

ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ *LONICERA CAERULEA* L. – ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ В УСЛОВИЯХ АКТИВНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО АЛТАЯ

Боярских И.Г., Шитов А.В.

В работе рассматривается влияние локальных факторов, связанных с геодинамической активностью, на уровень изменчивости морфометрии плодов *L. caerulea*. На основе наблюдений на одном из полигонов исследований (долины р. Ак-Туру) показывается влияние геологических структур (разломов) на массовое проявление рецессивного признака (отсутствие горечи в плодах жимолости).

Воздействие активной тектоники на природные компоненты изучено еще недостаточно, и о связи растительности с ней известно немного, хотя этот вопрос поднимался неоднократно. По характеру процессов, оказывающих такие воздействия они подразделяются на деформационные, вулканические, геофизические и геохимические. По длительности воздействия их подразделяют на кратковременные (импульсные) и длительные. Повышение трещиноватости зоны разлома вызывает приток глубинных минерализованных вод, а также интенсивные эманации литосферных газов, которые способствуют концентрации ряда элементов с приближением к разлому.

Растения, а среди них древесные формы, развивающиеся на одном и том же месте десятки лет, являются наиболее наглядным индикатором избирательного влияния геологических неоднородностей земной коры. Многие зоны разломов отчетливо выделяются на аэровысотных и космических снимках в основном в виде протяженных полос, отражающих смену состава и интенсивности растительного покрова [1]. Тектонические условия являются одним из основных факторов возникновения «азональных» биоценозов и распределения специфической растительности [2-3].

Геохимические аномалии могут оказывать различного рода воздействия, в том числе и патогенные, на живые организмы. Увеличивается количество уродливых форм (морфозы), прежде всего деревьев с раздвоенными стволами, проявлений дихотомии роста. Остро реагируют на наличие геологических неоднородностей земной коры ягодные кустарники и овощные растения, отмечается снижение роста растений, уменьшение их урожайности и всхожести семян, увеличение уродливых форм плодов [1].

Геохимическая и геодинамическая активность могла быть источником видообразования, о чем свидетельствует распространение эндемичных видов на территории Армении. Их подавляющее большинство найдено только в таких зонах или в непосредственной близости от них [4]. Н.И. Вавилов отмечал концентрацию в отдельных участках больших эндемичных групп видов и разновидностей растений [5]. Эти участки, как правило, совпадают с активными геодинамическими зонами.

Целью настоящей работы было изучение степени воздействия «активной тектоники» на внутривидовую изменчивость *Lonicera caerulea* L. – жимолости синей.

Современный ареал подсемейства *Caeruleae* Rehd. – голубые жимолости, в состав которой входят, согласно А.К. Скворцову и А.Г. Куклиной, два вида – *L. caerulea* L. и *L. iliensis* Pojark., характеризуется как циркумполярный бореальный и укладывается в умеренную зону северного полушария [6]. Наибольшую территорию виды подсемейства *Caeruleae* занимают в Азии и приурочены к таежной, а в отдельных районах – к арктической зонам, в горах встречаются – от среднего лесного до альпийского поясов.

В преобладающей части ареала вкус плодов голубых жимолостей горький, плоды несъедобные. В то же время в различных исследованиях отмечаются, в некоторых районах ареала, популяции с низким процентом встречаемости горькоплодных растений [7-8]. Это популяции Камчатки, Курил, Сахалина, Охотского побережья, Приамурья и Забайкалья.

Известным фактом является то, что горький вкус плодов жимолости наследуется по доминантному типу [9].

Мы предполагаем, что, массовое фенотипическое проявление рецессивного признака – отсутствие горечи, связано с активной тектонической деятельностью в этих районах ареала.

В Центральном сибирском ботаническом саду исследования эколого-географической и популяционной изменчивости *L. caerulea* с целью создания интродукционной популяции и сохранения генетического разнообразия этого ценного вида проводятся с 1999 года. К настоящему времени изучено более 50 популяций жимолости в различных районах Горного Алтая, определен диапазон изменчивости и частота встречаемости различных морфометрических и качественных

признаков.

Органолептическая оценка плодов алтайских популяций показала их неоднородность по вкусовым качествам. В большинстве изученных популяций доля растений с безгоречными плодами составляла 0-30%, однако, в отдельных районах выявлены микропопуляции, где частота встречаемости образцов со сладкими и кисло-сладкими плодами значительно больше. Здесь же отмечалось увеличение вариабельности некоторых морфологических признаков.

