



# Russian Journal of Biological Research

Has been issued since 2014. ISSN 2409-4536  
2015. Vol.(3). Is. 1. Issued 4 times a year

## EDITORIAL STAFF

**Cherkasov Aleksandr** – International Network Center for Fundamental and Applied Research, Sochi, Russian Federation (Editor in Chief)

**Davitashvili Magda** – Telavi State University, Telavi, Georgia (Deputy Editor-in-Chief)

**Mamadaliyev Anvar** – International Network Center for Fundamental and Applied Research, Sochi, Russian Federation

## EDITORIAL BOARD

**Ermilov Sergey** – Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation

**Katorin Yurii** – Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, Russian Federation

**Rzheshhevskii Oleg** – Institute of World History, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

**Šmigel' Michal** – Matej Bel University, Banská Bystrica, Slovakia

**Volodin Vladimir** – Komi Science Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation

Journal is indexed by: **Cross Ref** (USA), **Open Academic Journals Index** (Russia).

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Postal Address: 26/2 Konstitucii, Office 6  
354000 Sochi, Russian Federation

Website: <http://ejournal23.com/>  
E-mail: [sochi003@rambler.ru](mailto:sochi003@rambler.ru)

Founder and Editor: Academic Publishing  
House *Researcher*

Passed for printing 2.03.15.

Format 21 × 29,7/4.

Enamel-paper. Print screen.

Headset Georgia.

Ych. Izd. l. 4,5. Ysl. pech. l. 4,2.

Circulation 500 copies. Order № B-03.

Russian Journal of Biological Research

2015

Is.

1

© Russian Journal of Biological Research, 2015



# Russian Journal of Biological Research

Russian Journal of Biological Research

Издается с 2014 г. ISSN 2409-4536  
2015. № 1 (3). Выходит 4 раза в год.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Черкасов Александр** – Международный сетевой центр фундаментальных и прикладных исследований, Сочи, Российская Федерация (Главный редактор)

**Давиташвили Магда** – Телавский государственный университет, Телави, Грузия (заместитель главного редактора)

**Мамадалиев Анвар** – Международный сетевой центр фундаментальных и прикладных исследований, Сочи, Российская Федерация

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Володин Владимир** – Коми научный центр Уро РАН, Российская Федерация

**Каторин Юрий** – государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

**Ермилов Сергей** – Тюменский государственный университет, Тюмень, Российская Федерация

**Ржешевский Олег** – Институт всеобщей истории РАН, Москва, Российская Федерация

**Шмигель Михал** – Университет Матея Бэла, Банска Быстрица, Словакия

Журнал индексируется в: **Cross Ref** (США), **Open Academic Journals Index** (Россия).

Статьи, поступившие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: 354000, Россия, г. Сочи,  
ул. Конституции, д. 26/2, оф. 6  
Сайт журнала: <http://ejournal23.com/>  
E-mail: [sochi003@rambler.ru](mailto:sochi003@rambler.ru)

Учредитель и издатель: ООО «Научный  
издательский дом "Исследователь"» -  
Academic Publishing House *Researcher*

Подписано в печать 2.03.15.  
Формат 21 × 29,7/4.  
Бумага офсетная.  
Печать трафаретная.  
Гарнитура Georgia.  
Уч.-изд. л. 4,5. Усл. печ. л. 4,2.  
Тираж 500 экз. Заказ № В-03.

2015

№

1

© Russian Journal of Biological Research, 2015

## C O N T E N T S

## Articles and Statements

Indicators Terms of Maturing and Storage of the Introduced Apple Cultivar Fruits in the Conditions of the Arid Zone of Central Kazakhstan Natalya G. Andrianova, Tatyana O. Sirotina .....	4
Influence of Synthetic Oestrogens on the Synthesis of Interferon- $\gamma$ in Human Leukocytes Magda D. Davitashvili, Nana K. Natsvlishvili .....	12
Physiological Features of Wood Plants in Introduction Experiment in Arid Conditions of the Desert of Mangistau Akzhunis A. Imanbayeva, Ivan F. Belozerov .....	17
Essential Oil Composition of <i>Thymus vulgaris</i> L. Marzieh Negahban, Sajedeh Saeedfar .....	35
The Effect of Different Harvest Stages on the Quality and Quantity of the Essential Oil of Tulsi ( <i>Ocimum sanctum</i> L.) Marzieh Negahban, Sajedeh Saeedfar, Abdolrasool Zakerin, Abdolhossein Aboutalebi ...	39
The Perspective Forage Population of <i>Elymus Mutabilis</i> in the Kazakhstan Altai Aydar A. Sumbembayev .....	43
Determination of Effect of Substrate Concentration and Dilution of Inoculums on Population Dynamics of <i>Pseudomonas Fluorescens</i> Ajay Tomer, Ramji Singh, Manoj Kumar Maurya .....	51

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation  
Russian Journal of Biological Research  
Has been issued since 2014.  
ISSN: 2409-4536  
Vol. 3, Is. 1, pp. 4-11, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.3.4  
[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



### Articles and Statements

UDC 634.11(574.3)

#### **Indicators Terms of Maturing and Storage of the Introduced Apple Cultivar Fruits in the Conditions of the Arid Zone of Central Kazakhstan**

<sup>1</sup>Natalya G. Andrianova

<sup>2</sup>Tatyana O. Sirotina

<sup>1</sup>Zhezkazgan botanical garden branch of Institute of botany and phytointroduction, Kazakhstan 100600, Karaganda region, Zhezkazgan, 100600  
PhD (Biology), leading scientific researcher  
E-mail: plodovodik@yandex.ru

<sup>2</sup>Zhezkazgan botanical garden branch of Institute of botany and phytointroduction, Kazakhstan 100600, Karaganda region, Zhezkazgan, 100600  
Master of biology, scientific researcher  
E-mail: tina-mir@mail.ru

#### **Abstract**

The article presents the results of studying of ripening and storage of the introduced apple cultivar fruits in terms of arid zone of Central Kazakhstan (Zhezkazgan Botanical garden). The results showed that apple cultivars considerably differ on ripening and storage terms. The dispersive and correlation analyses of data have shown that the weight of fruits depends on conditions of the vegetative period. The weight loss fruits of late ripening are significantly higher than the grade of the early period with a probability of 99 %.

**Keywords:** introduction; apple cultivars; fruit weight; maturing terms; storage time; weight loss.

#### **Введение**

Знание сроков хранения плодов играет важную роль в увеличении плодовой продукции [1]. В связи с этим, поиск приемов, снижающих потери полученного урожая, является актуальнейшей проблемой [2, 3, 4, 5]. Продолжительность сохранности плодов зависит от генетического кода сорта, условий выращивания, степени зрелости во время съема и условий хранения [6, 7, 8].

Цель данного исследования заключалась в выявлении сроков созревания и хранения сортов, по предварительным исследованиям устойчивых к основным абиотическим стресс-факторам аридной зоны Центрального Казахстана (Жезказганский регион Карагандинской области) [9, 10, 11].

В природном отношении регион сочетает в себе все отрицательные стороны холодного климата Сибири и засушливого климата Средней Азии [12, 13]. Для получения полной картины климата региона на основании климатических данных, полученных на Жезказганской метеостанции, расположенной в 5,7 км от экспериментального участка

Отдела интродукции плодово-ягодных культур ЖБС, была составлена диаграмма (рис. 1) и подсчитаны основные метеопоказатели за десять последних лет (2005–2014). Абсолютный минимум температуры составил  $-39,2^{\circ}\text{C}$ ; абсолютный максимум –  $42^{\circ}\text{C}$ ; среднегодовое количество осадков –  $174\text{ мм}$ ; средняя температура января –  $-15,1^{\circ}\text{C}$ ; средняя температура июля –  $24,2^{\circ}\text{C}$ .

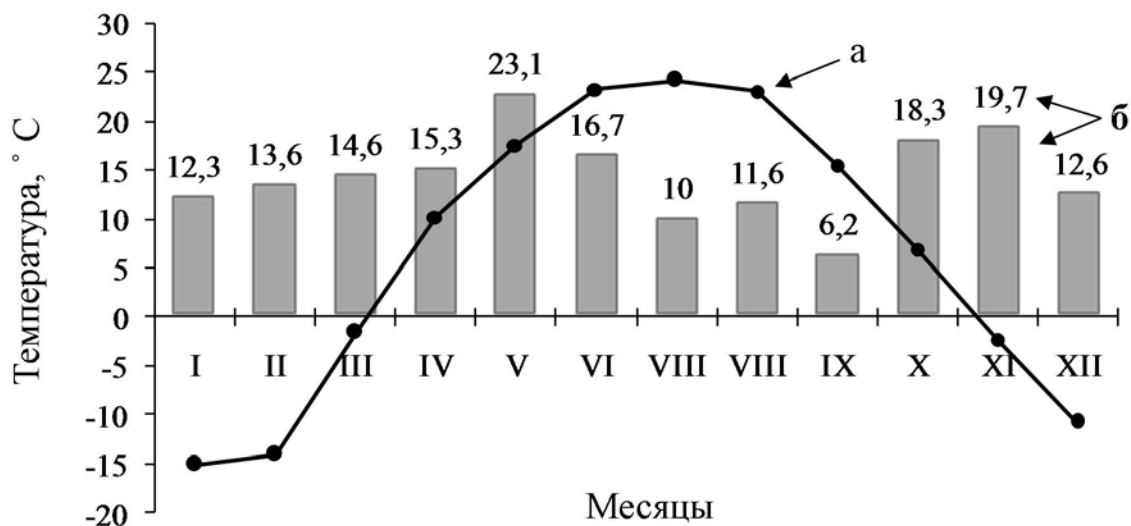


Рис. 1. Среднемесячная температура в градусах С (а) и сумма осадков в мм (б) в Жезказгане (2005 - 2014 гг.)

