

## ВЛИЯНИЕ ЦВЕТА КОНТЕЙНЕРА НА РОСТ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА THUJA OCCIDENTALIS 'SMARAGD'

кандидат сельскохозяйственных наук **А.Н. Цепляев**<sup>1</sup>

доктор сельскохозяйственных наук, доцент **Э.И. Трещевская**<sup>1,2</sup>

1 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова»,  
г. Воронеж, Российская Федерация

2 – ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»,  
Российская Федерация

В статье приводятся результаты трехлетних исследований роста саженцев туи в пластиковых горшках трех цветов. Установлены различия между нагревом поверхности разноцветных контейнеров и субстрата. Цвет горшка оказывает влияние на рост растения в середине вегетативного периода, когда температура воздуха и уровень инсоляции достигают максимальных значений. Максимальные ростовые показатели продемонстрировали растения, выращенные в зеленых горшках, однако в ходе статистической обработки полученных данных достоверных различий не выявлено. Дисперсионный анализ в первый год выращивания выявил наличие влияния фактора «цвет контейнера» на прирост туи по диаметру на уровне 22 % от всей совокупности воздействующих факторов, в дальнейшем данное влияние нивелировалось. Корреляционный анализ продемонстрировал высокую связь между температурой поверхности горшка и субстрата с северной  $r = 0,95-0,98$ , южной  $r = 0,84-0,99$ , западной  $r = 0,96-0,99$  сторон, и среднюю с восточной стороны ( $r = 0,29-0,81$ ). Различий по цветам контейнера не выявлено. Анализ активности солей в субстрате контейнеров показывает, что после первого года выращивания субстрат имеет различное содержание макро- и микроэлементов в контейнерах трех цветов. По-видимому, высокая температура в черном контейнере приводит к увеличению скорости химических реакций, а также более интенсивному выщелачиванию основных элементов питания из субстрата. Сила влияния фактора «цвет контейнера» на содержание доступных макро- и микроэлементов после первого года составляет 37,5 % от всей совокупности. К концу эксперимента сила влияния данного фактора не превышала 5 %.

**Ключевые слова:** туя западная 'Smaragd', пластиковый контейнер, температура субстрата, активность ионов, рост растения, питомник

## INFLUENCE OF THE CONTAINER COLOR ON THE GROWTH OF THUJA OCCIDENTALIS 'SMARAGD' PLANTING MATERIAL

PhD (Agriculture) **A.N. Tseplyaev**<sup>1</sup>

DSc (Agriculture), Associate Professor **E.I. Treshchevskaya**<sup>1,2</sup>

FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov",  
Voronezh, Russian Federation

FSI "Saint Petersburg Forestry Research Institute", Russian Federation

### Abstract

The article presents the results of a three-year study of the growth of thuja seedlings in plastic pots of three colors. Differences were found between heating the surface of multi-colored containers and the substrate. The color of the containers affects plant growth in the middle of the vegetative period, when air temperature and insolation level reach maximum values. The plants grown in green pots showed maximum growth indicators. However, during the statistical processing of the data obtained significant differences have not been found. Analysis of variance in the first year of

cultivation revealed the presence of a factor — the color of the container impact on the thuja growth in diameter at 22 % of the total set of influencing factors. This effect was leveled later. Correlation analysis has showed high relationship between the surface temperature of the pot and substrate with the north ( $r = 0.95-0.98$ ), the south ( $r = 0.84-0.99$ ), the west ( $r = 0.96-0.99$ ) sides, and the average with the east side ( $r = 0.29-0.81$ ). No differences in container colors were found. Analysis of the activity of salts in the substrate of containers shows that the substrate has a different content of macro- and microelements in containers of three colors after the first year of cultivation. Apparently, high temperature in the black container leads to an increase in the rate of chemical reactions, as well as a more intensive leaching of the main nutrients from the substrate. The influence of the “container color” factor on the content of available macro- and micronutrients after the first year is 37.5 % of the total population. By the end of the experiment, the strength of this factor did not exceed 5 %.

**Keywords:** *Thuja occidentalis* 'Smaragd', plastic container, substrate temperature, ion activity, plant growth, nursery

### Введение

Выращивание посадочного материала древесно-декоративных пород в пластиковых технологических горшках является важнейшим направлением современного декоративного и лесного питомниководства [1, 2, 3, 4]. Данная технология успешно применяется с середины XX века и позволяет существенно расширить сроки посадочного периода [5, 6]. В настоящее время для производства посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС) используются рассадные кассеты, полиэтиленовые пакеты, пластиковые контейнеры различной формы, объема и цвета. Широкая цветовая палитра контейнеров для производителей обусловлена, прежде всего, эстетической стороной вопроса.

Более широкое распространение в питомниках получили технологические горшки черного, терракотового, зеленого цветов. Различный цвет поверхностей горшка влияет на интенсивность нагрева пластика солнечным излучением. Тепловая энергия, передаваясь субстрату, воздействует на корни растения [7] с максимальной интенсивностью с южной, юго-западной и западной сторон.

Температурный фактор является одним из главных при выращивании растений в контейнерах [8–11, 13, 14]. Корневая система подавляющего большинства растений, произрастающих в природе, подвержена незначительным колебаниям температуры в течение дня. В горшках же субстрат в летний период прогревается до опасных для растения значений ( $+40...+50$  °C). Данные температурные экстремумы провоцируют нарушение физиологических функций организма: ингибируется фотосин-

тез, увеличивается потеря влаги за счет увеличения интенсивности транспирации, повреждаются клеточные мембраны, денатурируют важнейшие белки и т. д. [15–17].

Сведения о влиянии тепловых процессов, протекающих в субстратах контейнеров различного цвета под воздействием высоких температур, на рост посадочного материала необходимы для создания оптимальных условий выращивания сеянцев и саженцев с ЗКС.

