

ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО

С.Г. Князева

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН
660036 Красноярск, Академгородок, 50

Исследована внутривидовая изменчивость и корреляционная структура 25 природных популяций можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) на территории Сибири и Дальнего Востока. Обнаружено, что с ухудшением условий произрастания усиливается скоррелированность признаков. В то же время, в северных и высокогорных популяциях наблюдается некоторое увеличение уровня индивидуальной, но уменьшение уровня эндогенной изменчивости многих признаков по сравнению с менее суровыми равнинными местопроизрастаниями. Установлены закономерности эколого-географической изменчивости параметров вегетативных и генеративных органов можжевельника на исследуемой территории.

Ключевые слова: изменчивость, можжевельник обыкновенный, корреляция

The intraspecific variability and correlation structure of 25 natural populations of common Juniper growing on the territory of Siberia and Far East are investigated. The increase of correlation of organs is found by worsening of habitat condition. It is particularly characteristic for the features of generative organs. On the other hand, some decrease the level of endogenous variability, but the increase the level of individual one as compared with flat populations is observed. The rules of ecological and geographic variability of features of vegetative and generative organs of common Juniper are found on investigation territory.

Key word: variability, common Juniper, correlation

ВВЕДЕНИЕ

Можжевельник обыкновенный - широко распространенный на территории России вид. Только в Сибири, занятая этим видом площадь, составляет 7,8 млн.км² (Коропачинский, 1985). Он встречается в кустарниковых и лишайниковых тундрах на каменистых россыпях, в высокогорьях на скалах, пустошных лугах, в лиственничных редколесьях, среди кедрового стланика и имеет вид раскидистого кустарника или стланика.

На равнинах обитает в сосновых борах, на известняках по берегам рек, моховым болотам, в подлеске лиственных и смешанных лесов и приобретает форму конусовидного кустарника или даже деревца (Воробьева, 1975). Высокая экологическая пластичность, полиморфизм и приспособляемость позволяют этому виду произрастать в таких разных экологических условиях, приобретая порой очень важное биоценотическое значение в растительных сообществах (Славкина, 1968; Мухамедшин, Таланцев, 1982).

Будучи весьма политипичным видом можжевельник обыкновенный является интересным объектом для изучения закономерностей изменчивости и ростовых корреляций. Кроме того, в последние десятилетия отмечается сокращение площадей этого вида во многих районах его ареала (Коженикова, 1985). Поэтому изучение изменчивости его природных популяций весьма актуально. Такие исследования помогают оценить состояние вида в природе и выявить протекающие в популяциях процессы формообразования и адаптации.

Кроме того, до настоящего времени остается большое количество нерешенных таксономических проблем в пределах рода. До сих пор систематическая самостоятельность некоторых видов можжевельников оспаривается одними исследова-

телями и принимается другими (Иванова, 1974; Коропачинский, 1985; Quinn, 1989; Имханицкая, 1990; Князева, 2000; Farjon, 2001). Всестороннее исследование изменчивости наиболее важных в диагностическом отношении морфологических признаков, выявление существенности их различий дает материал для решения спорных вопросов систематики.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящей работе изложены результаты изучения изменчивости морфологических признаков и корреляционной структуры 25-ти природных популяций можжевельника обыкновенного (*J.communis* L.), произрастающих на территории Сибири и Дальнего Востока, в самых различных природно-климатических условиях. Проводилось сравнительное исследование по ряду признаков вегетативных и генеративных органов.

Из признаков вегетативных органов изучались длина и ширина хвои, годичный прирост побегов, форма хвои с вычислением среднего индекса формы (индексы: 1- сильно-изогнутая, 2-слабо изогнутая, 3- прямая). Среди признаков генеративных органов исследовались линейные параметры шишкоягод и семян, число семян в шишкоягодах и коэффициент округлости шишкоягод, равный отношению ширины шишкоягод к их длине, выраженный в процентах. В каждой популяции были случайно отобраны 25-30 особей. У каждой особи измерялись по 5 приростов побегов одного года жизни с 1-го по 4-й (всего 20 приростов), по 12 хвоинок, 5 шишкоягод зрелых и 5 зеленых, 5-15 семян.

