

УДК 584.54

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КЛИМАДИАГРАММ И ИХ МОДИФИКАЦИЙ ПРИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ БОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

З. М. Асадулаев<sup>1</sup>, З. Р. Рамазанова<sup>2</sup>, Г. А. Садыкова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Горный ботанический сад ДНЦ РАН

<sup>2</sup>Дагестанский государственный педагогический университет

Рассмотрены некоторые методологические и методические подходы к оценке и совершенствованию известных климатодиаграмм Вальтера – Госсена и Болла – Тейлора: введены новые элементы (линия температуры биологического нуля и линия индекса аридности), отражающие особенности территорий и экологию видов. Анализ ростовой активности побегов *Juniperus oblonga* на Гунибском плато и морфолого-анатомических особенностей листьев *Platanus orientalis*, *Quercus robur*, *Ulmus pumila* в г. Махачкале с применением модифицированных климатодиаграмм Болла – Тейлора позволил получить более полное представление о механизмах адаптации растений этих видов к погодным условиям с углубленной экологической интерпретацией полученных результатов.

Some methodological and methodical approaches to evaluating and improving the well-known Walter – Gossen and Ball – Taylor climadiagram are considered: new elements (biological zero temperature line and aridity index line) which reflect area characteristics and ecology of species are introduced. Analysis of growth activity of *Juniperus oblonga* shoots on the Gunibsky plateau and morphological and anatomical features of the leaves of *Platanus orientalis*, *Quercus robur*, *Ulmus pumila* in Makhachkala city with the use of modified climadiagrams of Ball – Taylor has allowed a better understanding of the mechanisms of plant adaptation to these types of weather conditions with deeper environmental interpretation of the results.

Ключевые слова: климатодиаграмма; индекс аридности; температура биологического нуля; город Махачкала; Гунибское плато; *Juniperus oblonga* Bieb.; *Platanus orientalis* L.; *Quercus robur* L.; *Ulmus pumila* L.

Keywords: climadiagram; index of aridity; biological zero temperature; Makhachkala; Gunibskiy plateau; *Juniperus oblonga* Bieb.; *Platanus orientalis* L.; *Quercus robur* L.; *Ulmus pumila* L.

Закономерности пространственного распределения растительных сообществ или отдельных видов растений, их развитие и динамика роста определяются совокупным действием экологических факторов, из которых наиболее значимыми являются климатические факторы. Постоянно изменяющееся соотношение этих факторов – длительности и интенсивности влажного и засушливого, теплого и холодного сезонов года формирует представление о климате [1, 2]. Наиболее информативным способом отражения этого соотношения в течение года является составление климатодиаграмм [3]. При последовательном расположении климатодиаграмм за несколько лет можно получить информацию о более длительных изменениях климатических факторов. Такие графические изображения называются климатограммами [1, 3].

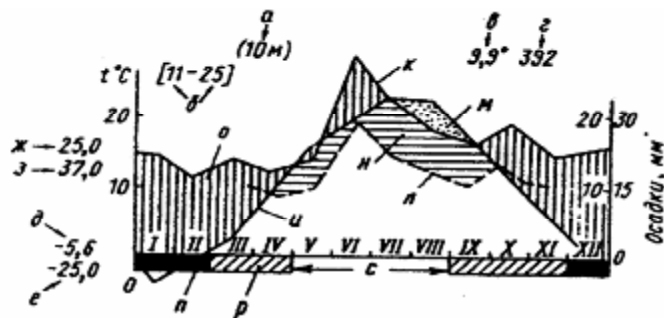
Климатодиаграммы и климатограммы позволяют визуализировать динамику климата с целью экологической интерпретации исследований, конкретизируя и выделяя экстремальные годы как при проведении интродукционных работ [4], так и при изучении распространения различных типов растительности, реконструкции палеорастительности и палеоклимата [5–9].

Существуют разные подходы к построению климатодиаграмм, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. Наиболее распространенным является метод Вальтера – Госсена [1]. На рис. 1 представлена построенная по этому методу омротермическая климатодиаграмма. Она составлена с использованием шкал среднемесячной температуры и количества осадков в соотношении 1:2. Однако ни в одном руководстве не объясняется логика такого соотношения. По мнению Г. Вальтера [10], любое принятое соотношение шкал условно. Отсюда вытекает исключительная субъективность составления климатодиаграмм и, тем более, их интерпретации.

