

# ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ *PINUS SYLVESTRIS* L. В КОНТРАСТНЫЕ ПО МЕТЕОУСЛОВИЯМ ГОДЫ

Е.С. Клушевская

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», Воронеж, [ekogenlab@gmail.com](mailto:ekogenlab@gmail.com)

**Аннотация.** Проведено исследование адаптивного потенциала сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* в зависимости от генотипа модельных деревьев *ex situ*. Изучена норма реакции и ее сдвиги по параметрам водного режима на фоне контрастных по метеоусловиям лет. Обсуждаются механизмы устойчивости сосны к абиотическому стрессу.

**Ключевые слова:** Сосна обыкновенная, адаптация, водный режим

**DOI:** 10.31255/978-5-94797-319-8-418-422

Физиологические исследования древесных, мониторинг тест-объектов позволяют оценивать степень влияния биотических и абиотических факторов на жизненное состояние растений. На территории Воронежской области погодные условия последних лет существенно отклонялись от региональной нормы [[www.pogodaiklimat.ru](http://www.pogodaiklimat.ru)], что, несомненно, оказало негативное влияние на растительные сообщества. Сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L. является относительно неприхотливым и в достаточной степени устойчивым к стрессу видом [Бикмуллин и др., 2011]. Широкий диапазон варьирования признаков позволяет ей чутко реагировать на внешние изменения и эффективно приспосабливаться к колебаниям окружающей среды.

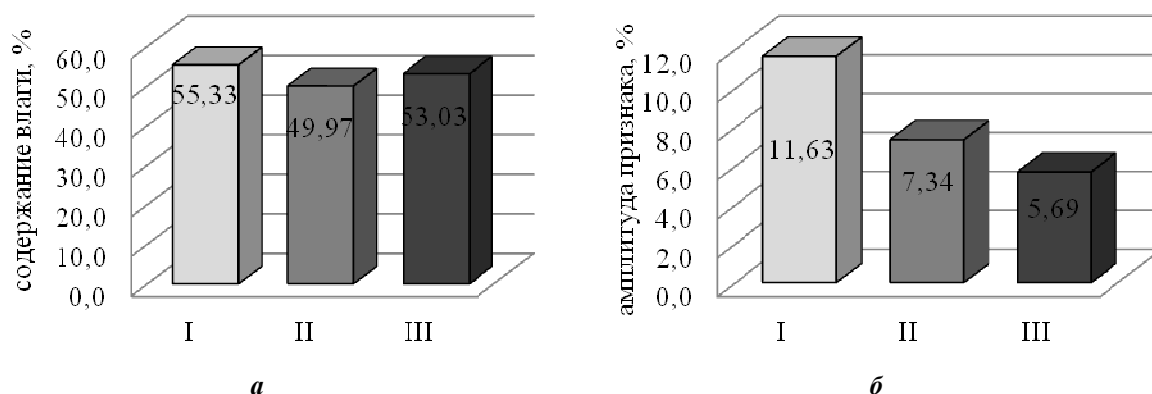
В качестве объекта исследования был выбран Ступинский тест-объект (Воронежская область, Рамонский район). Это типичное для ЦЧР по семенной и вегетативной продуктивности насаждение сосны, произрастающее вблизи Воронежского биосферного заповедника, где уровень эмиссионной нагрузки вдвое ниже среднего показателя по области [Куролап и др., 2010]. Лесорастительные условия отвечают биологии вида, что позволяет использовать данное насаждение в качестве эталонного. Для изучения устойчивости сосны к погодному стрессу в свежесобранных образцах хвои второго года жизни в течение трех лет (2013, 2014, 2015 гг.) определяли показатели водного режима в начале вегетационного сезона. Анализировались две группы растений: устойчивые и чувствительные к засухе, отобранные Кузнецовой Н.Ф. по признакам семенной продуктивности. Показатели водного режима растений (общее содержание влаги, количество коллоидно-связанной воды) определяли по общепринятой методике Починка [Починок, 1976]. Статистическую обработку проводили используя программный продукт Statistica 6.