Для обработки материала использовались статистические методы. Для каждого признака нахо-

дильсь: среднее арифметическое (X_{cp}), стандартное квадратичное отклонение (σ), ошибка среднего (Sx), точность (P , %). Оценка степени варьирования признаков производилась с помощью коэффициента вариации ($C.V.$, %).

Амплитуда изменчивости признаков определялась по шкале, предложенной С.А. Мамаевым (Мамаев, 1972). Также проводился корреляционный анализ для выяснения связи между признаками вегетативных и генеративных органов в различных популяциях. Для оценки результатов корреляционного анализа коэффициенты корреляции разделены на группы по силе связи: $0,36 \leq R_x < 0,57$ – слабая связь; $0,57 \leq R_x < 0,78$ – средняя связь; $0,78 \leq R_x < 1$ – сильная связь (при $P=0,05$).

Для оценки эколого-географической изменчивости нами определялась степень скоррелированности изучаемых признаков (их абсолютных значений и коэффициентов вариации) с широтой (C) и долготой (D) местности (в градусах северной широты и восточной долготы, соответственно), высотой над уровнем моря (H , м) и различными климатическими характеристиками (среднегодовая температура воздуха (t_s , °C), годовая амплитуда температур воздуха (A , °C), сумма температур выше пяти градусов ($\sum_{t>5} \text{°C}$), продолжительность безморозного периода (NF , число дней), коэффициент континентальности ($K_{ц}$, по Ценкеру) и годовая сумма осадков (R_r , мм)).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что наименее вариабельны как на эндогенном, так и на индивидуальном уровнях признаки генеративных органов: длина и ширина шишкоягод, длина и ширина семян, коэффициент округлости шишкоягод. У большей части особей во всех популяциях эти параметры варьируют на очень низком, реже низком уровне и в среднем коэффициент изменчивости не превышает 7-10 %. Лишь число семян в шишкоягодах – весьма изменчивый признак и варьирует на среднем, иногда на высоком уровне.

Параметры хвои более изменчивы и характеризуются, как правило, средним уровнем изменчивости. Несколько больше варьирует длина хвои, чем ее ширина. Максимальный коэффициент изменчивости не превышает 20-25 %. Наиболее изменчивым является годичный прирост побегов, который характеризуется высоким и очень высоким уровнями изменчивости. Максимальные коэффициенты вариации превышают 40 %, средние для большинства популяций составляют около 30 %.

Важно отметить, что в каждой популяции встречаются особи, параметры органов которых варьируют как на среднем уровне, так и выше такового. То есть, помимо признаков специфичности на уровень изменчивости параметров органов влияют и индивидуальные генотипические особенности отдельных растений, обладающих большей или меньшей нормой реакции на изменение факторов среды. Сравнивая уровни эндогенной и индивиду-

альной изменчивости, можно отметить две особенности. Во-первых, эндогенная изменчивость признака несколько меньше индивидуальной того же признака. Во-вторых, эндогенная и индивидуальная изменчивости в географическом аспекте изменяются противоположным образом (рис. 1).