Данный метод теряет свою наглядность и при характеристике климатических условий в районах с более равномерным распределением осадков в течение года. В этом случае предлагается использовать соотношение 1:3 [1].

На рис. 1 показаны возможные варианты сочетания линий и их интерпретации при различных соотношениях шкал температуры и количества осадков. При соотношении шкал 1:2 показаны только влажные и засушливые условия, а при соотношении 1:3 выделяется еще дополнительная полусушливая зона (н), что также неубедительно.

Малоинформативны такие климадиаграммы и при оценке условий территорий с одинаковым количеством сухих месяцев. Для таких случаев предложен ксеротермический индекс, учитывающий случайные дожди, с колебанием показателя от 0 до 360 (Gausсен, Vagnouls, 1952, цит. по: [2]).



**Рис. 2.** Климадиаграмма по Вальтеру - Госсену для Одессы (Г. Вальтер, 1968): а - высота над уровнем моря; б - число лет наблюдений за температурой (первая цифра) и осадками (вторая цифра); в - средняя годовая температура; г - средняя годовая сумма осадков в мм; д - средний суточный минимум самого холодного месяца; е - абсолютный минимум; ж - средний суточный максимум самого теплого месяца; з - абсолютный максимум; и - кривая средних месячных температур; к - кривая средних месячных сумм осадков (соотношение  $10^\circ = 20$  мм); л - то же (соотношение  $10^\circ = 30$  мм); м - засушливый период; н - полусушливый период; о - влажное время года; п - месяцы со средним суточным минимумом температуры ниже  $0^\circ\text{C}$ ; р - месяцы с абсолютным минимумом температуры ниже  $0^\circ\text{C}$ , с - безморозный период. По оси абсцисс - месяцы

В то же время климадиаграммы Вальтера - Госсена не подходят и для описания территорий с достаточным увлажнением, но с различными типами растительных сообществ (леса, лесотундры, тундры). Для их сравнительной оценки предложено в качестве критерия использовать продолжительность вегетационного периода, что также сопряжено с определенными трудностями [1].

Для детализации исходных климадиаграмм ряд авторов предлагают свои критерии. Так, Эмберже (цит. по: [2]) вводит плювиотермическое частное  $Q = \frac{(M + m) + (M - m)}{100 P}$ , которое применяется при оценке степени адаптивности организмов с точки зрения классификации экологических факторов по А.С. Мончадскому (цит. по: [11]). Торнтвейт (цит. по: [2]) для более точного воспроизведения реальных погодных условий местности предложил ряд сложных индексов с вычислением эвапотранспирации, что также достаточно трудно и неоднозначно интерпретируется.

Несколько иной подход для оценки погодных особенностей той или иной территории применен в климадиаграммах, составленных по методу Болла - Тейлора [12]. Эти климадиаграммы также составлены в прямоугольной системе координат: ось абсцисс отражает количество осадков, а ось ординат - температуру. Линия климадиаграммы показывает реальный ход температуры и осадков в соответствии с погодными особенностями отдельного года и, на наш взгляд, позволяет глубже интерпретировать полученную информацию.

Какие же возможны крайние варианты изображения погодных условий территорий в таких климадиаграммах?

Наиболее простой вариант - когда температура и количество осадков по месяцам в течение года имеют неизменные показатели. В этом случае поле климадиаграммы стремится к минимуму (даже может быть представлено в виде точки) и чем холоднее и суше климат, тем ближе климадиаграмма смещается к началу координат.

При постоянной средней температуре в течение года и значительном колебании количества осадков по месяцам климатодиаграмма приобретает вид узкой полосы или даже линии, направленной вдоль оси абсцисс (рис. 2 – Панамы). При равномерном распределении осадков в течение года и значительном колебании температуры по месяцам поле климатодиаграммы, наоборот, вытягивается вдоль оси ординат (рис. 2 – Чикаго).

На наш взгляд, климатодиаграммы по Болла – Тейлору более объективно отражают условия конкретных территорий и не нуждаются в различных индексах и произвольно взятых соотношениях шкал, как в климатодиаграммах Вальтера – Госсена.