Для картирования факторов влияющих на массовое фенотипическое проявление рецессивного признака, в полевом сезоне 2007 года были проведены комплексные ботанические и геофизические исследования в долине р. Ак-Туру.

Участок проведения работ, расположен в Кош-Агачском районе Республики Алтай у подножия Северо-Чуйского хребта, на границе Курайской межгорной котловины, в долине р. Ак-Туру на высотах 1650-2100 м над уровнем моря. Горные породы, из которых сложена территория долины р. Ак-Туру, представлены вулканогенно-осадочными отложениями девонского возраста, даянской свиты (D_1 dn), разбитые разломами юго-восточного простирания.

Геофизические исследования на участке проводились с использованием магнитометра ММП-303 с одновременным измерением координат точки измерения (GPS-приемник Etrex). Съёмки велись в профильном и площадном вариантах по стандартной методике [10]. Для повышения качества измерения вводились поправки за вариацию поля путем создания контрольного пункта и опорной сети.

В долине р. Ак-Туру, для изучения общего характера магнитного поля нами было проведено региональное магнитное маршрутирование с шагом 20 м с одновременным измерением координат точек наблюдения. В результате были в магнитном поле отразились слабомагнитные породы даянской свиты, разломы (1 и 2 зона разломов), а также магнитная аномалия, связанная с Кокоринским дацит-риолитовым субвулканическим комплексом, составлен график распределения магнитного поля по течению р. Ак-Туру (в направлении от Курайской котловины к леднику Ак-Туру) (рис. 1).

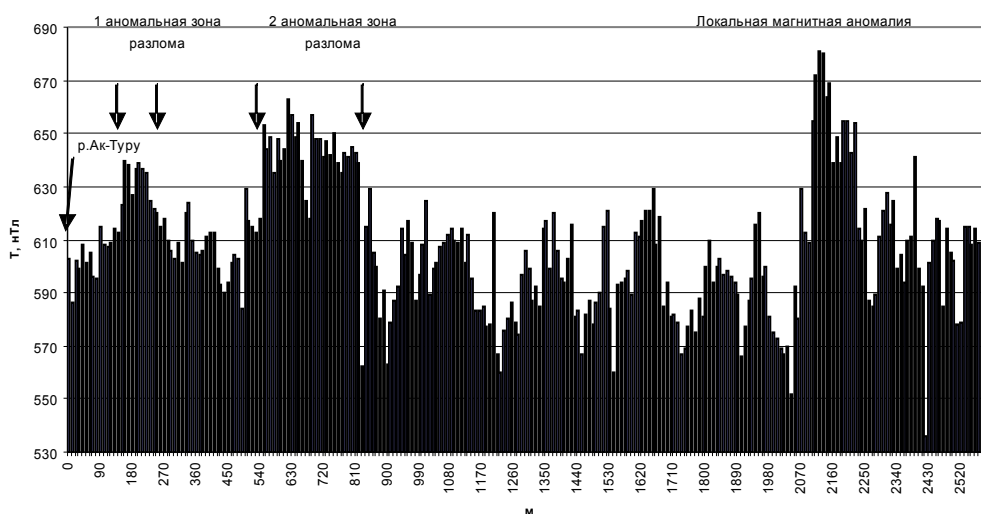


Рис. 1. Результаты профильных магнитометрических исследований по долине р. Ак-Туру.

В целом, магнитное поле изучаемого участка отражает особенности геологического строения участка и характеризуется слабо магнитными свойствами. Исключение составляют 3 магнитные аномалии: на пикетах 140-310 м, 550-830 м, 2100-2260 м. Первые две аномалии имеют юго-западное простирание и скорее всего связаны с зонами разломов, третья аномалия имеет локальный характер и связана с Кокоринским дацит-риолитовым субвулканическим комплексом.

Для детального изучения характера магнитного поля были проведены измерения магнитного поля в пределах 1 и 2 аномальной зоны разломов. В результате были получены планы изолиний полного вектора магнитного поля ΔT (рис. 2).

