

УДК 582.681.11:[581.44-152.24]

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ИНТРОДУКЦИИ
ТРЕХ ВИДОВ ТАМАРИКС В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ РОССИИ

© 2018 О.Е. Воронина

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва

Статья поступила в редакцию 23.05.2018

На территории коллекции Средней Азии Главного ботанического сада РАН (Москва) в условиях открытого грунта в течение вегетационного периода 2017 года была изучена динамика роста побегов и содержание суммы хлорофиллов $a+b$ у интродуцированных тамариксов трех видов: *Tamarix ramosissima* Ledeb, *Tamarix litwinovii* Gorschk, *Tamarix hohenackeri* Bunge. Показано, что основные максимумы накопления фотосинтетических пигментов были зарегистрированы в середине июня и первой декаде июля в зависимости от вида тамариксов, падение содержания хлорофилла сопровождалось увеличением длины побега. Отмечены с высокой степенью достоверности видовые различия, как в накоплении пигментов у *T. ramosissima* и *T. hohenackeri*, так и динамики ростовых процессов у всех трех видов тамариксов. Установлено, что все три вида обладают высокой степенью пластичности к аномальным условиям произрастания. Используемые подходы можно предложить, как физиолого-ботанические показатели качества интродукции.
 Ключевые слова: *Tamarix ramosissima* Ledeb, *Tamarix litwinovii* Gorschk, *Tamarix hohenackeri* Bunge, интродукция, биометрические показатели, длина побега, хлорофилл, климат.

Работа выполнена в рамках Госзадания ГБС РАН.

Коллекция Средней Азии Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН была заложена профессором, доктором биологических наук М.В. Культиасовым в конце 30 годов прошлого века. В 1954 г. были привезены и высажены на экспозицию черенки тамариксов *Tamarix ramosissima* Ledeb, *Tamarix litwinovii* Gorschk, *Tamarix hohenackeri* Bunge., полученные из Ташкентского ботанического сада (ЦБС НАН) [1].

Представленные виды адаптированы к климату пустынь - светолюбивы, теплолюбивы и жаровыносливы, а так же являются более или менее морозостойкими (в вышеперечисленном списке растений морозостойкость падает от первого к последнему) [2]. Растения имеют разветвленную корневую систему (более 50м в глубину и 30м в ширину) с высокой осмотической силой; редуцированные листовые пластины; светло-сизую окраску зелени, ажурности кроны для большей освещенности всех побегов [2]. Способность исследуемых растений сбрасывать с наступлением низких температур зеленые веточки, а так же одревеснение стеблей, позволяет им переносить осенне-зимние холода центральной России [2].

Интродуцированные тамариксы практически полностью адаптировались к климату сред-

ней полосы России: в конце мая – начале июня один раз за сезон на побегах второго года зацветает *T. litwinovii* белыми цветками, собранными в густые сложные метёлки, цветение длится около 3-х недель. С разницей в несколько дней в июне зацветает *T. ramosissima*, его цветение сиреневато - розовое, обильное и продолжительное длится более месяца. Последним зацветает *T. hohenackeri* нежно - розовыми цветками. Важно отметить, что только этот вид наименее зимостоек и сильно обмерзает даже в мягкие зимы, поэтому к моменту цветения первых двух видов он только начинает отрастать, однако, пик его обильного и продолжительного (более месяца) цветения приходится на июль-август, когда предыдущие виды уже отцвели. В августе – начале сентября наблюдается повторное цветение *T. ramosissima* и *T. Hohenackeri* [3].

«В природе *T. hohenackeri* и *T. ramosissima* нередко развиваются в деревья 5-6 м высотой» [3]. Однако в условиях Москвы, эти виды растут как невысокие кустарники 1,5 - 2,5 м высотой, и только *T. litwinovii* образует крупные, раскидистые кусты высотой до 3 и более метров.

Плодоношение у всех видов не регулярное, плоды – мелкие коробочки созревают в августе - сентябре.

Аномальные осень и зима 2016 -2017 годов привели к полному обмерзанию побегов всех трех видов тамариксов и отрастанию «с нуля» новых побегов.