Исходя из этого климатодиаграммы, составленные для Низменного (г. Махачкала) и Внутреннегорного Дагестана (Гунибское плато) по методу Болла – Тейлора, нами применены при интерпретации результатов популяционных и анатомо-морфологических исследований древесных растений.

Для Внутреннегорного Дагестана нами составлены климатодиаграммы за 2007–2008 гг., а для Низменного Дагестана за 2009 и 2010 гг.

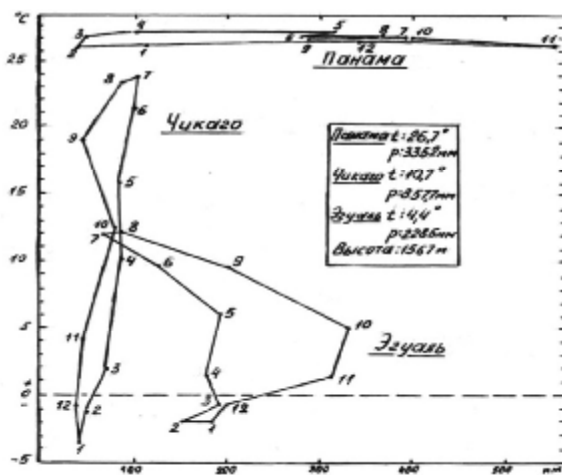


Рис. 2. Различные варианты климатодиаграмм по Болла – Тейлору (по Даждо, 1975)

Ранее нами [13] для улучшения содержательной интерпретации полученных результатов в климатодиаграммы Болла – Тейлора предложено ввести некоторые новые элементы – **линию температуры биологического нуля и линию индекса аридности**, отражающие особенности территорий и экологию видов.

Первый элемент – горизонтальная линия (**T<sub>б</sub>**) проводится на уровне температуры биологического нуля, соответствующей началу ростовой активности большинства древесных растений (рис. 4). В настоящее время установлено, что для большинства листопадных древесных пород умеренного пояса температура биологического нуля колеблется от 5 до 10°C [3, 14].

Влажного и сухого периодов года. Граница сухости (индекс аридности) рассчитывается

$$(I_a = \frac{12 p}{t + 10}),$$

где *t* – среднемесячная температура, *p* – количество осадков за данный месяц.

Чем ниже индекс, тем суше климат. При этом, по Госсену, сухость наступает тогда, когда количество осадков, выпавших за месяц, становится меньше удвоенной среднемесячной температуры [1]. Таким образом, на климатодиаграмме граница наступления засушливого периода обозначена там, где количество осадков меньше удвоенной среднемесячной температуры.

Индекс аридности рассчитан только для вегетационного периода, поэтому на рис. 3, 4, 6, 7 его линия проходит выше линии температуры биологического нуля, разделив поле климатодиаграммы на аридную и гумидную части. Таким образом, две линии (линия биологического нуля и линия аридности) делят пространство климатодиаграммы на три зоны. Первая зона (I) – зона глубокого и вынужденного покоя. Вторая зона (II) – зона оптимума, которая характеризуется благоприятным для роста и развития растений соотношением влажности и температуры. Третья зона (III) – аридная зона, в которой, несмотря на благоприятные температурные условия, вегетативный рост останавливается из-за дефицита влаги.

Критическим для растений является переход условий в зону аридности. С одной стороны, чем больше протяженность линии климатодиаграммы, которая попадает в аридную зону, тем больше растения подвержены воздействию летней засухи и хуже подготавливаются к зимним условиям. С другой стороны, чем раньше весной температура поднимается до уровня биологического нуля (при достаточном

количестве выпадающих осадков), тем больше площадь второй зоны и продолжительнее период активного роста растений.

Ниже дается краткая характеристика условий Гунибского плато (1700 м над ур. м.) за 2007 и 2008 гг. по климатодиаграммам, представленным на рис. 3 и 4.