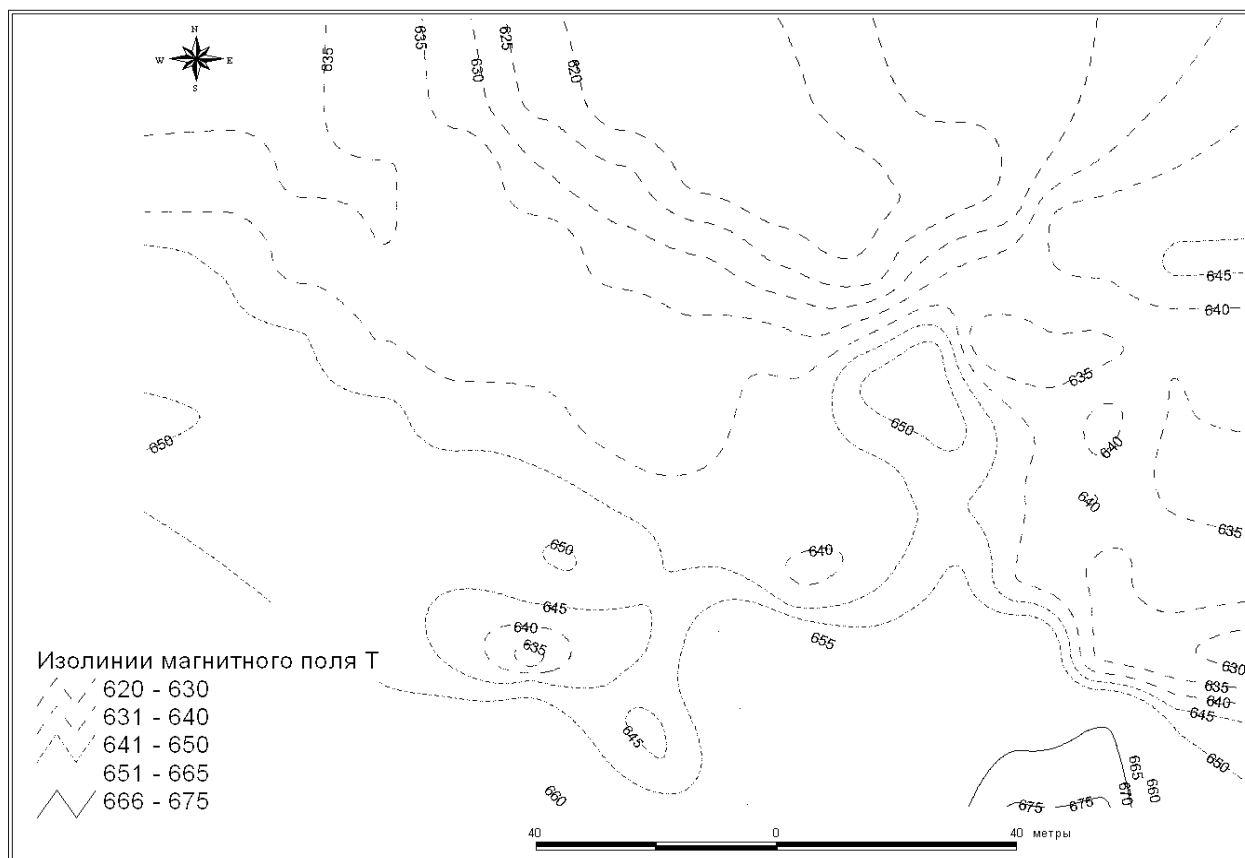


Рис. 2. План изолиний магнитного поля ΔT (нТл) 1 аномальной зоны разлома

Интерпретация данных показала, что участок представляет собой ослабленную зону северо-восточного простирания, связанную разломом (рис. 2). Общий градиент магнитного поля на участке составляет 50 нанотесла (нТл). При этом областью пониженных значений ΔT очень хорошо картируется простирание разлома. В дальнейшем, используя направление простирания разлома, были проведены дополнительные магнитометрические исследования на правом берегу р. Ак-Туру, которые подтвердили данное простирание разлома.

Следует также отметить сейсмическую активность данной территории, что подтверждается Чуйским землетрясением 2007 г. и его интенсивным афтершоковым процессом. Так, зафиксировано повышение содержания ионов SO_4 в подземных и поверхностных водах эпицентральной области Чуйского землетрясения, так и в целом по территории Горного Алтая [11]. По всей видимости, воздействие геофизических полей на биологические системы при сейсмических процессах связано с активизацией эманации литосферных газов.

После выявления трех магнитных аномальных зон в исследованном районе были выбраны экологически сходные (эталонные) участки в зонах разломов и в разной степени удаленности от них.