Целью нашего эксперимента было установление влияния цвета контейнера на нагрев субстрата и, как следствие, на рост и продуктивность растений в пластиковых горшках.

### Методика исследований

Исследования проводились в базисном питомнике ООО «Объединенные питомники». Для исследований была выбрана туя западная «Смарagd» (*Thuja occidentalis* 'Smaragd'). В рамках эксперимента была заложена опытная контейнерная площадка, на которой были выставлены растения туи, высаженные в пятилитровые пластиковые контейнеры черного (контроль), терракотового, зеленого цветов. Многолетний опыт выращивания контейнерного посадочного материала в зарубежных и отечественных питомниках показывает, что оптимальный срок пребывания растений в определенном объеме горшка не должен превышать одного сезона. На практике бывают ситуации, когда растения находятся в одном и том же контейнере два года и более. С целью получения более объективной картины мы проводили эксперимент в течение трех сезонов, в период с апреля 2013 г. по ноябрь 2015 г.

Для контейнерки были взяты укорененные черенки собственного производства в рассадных горшках р 9 и помещены в субстрат из низинного торфа с добавлением крупнозернистого песка (3:1). В каждом варианте было взято по 10 растений в трехкратной повторности. Каждому растению был присвоен порядковый номер. При размещении контейнеров на площадке использовался метод рандомизации.

Замеры температуры субстрата производились с четырех сторон в течение трех летних месяцев 2013 года электронными термометрами для твердых сред TP 3001. Параллельно измерялась температура поверхности контейнера пирометром IR-66. Температура воздуха фиксировалась при помощи цифровой метеостанции. Замеры начинали с 10<sup>00</sup> в связи с утренним поливом, проводимым в 8<sup>00</sup>. Обеспеченность субстрата необходимыми питательными элементами проводилась прибором PNT 3000 (Германия), который позволяет определить содержание доступных для растений солей в почве с учётом влажности, плотности, температуры. Показания прибора интерпретировались с использованием таблицы, приведенной производителем.

Обработку полученных данных проводили с применением следующих компьютерных программ: Microsoft Excel, 2010, Statistica 13.0, Статистика 6.2.

### Результаты и обсуждение

На графике (рис. 1) приведена среднедневная динамика температуры поверхности контейнеров разного цвета в наиболее активные дневные часы.

Закономерно, что температура субстрата напрямую зависит от степени нагрева стенки контейнера. Как и следовало ожидать, наиболее интенсивно нагреваются поверхности контейнеров и субстрат с южной стороны в 12<sup>00</sup> – 16<sup>00</sup> часов. Поверхность черного контейнера нагревается выше зеленого (на 3-4 °С) и терракотового (на 4,5-5,3 °С). Температура субстрата в черном контейнере с южной стороны (в 14<sup>00</sup> часов) достигает 40-41,4 °С, что выше, чем в зеленом (на 6,3 °С) и терракотовом (на 10 °С) градусов. С западной стороны максимальный нагрев поверхности контейнера приходится на 18<sup>00</sup>, что напрямую связано с движением солнца. Разни-

ца здесь в случае с черным и терракотовым составляет 3 °С, черным и зеленым – 2 °С. Различия нагрева субстрата с западной стороны в контейнерах всех цветов варьируются в пределах 3 °С. С восточной стороны пик нагрева поверхности контейнера приходится на 12<sup>00</sup>, контейнеры всех цветов прогреваются интенсивнее воздуха на 3-5 °С. Температура субстрата в черных контейнерах выше на 4 °С по сравнению с терракотовыми и на 1 °С – по сравнению с зелеными. С северной стороны пиковые температурные нагрузки приходятся на 16<sup>00</sup> – 18<sup>00</sup> часов, что связано с падением солнечных лучей по касательной к поверхности горшка и общим прогревом субстрата (рис. 2).

Для определения уровней связи между нагревом поверхности стенки и субстрата с различных сторон был проведен корреляционный анализ. Коэффициенты корреляции, рассчитанные для контейнеров различных цветов, приведены в табл. 1.

Установлена высокая связь между нагревом стенок горшка и субстрата с северной ( $r = 0,95-0,98$ ), южной ( $r = 0,84-0,99$ ), западной ( $r = 0,96-0,99$ ) сторон. Несколько ниже значение коэффициента корреляции с восточной стороны ( $r = 0,29-0,81$ ). Это связано, прежде всего, с отсутствием прямого воздействия солнечных лучей на эту часть контейнера во второй половине дня. Уровень связи в контейнерах разных цветов достоверно не отличается.

Анализ результатов замеров биометрических показателей в первом сезоне (2013 г.) выявил наличие незначительных различий прироста в высоту у растений в контейнерах различных цветов.

Растения, выращиваемые в зеленых контейнерах, опережают по приросту остальные варианты (рис. 3, а), но различия недостоверны при 5 % уровне значимости, что подтверждается результатами дисперсионного анализа ( $F_{\phi(3-4)} = 0,55 < F_{st} = 0,58$ ,  $F_{\phi(3-7)} = 0,52 < F_{st} = 0,59$ ). Расчет критериев Стьюдента и Фишера также не выявил достоверных различий. К концу сезона различия прироста практически нивелировались.

Диаметральный прирост является надежным показателем интенсивности роста туи западной. В нашем опыте при более высоких стартовых параметрах растения в черных контейнерах к началу августа начали отставать от двух других вариантов

## Природопользование

по данному признаку (рис. 4, а). Прирост в черных горшках на 11,6 % меньше, чем у зеленых, и на 9,3 % – чем у терракотовых. Расчет критерия Стьюдента ( $t$ ) показал наличие достоверных различий между выборочными средними значениями

диаметра корневой шейки у туй из зеленого и черного контейнеров ( $t_{\phi} = 2,42 > t_{st} = 2,10$ ). Прирост по диаметру у терракотовых и черных ( $t_{\phi} = 2,61 > t_{st} = 2,10$ ). Различия диаметра у туй в терракотовых и зеленых контейнерах не достоверны.