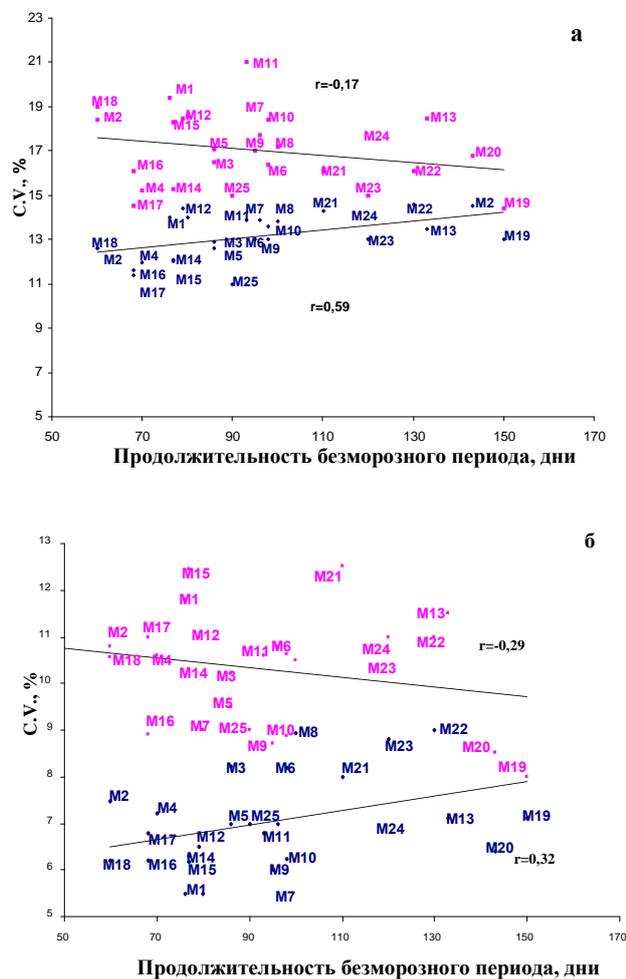


Рисунок 1 - Изменение коэффициентов эндогенной (M) и индивидуальной (M) изменчивости при увеличении продолжительности вегетационного периода для длины хвои (а) и длины шишкоягод (б)

В пессимальных условиях северных мест произрастания и, особенно в неоднородных горных условиях уровень эндогенной изменчивости несколько меньше, в то время как индивидуальной – больше, по сравнению с благоприятными. Неоднородность условий способствует более полной реализации генофонда популяций, что выражается в более сложной морфоструктуре популяций из неблагоприятных мест произрастания.

Географическое место произрастания растений накладывает отпечаток и на процессы роста, определяя размеры вегетативных и генеративных органов (табл. 1, 2).

Можно отметить, что особи из северных районов имеют более мелкую (короткую и узкую хвою), небольшой годичный прирост побегов и мелкие шишкоягоды и семена (Тура, Туруханск, Бахта, Мирный).

Таблица 1 - Средние значения ($\bar{X} \pm m_x$) признаков вегетативных органов в различных популяциях можжевельника обыкновенного

Популяции	Длина хвои	Ширина хвои	Длина побега	Форма хвои*
Тура	7,42±0,22	1,04±0,02	15,2±0,6	1,33±0,10
Туруханск	7,8±0,18	1,1±0,01	22,4±0,99	2,23±0,09
Мирный	7,82±0,24	1,1±0,01	17,5±1,09	1,42±0,11
Хантайка	7,36±0,18	1,12±0,01	19,6±0,72	1,23±0,09
Н.Тунгуска	6,44±0,19	1,11±0,01	17,6±0,57	1,2±0,09
Бахта	6,48±0,20	1,21±0,01	15,5±0,72	1,48±0,11
Североенисейское	7,01±0,16	1,13±0,02	19,1±0,69	1,3±0,10
Богучаны	7,22±0,19	1,12±0,01	20,7±1,53	2,41±0,11
Кежда	8,1±0,19	1,12±0,01	20,3±0,83	2,76±0,09
Казачинское	9,97±0,19	1,15±0,01	20,3±1,1	2,92±0,06
Бабушкин	7,78±0,22	1,08±0,01	18,8±0,91	2,4±0,12
Иркутск	9,97±0,20	1,15±0,01	21±1,05	2,4±0,11
Дун.поляны	6,94±0,22	1,12±0,02	17,8±0,50	1,46±0,11
Хамар-Дабан	6,31±0,15	1,14±0,01	17,3±0,62	1,26±0,10
Тунк. гольцы	8,32±0,17	1,2±0,02	21,5±1,07	1,52±0,11
Ойское озеро	6,28±0,15	1,27±0,02	17,2±0,68	1,13±0,07
Буйба	6,76±0,21	1,31±0,02	17,3±0,47	1,16±0,08
Каюктонар	6,52±0,13	1,37±0,02	18,7±0,62	1,23±0,09
Чаган-Узун	7,11±0,17	1,37±0,02	21,3±0,74	1,6±0,11
Жумалы	5,58±0,16	1,43±0,02	20,5±0,72	1,16±0,08
Кузн. Алатау	6,66±0,17	1,26±0,02	19,8±0,85	1,6±0,11
Тюмень	7,12±0,18	1,07±0,02	17,3±0,90	1,4±0,11
Томск	12,1±0,26	1,12±0,01	25,7±1,91	2,93±0,05
Якутск	9,18±0,19	1,07±0,02	21±1,2	2,75±0,10
Оха	8,92±0,22	1,09±0,01	25±1,95	2,23±0,09