Водный режим является одним из наиболее значимых и репрезентативных параметров оценки жизненного состояния растения. По сути, мы имеем дело с интегральной характеристикой, отражающей влияние разных внутренних и внешних факторов. Это климатические, эдафические, биотические, антропогенные и техногенные воздействия. Растения, в силу прикрепленного образа жизни, вынуждены оперативно реагировать на них, направляя усилия на сохранение постоянства внутренней среды - гомеостатического состояния для поддержания метаболических процессов на необходимом уровне вне зависимости от изменяющихся условий.

Погода в 2013 г. на момент отбора проб стояла жаркая с превышением более чем на 5°C среднесуточной температуры и полным отсутствием осадков в течение предшествующих 2-х недель. Весной 2014 г. температурный режим был близким к

региональной норме, после 2-х недельного засушливого периода за несколько дней до сбора образцов выпало 90% месячной нормы осадков. Осенью 2014 г. в Воронежской области произошла засуха на фоне резкого падения уровня грунтовых вод. За три осенних месяца в регионе выпало менее 20% нормы месячных осадков. Погодные условия 2015 г. близки к средним региональным показателям.

Анализ водного режима показал, что содержание влаги в хвое модельных деревьев соответствует литературным данным [Тарханов, 2011]. При погодичном сравнении образцов выявлено достоверное отличие значений, полученных в 2014 г. В целом область распределения признака для всех трех лет исследования совпадает только на 22.3%. Данные представлены на рисунке 1.



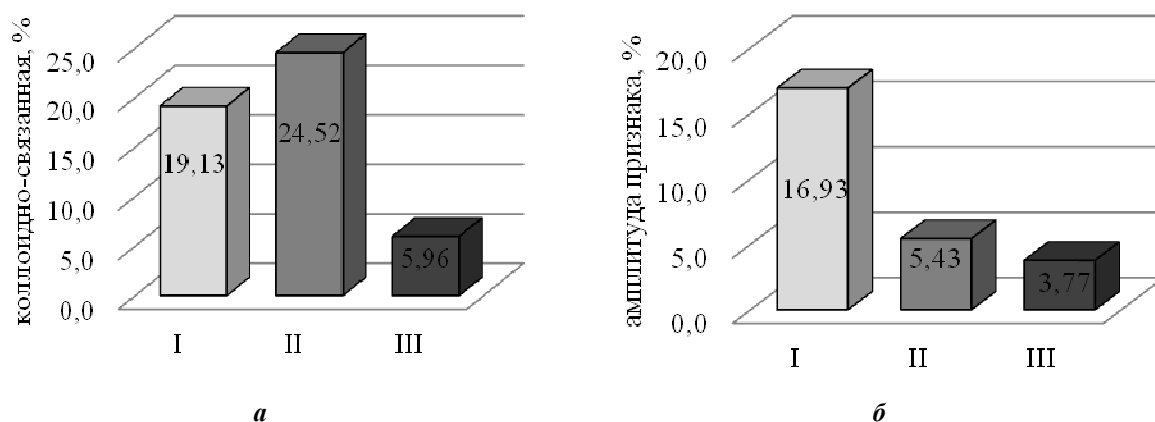
**Рис. 1. Содержание влаги в хвое сосны обыкновенной (а) и амплитуда изменения признака (б) в годы исследования. I, II, III, – образцы 2013, 2014, 2015 гг.**

Поскольку исследования проводились на одних и тех же растениях, то можно предположить, что наблюдаемые отличия содержания влаги во многом являются следствием осенней засухи и длительного весеннего засушливого периода. К колебаниям температурного режима (в определенных рамках) деревья достаточно устойчивы, о чем могут свидетельствовать сходные значения содержания влаги в 2013 и относительно благоприятном 2015 годах. Двухнедельное отсутствие осадков 2013 г. компенсировалось запасом влаги в почве, благодаря достаточному увлажнению в предшествующие зимние месяцы.

П.А. Генкель [Генкель, 1982] при изучении механизмов засухоустойчивости выявил ряд причин разной резистентности растений к гидротермическому стрессу: генетические особенности организма, его состояние на момент действия стресса, экологическая ситуация, а так же природа и интенсивность раздражителя. Согласно литературным данным, любой стресс расширяет границы изменчивости признаков растений. При этом их отклик на воздействие дополнительной нагрузки существенно уменьшается, что предохраняет генетический материал от разрушения [Кузнецова, Машкина, 2011; Клушевская, Кузнецова, 2016]. Наиболее широкие пределы варьирования признака в 2013 г. могут свидетельствовать об определенной стрессовой нагрузке, поиске адаптационных возможностей. Но ответить однозначно, с чем связано сужение границ варьирования признака в 2014 г. – выпадением обильных осадков или же, наоборот, изнуряющим недостатком влаги в течение длительно времени – не представляется возможным.