Сумма температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  равна 3466; средняя сумма температур ниже нуля  $-1402$ ; среднегодовая температура воздуха  $-6,4^{\circ}\text{C}$ ; конец безморозного периода от 15 сентября до 11 октября; начало безморозного периода от 1 апреля до 8 мая; число дней безморозного периода  $-133-186$ ; средний уровень снегового покрова  $-17,3\text{ см}$ .

### Материалы и методы

Объектами исследования являлись 10 сортов яблони, привитых на сеянцы 'Аниса алого': 'Синап северный' (Россия, Мичуринск), 'Боровинка' (Старинный русский сорт), 'Дочь Папировки', 'Спартак' (Россия, Самара), 'Брат Чудного' (Россия, Челябинск), 'Алтайское румяное', 'Неженка' (Россия, Барнаул), 'Заилийское' (Казахстан, Алматы), 'Норланд' (Канада, Саскатчеван) и 'Хазен' (США, Северная Дакота).

Изучение сроков созревания и хранения плодов и некоторых показателей их качества (вес, вкус, привлекательность внешнего вида, потери веса при хранении) проводилось с 2012 по 2014 гг. на основании полевых наблюдений и лабораторных анализов в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [17].

При статистической обработке данных использовали дисперсионный и корреляционный анализы. После выявления различий между сортами по тесту Фишера, находили наименьшую среднюю разницу между сортами и проводили ранжирование сортов по тесту Дункана: сорта отмеченные одинаковыми буквами не имели достоверных различий с вероятностью 99 %. Значения коэффициента корреляции (r) оценивали по шкале Чеддока, где r больше 0,9 и меньше 1 соответствует очень высокой корреляции.

### Обсуждение

По данным Причко Т.Г. [18], Причко Т.Г. и Чалой Л.Д. [10] избыток тепла в период вегетации приводит к негативным последствиям. При изучении массы плодов в течении 3-х лет в ЖБС путем дисперсионного анализа было выявлено, что существует статистически подтвержденная разница с вероятностью 99 % между суммарным средним весом плодов в 2012 г. и 2014 г. (рис. 2). При проведении корреляционного анализа между суммарным средним весом плодов по годам и суммами годовых температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  (2012 –  $3815^{\circ}\text{C}$ ,

2013 – 3477° С, 2014 – 3278° С) оказалось, что между этими показателями с вероятностью 95 % существует очень высокая обратная корреляция (-0,99), т.е. чем выше была сумма годовых температур выше 10° С, тем ниже был суммарный средний вес плодов сортов.

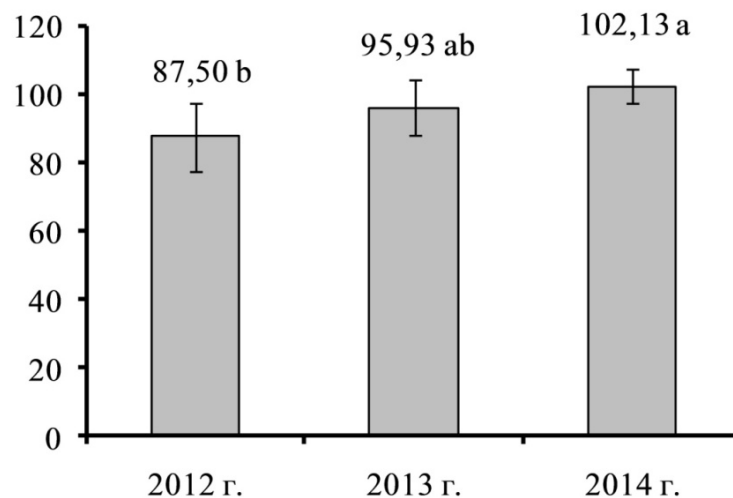


Рис. 2. Суммарный средний вес плодов сортов по годам. Значения с разными буквами имеют достоверные различия с вероятностью 99 % в соответствии с тестом Дункана

Дисперсионный анализ показателей среднего веса сортов с вероятностью 99 % показал, что между сортами яблони существуют различия (табл. 1, рис. 3). Самый высокий вес был отмечен у 'Боровинки', самый низкий – у 'Алтайского румяного'. При ранжировании сортов по размеру плодов оказалось, что 'Боровинка' имеет очень крупные по размеру плоды, 'Спартак', 'Хазен', 'Залийское' – крупные, 'Синап северный' – выше среднего размера, 'Норланд', 'Брат Чудного' – средние, 'Дочь Папировки' – ниже среднего размера, 'Неженка' – мелкие и 'Алтайское румяное' – очень мелкие.

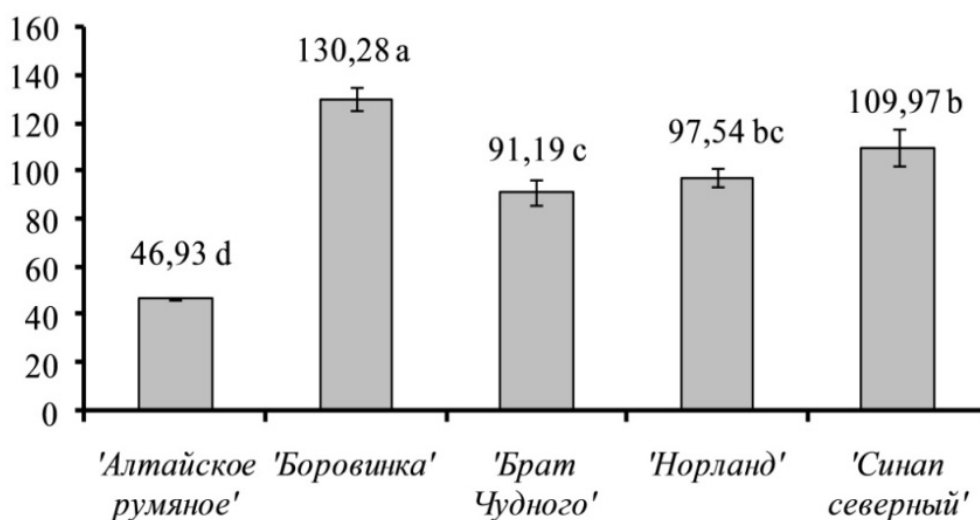


Рис. 3. Средний вес плодов по сортам за 3 года

Таблица 1

Вес плодов сортов яблони при закладке на хранение (г)

Наименование сорта	2012 г.	2013 г.	2014 г.
'Алтайское румяное'	47,5 c	45,3 e	48,1g
'Боровинка'	123,8 a	126,5 a	140,6 a
'Брат Чудного'	80,8 b	95,5 c	97,2 d

'Дочь Папировки'	–	70,4 d	85,5 e
'Заилийское'	–	118,7 a	123,9 b
'Неженка'	–	58,2 de	64,4 f
'Норланд'	90,3 b	97,3 bc	105,0 d
'Синап северный'	95,0 b	115,1 b	119,8 c
'Спартак'	–	119,3 a	126,8 b
'Хазен'	–	121,7 a	129,0 b

В конце хранения изучали такие качества плодов, как привлекательность внешнего вида и вкус плодов. Результаты дисперсионного анализа с вероятностью 99 % показали, что между сортами яблони по показателям качества плодов существуют значительные различия (табл. 2).

На основании совокупности веса, внешнего вида и вкуса был выведен такой показатель как желательность плодов для потребителя, но статистически достоверных различий между сортами по этому показателю выявлено не было (табл. 2).

Таблица 2

Некоторые показатели качества плодов при потребительской зрелости

Наименование сорта	Средний вкус плодов за 3 года (в баллах)	Привлекательность внешнего вида (в баллах)	Средний вес плодов за 2013 г. (в граммах)	Желательность для потребителя (в баллах)
'Алтайское румяное'	4,1 e	4,1 ef	45,3 e	3,3
'Боровинка'	4,3 c	4,3 d	126,5 a	4,5
'Брат Чудного'	4,03 e	3,9 g	95,5 c	3,8
'Дочь Папировки'	4,2 d	4,2 de	70,4 d	3,8
'Заилийское'	4,6 a	4 fg	118,7 a	4,3
'Неженка'	4,2 d	4,7 b	58,2 de	3,7
'Норланд'	4,6 a	5 a	97,3 bc	4,5
'Синап северный'	4,6 a	4,5 c	115,1 b	4,5
'Спартак'	4,2 d	4,1 ef	119,3 a	4,3
'Хазен'	4,5 b	4,2 de	121,7 a	4,4

Результаты лабораторных исследований естественной убыли массы плодов показали, что потеря массы значительно выше у сортов более ранних сроков созревания (рис. 4, табл. 3).