Таблица 2 - Средние значения ($\bar{X} \pm m_x$) признаков генеративных органов в различных популяциях можжевельника обыкновенного

Популяции	Длина ш/ягод*	Ширина ш/ягод	Число семян	Длина Семян	Ширина семян	К.окр. ш/ягод**
Тура	4,94±0,13	4,13±0,13	2,1±0,15	3,81±0,10	2,17±0,06	82,9±1,74
Туруханск	5,91±0,07	5,45±0,08	2,68±0,07	3,97±0,03	2,15±0,02	92,4±1,1
Мирный	5,29±0,09	5,02±0,08	2,34±0,12	3,62±0,04	2,15±0,04	95±1,3
Хантайка	5,4±0,06	4,61±0,08	1,66±0,02	4,02±0,04	2,41±0,03	85,4±1,4
Н.Тунгуска	6,04±0,09	5,8±0,08	2,07±0,10	4,03±0,05	2,46±0,04	96,1±1,23
Бахта	5,07±0,11	4,59±0,14	1,99±0,09	3,6±0,08	2,04±0,05	84,5±1,21
Североенисейское	5,61±0,07	5,05±0,10	1,82±0,07	3,91±0,04	2,26±0,04	89,9±1,31
Богучаны	5,21±0,07	4,64±0,08	2,27±0,12	3,39±0,05	2,21±0,02	89±0,83
Кежда	5,45±0,06	5,27±0,06	2,64±0,07	3,64±0,03	2,14±0,02	96,7±1,02
Казачинское	5,53±0,10	4,82±0,19	1,61±0,08	3,85±0,10	2,51±0,07	87,2±1,57
Бабушкин	5,48±0,09	5,07±0,09	1,77±0,09	3,86±0,05	2,38±0,03	92,6±1,18
Иркутск	5,53±0,09	4,82±0,08	1,61±0,08	3,85±0,06	2,51±0,03	87,2±1,1
Дун.поляны	5,84±0,10	5,49±0,11	1,56±0,11	4,09±0,05	2,57±0,04	94,1±1,15
Хамар-Дабан	5,83±0,16	5,57±0,16	1,45±0,12	4,06±0,07	2,6±0,06	95,8±1,68
Тунк. гольцы	5,56±0,11	5,14±0,16	1,71±0,14	3,93±0,04	2,4±0,04	92,6±1,18
Ойское озеро	5,85±0,11	5,74±0,17	1,45±0,12	3,97±0,07	2,43±0,05	97,2±1,8
Буйба	5,89±0,12	5,48±0,14	1,49±0,09	4,07±0,07	2,52±0,02	93,2±1,93
Каюктонар	5,99±0,10	5,53±0,12	2,26±0,09	4±0,06	2,22±0,05	92,4±1,72
Чаган-Узун	6,56±0,07	6,33±0,09	2,48±0,10	4,34±0,07	2,44±0,04	96,7±1,33
Жумалы	6,07±0,06	5,81±0,13	1,96±0,12	4,55±0,05	2,57±0,03	95,5±1,66
Кузн. Алатау	6,01±0,09	5,48±0,10	2,33±0,14	4,43±0,10	2,63±0,06	92,1±1,91
Тюмень	5,08±0,10	4,76±0,10	2,1±0,12	3,66±0,09	2,5±0,06	89,2±1,67
Томск	5,69±0,07	5,11±0,09	1,2±0,10	4,28±0,10	2,68±0,03	84,5±1,1
Якутск	6,04±0,08	5,71±0,16	1,8±0,12	4,17±0,09	2,68±0,05	95±1,8
Оха	6,55±0,07	6,49±0,12	1,97±0,08	4,49±0,10	3,05±0,07	90,3±1,57