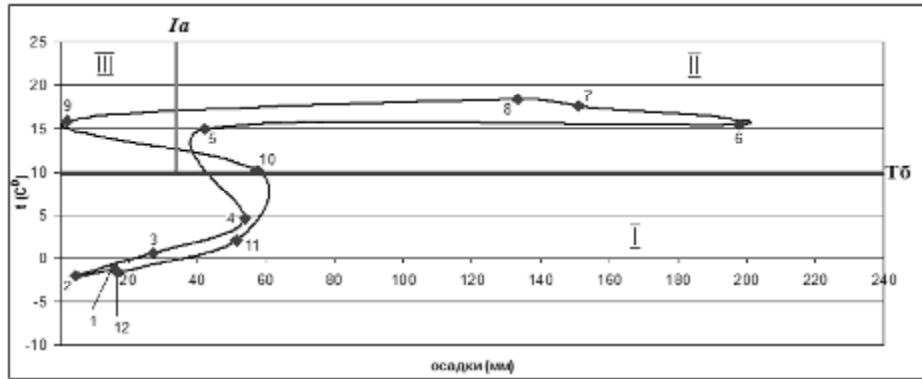


Рис. 3. Климатодиаграмма для Гунибского плато (2007 г.)

Примечание: (здесь и на рис. 5, 7, 8) арабскими цифрами обозначены месяцы, римскими — экологические зоны: I — зона глубокого и вынужденного покоя; II — зона оптимума; III — аридная зона; T<sub>б</sub> — уровень температуры биологического нуля; I<sub>a</sub> — граница перехода в аридную зону (по индексу аридности)

В зимний период 2007 г. средняя температура воздуха на Гунибском плато не опускалась ниже -5.0°C, осадков было мало, колебание их за три месяца было незначительное. Некоторое увеличение количества осадков наблюдалось в апреле, но при этом температура воздуха оставалась ниже биологического нуля, что препятствовало началу роста древесных растений. В мае средняя температура воздуха резко повысилась до 15.0°C, но количество выпавших осадков изменилось незначительно (поворот линии климатодиаграммы в левую сторону). В июне картина изменилась — выпало большое количество осадков (197.9 мм) при незначительном (на 2.0°C) изменении температуры (растяжение линии вправо вдоль оси абсцисс). В июле и августе количество выпавших осадков уменьшилось, а средняя температура повысилась до 18.3°C (растяжение линии по оси абсцисс влево). В сентябре температура сохранилась на том же уровне, но количество осадков резко сократилось (линия с незначительным уклоном растянута вдоль оси абсцисс), что привело к формированию аридных неблагоприятных условий — значение индекса аридности (I<sub>a</sub>) 41.9. В октябре температура воздуха снизилась существенно при незначительном увеличении количества осадков (нисходящий изгиб линии вправо), что способствует лучшей подготовке растений к зиме. В ноябре и декабря при постепенном снижении температуры, уменьшилось и количество выпавших осадков (нисходящий изгиб линии влево).

Климатодиаграмма 2008 г. (рис. 4) показывает, что в январе и феврале средняя температура выше, чем в 2007 г., при меньшем количестве осадков (крутой подъем линии вдоль оси ординат).

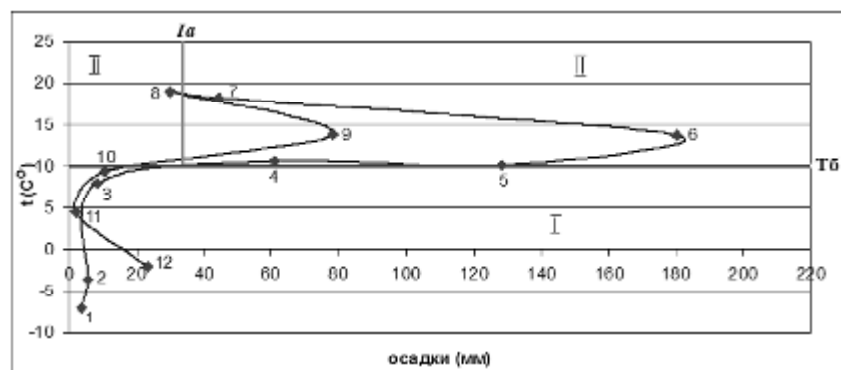


Рис. 4. Климатодиаграмма для Гунибского плато (2008 г.)