На каждом участке случайным образом отбирали по 20-40 особей. У каждого образца оценивали вкусовые качества, и морфометрические признаки плодов (30 шт.). Поскольку, по данным Аникина Е.В. известно, что горький вкус плодов обусловлен наличием 13 различных соединений и ввиду отсутствия возможности их определения, мы использовали для оценки вкуса плодов жимолости органолептический метод [12]. Принималась 5 бальная шкала вкусовых вариаций, основанная на степени горечи в плодах (в баллах). При построении диаграммы для большей наглядности использовали 3 бальную шкалу – данные крайних колонок суммировались. Для оценки амплитуды изменчивости использовали унифицированную шкалу уровней изменчивости, разработанную С.А. Мамаевым [13]. Согласно этой шкале, амплитуда изменчивости оценивается по величине коэффициента вариации (С). Уровень изменчивости считается очень низким при $C = 7\%$, низким при $C = 8-12\%$, высоким при $C = 13-20\%$, высоким при $C = 21-40\%$ и очень высоким при $C = 40\%$ и более.

Анализ результатов оценки вкусовых форм плодов жимолости показал, что процент встречаемости образцов с плодами горького вкуса различается и зависит от близости расположения

микропопуляции к аномальным зонам тектонического разлома. На участках находящихся непосредственно в зонах магнитных аномалий встречаемость растений, у которых преобладает горький вкус плодов (4-5 баллов), составляет всего 0-11,5%. На долю безгоречных образцов (1-2 балла) приходится от 42,9 до 74,1% (рис. 3).