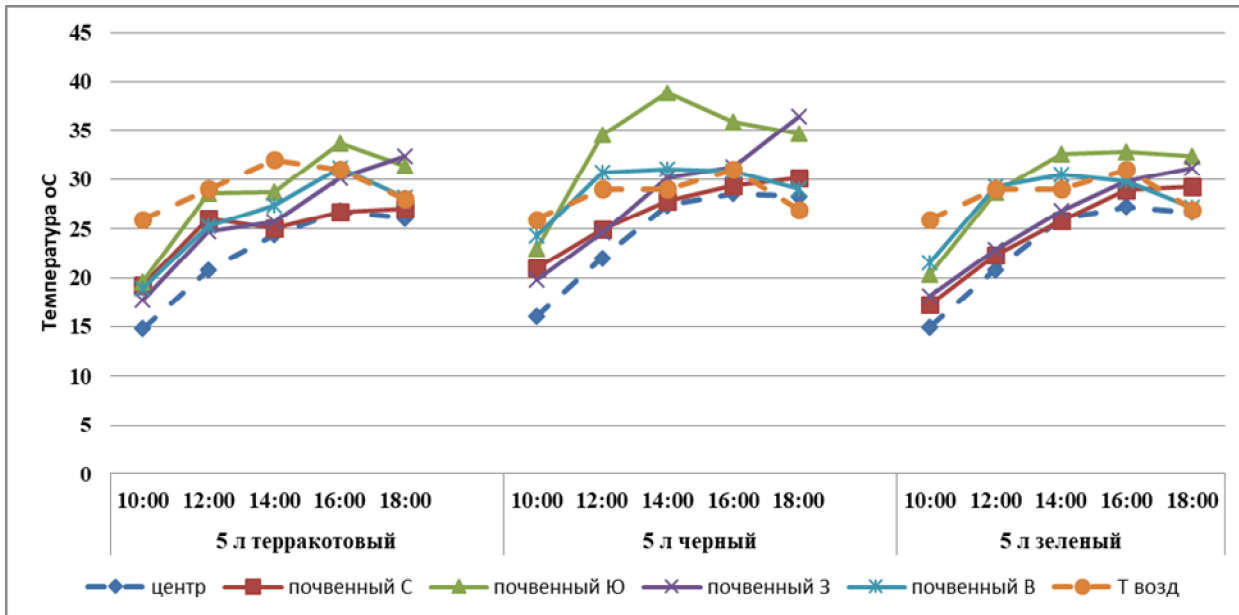


Рис. 1. Среднедневная динамика температуры поверхности посадочных контейнеров трех цветов в солнечные дни летнего периода 2013 г. (результаты получены авторами)

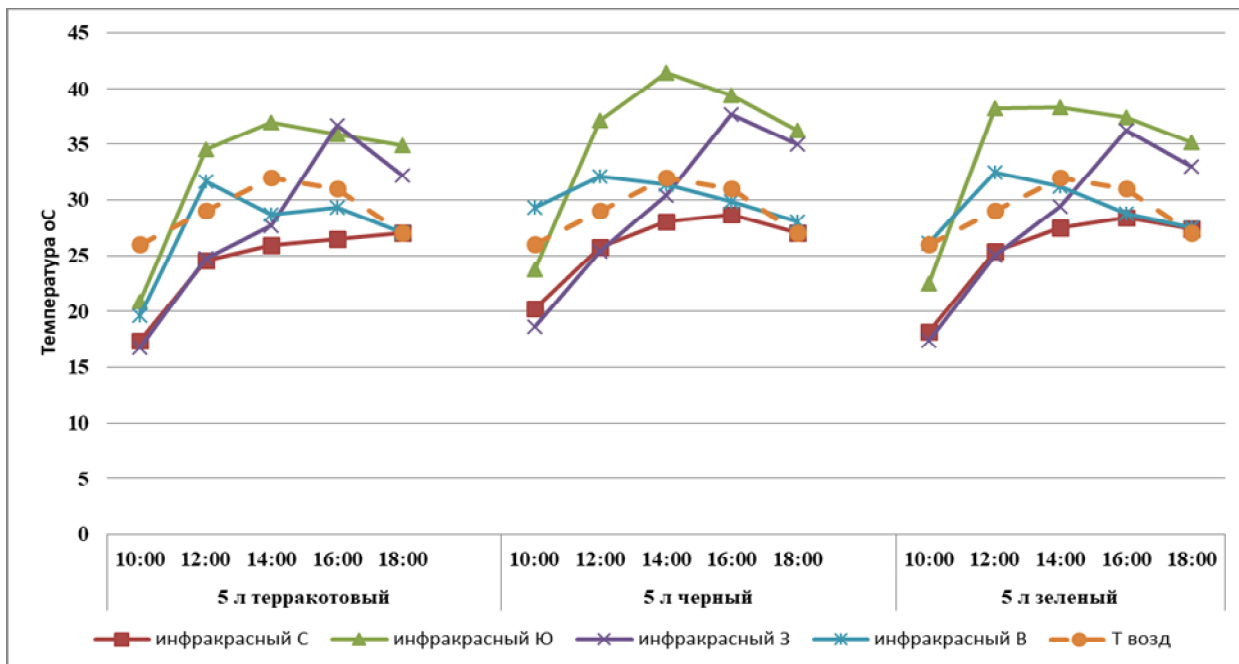


Рис. 2. Среднедневная динамика температуры субстрата посадочного контейнера трех цветов в солнечные дни летнего периода 2013 г. (результаты получены авторами)

Коэффициенты парной корреляции между температурой стенки контейнера и прилегающего субстрата