Воронина Ольга Евгеньевна, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник.
 E-mail: olgvoron@mail.ru

Цель работы состояла в выявлении изменений в накоплении фотосинтетических пигментов и роста побегов трех видов растений рода *Tamarix* за вегетационный период, для подтверждения адаптивных возможностей растений и применения полученных данных, как ботанико-физиологических критериев интродукции.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования служили *Tamarix ramosissima* Ledeb, *Tamarix litvinovii* Gorschk, *Tamarix hohenackeri* Bunge, произрастающие на коллекции Средней Азии ГБС РАН более 60 лет в непосредственной близости друг от друга.

В период вегетации были проведены фенологические наблюдения, изучена динамика роста побегов и содержания хлорофилла (1 раз в 7 дней) тамариксов. Длину от основания побега до его верхушки измеряли традиционным методом, выборка составила не менее 30 повторностей каждого вида.

Измерение содержания суммы хлорофиллов $a+b$ определяли спектрофотометрически, экстракцию листовых кистей проводили 80% спиртом, регистрация проводилась при $\lambda = 654$ нм на приборе Spekol-11 (Karl Zeiss Jena); не менее 3 биологических повторностей [4]. Содержание хлорофиллов (далее по тексту Хл) рассчитывали по формуле [4], в мг/г сырого веса.

Для контроля достоверности полученных данных было проведено сравнение сырого и сухого веса растений трех видов. Навеска растительного материала (250 мг) каждого вида тамарикса помещалась в сушильный шкаф на 24 часа при 105°C , далее сухой материал взвешивали, вес составил $142,3 \pm 0,4$ мг. Полученные данные показали идентичность сырого веса всех исследуемых растений в период эксперимента.

Достоверность различий между средними значениями длины побегов и содержания пигментов рассчитывали по t -критерию Стьюдента ($P < 0,01$) [5]. Расчеты показали, что видовые различия в длине побегов изученных тамариксов в высшей степени достоверны, как и различия в содержании суммы двух форм хлорофилла между *T. ramosissima* и *T. Hohenackeri*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

2016 год ознаменовался наступлением ранней зимы - 13 октября выпал первый снег, 24.10 - наступили первые заморозки до $-2,6^{\circ}\text{C}$, 29.10.16 - лег снежный покров и 30.10.2016 г. - наступила климатическая зима [6] (Гисметео). В связи с ранним наступлением морозов 2016, весной 2017 годов было зарегистрировано полное обмерзание всех побегов трех видов тамариксов

на коллекции Средней Азии. Климатические условия вегетационного периода 2017 года были хуже, чем в 2016 году. Средняя температура, влажность и количество осадков вегетационного периода 2017 г. по месяцам составили соответственно: май $t - +14^{\circ}\text{C}$, $w - 88\%$, осадки - 60,8 мм; июнь $t - +17,1^{\circ}\text{C}$, $w - 69\%$, осадки - 61,5 мм; июль $t - +20,1^{\circ}\text{C}$, $w - 72\%$, осадки - 79,6 мм; август $t - +19,6^{\circ}\text{C}$, $w - 76\%$, осадки - 41,3 мм; сентябрь $t - +12,8^{\circ}\text{C}$, $w - 82\%$, осадки 55,6 мм. Среднемесячное количество общей облачности в 2017 г. за период наблюдений составило 5,7 балла (июнь - 5,7; июль - 5,3; август - 5,4; сентябрь - 6,5) - самый низкий показатель за последние несколько лет. Количество осадков составило 120% от нормы [6].

Как говорилось выше, за зимний период 2016 года произошло полное обмерзание всех побегов тамариксов и только к 8 мая от корневой шейки появились первые молодые побеги. Первый месяц (08.05 - 13.06.2017) измерений (Табл. 1) не выявил достоверных различий в приросте побегов *T. litvinovii* и *T. ramosissima*: средне-месячный прирост составил $-13,8 \pm 0,8$ см, за тот же период прирост *T. hohenackeri* был несколько больше - $16,1 \pm 0,1$ см [6].

Данные, представленные в таблице 1 и рисунках 1, 2, 3 демонстрируют эффект - «тах накопления пигментов → уменьшение содержания Хл → увеличение длины побега» [7, 8]. Первый максимум накопления Хл у *T. hohenackeri* приходился на 15 июня и составил 1,5 мг/г сырого веса (Табл.1, рис.1,2), дальнейшее его падение сопровождалось ростом побегов исследуемого растения (Рис. 3, 4). Наибольший прирост (31,8%) приходился на 21 июня.