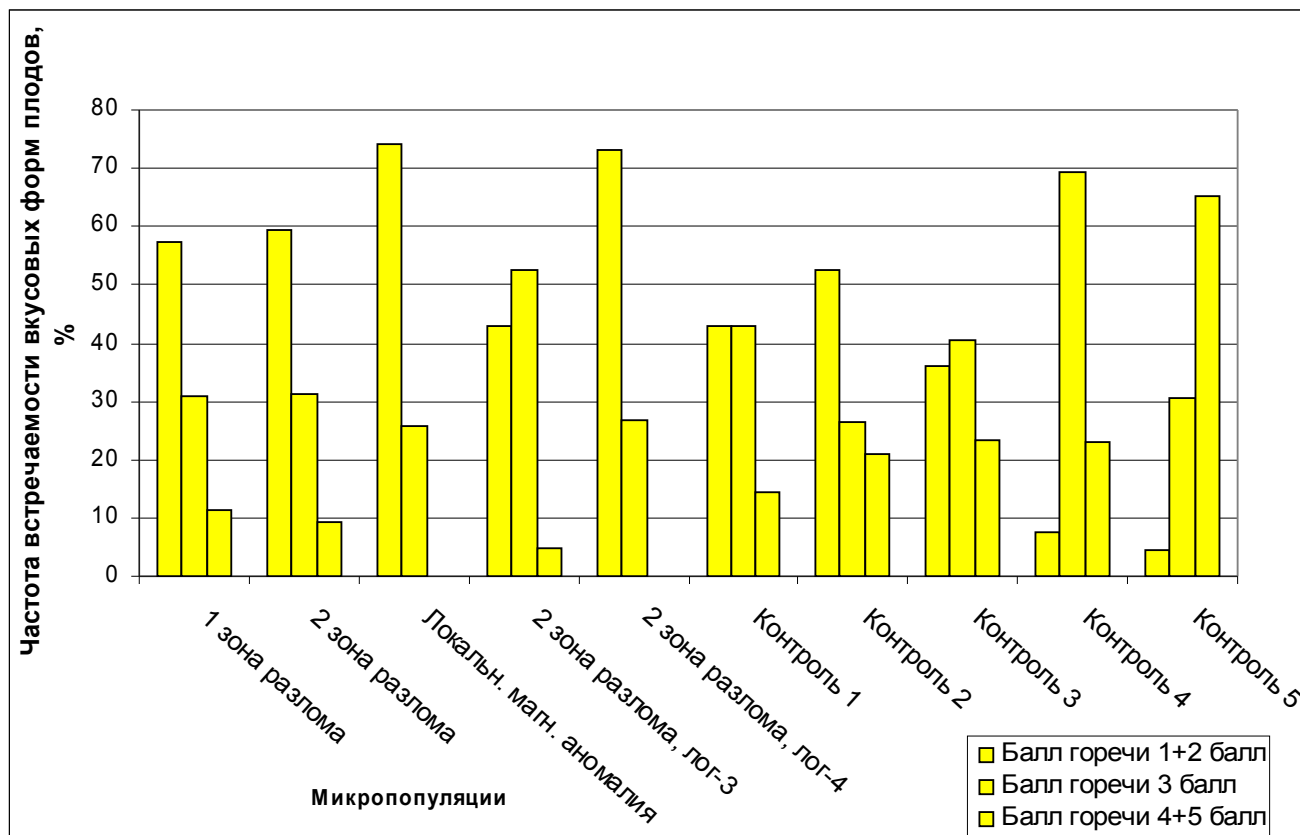


Рис. 3. Зависимость частоты встречаемости вкусовых форм плодов жимолости от близости расположения микропопуляций к тектоническому разлому.

В микропопуляциях расположенных между аномальными зонами и на границе с ними увеличивается встречаемость горькоплодных плодов и уменьшается процент растений с плодами без горечи.

По мере удаления от зон с магнитными аномалиями вниз (контророль 4) и вверх (контроль 5) по течению реки частота встречаемости образцов с фенотипическим проявлением рецессивного признака – отсутствие горечи резко снижается до 4,4%.

В 2004 году в долине р. Ак-Туру было отобрано и перенесено в условия интродукции (г. Новосибирск) 20 безгоречных образцов жимолости. В последующие 2005-2007 годы органолептическая оценка вкусовых характеристик плодов показала отсутствие горечи у всех, вступивших в плодоношение образцов. Что говорит о сохранении этого признака при изменении экологии произрастания растений.

Изучение изменчивости формы плодов на этих участках так же показало неоднородность микропопуляций по этому признаку (рис. 4). В целом, в исследуемом районе, как и в других популяциях жимолости Горного Алтая, преобладают растения с плодами овальной форма, однако их доля различается в зависимости от близости расположения микропопуляций к зонам с магнитными аномалиями.