В марте 2008 г. температура уже близка к биологическому нулю ( $-7,9^{\circ}\text{C}$ ), а в апреле перевалила этот порог ( $10^{\circ}\text{C}$ ), тогда как в апреле 2007 г. средняя температура была в два раза ниже ( $5^{\circ}\text{C}$ ). В весенние месяцы и в июне 2007 г. количество выпавших осадков возрастает, но общее их количество все же остается ниже, чем в эти же месяцы 2008 г., с одновременным повышением температуры воздуха. Сумма осадков в этот период 2008 г. равняется количеству осадков, выпавших в июне 2007 г. В июле и августе количество осадков резко снизилось, а средняя температура воздуха повысилась до  $19^{\circ}\text{C}$ , что привело к установлению аридных условий. В сентябре количество осадков увеличилось, а температура воздуха снизилась, и линия климатодиаграммы вернулась в зону оптимума. С октября по декабрь температура снизилась без резких перепадов, а количество осадков значительно уменьшилось, как и в 2007 г.

Оценку погодных условий по климатодиаграммам мы использовали для интерпретации ростовой активности годичных побегов женских и мужских растений *Juniperus oblonga* Vieb. на Гунибском плато (рис. 5).

В 2007 г. длина годичных побегов женских и мужских кустов *J. oblonga* выше, чем в 2008 г. Объясняется это тем, что в весенний период 2007 г. выпало значительно больше осадков, хотя вегетационный период и завершился раньше (в сентябре).

Активный рост годичных побегов у *J. oblonga* в основном происходит в весенние месяцы, поэтому влагообеспеченность в этот период при благоприятной температуре имеет решающее значение. В апреле 2008 г. прирост побегов женских растений составил 1.3 см, а побегов мужских кустов – 0.9 см, что намного ниже (72% и 64% соответственно) показателей 2007 г. В мае картина существенно не изменилась. В последующие месяцы рост побегов в 2007 г. несколько снизился, но превосходил показатели 2008 г. Оценка ростовой активности побегов *J. oblonga* по климатодиаграммам показывает, что в 2007 г. сложились более благоприятные условия для роста как по температуре, так и по влажности. В 2008 г. в течение двух весенних месяцев (апрель и май) температура была на уровне биологического нуля (линия на границе зоны вынужденного покоя). То есть весенняя низкая температура задержала вступление растений в фазу интенсивного роста побегов. Слабый рост последних в летний период 2008 г. связан с сокращением количества выпавших осадков до 44.3 мм и одновременным повышением средней температуры до максимума ( $18.2^{\circ}\text{C}$ ). Коэффициент аридности для июля составил 18.9.

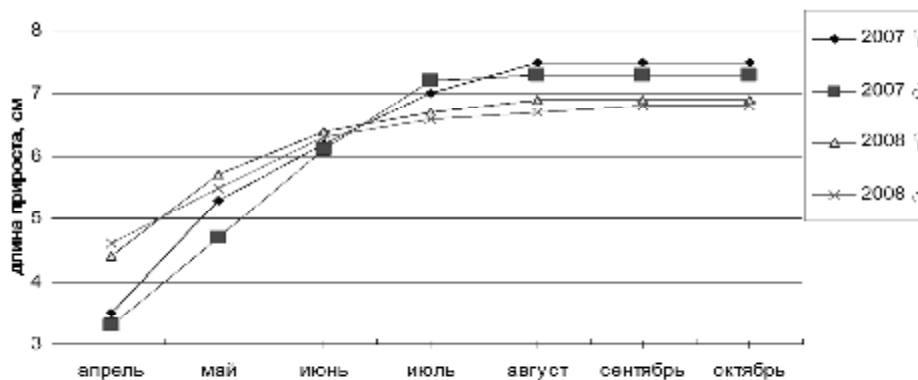


Рис. 5. Динамика роста побегов женских и мужских кустов *J. oblonga* в 2007 и 2008 гг. (n – 30 побегов)

Однако рост побегов в 2008 г. продолжался сравнительно дольше (на женских кустах – до конца августа, а на мужских – до конца сентября), так как в конце лета и осенью сложились более благоприятные условия (линия климатодиаграммы не выходит за пределы второй зоны). Рост побегов можжевельника в 2007 г.

остановился в конце августа, что было связано с незначительным количеством осадков (линия климадиаграммы переходит в аридную зону).