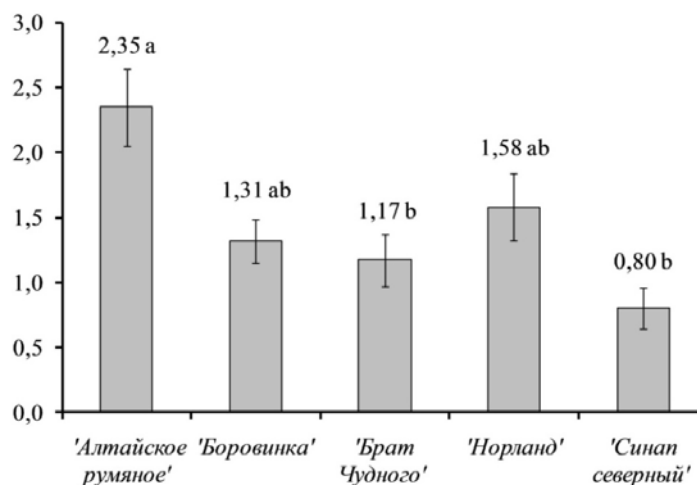


Рис. 4. Средняя потеря веса за 1месяц хранения плодами сортов за 3 года

Таблица 3

Потеря веса в % от массы плодов за первый месяц хранения

Наименование сорта	2012	2013	2014
'Алтайское румяное'	3,93 a	1,39 ab	1,72 a
'Боровинка'	1,57 bc	1,0 cd	1,28 bc
'Брат Чудного'	1,45 bc	0,78 d	1,26 bc
'Дочь Папировки'	–	0,79 d	1,25 bc
'Заилейское'	–	0,72 de	1,06 c
'Неженка'	–	1,17 bc	1,36 b
'Норланд'	2,17 b	1,23 bc	1,38 b
'Синап северный'	1,21 c	0,39 e	0,80 d
'Спартак'	–	1,59 a	1,76 a
'Хазен'	–	0,70 de	1,08 c

На основании исследований сорта были сгруппированы по разным срокам хранения и созреваия, а также подсчитаны суммы температур выше 10° С для дат наступления съемной зрелости (табл. 4).

Таблица 4

Сроки хранения и созреваия плодов сортов яблони

Наименование сорта	Наступление съемной зрелости	Сумма активных температур, необходимых для наступления съемной зрелости	Сроки созреваия	Сроки хранения (в месяцах)
'Алтайское румяное'	с 10 по 25 августа	2537-2907	лето	2
'Боровинка'	с 1 по 25 сентября	3046-3416	осень	4
'Брат Чудного'	с 25 сентября по 10 октября	3416-3502	поздняя осень	2
'Дочь Папировки'	с 10 по 25 августа	2537-2907	лето	2
'Заилейское'	с 25 сентября по 10 октября	3416-3502	поздняя осень	3-4
'Неженка'	с 25 июля по 10 августа	2153-2537	лето	1-2
'Норланд'	с 20 июля по 5 августа	2029-2396	раннее лето	1
'Синап северный'	с 10 по 20 октября	3502-3528	зима	5
'Спартак'	с 10 по 25 августа	2537-2907	лето	1
'Хазен'	с 25 сентября по 10 октября	3416-3502	поздняя осень	3



### Результаты и выводы

Проведенные исследования показали, что между суммарным средним весом плодов по годам и суммами годовых температур выше 10° С с вероятностью 95 % существует очень высокая обратная корреляция (-0,99), т.е. чем выше была сумма годовых температур выше 10° С, тем ниже был суммарный средний вес плодов сортов яблони. Полученные данные позволяют сделать выводы о том, что высокая летняя температура аридной зоны Центрального Казахстана неблагоприятно влияет на размеры плодов яблони. Результаты исследований показали, что самые крупные плоды у 'Боровинки', крупные – у 'Спартака', 'Хазена' и 'Заилийского', самые высокие вкусовые качества у 'Заилийского', 'Норланда', 'Синапа северного' и 'Хазена'. По привлекательности плодов выделились 'Норланд' и 'Неженка'. Сорта яблони значительно различаются по срокам созревания (5 групп) и хранения (6 групп). Длительность хранения выше у 'Синапа северного', 'Боровинки' и 'Заилийского'.

Результаты данного исследования сроков хранения и созревания, устойчивых к неблагоприятным зимним условиям сортов яблони, необходимы для дальнейшего внедрения этих сортов в практическое садоводство региона.

### Примечания:

1. Wang, S.Y. Postharvest for wealth and health // *Acta Horticulturae*. 2013. №1012. P. 785–796.
2. Абеленцев В.И. Влияние послеуборочной обработки биопрепаратами на хранение яблок / В.И. Абеленцев, М.Е. Подгорная, В.М. Смолякова // *Плодоводство и ягодоводство Юга России*. 2010. №4. С. 105–109.
3. Liu, R. Changes in physiology and quality of Laiyang pear in long time storage / R. Liu, T. Lai, Y. Xua, S. Tiana // *Scientia Horticulturae*. 2013. №150. P. 31–36.
4. Bhat, M.Y. Influence of Harvest Dates and Storage Period on Physico-Chemical Characteristics of Pear Fruit Cv. Bartlett / M.Y. Bhat, H. Ahsan, F. Ahmad and other // *Applied Biological Research*. 2010. Vol. 12, № 1. P. 33–37.
5. Hofman, P.J. Interaction between production characteristics and postharvest performance and practice for fresh fruit / P.J. Hofman, J.R. Marques, A.J. Macnish and other // *Acta Horticulturae*. 2013. №1012. P. 55–69.
6. Олефир Е.А. Влияние сроков съема плодов яблони на длительность хранения // *Научный журнал КубГАУ*. 2010. №58 (04). С. 1–10.
7. Онучин Ю.К. Сроки съема и подготовка плодов груши к длительному хранению: автореф. дис. ... канд. с/х. наук. М., 2012. 21 с.
8. Андрианова Н.Г. Предварительная оценка сроков наступления фазы полного созревания плодов яблони и груши / Н.Г. Андрианова, Т.О. Сиротина // *Научная дискуссия: вопросы математики, физики, химии, биологии: сб. мат. межд. заочной науч. практ. конф.* / М., 2013. С. 127–134.
9. Андрианова Н.Г. Основные экологические факторы, лимитирующие интродукцию сортов яблони и груши в северной пустыне Центрального Казахстана // *Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микобиоты: сб. мат. II межд. науч. практ. конф.* / Минск, 2013. С. 131–134.
10. Андрианова Н.Г. Интродукция плодово-ягодных культур в аридной зоне Центрального Казахстана / Н.Г. Андрианова, Т.О. Сиротина // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2013. № 37 (1). С. 28–35.
11. Андрианова Н.Г. Итоги интродукции зарубежных сортов яблони в Жезказганском ботаническом саду. Алматы-Жезказган: АО НЦНТИ, 2013. 155 с.
12. Урумов Т.М. Краткая географическая и климатологическая характеристика Жезказганского промышленного района / В кн. *Большой Жезказган*. Алматы: Полиграфкомбинат, 1994. С. 14–16.
13. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) / Н.И. Акжигитова, З.В. Брекле, Н.П. Огарь и др. СПб.: Бостон-спектр, 2003. 424 с.
14. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Е.Н. Седов, Т.П. Огольцова. Орел: изд-во ВНИИСПК, 1999. 607 с.

15. Причко Т.Г. Изменение качественных показателей плодов яблони в процессе выращивания и хранения плодов / Т.Г. Причко, Л.Д. Чалая, М.В. Карпушина // Плодоводство и ягодоводство Юга России. 2011. №7 (1). С. 11–21.

### References:

1. Wang, S.Y. Postharvest for wealth and health // *Acta Horticulturae*. 2013. №1012. P. 785–796.
2. Abelenecv V.I. Vlijanie posleuborochnoj obrabotki biopreparatami na hranenie jablok / V.I. Abelenecv, M.E. Podgornaja, V.M. Smoljakova // *Plodovodstvo i jagodovodstvo Juga Rossii*. 2010. №4. S. 105–109.
3. Liu, R. Changes in physiology and quality of Laiyang pear in long time storage / R. Liu, T. Lai, Y. Xua, S. Tiana // *Scientia Horticulturae*. 2013. №150. P. 31–36.
4. Bhat, M.Y. Influence of Harvest Dates and Storage Period on Physico-Chemical Characteristics of Pear Fruit Cv. Bartlett / M.Y. Bhat, H. Ahsan, F. Ahmad and other // *Applied Biological Research*. 2010. Vol. 12, № 1. P. 33–37.
5. Hofman, P.J. Interaction between production characteristics and postharvest performance and practice for fresh fruit / P.J. Hofman, J.R. Marques, A.J. Macnish and other // *Acta Horticulturae*. 2013. №1012. P. 55–69.
6. Olefir E.A. Vlijanie srokov s'ema plodov jabloni na dlitel'nost' hranenija // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2010. №58 (04). S. 1–10.
7. Onuchin Ju.K. Sroki s'ema i podgotovka plodov grushi k dlitel'nomu hraneniju: avtoref. dis. ... kand. s/h. nauk. M., 2012. 21 s.
8. Andrianova N.G. Predvaritel'naja ocenka srokov nastuplenija fazy polnogo sozrevanija plodov jabloni i grushi / N.G. Andrianova, T.O. Sirotina // *Nauchnaja diskussija: voprosy matematiki, fiziki, himii, biologii: sb. mat. mezhd. zaочноj nauch. prakt. konf. / M., 2013. S. 127–134.*
9. Andrianova N.G. Osnovnye jekologicheskie faktory, limitirujushhie introdukciju sortov jabloni i grushi v severnoj pustyne Central'nogo Kazahstana // *Aktual'nye problemy izuchenija i sohranenija fito- i mikrobioty: sb. mat. II mezhd. nauch. prakt. konf. / Minsk, 2013. S. 131–134.*
10. Andrianova N.G. Introdukcija plodovo-jagodnyh kul'tur v aridnoj zone Central'nogo Kazahstana / N.G. Andrianova, T.O. Sirotina // *Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii*. 2013. № 37 (1). S. 28–35.
11. Andrianova N.G. Itogi introdukcii zarubezhnyh sortov jabloni v Zhezkazganskom botanicheskom sadu. Almaty-Zhezkazgan: AO NCNTI, 2013. 155 s.
12. Urumov T.M. Kratkaja geograficheskaja i klimatologicheskaja harakteristika Zhezkazganskogo promyshlennogo rajona / V kn. Bol'shoj Zhezkazgan. Almaty: Poligrafkombinat, 1994. S. 14–16.
13. Botanicheskaja geografija Kazahstana i Srednej Azii (v predelakh pustynnoj oblasti) / N.I. Akzhigitova, Z.V. Brekle, N.P. Ogar' i dr. SPb.: Boston-spektr, 2003. 424 s.
14. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur / E.N. Sedov, T.P. Ogol'cova. Orel: izd-vo VNIISPК, 1999. 607 s.
15. Prichko T.G. Izmenenie kachestvennyh pokazatelej plodov jabloni v processe vyrashhivaniya i hranenija plodov / T.G. Prichko, L.D. Chalaja, M.V. Karpushina // *Plodovodstvo i jagodovodstvo Juga Rossii*. 2011. №7 (1). S. 11–21.

