

Н.Е. Судаchkova, И.Л. Милyтина, Л.И. Романова

### ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ НА СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ ГРУППЫ ГЛУТАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ТКАНЯХ КОРНЕЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ\*

*Изучено содержание свободных аминокислот группы глутаминовой кислоты в тканях корней сосны обыкновенной и лиственницы сибирской в северной и южной подзонах тайги. Показана пониженная доля этих соединений в тканях северных деревьев при высокой вариабельности как отдельных аминокислот, так и всех непротеиногенных аминокислот группы, в зависимости от вида, типа ткани, срока вегетации.*

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, лиственница сибирская, свободные аминокислоты, северная тайга.

N.E. Sudachkova, I.L. Milyutina, L.I. Romanova

### NORTHERN TAIGA CONDITION INFLUENCE ON AVAILABILITY OF FREE AMINO ACIDS OF THE GLUTAMINIC ACID GROUP IN THE SCOTCH PINE AND SIBERIAN LARCH ROOT TISSUES

*Availability of free amino acids of the glutaminic acid group in the Scotch pine and Siberian larch root tissues in the northern and southern taiga subzones is studied. The lowered share of these compounds in the northern tree tissues in case of high variability of both separate amino acids, and all nonproteogenic amino acids of the group depending on species, tissue type and vegetation term is shown.*

**Key words:** Scotch pine, Siberian larch, free amino acids, northern taiga.

Основные лесообразующие виды хвойных на территории Средней Сибири – лиственница сибирская и сосна обыкновенная – имеют протяженные в меридиональном направлении ареалы и характеризуются снижением продуктивности и низкой интенсивностью формирования древесины по мере приближения к северным широтам. При круглосуточном освещении в период вегетации в подзоне северной тайги создаются благоприятные условия для фотосинтеза, и дефицит фотоассимилятов углеродной природы не может выступать в качестве фактора, лимитирующего продуктивность, тем не менее в этой зоне доминируют низкобонитетные насаждения обоих этих видов. Один из наиболее существенных лимитирующих рост факторов на севере – низкая температура почвы, часто сопровождаемая корневой гипоксией.

Как было нами показано ранее, стрессовые воздействия существенно влияют на морфологические характеристики деревьев, изменяя размеры побегов, хвои, ширину годичного кольца древесины и размеры составляющих его элементов [1]. Морфологические изменения сопровождаются формированием стрессового метаболизма, обнаруживаемого по изменению концентраций обычных или появлению новых метаболитов. К стрессовым метаболитам наряду с низкомолекулярными углеводами и полиаминами относятся свободные аминокислоты, активно участвующие в метаболизме азота [2]. Важную роль играют производные глутаминовой кислоты, включающие протеиногенные (использующиеся в синтезе белка) и непротеиногенные (выполняющие резервные, сигнальные и др. функции). К протеиногенным относятся глутаминовая кислота, глутамин, пролин, оксипролин, аргинин, к непротеиногенным –  $\gamma$ -аминомасляная кислота, орнитин и цитруллин. Накопление отдельных аминокислот в тканях растений в ответ на неблагоприятные условия среды поставило вопрос о возможности использования этих соединений для биохимической индикации состояния растений [3].

**Цель работы.** Выявление адаптивных изменений состава свободных аминокислот, входящих в группу глутаминовой кислоты в тканях корней сосны обыкновенной (вечнозеленого вида) и лиственницы сибирской (листопадного вида) в условиях холодных почв северной тайги.

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 10-04-00542).