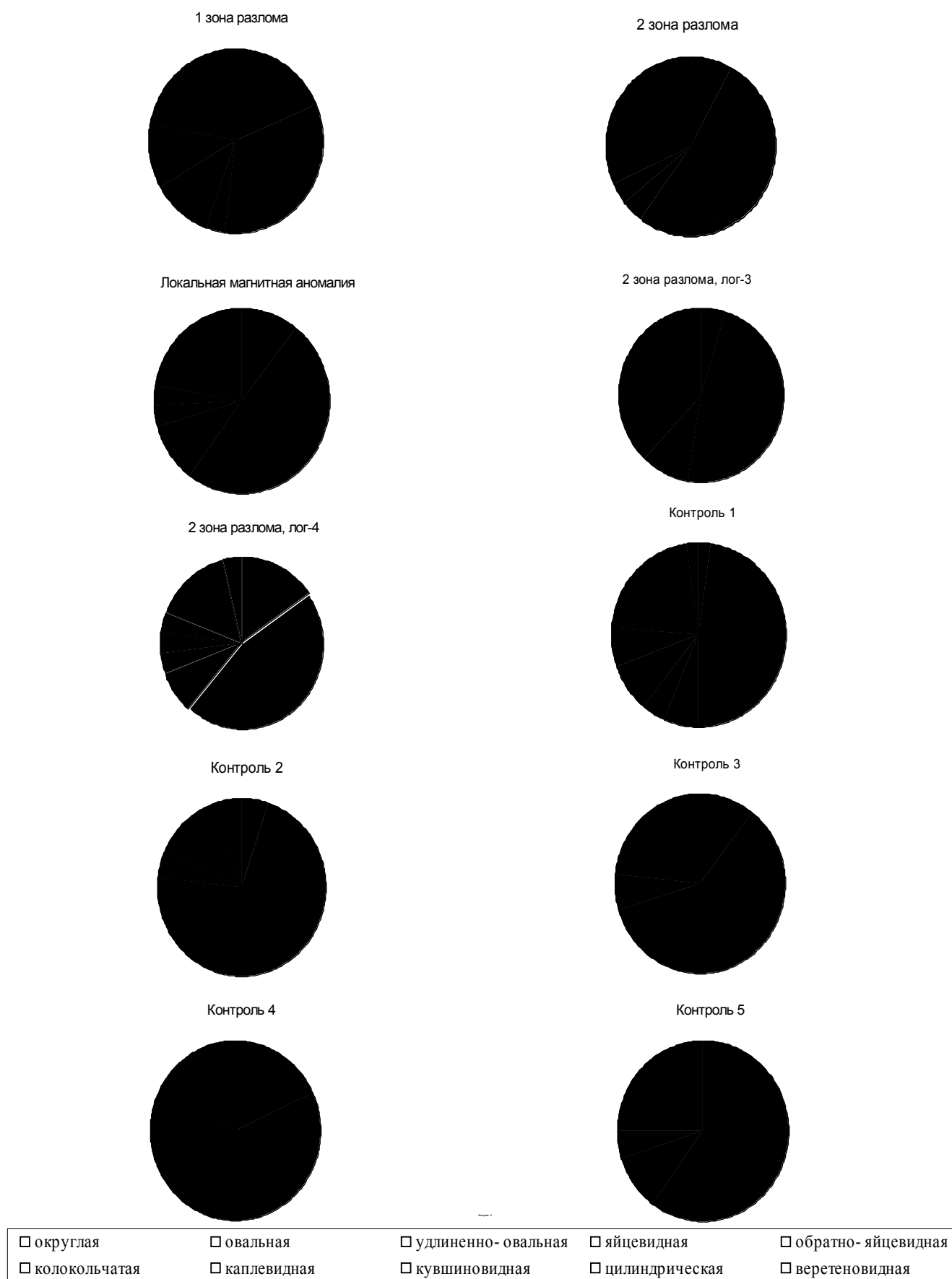


Рис. 4. Внутрипопуляционная изменчивость формы плодов жимолости синей

Наименьший процент встречаемости плодов овальной формы отмечался в аномальных и пограничных к ним зонах. Уменьшение доли плодов овальной формы происходило за счет

увеличения разнообразия других форм или как наблюдалось в одной из популяций удаленной от реки (лог 3) увеличения частоты встречаемости плодов кувшиновидной формы. В более удаленных от тектонических разломов популяциях отмечено уменьшение разнообразия формы плодов жимолости и увеличение доли встречаемости плодов овальной формы (контроль 4, 5).

Согласно проведенным ранее исследованиям, с увеличением абсолютной высоты в горных районах средняя масса плодов жимолости уменьшается: на Алтае (Курайский хребет) на высоте 1800 м над ур. моря – 0,33 г, на высоте 2200-2400 м – 0,15 г. Сходная закономерность выявлена в Тянь-Шане [6].

Анализ данных полученных при изучении изменчивости морфометрии плода жимолости в долине р. Ак-Туру показал некоторое нарушение этой закономерности (табл. 1).

Самые мелкие плоды отмечены на участке расположенном в 1 аномальной зоне разлома на высоте 1760 м над ур. м., здесь наблюдалась и наибольшая вариабельность, как по длине, так и по ширине плода (высокий и очень высокий уровни изменчивости). Микропопуляция, 2 аномальной зоны (1855 м над ур. м.) также характеризуется мелкими плодами, но они более выровнены по размерам.

Для растений в зоне локальной аномалии характерны мелкие плоды более округлой формы (значение индекса плода здесь наименьшее). Уровень изменчивости – низкий, несмотря на небольшое количество растений в этой микропопуляции.

На контрольных участках расположенных вне зоны разломов плоды более крупные. С увеличением высоты до 2100 м над ур. м. наблюдается тенденция к их уменьшению и снижению уровня изменчивости.

Таблица 1

Внутрипопуляционная изменчивость морфометрии плодов жимолости

Название популяции	Число растений	Длина плода		Ширина плода		Индекс плода	
		среднее, мм	V, %	среднее, мм	V, %	среднее, мм	V, %
1 зона разлома 1760-1780 м	26	13,0±0,76	29,4	8,1±0,67	41,2	1,70±0,09	26,3
2 зона разлома 1845-1850 м	32	13,1±0,40	16,6	8,5±0,29	17,9	1,60±0,07	23,9
Локальн. магн. аномалия 1904 м	27	13,7±0,39	14,6	9,6±0,15	8,2	1,44±0,05	17,1
Контроль 2 1870-1880 м	38	14,8±0,44	18,8	9,5±0,28	18,1	1,60±0,04	16,4
Контроль 3 1890-1920 м	47	14,8±0,36	16,9	9,7±0,19	13,6	1,52±0,03	15,1
Контроль 5 2060-2100 м	23	14,3±0,39	12,3	9,7±0,31	14,1	1,50±0,06	17,9

Широко известно и отмечено для многих видов растений, что наибольший уровень внутрипопуляционной изменчивости наблюдается в наиболее неблагоприятных для данного вида условиях [13]. Снижение массы плодов и увеличение уровня изменчивости морфометрических и качественных признаков указывает на вероятность угнетающего воздействия зон аномальных разломов на развитие растений.