УДК 634.11(574.3)

### Показатели качества плодов, сроки созревания и хранения интродуцированных сортов яблони в условиях аридной зоны Центрального Казахстана

<sup>1</sup> Наталья Геннадьевна Андрианова

<sup>2</sup> Татьяна Олеговна Сиротина

<sup>1</sup> Жезказганский ботанический сад филиал Института ботаники и фитоинтродукции, Казахстан  
 Карагандинская обл., Жезказган, 100600

Кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

E-mail: plodovodik@yandex.ru

<sup>2</sup> Жезказганский ботанический сад филиал Института ботаники и фитоинтродукции,  
Казахстан

Карагандинская обл., Жезказган, 100600

Магистр биологии, научный сотрудник

E-mail: tina-mir@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты изучения сроков созревания и хранения плодов интродуцированных сортов яблони в условиях аридной зоны Центрального Казахстана (Жезказганский ботанический сад). Результаты исследований показали, что сорта яблони значительно различаются по срокам созревания и хранения. Дисперсионный и корреляционный анализ данных показал, что масса плодов зависит от условий вегетационного периода. Потери веса плодами поздних сроков созревания достоверно выше, чем у сортов ранних сроков с вероятностью 99 %.

**Ключевые слова:** интродукция; сорта яблони; вес плодов; сроки созревания; сроки хранения; потеря веса.

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation  
 Russian Journal of Biological Research  
 Has been issued since 2014.  
 ISSN: 2409-4536  
 Vol. 3, Is. 1, pp. 12-16, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.3.12  
[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



UDC 63

### **Influence of Synthetic Oestrogens on the Synthesis of Interferon- $\gamma$ in Human Leukocytes**

<sup>1</sup> Magda D. Davitashvili  
<sup>2</sup> Nana K. Natsvlishvili

<sup>1-2</sup> Iakob Gogebashvili Telavi State University, Georgia  
 Qartuli University Street 1, Telavi, 2200

<sup>1</sup> Dr. (Biology), Professor  
 E-mail: magdadav@gmail.com

<sup>2</sup> Dr. (Medical), Associate Professor  
 E-mail: nananatsvlishvili@mail.ru

#### **Abstract**

Immune interferon (interferon- $\gamma$ ) is induced in leukocytes as a result of the influence of specific bacterial or viral antigens. The addition of oestrogen preparations to interferon biosynthesis growth media is considered to be a very important factor for the intensification of interferon synthesis. In order to study the influence of synthetic oestrogens on the synthesis of interferon- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ) in human blood leukocytes, diethylstilbestrol (in the form of the soluble sodium salt of a diphosphoric acid ether, cf. Honvan) was used. There was a twofold increase of interferon titre in comparison with control tests.

**Keywords:** immune interferon; leukocytes; synthetic oestrogens; T-lymphocytes; interferon biosynthesis.

#### **Introduction**

The main characteristic of interferon (IFN) is its ability to suppress the reproduction of viruses and thereby hinder the process of viral infection. Interferon also acts on other intercellular parasites (Chlamydiales and the protozoöns) and on the products of bacteria (toxins).

As opposed to cultured cells that grow up outside an organism (e.g., laboratory-reared cells), leukocytes appear to have the ability to produce interferon with non-viral inducing agents such as phytohaemagglutinin (PHA) and other mitogens, bacterial and viral antigens, endotoxins and other substances of microbial origin [1, 2].

Because the interferon induced in mitogen-stimulated leukocyte cultures differs with respect to some properties from classical interferon (type I), and hence is called type II interferon [3]. Interferon of type II is induced only with immune-competent cells; the name immune interferon (interferon- $\gamma$ ) was introduced by Falcoff [4]. The properties of virus-induced leukocyte interferon as distinct from those of immune interferon are: instability in strong acids ( $\text{pH} \leq 2.0$ ) or alkalis ( $\text{pH} \geq 10.0$ ); and thermolability (complete inactivation by keeping for one hour at  $56^\circ\text{C}$ ) [5].

Immune interferon is distinguished by its special activity as one of the mediators of cell immunity. Immune interferon possesses much more anticellular and immune modulation activity than interferons  $\alpha$  and  $\beta$  (Type I), and may be much more effective as an anticancer treatment than

other interferons [6, 7]. Interferon- $\gamma$  has a direct cytological action on some tumour cells, and intensifies the actions of interferons  $\alpha$  and  $\beta$  when used jointly [8, 9].

Usually immune interferon production is induced in proliferating lymphocytes in leukocyte cultures that are activated by mitogens of organisms possessing an immune system responding to particular viral or bacterial antigens [10]. Which type of interferon (I or II) will be produced by lymphocytes in response to a given inducer depends on the method of preparing the cells for cultivation [11], the immune status of the blood donors [12] and on the nature of those cells that help lymphocytes. Although interferon is synthesized by lymphocytes and not macrophages, macrophages are necessary for the stimulation of interferon production, the amount of type II interferon (interferon- $\gamma$ ) produced in the system of lymphocytes plus macrophages is three to five times more than its production by lymphocytes alone [13, 14].

It was asserted by Epstein that T-lymphocytes are the main producer of interferon, mainly because of the observation that anti-T-cellular serum containing complement helping to exclude T-lymphocytes restrained the synthesis of type II interferon [15]. However, Stewart (1979) considers that B-lymphocytes produce immune interferon as well as T-lymphocytes and the production efficiency of both depends on the existence of macrophages. The interferon produced in a mouse by T- and B-cells is only differentiated by the amount [16].

The addition of oestrogen preparations to interferon biosynthesis growth media is considered to be a very important factor for the intensification of interferon synthesis [17]. The purpose of this work was to further investigate this.

### **Material and methods**

Immune interferon was prepared from human blood lymphocytes, leukocytes and leucomass. The material was received from a haemotransfusion station.

The Newcastle disease virus was used as interferon inducer (interferonogen). The titre infected by this virus equalled  $10^{10}$ – $10^{11}$  CPA<sub>50</sub> [The cytopathogenic action (CPA<sub>50</sub>) is the virus dose that engenders cytopathogenic changes in 50% of the tissue culture tubes] on hen embryos. The indicator virus was vesicular stomatitis with the  $10^5$  CPA<sub>50</sub> titre on the cell culture [18, 19].

Culture growth media in the experiments were: medium 199, Eagle's medium, lactalbumin hydrolysate added to Hanks solution, 0.25 % trypsin solution, sugar broth, 1% agar, thioglycol medium, pH buffer and stabilizing solutions.

Blood lymphocytes were isolated from blood newly taken from the donor with a ficoll-verografin density gradient. After washing out the ficoll, cells were diluted to  $2 \times 10^6$  or  $4 \times 10^6$  cells/mL. Interferon- $\gamma$  was induced by adding clean phytohaemagglutinin (PHA, Difco) at 10–100 g/mL. During induction, cells were placed in a thermostat at 37°C for 72–96 h. The collected liquid containing interferon was obtained after centrifuging for 5–10 min at 1500–2000 rpm. Our test criterion for interferon- $\gamma$  is its stability in acid solution (pH 2.0 for 24 h) and while warming to 56 °C (for 30 min) [20].

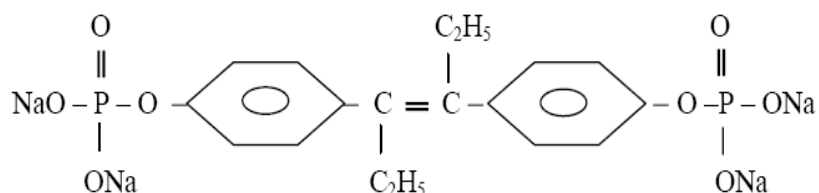
Induction of immune interferon took place in the total fraction of leucocytes that was isolated with a 0.83 % aqueous solution of ammonium chloride and then further fractionated with haemolysis.