Динамика накопления Хл и прироста побегов у двух других интродуцентов - *T. ramosissima* и *T. litvinovii* достоверно отличались от показателей *T. hohenackeri*. Первый максимум накопления Хл, а затем прироста побегов у *T. ramosissima*, был зарегистрирован в конце июня - начале июля - 21.06 (1,0 мг/г сырого веса) и 29.06 (23,7 см (48,7%) соответственно; у *T. litvinovii* - 29.06 содержание Хл составило 2,1 мг/г сырого веса и в тот же период было отмечено увеличение средней длины побегов до 26,9 см (46,9%) (Табл. 1, рис, 2, 3, 4). Сравнение данных содержания суммы хлорофиллов $a+b$ у интродуцированных *T. ramosissima* и, произрастающего в природе (заповедник «Тигровая балка») показало идентичность динамики накопления пигментов, с учетом более позднего выхода из покоя тамарикса коллекции ГБС (Рис. 5), [9, 10].

Важно отметить, что наибольшее накопление фотосинтетических пигментов у всех исследованных видов тамариксов (Рис. 4) было отмечено в июне месяце. *T. hohenackeri*, характеризующийся ежегодным обмерзанием, а так

Таблица 1. Длина побегов тамариксов трех видов в течение вегетационного периода 2017 года*

Дата измерения	<i>Tamarix litvinovii</i>	<i>Tamarix ramosissima</i>	<i>Tamarix hohenackeri</i>
08 мая	2,7±0,1	7,40±0,1	1,50±0,1
13 июня	16,9±3,2	20,80±3,6	17,60±0,1
21 июня	30,40±5,1 (44,4)**	24,9±3,9 (16,5)**	28,45±4,21 (38,1)**
29 июня	57,30±10,7 (46,9)	48,60±6,5 (48,7)	38,20±6,1 (25,5)
06 июля	66,90±11,3 (14,3)	61,30±10,5 (20,1)	49,60±7,5 (22,98)
12 июля	79,50±13,8 (20,5)	75,50±13,6 (18,8)	59,90±11,8 (17,2)
19 июля	103,30±17,6 (23,0)	97,90±14,9 (22,9)	83,00±12,5 (27,8)
27 июля	119,60±18,3 (13,6)	115,70±14,1 (17,2)	98,30±11,7 (15,5)
03 августа	140,30±20,1 (14,8)	139,80±14,7 (17,2)	100,40±16,6 (2,09)
10 августа	160,80±22,7 (12,7)	155,30±15,3 (9,98)	119,50±17,1 (15,98)
17 августа	187,40±24,9 (14,2)	167,40±12,9 (7,2)	139,30±20,3 (14,2)
23 августа	189,20±23,2 (0,95)	171,50±17,7 (2,4)	145,50±19,7 (4,3)
28 августа	194,80±22,41 (2,9)	183,70±12,5 (6,6)	159,90±20,3 (9,0)

* – Достоверность различий между видами составила ($P \leq 0,01$)

** – прирост побегов в % за 7 дней

же способностью к восстановлению за короткий вегетационный период, накапливал хлорофилла больше, хотя длина его побегов оставалась ниже, чем у двух других представителей этого рода. Достоверные межвидовые различия по содержанию пигментов были получены между *T. ramosissima* и *T. hohenackeri* $t_{\phi}(3,38) > t_{st}(2,05)$, ($P < 0,01$).

Температура, влажность, количество солнечных дней и осадков являются важными и чувствительными показателями физиологического состояния растений. Содержание пигментов в листьях у разных видов растений генетически обусловлено и зависит от условий произра-

стания. Высокое содержание Хл в листовой пластине в течение вегетационного периода изменяется и достигает максимума в фазе полного развития листа [11].