Корреляционная связь между показателями	Северная сторона (r)	Южная сторона (r)	Западная сторона (r)	Восточная сторона (r)
<b>Черный контейнер</b>				
Температура стенки контейнера и прилегающего субстрата	0,96	0,99	0,99	0,68
Температура стенки контейнера и субстрата в центре контейнера	0,98	0,93	0,99	0,29
<b>Терракотовый контейнер</b>				
Температура стенки контейнера и прилегающего субстрата	0,97	0,93	0,97	0,78
Температура стенки контейнера и субстрата в центре контейнера	0,98	0,93	0,96	0,76
<b>Зеленый контейнер</b>				
Температура стенки контейнера и прилегающего субстрата	0,95	0,94	0,99	0,81
Температура стенки контейнера и субстрата в центре контейнера	0,96	0,84	0,96	0,49

\* Результаты получены авторами

Дисперсионный анализ показывает наличие влияния фактора (цвет контейнера) на диаметральный прирост туй на уровне 22 % от всей совокупности факторов. Фактическая достоверность  $F_{\phi} = 3,843 > F_{st} = 3,71$  соответствует первому порогу безошибочного суждения (95 %). Во втором сезоне (2014 г.) ситуация повторилась. В июле, августе и сентябре прирост по высоте растений в зеленых контейнерах был более интенсивным.

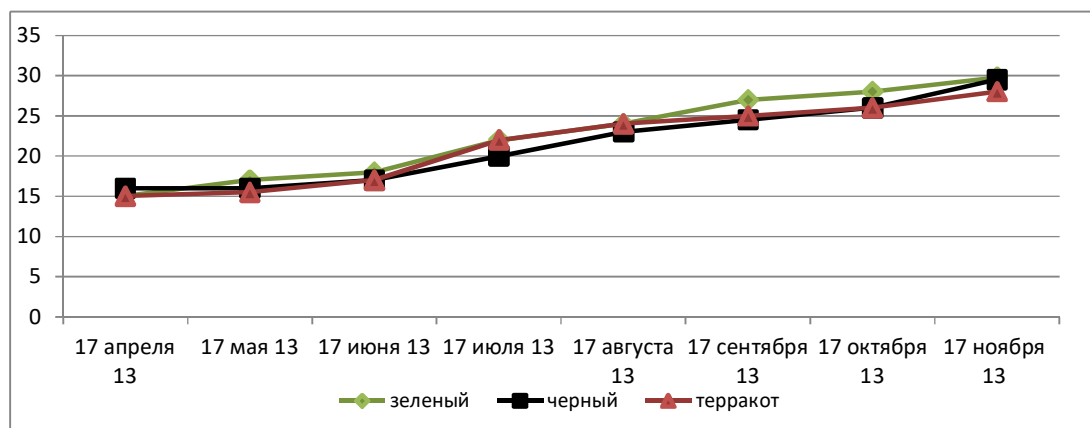
Однако данные различия также сгладились к концу вегетативного периода, что, возможно, связано со снижением среднесуточной температуры и, соответственно, с исключением воздействия высоких температур на растения во всех цветовых вариантах. Результаты дисперсионного анализа не выявили достоверных различий при 5 % уровне значимости ( $F_{\phi} = 0,55 < F_{st} = 3,2$ ,  $F_{\phi_{3-7}} = 0,51 < F_{st} = 3,2$ ).

Самый большой диаметральный прирост зафиксирован у туй из зеленых горшков. В летние месяцы различия у растений из черного и терракотового контейнеров незначительные. При статистической обработке данных 2015 года расчет критериев Стьюдента и Фишера не выявил достоверных

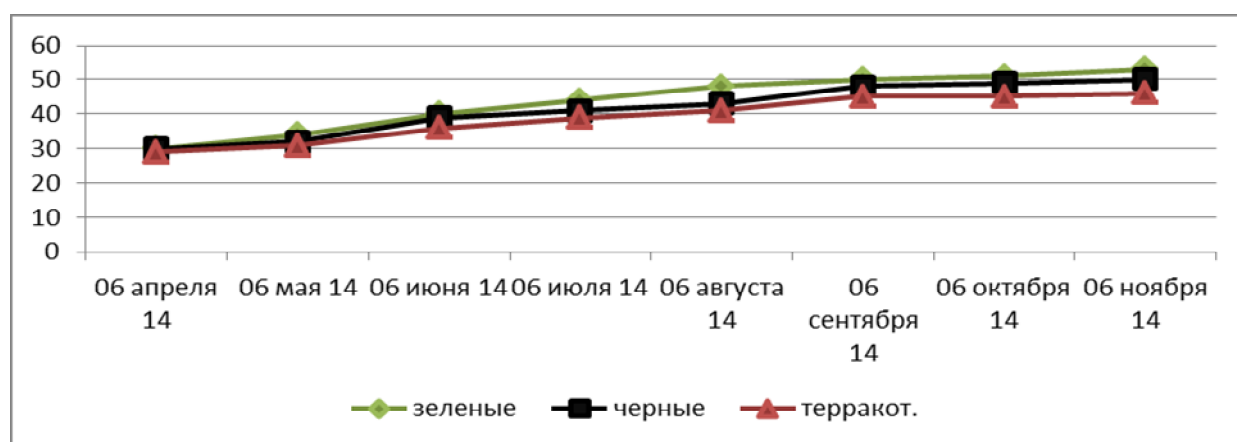
различий средних значений диаметрального прироста туй в контейнерах различного цвета, между зеленым и черным контейнером ( $t_{\phi} = 5,2 > t_{st} = 2,10$ ), ( $F_{\phi} = 1,35 > F_{st} = 3,2$ ), а также терракотовым и черным ( $t_{\phi} = 2,7 > t_{st} = 2,10$ ), ( $F_{\phi} = 1,32 > F_{st} = 3,2$ ). Различия между зеленым и терракотовым несущественны, ( $t_{\phi} = 0,5 < t_{st} = 2,10$ ), ( $F_{\phi} = 0,9 < F_{st} = 3,2$ ). Высота растений к концу эксперимента была практически одинаковой во всех вариантах, достоверных различий по данному признаку не установлено.