To define the interferon titre 1 mL of the preparation was added to a series of tubes containing cell culture medium. At the same time we made the titration of vesicular stomatitis virus (the indicator). The next day 100 CPA<sub>50</sub> vesicular stomatitis virus (0.1 mL) was placed in each tube. Simultaneously, a dose titration of the indicator virus was made. After cultivation in a thermostat for 24–48 h the tubes were examined under the microscope. For the interferon titre, the final dilution ensured 50 % cells cultural protection from the stomatitis 100 CPA<sub>50</sub> virus [20].

### **Results and conclusion**

It is known that female sex hormones (notably the oestrogens: oestrodial, oestrone and oestriol) effect changes of carbohydrate, protein and purine substances. They act as activators to enzyme deoxyribonuclease through the Krebs cycle; i.e., they promote oxidation of organic substances to the final product (carbon dioxide and water). This is especially important, because anaerobic glycolysis appears to be the basic energy resource for leucocytes. Because of inefficiencies of the early stages of the fermenting system associated with the Krebs cycle, the

oxidation of glucose in the cells ends in the lactate stage and only a small amount (less than 5 %) is subjected to further fission [21, 22]. That is why the addition of oestrogen preparations to interferon biosynthesis growth media is considered to be a very important factor for the intensification of interferon synthesis. However, the extremely low aqueous solubilities of female sex hormones necessitates that production preparations use oil solutions, which complicates use of the preparations. We chose a synthetic preparation of diethylstilbestrol soluble in water as the diphosphoric ether, tetrasodium salt (Honvan) [23] (Scheme).



Scheme

We carried out experiments adding 1 mg Honvan to  $10^7$  and  $2 \times 10^7$  leucocytes in 10 mL. The concentration of the preparation in the culture medium was 0.1 mg/mL. We also carried out experiments to receive human immune interferon, also by adding the glucose and Honvan to the culture medium. The concentration of glucose (the purpose of which was to provide a carbon source for cell growth) in the culture medium was 1%. The results of titration of interferon- $\gamma$  tests are shown in Table.

Table. The influence of diethylstilbestrol diphosphoric ether tetrasodium salt (Honvan) on interferon- $\gamma$  production by blood leucocytes

Stimulator	Concentration of stimulator in preparation /10 mg/mL	Interferon- $\gamma$ titre in 1 mL	
		Leucocyte concentration = $10^7$ cells/mL	Leucocyte concentration = $2 \times 10^7$ cells/mL
Honvan	0.1	80	100
Honvan + 1% glucose	0.1	40–80	160
Control	0.0	40	40–80

In all variants of the experiment compared with the control test, double growth of the interferon titre is observed.

### References:

1. Miyawaki, T., Seki, H., Taga, K., Sato, H. and Taniguchi, N. Dissociated production of interleukin-2 and immune (gamma) interferon by phytohaemagglutinin stimulated lymphocytes in healthy infants. *Clin. Exp. Immunol.* 59 (1985) 505–511.
2. Croll, A.D., Wilkinson, M.F. and Morris, A.G. Gamma-interferon production by human low-density lymphocytes induced by T-cell mitogens. *Immunology* 58 (1986) 641–646.
3. Younger, J.S. and Salvin, S.B. Production and properties of migration inhibitory factor and interferon in the circulation of mice with delayed hypersensitivity. *J. Immunol.* 111 (1973) 1914–1922.
4. Falcoff, R. Some properties of virus- and immune-induced human lymphocyte interferons. *J. Gen. Virol.* 16 (1972) 251–253.
5. Pestka, S. The interferons: 50 years after their discovery, there is much more to learn. *J. Biol. Chem.* 282 (2007) 20047–20051.

6. Takaoka, A., Hayakawa, S., Yanai, H. et al. Integration of interferon-alpha/beta signalling to p53 responses in tumour suppression and antiviral defence. *Nature* 424 (2003) 516–523.
7. Mattei, F., Schiavoni, G. and Tough, D.F. Regulation of immune cell homeostasis by type I interferons. *Cytokine Growth Factor Rev.* 21 (2010) 227–236.
8. Shankaran, V., Ikeda, H., Bruce, A.T., White, J.M., Swanson, P.E., Old, L.J. and Schreiber, R.D. IFN $\gamma$  and lymphocytes prevent primary tumor development and shape tumor immunogenicity. *Nature* 410 (2001) 1107–1111.
9. Berner, V., Liu, H., Zhou, Q., Alderson, K.L., Sun, K., Weiss, J.M., Back, T.C., Longo, D.L., Blazar, B.R., Wiltrot, R.H., Welniak, L.A., Redelman, D. and Murphy, W.J. IFN-gamma mediates CD4(+) T-cell loss and impairs secondary antitumor responses after succ. *Nature Medicine* 13 (2007) 354–360.
10. Timoshok, N., Spivak, N., Zotzenko, V. and Arnaudov, A. Interferon- $\gamma$  and its inducers. A review. *Proc. Balkan Scientific Conf. Biology, Plovdiv (2005)*, pp. 48–54.
11. Jordan, G.W. and Merigan, T.C. Cell-mediated immunity to varicella-zoster virus: *in vitro* lymphocyte responses. *J. Infectious Diseases* 130 (1974) 495–501.
12. Haahr, S., Rasmussen, L. and Merigan, T.C. Lymphocyte transformation and interferon production in human mononuclear cell microcultures for assay of cellular immunity to herpes simplex virus. *Infection Immunity* 14 (1976) 47–54.
13. David M. Mosser. The many faces of macrophage activation. *J. Leukocyte Biol* 73 (2003) 209–212.
14. Plataniias, L.C. Mechanisms of type-I- and type-II interferon-mediated signalling. *Nature Rev. Immunol.* 5 (2005) 375–386.
15. Epstein, L.B. Mitogen and antigen induction of interferon *in vitro* and *in vivo*. *Texas Reports Biol. Med.* 35 (1977) 42–56.
16. Stewart, W.E. *The Interferon System*, pp. 363–364. Springer-Verlag (1979).
17. Calemine, J., Zalenka, J., Karpuzoglu-Sahin, E., Ward, D.L., Lengi, A. and Ahmed, S.A. The immune system of geriatric mice is modulated by estrogenic endocrine disruptors (diethylstilbestrol, alpha-zearalanol, and genistein): effects on interferon-gamma. *Toxicology* 194 (2003) 115–128.
18. Azuma, M. Viral factors required for interferon induction by Newcastle disease virus in mouse macrophages and chicken embryo cells. *J. Gen. Virol.* 30 (1976) 51–62.
19. Marcus, P.I., Rodriguez, L.L. and Sekellick, M.J. Interferon induction as a quasispecies marker of vesicular stomatitis virus populations. *J. Virol.* 72 (1998) 542–549.
20. Interferon methods and protocols. Ed. D.J.J. Carr, 236 pages. Series: *Methods in Molecular Medicine*. Totowa, New Jersey: Humana Press (2005).
21. Nelson, L.R. and Bulun, S.E. Estrogen production and action. *J. Am. Acad. Dermatol.* 45 (Suppl.) (2001) S116–S124.
22. Lang, T.J. Estrogen as an immunomodulator. *Clin. Immunol.* 113 (2004) 224–230.
23. Karpuzoglu-Sahin, E., Hissong, B.D. and Ansar Ahmed, S. Interferon- $\gamma$  levels are upregulated by 17- $\beta$ -estradiol and diethylstilbestrol. *Int. J. Exp. Clin. Reproductive Immunobiol.* 52 (2001) 113–127.

УДК 63

### Влияние синтетических эстрогенов на продукцию $\gamma$ -интерферона человеческими лейкоцитами

<sup>1</sup> Магда Давидовна Давиташвили

<sup>2</sup> Нана Карловна Нацвлишвили

<sup>1-2</sup> Телавский государственный университет, Грузия  
2200, г. Телави, ул. Картули Университети, 1

<sup>1</sup> Доктор биологических наук, профессор

E-mail: magdadav@gmail.com

<sup>2</sup> Доктор медицинских наук, ассоциированный профессор  
E-mail: nananatsvlishvili@mail.ru

**Аннотация.** Иммуный интерферон ( $\gamma$ -интерферон) индуцируется в лейкоцитах иммунного организма при воздействии специфических бактериальных или вирусных антигенов. Для изучения влияния синтетических эстрогенов на продукцию  $\gamma$ -интерферона человеческими лейкоцитами крови мы использовали тетранатриевую соль дифосфорного эфира – диэтилстильбэстроль (Нов). Добавка эстрогенных препаратов в питательную среду для биосинтеза интерферона рассматривается нами как весьма важный фактор интенсификации интерфероногенеза. Во всех вариантах опытов в сравнении с контрольными пробами наблюдалось двухкратное увеличение титров интерферона.

**Ключевые слова:** Иммуный интерферон; лейкоциты; синтетические эстрогены; Т-лимфоциты; биосинтез интерферона.



Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation  
Russian Journal of Biological Research  
Has been issued since 2014.  
ISSN: 2409-4536  
Vol. 3, Is. 1, pp. 17-34, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.3.17  
[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



UDC 631.630.58 (213.252; (574.14)

### **Physiological Features of Wood Plants in Introduction Experiment in Arid Conditions of the Desert of Mangistau**

<sup>1</sup>Akzhunis A. Imanbayeva  
<sup>2</sup>Ivan F. Belozerov

<sup>1</sup>RSE "Mangyshlak experimental botanical garden" SC MES RK, Kazakhstan  
10 micro district, Aktau city, Mangistau area, 130000  
PhD (Biology)  
E-mail: imangarden@mail.ru

<sup>2</sup>RSE "Mangyshlak experimental botanical garden" SC MES RK, Kazakhstan  
10 micro district, Aktau city, Mangistau area, 130000  
PhD (Agricultural)  
E-mail: bif17@mail.ru

#### **Abstract**

The article gives the results of researches of intensity of transpiration, water holding indicator, the maintenance of a chlorophyll and heat resistance of wood plants in arid terms of Mangistau in seasonal and daily dynamics and in communication by humidity of the soil and the main meteo factors. The article states the materials of the correlation and regression analysis with graphical representation in the form of schedules.