Растения из высокогорий обладают короткой, но широкой хвоей и крупными широкошишкочко-годами. Хвоя имеет сильноизогнутую, серповидную форму (Горный Алтай, Западный Саян). В равнинных районах можжевельник имеет длинную хвою кинжаловидной формы, длинный годичный прирост побегов и довольно крупные шишкочкогоды и семена (Томск, Казачинское, Кежда, Оха).

Расчет корреляционных зависимостей призна-

ков вегетативных и генеративных органов от климатических и географических параметров подтверждает сказанное выше

В большей степени с параметрами климата и географическими показателями связаны признаки вегетативных органов. При этом для ширины хвои характерны обратные тенденции по сравнению с другими вегетативными признаками. Если форма хвои, длина хвои и годичный прирост побегов

положительно коррелируют с суммой положительных температур, продолжительностью безморозного периода и среднегодовой температурой воздуха, то ширина хвои – отрицательно.

Признаки генеративных органов не показали связи с климатическими параметрами, лишь ширина семян имеет слабую корреляцию с продолжительностью безморозного периода и среднегодовой температурой воздуха.

С широтой местности отрицательно коррелируют ширина хвои и параметры шишкоягод и семян: с продвижением на север ширина хвои и размеры

шишкоягод и семян уменьшаются. С продвижением на восток хвоя становится прямой и менее широкой. Размеры хвои зависят и от высоты над уровнем моря.

При увеличении последней увеличивается ширина, но уменьшается длина хвои.

Изучение корреляционной структуры популяций также показало зависимость от места произрастания особей. Число статистически достоверных связей между исследованными признаками в разных популяциях неодинаково и зависит от параметров климата и от высоты над уровнем моря (табл. 3, рис. 2).

Таблица 3 - Число статистически достоверных корреляций индивидуальных признаков, учтенных у особей можжевельника обыкновенного в 25-ти популяциях

Популяции	Сила связи			Σ
	Слабая	Средняя	Сильная	
Тура	17	8	1	26
Мирный	26	9	1	36
Туруханск	15	9	1	25
Нижняя Тунгуска	22	5	1	28
Хантайка	21	8	0	29
Северонисейское	23	7	0	30
Бахта	19	5	0	24
Кежма	18	10	0	28
Богучаны	18	8	0	26
Тункинские гольцы (Вост. Саян)	20	8	1	29
Дунаевские поляны (Вост. Саян)	20	9	2	31
Хамар-Дабан (Вост. Саян)	25	6	1	31
Бабушкин	14	8	1	23
Ойское озеро (Западный Саян)	20	7	2	29
Буйба (Западный Саян)	15	9	3	27
Чаган-Узун (Горный Алтай)	26	6	2	34
Каюкгонар (Горный Алтай)	27	7	1	35
Жумалы (Горный Алтай)	23	6	6	35
Оха (Сахалин)	16	8	1	25
Якутск	18	11	0	29
Казачинское	14	7	1	22
Кузнецкий Алатау	16	7	0	23
Тюмень	15	12	1	28
Иркутск	19	6	1	25
Томск	-	-	-	-