Общее содержание влаги – эколого-зависимый признак, характеризующий жизненное состояние растения и его генотип-средовую зависимость. Здоровые растения способны использовать всю доступную влагу, и, произрастая в сходных условиях, должны содержать сходное количество влаги с несущественными отличиями, в силу индивидуальных особенностей каждого растения [Исаева, Черепнин, 1988]. Способность растения удерживать влагу (за счет повышения количества связанной

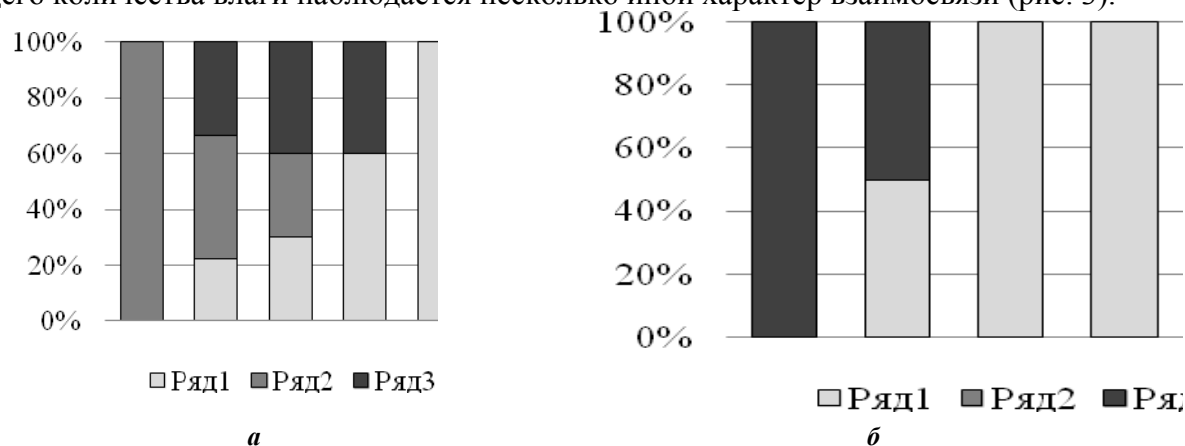
воды на достаточном для роста и развития уровне) во многом определяется наследственными причинами, но в то же время тесно связана с условиями произрастания [Наквасина, 2002]. Анализ содержания коллоидно-связанной воды представлен на рисунке 2.



**Рис. 2.** Содержание коллоидно-связанной воды в хвое сосны обыкновенной (а) и амплитуда изменения признака (б) в годы исследования. I, II, III, – образцы 2013, 2014, 2015 гг.

В свежесобранной хвое уровень коллоидно-связанной воды у всех растений относительно невысокий. Однако по годам данные достоверно отличаются. В 2015 г., для которого характерны наиболее низкие значения, показатель определялся только у 30% исследованных образцов. Область распределения признака не перекрывается с образцами двух других лет. Самый широкие границы изменчивости наблюдались в 2013 г., полностью включая в себя значения 2014 г., когда происходит сужение пределов варьирования за счет значительного (более чем вдвое) повышения минимальных значений. Минимум в 2013 г. составил 10,8, а в 2014 г. - 22,2%. Необходимо отметить, что повышение содержания коллоидно-связанной воды является адаптивным механизмом, способствующим удержанию влаги и сохранению жизнеспособности растения [Кузнецов, Дмитриева, 2006; Клушевская, Кузнецова, 2016]. При анализе диапазона изменчивости признака по годам мы наблюдаем изменения аналогичные общему содержанию влаги: максимальный размах амплитуды в 2013 и минимальный в 2015 г.

При сопоставлении данных анализа содержания коллоидно-связанной воды и общего количества влаги наблюдается несколько иной характер взаимосвязи (рис. 3).