Анализ активности солей в субстрате контейнеров показывает, что торфяной субстрат, помещенный в контейнеры в начале эксперимента, имел одинаковую по значению активность солей ( $fb = 0,38-0,42$ ), что свидетельствует о достаточной и высокой доступности таких макроэлементов, как N, P, Cl, S, K, Na, Ca, Mg и микроэлементов B, Mo, Fe, Mn, Zn, Cu, Al. В течение вегетативного периода наметилась тенденция снижения жизненно важных элементов, причем наиболее значительное снижения уровня указанных минеральных элементов установлено в субстрате, помещенном в черные контейнеры.

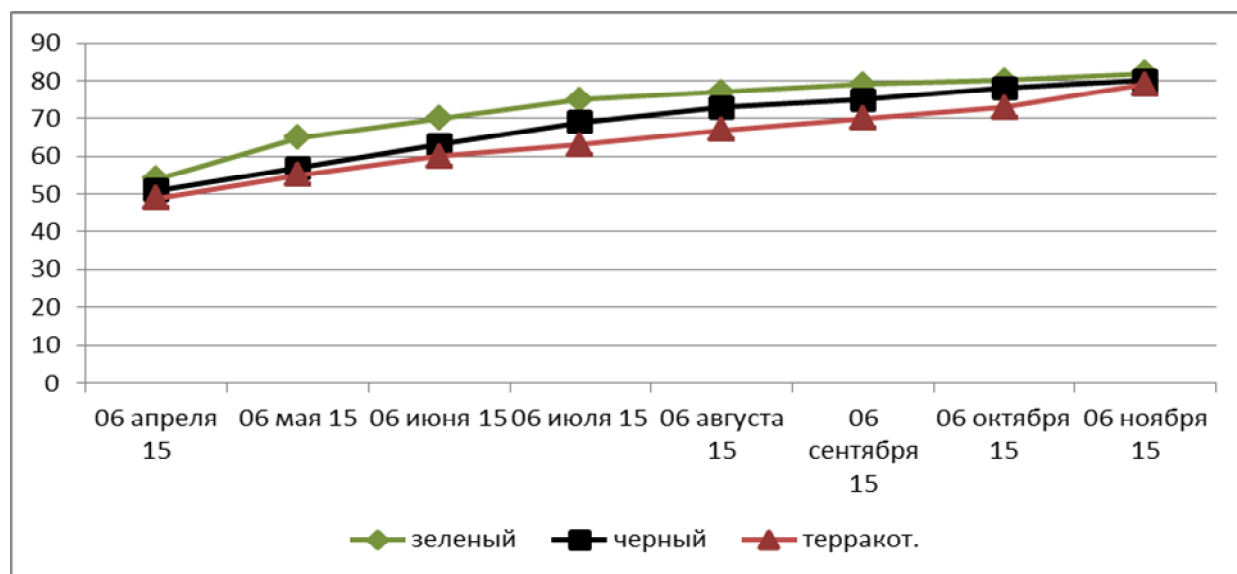
## Природопользование



а



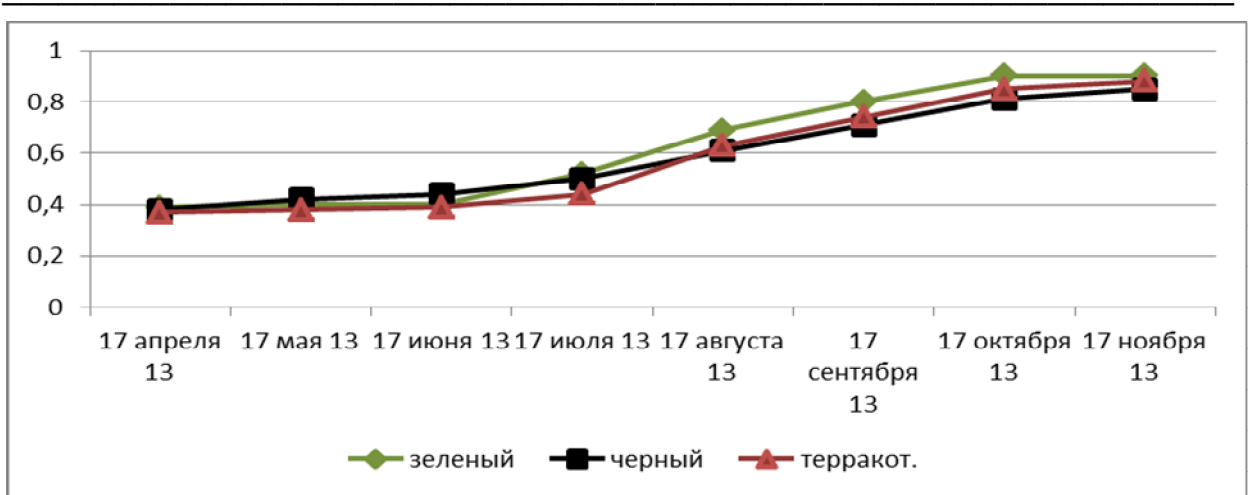
б



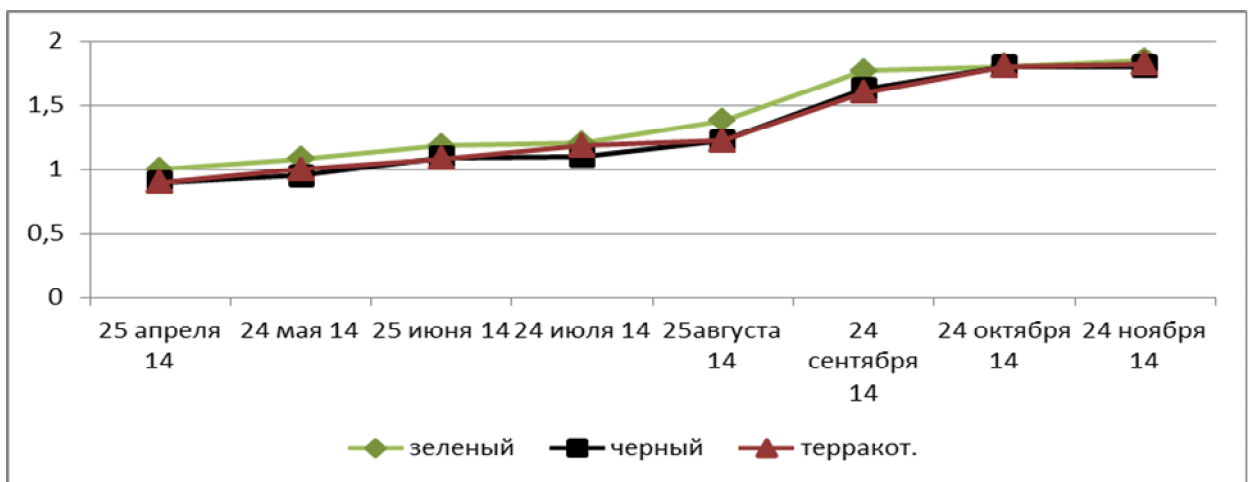
в

Рис. 3. Ход роста растений туи западной «Смарагд» по высоте в горшках различных цветов:  
а – 2013 г., б – 2014 г., в – 2015 г. (результаты получены авторами)

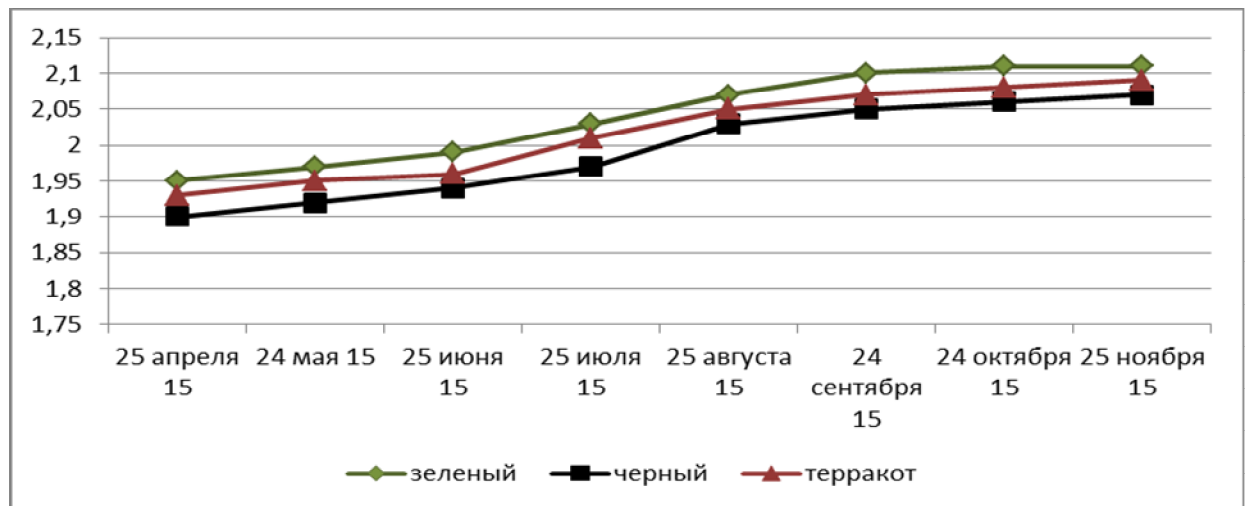
## Природопользование



а



б



в

Рис. 4. Интенсивность прироста по диаметру у растений туи в контейнерах трех цветов:  
а – 2013 г., б – 2014 г., в – 2015 г. (результаты получены авторами)