**Keywords:** intensity of transpiration; water holding indicator; maintenance of chlorophyll; heat resistance; adaptation; correlation; regression.

#### **Введение**

Мангистау расположен в пустынной зоне, климат региона отличается резкой континентальностью – короткой малоснежной, но довольно холодной зимой и жарким продолжительным летом. Высокие летние температуры воздуха (до 43–45°C), острый дефицит атмосферной влаги (количество осадков 107–180 мм в год), засоленность почв, сильные ветра и высокая солнечная активность – все это создает определенные трудности при фитоинтродукции. Природные условия Мангышлака обуславливают пустынный характер его растительности. В составе природной флоры преобладают однолетние травянистые растения – 268 видов или 43,1 %, 247 видов (40 %) принадлежат к многолетним травянистым растениям. Древесные растения представлены всего 100 видами (16,2 %) от общего количество. Деревья, как жизненная форма естественной растительности, в регионе отсутствуют [1].

Поэтому важная роль в комплексе мероприятия по освоению пустынных региона Мангистау отводится интродукции древесных растений. Как показали проведенные опыты, создание древесных насаждений пустынной зоне оказались весьма трудной задачей, часто наблюдались повреждение и гибель в наиболее жаркие и сухие годы [2–4]. Одной из

основных причин повреждаемости и гибели растений является недостаточная обоснованность ассортимента древесных пород.

В области теории интродукции растений существуют несколько методов, из которых наибольшую известность и распространение в XX веке получили метод климатических аналогов [5], метод родовых комплексов [6], эколого-исторический метод [7], метод с использованием, при подборе интродуцентов, генетического родства флор [8, 9], ботанико-географический метод [10], эколого-физиологический метод [11], методические рекомендации по подбору деревьев и кустарников для интродукции растений – 1981 г., рекомендации перспективного прогнозирования результатов интродукции на основе накопленного опыта – 1986 г. и об интродукционном районировании [6–9, 12–16], эколого-экстраполяционный метод подбора ассортимента [17].

Используя большой объем фактического материала по интродукции растений, в основном выделение перспективных видов древесных растений проводится на основе изучения фенологии, ритмов роста и развития интродуцентов в коллекциях ботанических садов. Такой подход преобладает и дает неплохие результаты, однако он не позволяет выявить механизмы приспособления растений к неблагоприятным условиям среды. Проводившиеся ранее опыты по изучению водного обмена и жаростойкости интродуцентов выявили некоторые особенности их адаптации, однако в целом заключения об устойчивости растений к тем или иным факторам среды основаны на литературных данных.

Целью настоящего исследования являлось – изучение физиологические показатели древесных интродуцентов суточной и сезонной динамики и проведение корреляционного анализа для выявления механизма их приспособления к основным стресс факторам пустыни Мангыстау.

### **Материалы и методы исследований**

В качестве объектов исследований были выбраны 22 коллекционных вида деревьев и кустарников различного географического происхождения, степени биологической устойчивости, требовательности к влаге и формам роста, в том числе 5 – хвойных: *Platyclus orientalis* (L.) Franco, *Juniperus virginiana* L., *Pinus pallasi-ana* Lamb., *Pinus silvestris* L., *Juniperus sabina* L., 13 – лиственных: *Quercus robur* L., *Crataegus ambigua* C. A. Mey, *Fraxinus sogdiana* Bunge, *Berberis vernaе* Schneid., *Betula verrucosa* Ehrh., *Populus diversifolia* Schrenk., *Populus bolleana* Lauche., *Robinia pseudoacacia* L., *Elaeagnus oxycarpa* Schlecht., *Gleditsia triacanthos* L., *Maclura aurantiaca* Nutt., *Ulmus pumila* L., *Syringa josikae* Jacq., и 3 – плодовых: *Amygdalus nana* L., *Malus sieversii* (Ldb.), *Armeniaca vulgaris* Lam.

При проведении физиологических исследований применялись следующие методы: оводненность – путем высушивания листьев до постоянного веса при температуре 100–105°C; интенсивность транспирации по уменьшению массы срезанных листьев весовым методом [18]; содержание хлорофилла в листьях на спектрофотометре PD -303 UV [19–21]; жаростойкость – по методике в термосных колбах [19]. При изучении интенсивность транспирации учитывались такие основные метеофакторы как освещенность, температура и влажность воздуха. Измерение освещенности выполнялось с помощью люксметра «ТКА – Люкс», параллельно определялась также влажность почвы термостатно-весовым способом.

Статистическую обработку полученных результатов проводили по методике Г.Ф. Лакина [22] с использованием также пакета статистических программ Statgraphics Centurion XVI.I (2011).

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Значительная роль в комплексе мероприятий при интродукции растений отводится изучению адаптационной способности интродуцентов в районе интродукции. В частности, в условиях пустыни Мангыстау важными индикаторами приспособительной реакции являются: интенсивность транспирации, как показатель оптимизации поглощения солнечной радиации и расходования воды; концентрация хлорофилла, как важнейшего компонента фотосинтетического аппарата листьев и жаростойкость, отражающая способность растений переносить действие высоких температур и перегрев. Поэтому в

наших исследованиях данные физиологические параметры рассматривались в качестве основных маркеров интродукционной ценности древесно-декоративных интродуцентов.

По средним 3-летним данным все интродуценты по величинам интенсивности транспирации (далее ИТ) были разделены на три группы (табл.1):

1) слабо-транспирирующие (менее 250 мг/г веса сырых листьев в час) – все хвойные деревья (биота восточная – *Platyclusus orientalis* (L.) Franco, можжевельник виргинский – *Juniperus virginiana* L. и сосна крымская – *Pinus pallasiana* Lamb.);

2) среднетранспирирующие (250–500 мг/г веса сырых листьев в час) - гледичия трехколочковая (*Gleditsia triacanthos* L.), маклюра оранжевая (*Maclura aurantiaca* Nutt.), лох остроплодный – (*Elaeagnus oxycarpa* Schlecht.), тополь Более (*Populus bolleana* Lauche), туранга разнолистная (*Populus diversifolia* Schrenk.), миндаль низкий (*Amygdalus nana* L.), береза бородавчатая (*Betula verrucosa* Ehrh.), барбарис весенний (*Berberis vernaе* Schneid.), ясень согдийский (*Fraxinus sogdiana* Bunge), абрикос обыкновенный (*Armeniaca vulgaris* Lam.);

3) высокотранспирирующие (более 500 мг/г веса сырых листьев в час) – боярышник сомнительный (*Crataegus ambigua* C. A. Mey), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), яблоня Сиверса (*Malus sieversii* (Ldb.) M.Roem.).

Абсолютный максимум ИТ (1578 мг/г в час) отмечен у влаголюбивого дерева *Populus bolleana* Lauche., а также других древесных растений мезофитного и мезогигрофитного ряда: *Betula verrucosa* Ehrh. (1115), *Crataegus ambigua* C. A. Mey (1546), *Berberis vernaе* Schneid. (1011), *Gleditsia triacanthos* L. (1428) и *Quercus robur* L. (1313 мг/г в час).

Таблица 1

Интенсивность транспирации и оводненность листьев древесных растений, 2012–2014 гг.  
в мг/г веса сырых листьев в час

Названия растений	Интенсивность транспирации			Содержание воды в листьях, %		
	min.	max.	средняя	min.	max.	среднее
<b>Хвойные деревья</b>						
<i>Platyclusus orientalis</i> (L.) Franco	62	559	215	38	80	57,0
<i>Juniperus virginiana</i> L.	54	591	204	35	85	59,5
<i>Pinus pallasiana</i> Lamb.	69	590	199	37	85	60,5
Среднее:	54	591	206	35	85	59,0
<b>Лиственные деревья и кустарники</b>						
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	151	1115	478	40	85	64,0
<i>Crataegus ambigua</i> C. A. Mey	78	1546	520	48	78	67,5
<i>Berberis vernaе</i> Schneid.	180	1011	480	46	93	67,0
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	72	1428	353	45	87	61,5
<i>Quercus robur</i> L.	34	1313	533	61	85	70,0
<i>Maclura aurantiaca</i> Nutt.	14	980	404	44	80	60,0
<i>Elaeagnus oxycarpa</i> Schlecht.	91	838	367	44	85	64,0
<i>Populus bolleana</i> Lauche.	20	1578	459	34	80	60,0
<i>Populus diversifolia</i> Schrenk.	165	1023	417	45	92	64,5
<i>Fraxinus sogdiana</i> Bunge.	122	822	441	40	84	64,5
Среднее:	14	1578	445	34	93	64,3
<b>Плодовые деревья и кустарники</b>						
<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	162	1292	465	43	96	69,5
<i>Amygdalus nana</i> L.	153	1134	401	43	94	71,5
<i>Malus sieversii</i> (Ldb.) M.Roem.	115	969	571	47	96	72,5
Среднее:	115	1292	479	43	96	71,2
Среднее для всех растений:	14	1578	407	34	96	64,6