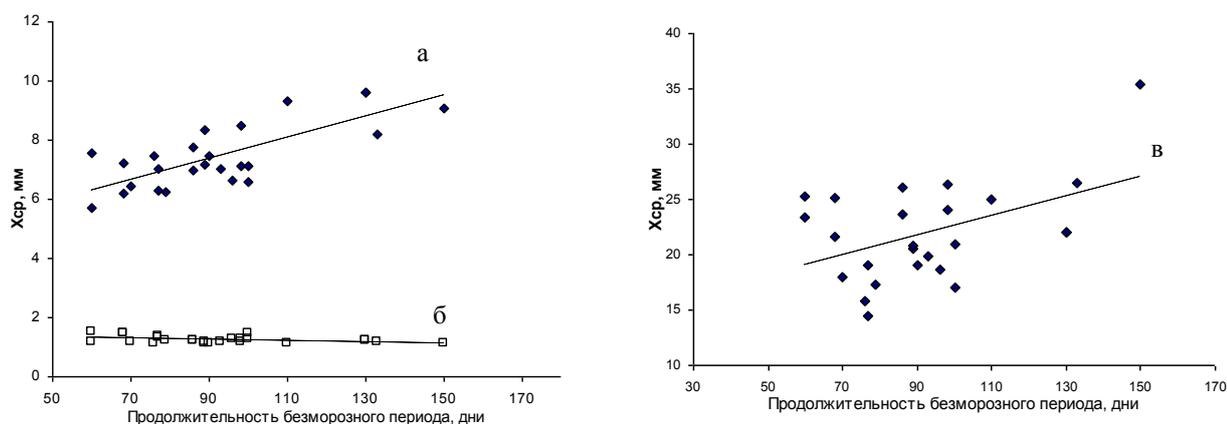


Рисунок 2 - Зависимость параметров вегетативных органов от продолжительности безморозного периода (а – длина хвои, б - ширина хвои, в - годичный прирост)

Там, где растения находятся в неблагоприятных условиях и испытывают постоянный стресс, происходит увеличение количества достоверных связей. Резко выделяются по количеству статистически достоверных связей (см. табл. 3) особи из

Горно-Алтайских, Хамар-Дабанской и Мирнинской популяций, в которых отмечено более 30 достоверных связей. Минимальное их число (около 20) обнаружено в нескольких популяциях: из Бабушкина, Охи, Богучан, Томска.

Число сильных связей между признаками колеблется от 1 до 6, причем больше всего их в горных популяциях: Жумалинской (6), а также Буйбинской (3). В остальных популяциях либо сильных связей нет, либо их 1-2.

Эти связи, как правило, характеризуют отношения между признаками генеративных органов, чаще всего между длиной шишкочагод и шириной семян, а также длиной и шириной шишкочагод. Средние по силе корреляционные связи наблюдаются во всех популяциях, причем наибольшее их количество (9-10) отмечено для Мирнинской, Тунгусской и Кежемской популяций.

Слабые связи составляют максимальный процент от общего числа связей. Кроме Горно-Алтайских и Мирнинской популяций, значительное число достоверных слабых связей (более 20) наблюдается в популяциях из районов Нижней Тунгуски, Северо-Енисейского и Хамар-Дабана. Достоверные отрицательные связи составляют незначительный процент от общего их числа. Это в основном слабые, реже средние, по силе связи, встречаются в числе 1-2, реже 3-4 (Кежма, Нижняя Тунгуска, Жумалы).

Для большинства популяций отрицательная связь установлена между числом семян в шишкочагодах и шириной семян, а также между длиной и шириной хвои. Кроме того, у всех растений наблюдается прямая связь между длиной хвои и длиной годичных приростов, т.е. особи с более длинной хвоей имеют, как правило, и более длинные побеги. Установлена обратная зависимость между длиной хвои и ее формой.