В нашем случае лето 2017 года было прохладным, аномально дождливым и с очень низкой освещенностью, в связи с этим, содержание фотосинтетических пигментов было несколько ниже, чем у природных аналогов (Рис. 5), хотя динамика накопления хлорофилла в листовых метелках соответствовала диким видам [9, 10]. К концу вегетации происходило плавное падение содержания пигментов, уменьшение при-

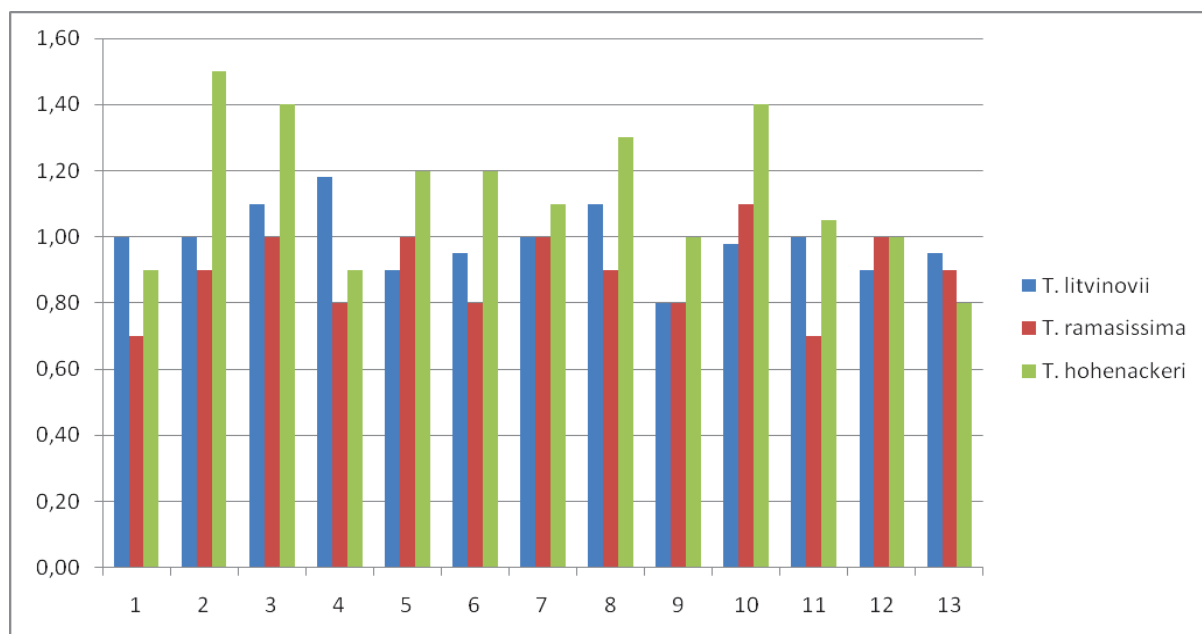


Рис. 1. Динамика накопления хлорофилла *Tamarix litvinovii* Gorschk, *Tamarix ramosissima* Ledeb, *Tamarix hohenackeri* Bunge за вегетационный период 2017 г, (ось абсцисс - даты - 1-14.06; 2 -15.06; 3 -21.06; 4 -29.6; 5 -06.07; 6 -12.07; 7 -19.07; 8 -27.07; 9 -03.08; 10 -10.08; 11 -17.08; 12 -23.08; 13 -28.08)