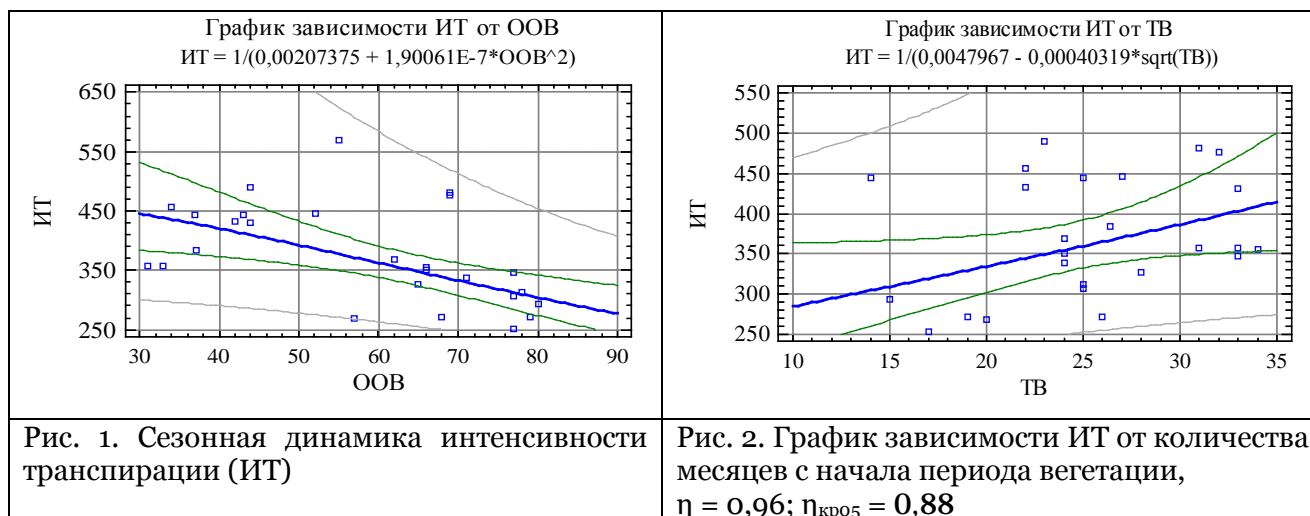
Транспирация имеет суточную и сезонную динамику. К интерпретации сезонной динамики транспирации существует несколько подходов. Большинство исследователей, связывая ход физиологической водоотдачи с совокупностью метеофакторов, указывают на тесную корреляцию только при достаточной влагообеспеченности древесных растений [18, 23-25]. По наблюдениям авторов интенсивность транспирации повышается от весны к середине лета и затем падает к осени. Другой подход основан на постепенном старении биокolloидов протоплазмы листьев, что обуславливает закономерное понижение транспирационного расхода в течение всего периода вегетации [26, 27]. Подобную динамику транспирации наблюдал И.И. Судницын [28], но объяснял его неуклонным истощением влагозапасов почвы. В наших опытах почвенная влажность в каждый месяц вегетации варьировала в строго определенном интервале – от пред-поливного уровня (70-75) до 100 % полной полевой влагоемкости, так как все коллекционные виды древесных растений выращиваются только в условиях регулярного орошения и отбор образцов проводился в середине межполивного периода. Изменились только метеофакторы и физиологическое состояние древесного растения.

Полученная в среднем за три года картина сезонной динамики ИТ у подавляющего большинства интродуцентов имеет вид одновершинной кривой с пиком в июне (табл. 2), что обусловлено депрессией физиологической водоотдачи в июле-августе от высокой температуры и солнечной инсоляции, в сентябре – от старения листового аппарата, ухудшения температурного режима и повышения влажности воздуха (рис. 1).

Таблица 2  
Сезонная динамика интенсивности транспирации древесных растений, 2012–2014 гг.  
в мг/г веса сырых листьев в час

Месяц периода вегетации	Номер месяца с начала периода вегетации	Метеофакторы			Среднедневная интенсивность транспирации				
		температура воздуха, С°	относительная влажность, %	освещенность, клк	Platycladus orientalis (L.) Franco	Juniperus virginiana L.	Pinus pallasi-ana Lamb.	Betula verrucosa Ehrh.	Crataegus ambigua C. A. Mey
Май	2	25	57	39	266	230	225	429	352
Июнь	3	27	53	56	251	288	209	484	517
Июль	4	28	68	65	288	277	254	511	365
Август	5	27	60	54	251	254	219	441	359
Сентябрь	6	26	34	36	152	96	123	369	308
Среднее:	4	27	54	50	242	229	206	447	380
Месяц периода вегетации	Среднедневная интенсивность транспирации								
	Gleditsia triacanthos L.	Quercus robur L.	Maclura aurantiaca Nutt.	Amygdalus nana L.	Elaeagnus oxycarpa Schlecht.	Populus bolleana Lauche.	Populus diversifolia Schrenk.	Fraxinus sogdiana Bunge.	
Май	510	279	483	396	466	429	361	398	
Июнь	282	439	372	390	413	424	435	398	
Июль	266	374	420	311	334	629	386	329	
Август	253	318	299	313	273	474	353	344	

Сентябрь	239	340	306	310	355	374	321	304
Среднее:	310	350	376	344	368	466	371	355



Очень необычно выглядит сезонная динамика ИТ у одного из самых биологически устойчивых видов – лоха остроплодного (рис.1). Ее величина строго соответствует ходу температуры и поэтому максимум наблюдается в июле, минимум – в мае и сентябре. Это подтверждает и корреляционный анализ, по результатам которого данная порода имеет самую высокую отрицательную связь ( $r = -0,64$ ) с температурой воздуха (табл. 3).

По средним данным теснота связи ИТ статистически достоверна только с номером месяца с начала вегетационного периода ( $r = -0,91$ ), что дало возможность вывести уравнение регрессии (рис. 2) с температурой ( $r = 0,13$ ) и влажностью ( $r = 0,49$ ) воздуха, а также освещенностью ( $r = -0,37$ ) корреляция незначительна по значимости – 5 %.

Таблица 3

Корреляция интенсивности транспирации с номером месяца периода вегетации и основными метеофакторами при изучении сезонной динамики

Растение	Номер месяца периода вегетации	Метеофакторы		
		температура воздуха, C°	относительная влажность, %	освещенность, клк
<i>Platyclus orientalis</i> (L.) Franco	-0,69	0,37	0,97	0,70
<i>Juniperus virginiana</i> L.	-0,62	0,51	0,87	0,80
<i>Pinus pallasi-ana</i> Lamb.	-0,62	0,41	0,99	0,72
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	-0,47	0,71	0,84	0,92
<i>Crataegus ambigua</i> C. A. Mey	-0,49	0,31	0,22	0,47
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	-0,80	-0,72	0,19	-0,41
<i>Quercus robur</i> L.	0,00	0,64	0,01	0,57
<i>Maclura aurantiaca</i> Nutt.	-0,87	-0,28	0,48	0,03
<i>Amygdalus nana</i> L.	-0,88	-0,50	0,06	-0,20
<i>Elaeagnus oxycarpa</i> Schlecht.	-0,77	-0,64	-0,14	-0,42
<i>Populus bolleana</i> Lauche.	-0,10	0,74	0,83	0,82
<i>Populus diversifolia</i> Schrenk.	-0,60	0,44	0,47	0,65
<i>Fraxinus sogdiana</i> Bunge.	-0,91	-0,32	0,32	0,03

Растение	Номер месяца периода вегетации	Метеофакторы		
		температура воздуха, С <sup>0</sup>	относительная влажность, %	освещенность, клк
Среднее для всех растений:	-0,91	0,13	0,49	0,37
<i>Примечание</i> – Критическое значение коэффициента корреляции на 5-процентном уровне значимости – 0,88				

В сезонно-временном аспекте корреляция ИТ между выбранными таксонами оценивается высокой только между представителями одной морфолого-систематической группы или при сходстве устойчивости и приуроченности естественного ареала обитания. К примеру, виды хвойных -  $r = 0,91-0,92$ , *Elaeagnus oxycarpa* Schlecht. и *Populus diversifolia* Schrenk. - 0,70. В остальных случаях она недостоверна по значимости ( $r < r_{крос}$ ).

По вариабельности ИТ в течение периода вегетации древесные растения распределились следующим образом (табл. 4): 1) низкая изменчивость ( $C_v < 10\%$ ): *Betula verrucosa* Ehrh.; 2) средняя ( $C_v > 10-20\%$ ): *Amygdalus nana* L., *Quercus robur* L., *Populus diversifolia* Schrenk., *Fraxinus sogdiana* Bunge. и 3) высокая ( $C_v > 20\%$ ): *Platyclusus orientalis* (L.) Franco., *Juniperus virginiana* L., *Pinus pallasi-ana* Lamb., *Crataegus ambigua* C. A. Mey, *Gleditsia triacanthos* L., *Maclura aurantiaca* Nutt., *Elaeagnus oxycarpa* Schlecht., *Populus bolleana* Lauche. Наиболее распространенные в озеленении Мангистау таксоны попадают в группы с более высокой вариабельностью ИТ благодаря лучшей приспособленности к пустынным условиям произрастания.