Причем коэффициенты корреляции часто превышают 0,50, что соответствует средней силе связи. Это свидетельствует о том, что форма хвои зависит от длины. Чем длиннее хвоя, тем она менее изогнута. Кроме того, для большинства популяций установлена отрицательная корреляция между формой хвои и длиной годичных побегов. Растения с изогнутой хвоей имеют, как правило, короткие побеги и сближенные мутовки листьев. Хвоя при этом прижата к побегам. Такими особенностями обладают высокогорные растения, равнинные же характеризуются прямой, кинжаловидной хвоей и более длинными побегами. Можно отметить, что в популяциях обычно преобладает одна из форм хвои, но тем не менее могут встречаться и несколько форм. Это может быть связано как с генетической разнокачественностью растений, так и с особенностями условий произрастания отдельных особей. Проведенный корреляционный анализ признаков генеративных органов позволил установить наличие положительной сильной связи между длиной и шириной шишкочагод, между длиной шишкочагод и семян, между шириной шишкочагод и семян, между длиной и шириной семян.

Можно утверждать, что растения с более крупными шишкочагодами имеют более крупные семена. Характерна отрицательная корреляция между такими признаками как ширина семян и число семян в шишкочагодах, с увеличением коли-

чества семян их размеры уменьшаются.

Часто наблюдается отрицательная зависимость между длиной побегов и размерами шишкочагод. Вероятно, у высокогорных растений, обладающих более высокой скоррелированностью признаков, генеративная и вегетативная сферы конкурируют за пластический материал, что и отражается в обратной зависимости длины хвои и годичного прироста от размеров шишек.

Можно отметить, что параметры генеративных органов во всех исследованных популяциях межжелевника обыкновенного скоррелированы между собой в большей степени (связи сильные, реже средние), чем параметры вегетативных органов (связи слабые, реже средние).

Таким образом, с ухудшением условий произрастания происходит увеличение скоррелированности признаков, особенно в генеративной сфере. С другой стороны, наблюдается некоторое уменьшение эндогенной, но увеличение индивидуальной изменчивости исследуемых признаков. Большую зависимость от климатических и географических параметров показали признаки вегетативных органов. Параметры генеративных органов, как и уровень их изменчивости, зависят от климатических параметров в меньшей степени. Корреляционные отношения между органами являются одной из важнейших причин эндогенной изменчивости (Мамаев, 1972). Через них опосредовано воздействие внешней среды. В процессе сложного взаимодействия ростовых корреляций и внешней среды органы растения становятся независимыми от непосредственного действия экологических факторов. То есть, эндогенная изменчивость и корреляции между органами растения имеют очень важное приспособительное значение, так как «именно благодаря ним осуществляется принцип единства растений и среды в индивидуальном плане» (Мамаев, 1974).

Наша работа хорошо согласуется с результатами исследований в этой области других авторов (Ростова, 1991, 2002; Шемберг, 1987). В неблагоприятных и неоднородных условиях произрастания наблюдается большая скоррелированность параметров органов растений, особенно генеративных, что, вероятно, приводит к некоторому уменьшению уровня эндогенной изменчивости. Это способствует успешной адаптации растений к условиям произрастания и большей независимости их органов от факторов внешней среды.

ВЫВОДЫ

Анализируя полученные данные можно сделать следующие выводы.

1. Признаки вегетативных органов варьируют, как правило, на среднем уровне, реже высоким. Генеративные органы слабо изменчивы, независимо от места произрастания.

2. Уровни эндогенной и индивидуальной изменчивости признаков (особенно признаков вегетативных органов) зависят от особенностей условий произрастания. В пессимальных, неоднород-

ных условиях наблюдается некоторое уменьшение уровня эндогенной изменчивости, но увеличение индивидуальной.

3. С продвижением на север и с увеличением высоты над уровнем моря длина хвои и величина годичного побега уменьшаются. Ширина хвои уменьшается с продвижением на север и увеличивается с подъемом в горы. Параметры генеративных органов уменьшаются с продвижением на север.