Мы видим, что климадиаграммы Болла – Тейлора позволяют оценивать особенности роста побегов древесных растений не только в зависимости от изменения погодных условий за вегетационный период, но и в зависимости от состояния условий в течение всего года. Это важно, так как для роста побегов деревьев большое значение имеет влагообеспеченность более глубоких слоев почвы в зимний период. В целом условия 2007 г. оказались более благоприятными для активного роста побегов растений *J.oblonga*, чем условия 2008 г., хотя в первом случае осенняя засуха и вызвала преждевременную остановку их роста. То есть климадиаграммы Болла – Тейлора визуализируют экологическую информацию и делают ее доступной для интерпретации адаптивных реакций растительного организма.

Морфологические и анатомические адаптивные изменения листьев у видов, относящихся к разным экологическим группам (*Platanus orientalis* L. – мезофит, *Quercus robur* L. – ксеромезофит, *Ulmus pumila* L. – ксерогалофит), нами оценены по климадиаграммам, составленным для условий г. Махачкалы.

Прежде всего, климадиаграммы, представленные на рис. 6 и 7, отражают различия, имевшие место в погодных условиях г. Махачкалы за 2009 и 2010 гг. В целом 2009 г. оказался более влажным и прохладным, с крайне неблагоприятным распределением осадков по месяцам. Особенно засушливыми выдались весна и первая половина лета (линия климадиаграммы за весь этот период размещена в аридной зоне).

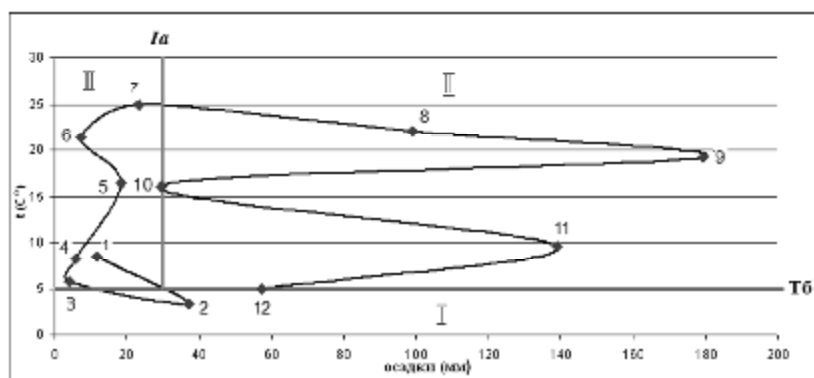


Рис. 6. Климадиаграмма для г. Махачкалы за 2009 г.

В августе произошла смена аридных условий на гумидные, с увеличением количества осадков в сентябре до 179.3 мм. В октябре опять стало сухо (29.3 мм), при колебании средней температуры воздуха от 19.2 до 16.4°C (максимум в июле – 25.0°C). В ноябре количество осадков вновь увеличилось, что могло способствовать лишь лучшей подготовке деревьев к зимним условиям.

Таким образом, линия климадиаграммы за 2009 г. имеет бóльшую протяженность в аридной зоне (с марта по июль и в октябре) и только в августе, сентябре и ноябре занимает оптимальную зону. Такая картина отражает значительную экологическую нагрузку, которую испытали древесные растения в начале вегетационного периода, что и явилось причиной относительно низкой ростовой активности побегов деревьев изученных видов.

Линия климадиаграммы, отражающая условия 2010 г., имеет бóльшую вытянутость вдоль оси ординат и меньшую вдоль оси абсцисс по сравнению с 2009 г., что связано с перепадами температуры и относительно меньшим количеством выпавших осадков.