Проведенные исследования позволяют предположить, что в периоды сейсмической активности, активизация эманации литосферных газов может оказывать мутагенное воздействие на растения, что впоследствии может вызывать массовое фенотипическое проявление рецессивного признака.

Геохимические проявления тектонической активности также могут влиять на повышение уровня изменчивости в исследуемом районе и оказывать угнетающее воздействие на растения.

Проведенные исследования не являются законченными. Предварительная сравнительная оценка популяционной изменчивости жимолости в других районах Горного Алтая (Южно-Чуйский и Курайский хребты) показала также наличие реакции растений на геодинамическую активизацию, однако, возможно, по причине различного уровня сейсмической активности и влияния разного комплекса геохимических факторов они не всегда однородны. Для выявления общих закономерностей необходимо проведение дальнейших исследований по определению спектра геохимических и геофизических воздействий на биосистемы.

Литература

1. Мельников Е.К., Рудник В.А., Мусийчук Ю.И., Рымарев В.И. Патогенное воздействие зон активных разломов земной коры Санкт-Петербургского региона // Геоэкология. 1994. №4. С. 50-69.
2. Опыт изучения азональных эколого-геологических систем (на примере платформенных областей

- Сибири) // Под ред. В.И. Бгатова, Н.А. Лизалека. Новосибирск: СНИИГТиМС, 1992. 102 с.
3. *Виноградов Б.В.* Примеры связи растительности и почв с новейшей тектоникой // Ботанический журнал. 1955. №6. С. 837-844.
 4. *Трифонов В.Г., Караханян А.С.* Геодинамика и история цивилизаций. М: Наука, 2004. 668 с.
 5. *Вавилов Н.И.* Ботанико-географические основы селекции. М.; Л.: Сельхозгиз, 1935. 60 с.
 6. *Скворцов А.К., Куклина А.Г.* Голубые жимолости: Ботаническое изучение и перспективы культуры в средней полосе России. М.: Наука, 2002. 160 с.
 7. *Куклина А.Г.* Эколого-географическая изменчивость жимолости голубой в связи с вопросами интродукции: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1987. 22 с.
 8. *Плеханова М.Н., Ростова Н.С.* Анализ изменчивости морфологических, анатомических и биохимических признаков *Lonicera* из подсекции *Caeruleae* (*Caprifoliaceae*) методом главных компонент // Бот. журн., 1994. Т.79. №2. С. 45-64.
 9. *Плеханова М.Н.* Возможности и перспективы гибридизации жимолости // Селекция и сортоизучение ягодных культур. Мичуринск: ВНИИС, 1987. С. 162-167.
 10. *Магниторазведка.* Справочник геофизика. Под ред. В.Е. Никитского, Ю.С. Глебовского. М.: Недра, 1980. 367 с.
 11. *Шитов А.В.* Экологические последствия активизации геодинамических процессов на территории Горного Алтая // Вестник Томского государственного университета. Бюллетень оперативной научной информации «Актуальные вопросы геоэкологии Алтая и сопредельных территорий». №72. Май. 2006. С. 118-135.
 12. *Аникина Е.В., Сырчина А.И., Верецагини др.* Горький иридоидный глюкозид из плодов *Lonicera caerulea* // Химия природных соединений. 1988. №4 С. 498-499.
 13. *Мамаев С.А.* Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 283 с.

FEATURES POPULATION OF VARIABILITY *LONICERA CAERULEA* L. – HONEYSUCKLE DARK BLUE IN CONDITIONS OF ACTIVE GEODYNAMIC PROCESSES OF MOUNTAIN ALTAI

Boyarskikh I.G., Shitov A.V.

In work influence of the local factors connected with geodynamic activity, on a level of variability fruits morphometry of *L. caerulea* is considered. On the basis of supervision on one of ranges of researches (a valley r. Ak-Turu) influence of geological structures (breaks) on mass manifestation of recessive an attribute (absence of bitterness in fruits of a honeysuckle) is shown.