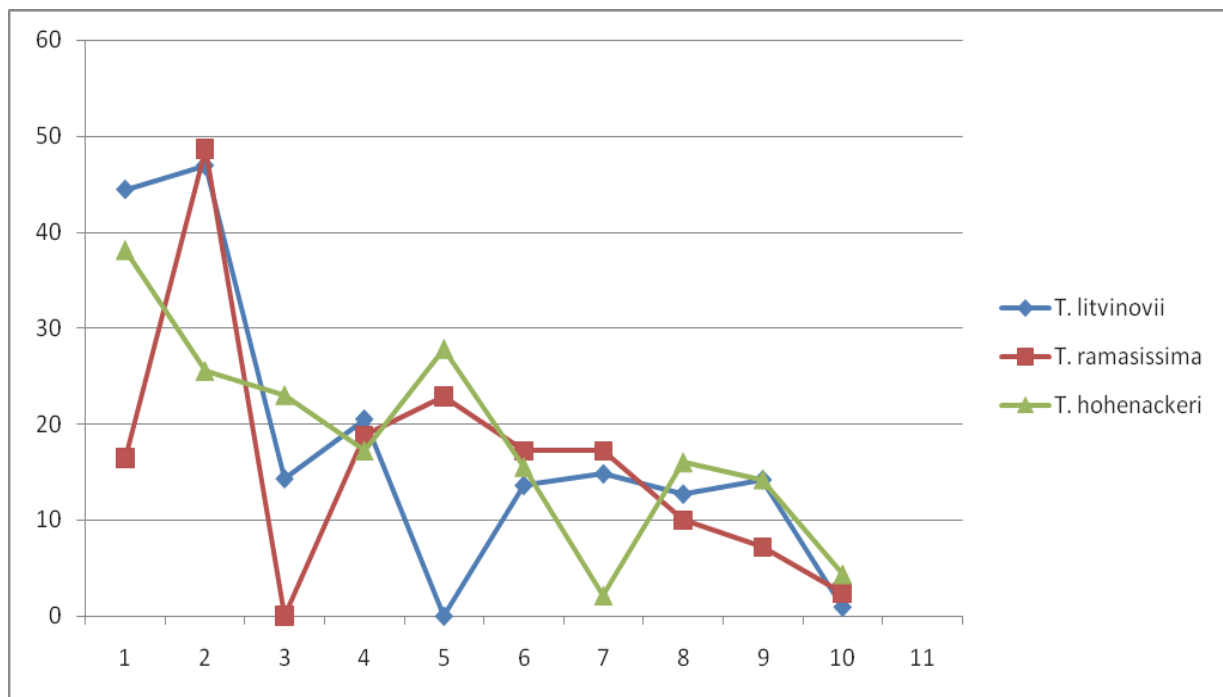


Рис. 2. Динамика изменения прироста побегов в % *Tamarix ramosissima* Ledeb, *Tamarix litvinovii* Gorschk, *Tamarix hohenackeri* Bunge за вегетационный период 2017 г, (ось абсцисс - даты - 1-14.06; 2-15.06; 3- 21.06; 4- 29.6; 5- 06.07; 6- 12.07; 7- 19.07; 8- 27.07; 9- 03.08; 10- 10.08; 11- 17.08; 12- 23.08; 13- 28.08)