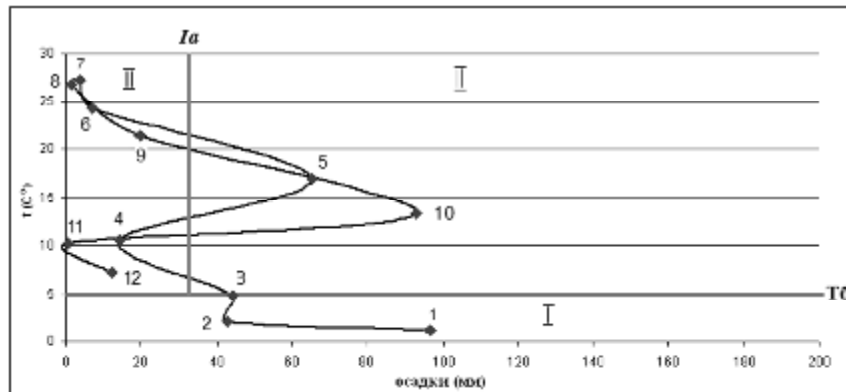


Рис. 7. Климатодиаграмма для г. Махачкалы за 2010 г.

Особенно неблагоприятные условия в 2010 г. для древесных растений г. Махачкалы сложились в летний период (линия климатодиаграммы с середины июня до середины сентября размещена в аридной зоне). Кроме того, мало было осадков (при низкой температуре) и в апреле, что отразилось не только на размерах, но и на структуре листьев, хотя в мае сложились более благоприятные погодные условия. В целом размеры листьев у *U. pumila*, *P. orientalis* показали большую зависимость от погодных условий при прохождении вегетационных циклов за два года, чем таковые у *Q. robur* (см. таблицу).

У *P. orientalis* за эти годы длина листовой пластинки изменилась незначительно, в то время как ширина в 2009 г. уменьшилась существенно (на 4.5 см). Такую морфологическую реакцию листьев этого вида мы связываем с засушливостью условий (низкий индекс аридности) в мае 2009 г. в период наиболее интенсивного роста листьев.

**Сравнительный анализ морфологической и анатомической структуры листьев *P. orientalis*, *Q. robur*, *U. pumila* в г. Махачкале по годам**

Признаки	2009 год			2010 год		
	<i>P. orientalis</i>	<i>Q. robur</i>	<i>U. pumila</i>	<i>P. orientalis</i>	<i>Q. robur</i>	<i>U. pumila</i>
Длина листа, см	14.4±0.70	9.8±0.66	6.4±0.2**	15.0±0.51	9.5±0.31	5.3±0.21**
Ширина листа, см	13.9±1.46*	5.4±0.31	3.4±0.08*	18.4±0.9*	4.9±0.14	3.1±0.09*
Длина черешка, см	5.7±0.69*	0.8±0.05	0.8±0.05	3.9±0.41*	0.8±0.08	0.7±0.02
Количество клеток в/э, шт.	993.3±41.66**	1444.4±68.61*	906.6±34.39	786.6±51.01**	1203.8±95.12*	915.6±25.83
Количество устьиц в/э, шт.	0	0	0	1.1±0.24	0	0
Количество клеток н/э, шт.	1517.7±70.88	2317.7±39.33	2753.3±53.22*	1613.3±69,68	2209.9±77.58	2484.4±89.40*
Количество устьиц н/э, шт.	176.1±12.50***	448.9± 26.44	293.9± 16.44	290.5±16.08***	471.6±23.26	254.4±13.25
Количество трихом н/э, шт.	37.2±9.66	36.7±5.28	57.8±7.89*	17.7±3.95	46.6±6.33	36.1±5.28*

Примечание: в/э – верхняя эпидерма; н/э – нижняя эпидерма; отличия достоверны при: \* –  $P > 0.95$ ; \*\* –  $P > 0.99$ ; \*\*\* –  $P > 0.999$ .

Кроме того, на рост весенних листьев, хотя это процесс непродолжительный [15, 16], имело место не только влияние текущих погодных ситуаций, но и пролонгированное влияние зимних условий с низким показателем индекса аридности (рис. 7).

Известно, что в сходных погодных условиях растения различных экологических групп ведут себя по-разному. При этом замечено, что у ксероморфных растений размер листа изменяется более значительно [15]. Уменьшение линейных размеров листа у *U. pumila* в 2010 г. по сравнению с двумя другими более влаголюбивыми

видами мы связываем с его ксероморфностью и адаптивной реакцией на критические погодные условия в начале весны (незначительные осадки) при более раннем росте листьев.