**Рис. 3.** Содержание влаги (а) и коллоидно-связанной воды в хвое сосны обыкновенной (б) в годы исследования, в процентном соотношении по рангам. Ряд 1, ряд 2, ряд 3 – образцы 2013, 2014, 2015 гг.

Средним и высоким значениям содержания влаги в 2013 г. соответствуют средние и низкие значения коллоидно-связанной воды. Повышенные значения коллоидно-связанной воды сопряжены с пониженными значениями влаги в 2014 г. А средним показателям влаги 2015 г. отвечает низкий уровень связанной воды.

Таким образом, полученные данные отражают, с одной стороны адаптивный характер исследуемых признаков, а с другой, механизмы поддержания гомеостатического состояния сосны в ответ на неблагоприятные погодные условия вегетационного сезона 2014 г.

Достоверных отличий между группами устойчивых и чувствительных растений в исследованные годы выявить не удалось. Вероятно, это обусловлено включением защитных механизмов, направленных на поддержание внутренней среды при изменении внешней, и нивелирующих последствия неблагоприятных погодных воздействий. Ранее показано, что у сосны подобные отличия дифференцируются в интервале «доза-эффект» только в зоне ингибирования [Кузнецова, 2012].

В целом, данные признаки водного режима являются информативными. Они позволяют судить о состоянии сосновых лесов лесостепной зоны и их экологическом потенциале в условиях усиливающейся аридизации регионального климата.

#### Литература

Бикмуллин Р.Х., Ямалеев Р.Х., Кулагин А.А. Оценка состояния древостоев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в пределах казанского промышленного центра // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1 (4). – С. 964 – 970.

Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. Москва: Наука, 1982. – 280с.

Исаева Л.Н., Черепнин В.Л. Качество древесины географических культур сосны обыкновенной в средней сибире // Лесоведение. – 1988. – №2. – С. 80–83.

Клушевская Е.С., Кузнецова Н.Ф. Изменение нормы реакции физиолого-биохимических параметров при исследовании устойчивости сосны обыкновенной к техногенному стрессу / Сигнальные системы растений: от рецептора до ответной реакции организма: матер. конф. Санкт-Петербург, 2016. – С. 229–230.

Клушевская Е.С., Кузнецова Н.Ф. Оценка устойчивости сосны обыкновенной к засухе по физиологическим характеристикам хвои // Лесоведение. – 2016. – № 3. – С. 216–222.

Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений: учебник. – Москва: Высшая школа, 2006. – 742 с.

Кузнецова Н.Ф. Особенности семеношения сосны обыкновенной на территории ЦЧР в засуху 2010г. // Хвойные бореальной зоны. – 2012. – XXX, № 3 – 4. – С. 1–7.

Кузнецова Н.Ф., Машкина О.С. Реакция на стресс и ее последствие у сосны обыкновенной в онтогенезе и при смене поколений // Хвойные бореальной зоны. – 2011. – XXVIII, № 1 – 2. – С. 83–90.

Куролуп С.А., Нестеров Ю.А., Епринцев С.А. Типизация территории Воронежской области по уровню техногенного воздействия на среду обитания // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – 2010. – № 1. – С. 5–11.

Наквасина Е.Н. Дегидратация хвои сосны обыкновенной в географических культурах Архангельской области // Лесной журнал. – 2002. – № 6. – С. 16–21.

Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений // Методы исследования водного режима растений. – Киев: «Наукова думка», 1976. – 334 с.

Тарханов С.Н. Индивидуальная изменчивость биохимических признаков и состояние форм сосны обыкновенной в условиях аэротехногенного загрязнения // Лесоведение. – 2011. – № 2. – С. 62–69.

**VARIABILITY OF PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SCOTS PINE  
*PINUS SYLVESTRIS L.* IN VARIOUS TYPES OF METEOROLOGICAL YEARS**

E.S. Klushevskaya

FGBI "All-rusRIFGBB" (All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology), Voronezh, Russia, [ecogenlab@gmail.com](mailto:ecogenlab@gmail.com)

**Abstract.** The *ex situ* study of the Scotch pine adaptive capacity depending on the genotype of the model trees has been carried out. The reaction norm and its change by the parameters of the water regime during various types of meteorological years are analyzed. The mechanisms of pine abiotic stress resistance are being discussed.

**Keywords:** *Scotch pine, adaptation, water regime*