Низкое значение коэффициента ( $fb$ ) микроэлементов указывает на медленное усвоение таких микроэлементов, как Fe, Mn, Zn, Cu, Al. Недостаток данных элементов приводит к ингибированию фотосинтеза, азотного и фосфорного обмена, окислительно-восстановительных реакций, синтеза и окисления ауксинов, что, в свою очередь, приводит к уменьшению прироста в высоту. В конце вегетативного периода наиболее высокие показатели активности солей отмечены в субстрате в контейнере зеленого цвета в периферийной, корнеобитаемой, зоне ( $fb = 0,26$ ). В центре контейнера значения существенно ниже и почти не зависят от цвета контейнера. Так, в контейнере терракотового цвета в периферийной зоне ( $fb = 0,23$ ), в черном ( $fb = 0,17$ ), зеленом ( $fb = 0,24$ ).

Расчет критерия Стьюдента и Фишера при обычной (5 %) точности исследования для средних значений активности солей в контейнерах различного цвета выявил различия между зеленым и черным контейнером ( $t_{\phi} = 5,2 > t_{st} = 2,10$ ), ( $F_{\phi} = 5,1 > F_{st} = 3,2$ ), а также терракотовым и черным ( $t_{\phi} = 2,7 > t_{st} = 2,10$ ), ( $F_{\phi} = 10,2 > F_{st} = 3,2$ ). Различия между зеленым и терракотовым несущественны ( $t_{\phi} = 0,5 < t_{st} = 2,10$ ), ( $F_{\phi} = 0,9 < F_{st} = 3,2$ ). Однофакторный дисперсионный анализ показывает, что нулевая гипотеза отвергается  $F_{\phi} = 8,01 > F_{теор} = 3,2$  и подтверждается наличие влияния фактора на отклик. Сила влияния фактора «цвет контейнера» составляет 37,5 %.