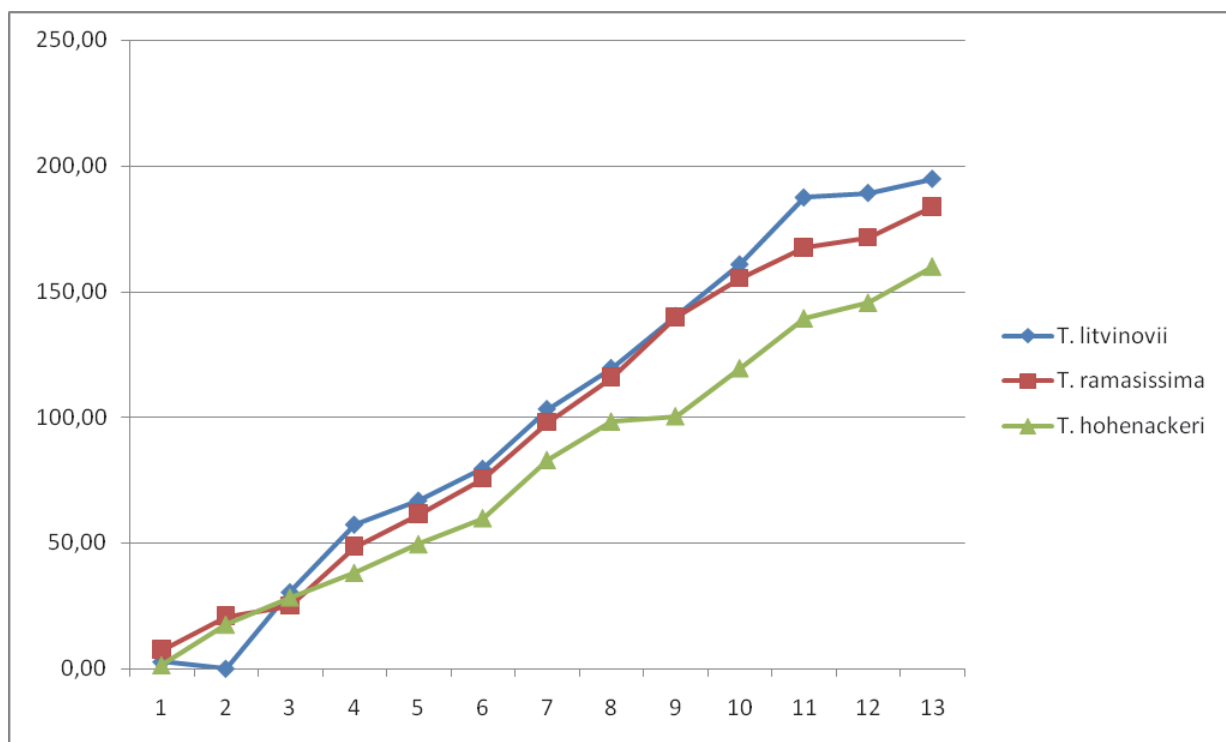


Рис. 3. Динамика изменения длины побегов *Tamarix ramosissima* Ledeb, *Tamarix litvinovii* Gorschk, *Tamarix hohenackeri* Bunge за вегетационный период 2017 г, (ось абсцисс - даты - 1-14.06; 2-15.06; 3- 21.06; 4- 29.6; 5- 06.07; 6- 12.07; 7- 19.07; 8- 27.07; 9- 03.08; 10- 10.08; 11- 17.08; 12- 23.08; 13- 28.08)

роста побегов всех исследуемых растений (Табл. 1, рис. 1).

Представленные результаты динамики ро-

ста побегов и содержания пигментов в листовых метелках демонстрируют высокую степень достоверности видовых различий тамариксов,