4. Признаки вегетативных органов коррелируют с суммой положительных температур, продолжительностью безморозного периода, среднегодовой температурой. Размеры генеративных органов не зависят от климатических параметров.

5. Наблюдается жесткая скоррелированность параметров шишкоягод и семян. Связи здесь чаще средние или сильные. По сравнению с генеративными - признаки вегетативных органов скоррелированы несколько меньше (связи слабые, реже средние).

6. Большая часть проанализированных корреляций характерна для всех исследуемых популяций, то есть для вида в целом. Но в популяциях встречаются небольшой процент связей (от 5 до 20 %), характерных только для каждой конкретной популяции и, по всей видимости, отражающих ее особенности.

7. Относительно большее число статистически достоверных связей и, в первую очередь, большее число сильных связей наблюдается в высокогорных, а также северных популяциях. В оптимальных равнинных условиях число статистически достоверных связей меньше.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ареалы деревьев и кустарников СССР/ Ленинград: Наука, 1977. -Т.1. -164 с.
- Воробьева, Т.И. Некоторые данные по морфогенезу можжевельника обыкновенного/ Т.И. Воробьева // Науч. докл. высш. школы: Биол.н.- 1975.- №1.- С. 64-70.
- Иванова, З.Я. Декоративные кустарники для Новосибирской области и способы их размножения/ З.Я. Иванова. - Новосибирск, 1974.- 123 с.
- Имханицкая, Н.Н. Критическая заметка о кавказских видах секции *Juniperus* рода *Juniperus* L./ Н.Н. Имханицкая // Новости сист.высш.раст., 1990. -№27.- С.5 - 16.
- Князева, С.Г. Изменчивость и морфоструктура природных популяций можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica* Burgsd: автореф.дис....к.б.н./ С.Г. Князева. - Красноярск: ИЛ СО РАН, 2000.- 23 с.
- Кожевникова, З.В. Редкие виды можжевельников природной флоры Дальнего Востока/ З.В. Кожевникова // Охрана редк. видов сосуд. раст. сов. Дал. Вост., Владивосток, 1985.- С.159-165.
- Коропачинский, И.Ю. Древесные растения Сибири/ И.Ю. Коропачинский Новосибирск, 1983. -384 с.
- Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений/ С.А. Мамаев// М: Наука, 1972.- 284 с.
- Мамаев, С.А. О закономерностях внутривидовой изменчивости древесных растений/ С.А. Мамаев// Теоретические основы внутривидовой изменчивости и структуры популяций хвойных пород: Труды Института экологии растений и животных. Свердловск 1974. -Вып.90.- С.3-12.
- Мухамедшин, К.Д. Можжевельные леса / К.Д. Мухамедшин, Н.К. Таланцев // М.: Лесн.пром-сть.- 1982. -185 с.
- Ростова, Н.С. Корреляционный анализ в популяционных исследованиях/ Н.С. Ростова // Экология популяций. М.: Наука, 1991.- С.69-86.
- Ростова, Н.С. Корреляции: структура и изменчивость/ Н.С. Ростова// СПб, 2002.- 307 с.
- Славкина, Т.И. Дендрология Узбекистана/ Т.И. Славкина //Ташкент, 1968.- 497 с.
- Шемберг, М.А. Изменчивость морфологических признаков и структура популяций березы мелколистной/ М.А. Шемберг// Бюллетень главного ботанического сада.- Вып.146.- 1987- С.36-43.
- Farjon, A. World checklist and bibliography of Conifers/ A. Farjon //Kew, Royal Botanic Gardens. -2001. -309 p.
- Quinn, Christopher J. Leaf and wood anatomy as the data sources in the Cupressaceae s.l./ Christopher J. Quinn // Amer. J. Bot.- 1989.-V. 76.- №6, Suppl.- P.222.

Поступила в редакцию 24 сентября 2009 г.
Принята к печати 25 февраля 2010 г.