Исследования, проведенные в течение последующих двух вегетационных периодов, свидетельствуют о том, что по мере истощения субстрата активность солей в контейнерах всех цветов снижается к концу 2014 года в периферийной зоне до  $fb = 0,13-0,14$  и не имеет достоверных различий в зависимости от цвета контейнера. Внесение минеральных удобрений в начале сезона позволяет увеличить содержание активных ионов до нормальной обеспеченности  $fb = 0,4-0,34$ , но уже в середине лета данный показатель снижается до  $0,12-0,15$ .

Сила влияния фактора «цвет контейнера» к концу 2015 года не превышала 5 %.

### Выводы

1. Поверхность стенки черного контейнера нагревается выше зеленого и терракотового (на 3-4,5 °С). Температура субстрата в черном контейнере с южной стороны поднимается выше 40 °С и превышает по данному показателю температуру в зеленом (на 15 %) и терракотовом (на 24 %) горшках.

2. Как показывают данные наблюдений, установлена высокая корреляционная связь ( $r = 0,81-0,98$ ) между нагревом стенок, субстрата с различных сторон света и нагревом в центральной части горшка. Самый низкий уровень связи у черного контейнера с восточной стороны ( $r = 0,29-0,69$ ).

3. Анализ хода роста саженцев, участвующих в опытах, выявил незначительные различия прироста по высоте и диаметру в контейнерах различного цвета. Растения в зеленых контейнерах опережают по приросту остальные варианты, но различия недостоверны при 5 % уровне значимости.

4. Анализ активности солей в субстрате контейнеров показывает, что торфяной субстрат имеет различное содержание макро- и микроэлементов после первого года выращивания в нем растений туи западной в контейнерах различного цвета. По-видимому, высокая температура в черном контейнере приводит к увеличению скорости химических реакций, а также более интенсивному выщелачиванию основных элементов питания из субстрата. Сила влияния фактора «цвет контейнера» составляет 37,5 % от всей совокупности.

5. К концу эксперимента сила влияния фактора «цвет контейнера» на содержание доступных макро- и микроэлементов не превышала 5 %.

6. Таким образом, цвет контейнера не оказывает серьезного влияния на рост посадочного материала в питомниках. Выбор данного параметра целесообразно рассматривать с маркетинговой стороны вопроса.



1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропром, 1985. – 351 с. – Библиогр.: с. 346.
2. Дроздов, С. Н. Терморезистентность активно вегетирующих растений / С. Н. Дроздов, В. К. Курец, А. Ф. Титов. – Ленинград : Наука : Ленингр. отд-ние, 1984. – 168 с. – Библиогр.: с. 163–165.
3. Контейнерный метод выращивания посадочного материала и перспективность его внедрения в питомники Саратовской области / С. В. Кабанина, М. Ю. Сергадеева, К. В. Балина [и др.]. – Балашов : Изд-во «Николаев», 2004. – 20 с. – Библиогр.: с. 18.
4. Куприянова, А. Г. Выращивание и условия содержания контейнерных растений в озеленении : специальность 06.03.04 «Агролесомелиорация и защитное лесоразведение, озеленение населенных пунктов» : дис. ... канд. с.-х наук : защищена 20.11.2009 / Куприянова Александра Генриховна; ФГОУ ВПО «СГАУ им. Н.И. Вавилова». – Саратов, 2009. – 171 с. – Библиогр.: с. 131–152.
5. Курец, В. К. Статистическое моделирование системы связей растение - среда / В. К. Курец, Э. Г. Попов; АН СССР, Карел. науч. центр, Ин-т биологии. – Ленинград : Наука, 1991. – 152 с. – Библиогр.: с. 142–148. – ISBN 5-02-026704-X.
6. Прогрессивные технологии размножения деревьев и кустарников / В. Г. Зиновьев, Н. Н. Верейкина, Н. Н. Харченко, В. Б. Любимов ; М-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО «ВГЛТА», НИУ «БелГУ». – Белгород – Воронеж, 2002. – 136 с. – Библиогр.: с. 118–135.
7. Жигунов, А. В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой для лесовосстановления : специальность 06.03.01 «Лесные культуры, селекция, семеноводство» : дис. ... д-ра с.-х. наук / Жигунов Анатолий Васильевич; ЛенНИИЛХ. – Ленинград, 1998. – 294 с. – Библиогр.: с. 269–294.
8. Цепляев, А. Н. Аналитическое описание теплового состояния контейнера для посадочного материала / А. Н. Цепляев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 88 (04). – URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/29.pdf> (дата обращения: 21.02.2020).
9. Цепляев, А. Н. Влияние температуры на рост кизильника блестящего (*Cotoneaster lucidus*) при выращивании по системе Pot-in-pot / А. Н. Цепляев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 7 (105). – С. 74–78. – Библиогр.: с. 74–78 (18 назв.).
10. Whitcomb, C. E. Effects of temperature in containers on plant root growth / C. E. Whitcomb, G. W. A. Mahoney. – Oklahoma, 1984. – 855 p.
11. Цепляев, А. Н. Особенности контейнерного выращивания растений в условиях Центрально-Черноземного региона / А. Н. Цепляев // Питомники России: Инновации и импортозамещение : сб. докл. IX ежегодной конференции Ассоциации производителей посадочного материала. – Москва : АППМ, 2016. – С. 66–70.
12. Columbo, S. J. Limits of tolerance to high temperature causing direct and indirect damage to black spruce / S. J. Columbo, V. R. Timmer // Tree Physiol. – 1992. – No. 11. – P. 95–104.
13. Jensen, G. Effect of temperature and shifts in temperature on the respiration of intact root systems / G. Jensen // Plant Physiol. – 1960. – Vol. 13 (4). – P. 882–830.
14. Johnson, C. R. Pittosporum tobira response to container medium temperature / C. R. Johnson, D. L. Ingram // HortScience. – 1984. – No. 19. – P. 524–525.
15. Gouin, F. R. Soil temperatures of container plants overwintered under microfoam / F. R. Gouin // Amer. Nurseryman. – 1976. – No. 144 (8):9, 82.
16. Ingram, D. L. Interactions of exposure time and temperature on thermostability and protein content of excised *Illicium parviflorum* roots / D. L. Ingram, P. G. Webb, R. H. Biggs // Plant and Soil. – 1986. – № 96. – P. 69–76.
17. Levitt, J. Responses of plants to environmental stresses. Vol. 1. Chilling, freezing and high temperature stresses / J. Levitt. – New York etc., 1980. – 497 p.