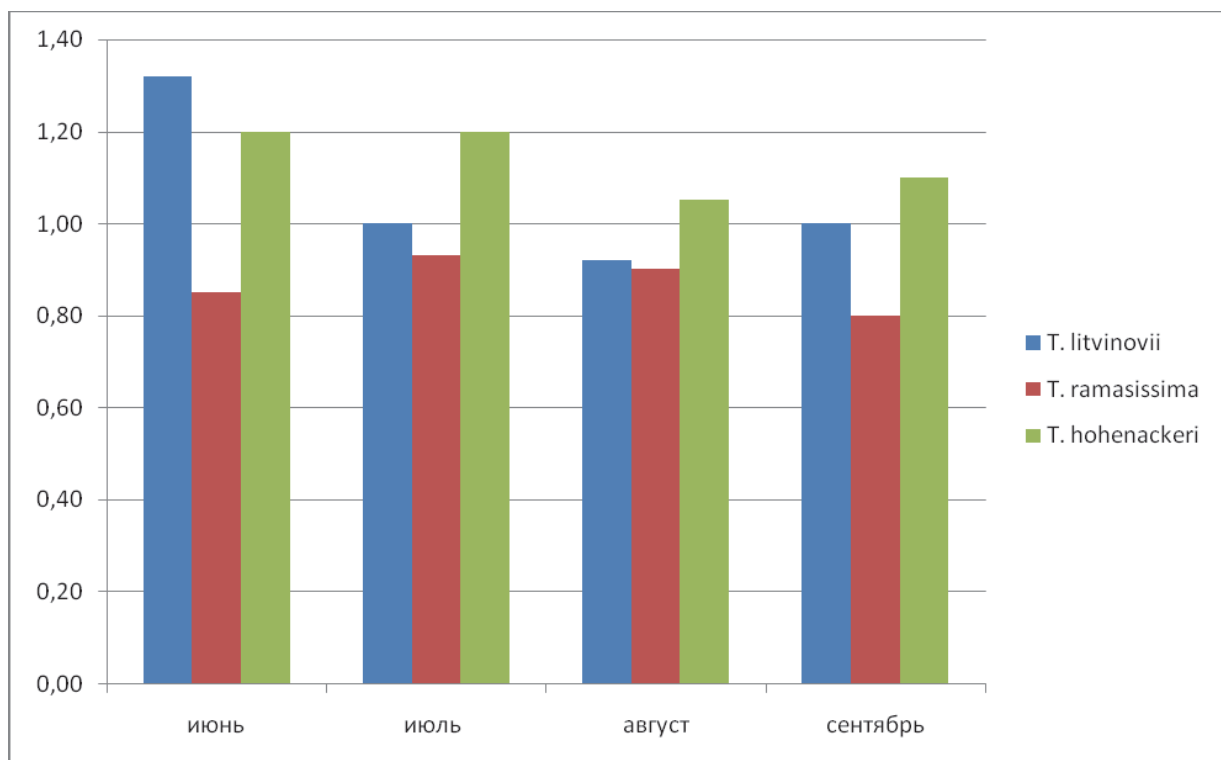


Рис. 4. Динамика накопления хлорофилла (средние значения) вегетационного периода 2017 года *Tamarix litvinovii* Gorschk, *Tamarix ramosissima* Ledeb, *Tamarix hohenackeri* Bunge

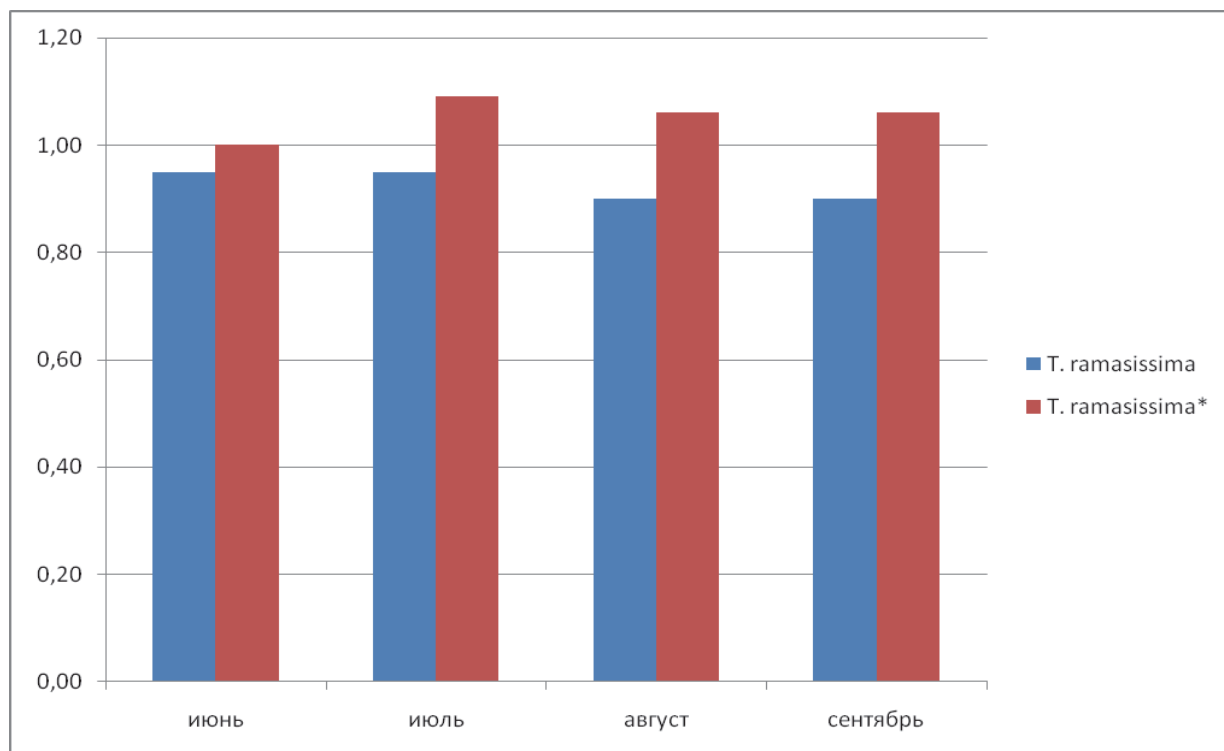


Рис. 5. Содержание фотосинтетических пигментов в листовых кистях *Tamarix ramosissima*, произрастающих на территории Ботанического сада РАН и в естественных условиях заповедника «Тигровая балка» (*T. ramosissima**) [10]

произрастающих на территории коллекции Средней Азии ГБС РАН. Достоверность различий длины побега между *T. litvinovii* и *T. ramosissima* составила $t_{\phi} (2,26) > t_{sd} (2,05)$ ($P < 0,05$); между