У *P. orientalis* в 2010 г. наблюдается уменьшение только длины черешков листьев. Такую реакцию листьев этого вида мы связываем с его мезофильностью и с более поздним формированием черешков в структуре листа. Можно констатировать, что формирование структурных элементов листьев у древесных растений имеет сложную природу, зависящую от их экологических предпочтений, возраста и виталитета деревьев, включая пролонгированное воздействие условий предыдущих месяцев.

Различие условий разных лет оказали определенное воздействие и на анатомическое строение листьев *P. orientalis*, *Q. robur*, *U. pumila*.

Например, в 2010 г. – более засушливом году – количество клеток верхней эпидермы у листьев *P. orientalis* и *Q. robur* и количество клеток нижней эпидермы у *U. pumila* на единицу поверхности достоверно уменьшилось. Формированию листьев с более ксероморфными признаками способствовали аридные условия, прежде всего, в весенний период, хотя эти различия оказались достоверными только для *P. orientalis*.

Что касается числа трихом, то их количество существенно больше только у листьев *U. pumila* в 2009 г., что связывают [15], как было отмечено выше, с более сильной адаптивной реакцией на неблагоприятные условия среды у более устойчивых видов.

Таким образом, проведенный нами анализ ростовой активности годичных побегов женских и мужских растений *J. oblonga* (Гунибское плато) и морфолого-анатомических особенностей листьев древесных видов *P. orientalis*, *Q. robur*, *U. pumila* (г. Махачкала) с применением модифицированных климатодиаграмм Болла – Тейлора позволил получить более полное представление о механизмах адаптации к различным условиям с более углубленной экологической интерпретацией полученных результатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вальтер Г. Растительность земного шара. Леса умеренной зоны. М.: Прогресс, 1974. Т. 2. 424 с.
2. Дажо Р. Основы экологии. М.: Прогресс, 1975. 415 с.
3. Афанасьева Н.Б., Березина Н.А. Введение в экологию растений. М.: Изд-во Московск. ун-та, 2011. 800 с.
4. Страсбургер Э. Ботаника. М.: Изд. центр «Академия», 2007. Т. 4. 256 с.
5. Гричук В.П. Реконструкция скалярных климатических показателей по флористическим материалам и оценка ее точности // Методы реконструкции палеоклиматов. М.: Наука, 1985. С. 20–28.
6. Гричук В.П., Зеликсон Э.М., Борисова О.К. Реконструкция климатических показателей раннего кайнозоя по палеофлористическим данным // Климаты Земли в геологическом прошлом. М.: Наука, 1987. С. 69–77.
7. Лопатина Д.А. Растительность и климат эоцена – миоцена Восточного Сихотэ – Алия по данным палеоботанического анализа // Тихоокеанская геология. 2004. Т. 23, № 3. С. 98–112.
8. Волков И.В. Анализ особенностей распространения ксерофитной растительности Чуйской котловины в связи с изменениями климата голоцена // Бюл. Ботанического сада-института ДВО РАН. 2008. Вып. 2. С. 24–29.
9. Волков И.В., Волкова И.И., Севастьянов В.В. Влияние климатических условий на распространение некоторых типов высокогорной растительности Алтая // Вестн. ТГПУ. 2009. Вып. 6(84). С. 132–137.
10. Вальтер Г. Растительность земного шара (тропические и субтропические культуры). М.: Прогресс, 1968. Т. 1. 551 с.
11. Бродский А.К. Краткий курс общей экологии. М.; СПб.: Изд-во ДЕАН+АДИА, 1996. 164 с.
12. Ахмедова Л.Ш., Гасанов Ш.Ш. Практикум по учению об атмосфере. Махачкала, 2004. 67 с.
13. Асадулаев З.М., Садыкова Г.А. Структурная и ресурсная оценка природных популяций можжевельника продолговатого (*Juniperus oblonga* Vieb.) в Дагестане. Махачкала: Наука ДНЦ, 2011. 216 с.



14. Фаустов В.В. Методы учета сезонного развития плодовых растений: методические указания к практическим занятиям по плодоводству. М., 1979. 52 с.

15. Василевская В.К. Формирование листа засухоустойчивых растений. Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1954. 183 с.

16. Эзау К. Анатомия растений. М.: Наука, 1969. 554 с.

*Поступила в редакцию 12.03.2013 г.*

*Принята к печати 30.09.2013 г.*