## References

1. Dosphehov B.A. *Methodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p. (in Russian).
2. Drozdov S.N., Kurets V.K., Titov A.F. *Termorezistentnost' aktivno vegetiruyushchikh rastenij* [Thermal resistance of actively growing plants]. Leningrad: Nauka, 1984, 168 p. (in Russian).
3. Kabanina S.V., Sergadeeva M.Yu., Balina K.V. (et al.) *Kontejnernyj metod vyrashchivaniya posadochnogo materiala i perspektivnost' ego vnedreniya v pitomniki Saratovskoy oblasti* [Container method of growing planting material and the prospects of its introduction in the nurseries of the Saratov region]. Balashov: Izd-vo «Nikolaev», 2004, 20 p. (in Russian).
4. Kupriyanova A.G. *Vyrashchivanie i usloviya sodержaniya kontejnernykh rastenij v ozelenenii: dis... kand. s.-h. nauk* [Cultivation and conditions of container plants in landscaping: PhD thesis], Saratov, 2009, 171 p. (in Russian).
5. Kurets V.K. *Statisticheskoe modelirovanie sistemy svyazey rastenie - sreda* [Statistic modeling of the connection system between plants and environment]. Leningrad: Nauka, 1991, 152 p. (in Russian).
6. Zinovyev V.G., Verejkina N.N., Harchenko N.N., Lyubimov V.B. *Progressivnye tekhnologii razmnzheniya derev'ev i kustarnikov* [Progressive technologies for the reproduction of trees and shrubs]. Belgorod – Voronezh, 2002, 136 p. (in Russian).
7. Zhigunov A.V. *Teoriya i praktika vyrashchivaniya posadochnogo materiala s zakrytoj kornevoj sistemoy dlya lesovosstanovleniya: dis. ... d-ra s.-h nauk* [Theory and practice of growing the plant material with closed root system for reforestation: DSc thesis]. Leningrad, 1998. – 294 p. (in Russian).
8. Tseplyaev A.N. (2013) *Analiticheskoe opisaniye teplovogo sostoyaniya kontejnera dlya posadochnogo materiala* [Analytical description of the thermal state of the container for planting material]. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polithemathematical Network Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University], № 88 (04). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/29.pdf> (in Russian).
9. Tseplyaev A.N. (2012) *Vliyanie temperatury na rost kizil'nika blestyashchego (Cotoneaster lucidus) pri vyrashchivanii po sisteme Pot-in-pot* [The effect of temperature on the growth of the brilliant cotoneaster (*Cotoneaster lucidus*) when grown according to the Pot-in-pot system]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], № 7 (105), pp. 74-78 (in Russian).
10. Whitcomb C.E., Mahoney G.W.A. (1984) Effects of temperature in containers on plant root growth. Oklahoma, 1984. 855 p.
11. Tseplyaev A.N. *Osobennosti kontejnernogo vyrashchivaniya rastenij v usloviyah Central'no-Chernozemnogo regiona* [Features of container growing of plants in the conditions of the Central Black Earth Region]. *Pitomniki Rossii: Innovacii i importozameshchenie: Sbornik dokladov IX ezhegodnoj konferencii Associacii proizvoditelej posadochnogo materiala* [Nurseries of Russia: Innovations and Import Substitution Collection of reports of the IX annual conference of the Association of Planting Material Producers]. Moscow: APPM, 2016, pp. 66-70 (in Russian).
12. Columbo S.J., Timmer V.R. (1992) Limits of tolerance to high temperature causing direct and indirect damage to black spruce. *Tree Physiol.*, 11:95-104.
13. Jensen G. (1960) Effect of temperature and shifts in temperature on the respiration of intact root systems. *Plant Physiol.*, Vol. 13 (4)6 pp. 882-830.
14. Johnson C.R., Ingram D.L. (1984) *Pittosporum tobira* response to container medium temperature. *HortScience*, 19: 524-525.
15. Gouin F.R. (1976) Soil temperatures of container plants overwintered under microfoam. *Amer. Nurseryman.*, 144 (8): 9, 82.

16. Ingram D.L., Webb P.G., Biggs R.H. (1986) Interactions of exposure time and temperature on thermostability and protein content of excised *Illicium parviflorum* roots. *Plant and Soil*. № 96, pp. 69-76.

17. Levitt J. Responses of plants to environmental stresses. Vol. 1. Chilling, freezing and high temperature stresses. 1980, 497 p.

### Сведения об авторах

*Трещевская Элла Игоревна* – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: lesomel@yandex.ru.

*Цепляев Алексей Николаевич* – кандидат сельскохозяйственных наук, докторант кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: abies@mail.ru.

### Information about authors

*Treshchevskaya Ella Igorevna* – PhD (Agriculture), Associate Professor, Professor of the Department of Forest Crops, Selection and Forest Reclamation, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: lesomel@yandex.ru.

*Tseplyaev Aleksey Nikolaevich* – PhD (Agriculture), doctoral candidate of the Department of Forest Crops, Selection and Forest Reclamation, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: abies@mail.ru.