- *T. litvinovii* и *T. hohenackeri* $t_{\phi} (7,90) > t_{sd} (3,67)$ ($P < 0,001$); между - *T. ramosissima* и *T. hohenackeri* $t_{\phi} (4,57) > t_{sd} (3,67)$ ($P < 0,001$). Наибольший прирост побегов был отмечен у *Tamarix litvinovii* Gorschk,

Tamarix ramosissima Ledeb, *Tamarix hohenackeri* Bunge в порядке убывания,

Основной максимум накопления фотосинтетических пигментов у всех видов приходится на июнь месяц – начало вегетационного периода в Главном ботаническом саду РАН. На примере *Tamarix ramosissima* показано, что экспериментальные данные динамики накопления хлорофилла соответствуют природным аналогам, Достоверные ($P \leq 0,01$) различия в содержании пигментов получены между *Tamarix ramosissima* и *Tamarix hohenackeri*,

Таким образом, проведенные исследования подтвердили высокую степень экологической пластичности изученных тамарисков, Основные показатели продуктивности изученных видов соответствуют природным аналогам и могут быть использованы в качестве физиолого-ботанических критериев оценки качества интродукции,

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Растения природной флоры в Главном ботаническом саду им Н.В. Цицина РАН. 65 лет интродукции. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2013. с. 587-588.
2. Русанов Р.Ф. Среднеазиатские тамариски. Ташкент: Из-во АН УзССР. 1949. С. 12-17, 32-36, 72-74, 301-303.
3. Павлова И.В., Воронина О.Е. Опыт интродукции видов рода *Tamarix* L. в Главном ботаническом саду РАН в Москве // Белгород: Периодический научный сборник Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 10. Ч. 3. С.83-86.
4. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes // Meth. Enzymol. 1987. V. 148. p. 350-382.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия//М.: Высшая школа. 1980. с. 98-101.
6. Gismeteo. URL: <https://www.gismeteo.ru> (дата обращения 12.04.2018)
7. Трулевич Н.В. Эколого – фитоценотические основы интродукции растений. М.: Наука. 216 с.
8. Вознесенский В.Л. Фотосинтез пустынных растений. Л.: Наука. 1977. 256 с.
9. Давлятова Д.М. Фотосинтетические пигменты галофитов заповедника «Тигровая балка»// Известия АН Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук. Физиология растений. 2015. № 1(189). С. 40 – 45.
10. Афанасьев И.А., Смашевский Н.Д. Структура фотосинтетического аппарата видов рода тамариск, произрастающих в Астраханской области // Естественные науки. 2013. № 2. с. 11-13.
11. Иванов Л.А., Гулидова И.В., Цельникер Ю.Л., Юрина Е.В. Фотосинтез и транспирация древесных пород в различных климатических зонах // Водный режим растений в связи с обменом вещества и продуктивностью. М.: Изд-во АН СССР. 1963. С. 121 – 129.

INDICATORS OF QUALITY INTRODUCTION THREE SPECIES OF TAMARISK IN CENTRAL RUSSIA

© 2018 O.E. Voronina

Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS, Moscow

On the territory of the collection of Central Asia of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (Moscow) in conditions of open soil during the growing season of 2017. The dynamics of shoot growth and the content of the sum of chlorophylls a + b in introduced *Tamarix* of three species were studied: *Tamarix ramosissima* Ledeb. *Tamarix litvinovii* Gorsch. *Tamarix hohenackeri* Bunge. It is shown that the main maxima of the accumulation of photosynthetic pigments were recorded in the middle of June and the first ten days of July. Depending on the type of tamarix, the decrease in the chlorophyll content was accompanied by an increase in the length of the shoot. The species differences are highly reliable, both in the accumulation of pigments in *T. ramosissima* and *T. hohenackeri*, and in the dynamics of growth processes in all three species of tamarisks. Il est établi que les trois espèces ont un haut degré de plasticité face à des conditions de croissance anormales. The used approaches can be proposed as physiological and botanical indicators of quality of introduction.

Keywords: *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Tamarix litvinovii* Gorsch., *Tamarix hohenackeri* Bunge., introduction, length of shoot, chlorophyll, climate.