В отличие от сезонного развития транспирации суточная динамика испытывает влияние меньшего числа эндо- и экзогенных факторов. Однако, ее характер очень неоднороден и зависит как от изменения метеоусловий, так и биологии видов (табл. 5).

Таблица 4  
Основные статистики метеофакторов и интенсивности транспирации по материалам изучения сезонной динамики в мг/г веса сырых листьев в час

Название растений	X	S <sub>x</sub>	C <sub>v</sub>	Растение	X	S <sub>x</sub>	C <sub>v</sub>
<i>Platyclusus orientalis</i> (L.) Franco	242	23,4	21,7	<i>Maclura aurantiaca</i> Nutt.	376	34,8	20,7
<i>Juniperus virginiana</i> L.	229	34,7	33,9	<i>Amygdalus nana</i> L.	344	20,0	13,0
<i>Pinus pallasi-ana</i> Lamb.	206	22,1	23,9	<i>Elaeagnus oxycarpa</i> Schlecht.	368	33,2	20,1
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	447	12,1	9,8	<i>Populus bolleana</i> Lauche.	466	43,7	21,0
<i>Crataegus ambigua</i> C. A. Mey	380	35,6	21,0	<i>Populus diversifolia</i> Schrenk.	371	19,0	11,5
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	310	50,5	36,4	<i>Fraxinus sogdiana</i> Bunge.	355	18,8	11,9
<i>Quercus robur</i> L.	350	27,1	17,3	Среднее:	342	19,2	12,5
<i>Примечание</i> – X - среднее значение переменной; S <sub>x</sub> - ошибка средней и C <sub>v</sub> - коэффициент вариации, %							

Таблица 5  
Дневная динамика интенсивности транспирации древесных растений (средние данные), 2012–2014 гг. в мг/г веса сырых листьев в час

Метеофакторы, название растений	Время				Среднее
	09 <sup>30</sup>	11 <sup>30</sup>	14 <sup>30</sup>	16 <sup>30</sup>	
<i>Platyclusus orientalis</i> (L.) Franco	254	300	251	249	264
<i>Juniperus virginiana</i> L.	270	289	261	260	270

Метеофакторы, название растений	Время				Среднее
	09 <sup>30</sup>	11 <sup>30</sup>	14 <sup>30</sup>	16 <sup>30</sup>	
<i>Pinus pallasi-ana</i> Lamb.	281	277	235	274	267
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	583	509	535	445	518
<i>Crataegus ambigua</i> C. A. Mey	344	392	413	448	399
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	347	332	277	346	325
<i>Quercus robur</i> L.	375	370	369	480	399
<i>Maclura aurantiaca</i> Nutt.	383	407	464	345	400
<i>Amygdalus nana</i> L.	312	359	396	355	355
<i>Elaeagnus oxycarpa</i> Schlecht.	330	365	514	442	413
<i>Populus bolleana</i> Lauche.	445	502	529	460	484
<i>Populus diversifolia</i> Schrenk.	337	422	422	549	432
<i>Fraxinus sogdiana</i> Bunge.	424	347	378	395	386
Среднее:	360	375	388	388	378

По усредненным данным выделены три типа дневного ритма транспирации: 1) «нарастающий» (от утренних часов к вечерним) – *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Juniperus virginiana* L., *Betula verrucosa* Ehrh.; 2) «падающий» (от утренних часов к вечерним) – *Gleditsia triacanthos* L. и 3) «переменный» (с максимумом в полдень) – *Pinus pallasi-ana* Lamb., *Crataegus ambigua* C. A. Mey, *Quercus robur* L., *Maclura aurantiaca* Nutt., *Amygdalus nana* L., *Elaeagnus oxycarpa* Schlecht., *Populus bolleana* Lauche., *Populus diversifolia* Schrenk., *Fraxinus sogdiana* Bunge.

Однако, в самом жарком и сухом месяце – июле большинство растений, по дневной динамике ИТ, следует отнести к «переменному» типу с минимумом в полдень. Транспирационные кривые как бы уплощаются. Изменение интенсивности транспирации перестает соответствовать дневному ходу метеофакторов. Отмечается асимметрия транспирационных кривых в сторону дополуночных или послеполуденных часов. На подобную особенность указывали Л.Н. Алексеенко [29] и И.М. Хашес [30]. Первый автор объясняет сдвиг максимальной интенсивности транспирации эндогенными причинами. Без регуляторной деятельности самих растений транспирационный расход должен постепенно нарастать к 14 часам и затем так же постепенно уменьшаться. Однако в какой-то период дня растение начинает не успевать обеспечивать листья необходимым для испарения количеством воды в соответствии с притоком энергии. В это время и наблюдается максимум транспирации, после чего она ослабевает и уже не соответствует ходу метеоусловий, а определяется физиологическим состоянием [29, 31]. Таким образом, даже в условиях высокой относительной водообеспеченности пустынный климат заставляет растения активно регулировать свой водообмен. В среднем для всех опытных растений для мая, июня, августа и сентября зафиксирован максимум интенсивности транспирации в 14<sup>30</sup> послеполуденного времени с уменьшением и увеличением в сторону утренних и вечерних часов. В жаркий июльский месяц ИТ постепенно падает в течение дня – на 5–12 %.

Раз транспирация – заключительный этап круговорота поливной воды в почве и растениях, то сопряженность ее с почвенной влажностью и тесно связанной с ней оводненностью листьев несомненна даже с логической точки зрения [18, 30-38]. С уменьшением влажности почвы уровень транспирации снижается. Чем меньше воды в почве, тем слабее водообеспечено растение. Уменьшение содержания воды автоматически снижает процесс транспирации в силу устьичной и внеустьичной регуляции.

В наших исследованиях даже при использовании сложной степенной связи (рис. 3) корреляция интенсивности транспирации и оводненности листьев статистически достоверна на 5-процентном уровне значимости ( $\eta=0,79$ ).

Влажность почвы определяет всего 11,6 % изменений ИТ ( $r=0,34$ ), что меньше ожидаемого и обусловлено, в первую очередь, ее зависимостью от других факторов, в особенности метеорологических (табл. 6). Причем для различных древесных растений коэффициент корреляции варьирует в очень широких пределах – от 0,17 до 0,56. В среднем для всех таксонов наиболее достоверное по значимости уравнение регрессии между ИТ и

влажностью почвы носит квадратно-степенной вид (рис. 4), а корреляционное отношение ( $\eta$ ) составляет 0,66.

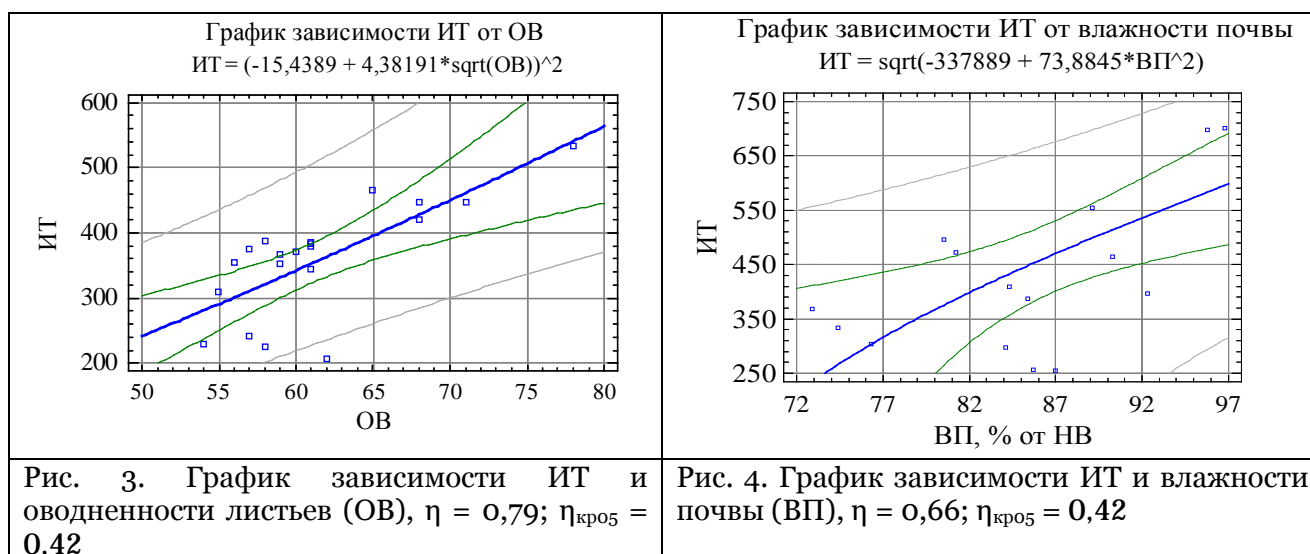


Таблица 6. Зависимость интенсивности транспирации от влажности почвы (в среднем за три летних месяца) в мг/г веса сырых листьев в час

Влажность почвы, название растений	Количество дней после полива				Среднее	Коэффициент корреляции
	1	3	5	8		
Содержание влаги в слое 1 м:						
- всей, м <sup>3</sup> /га	1433	1356	1227	1116	1283	-
- в % от НВ	95,8	90,6	81,9	74,5	85,7	-
Древесные растения						
<i>Platyclus orientalis</i> (L.) Franco	185	224	155	161	181	0,23
<i>Juniperus virginiana</i> L.	180	157	160	170	167	0,21
<i>Pinus pallasi-ana</i> Lamb.	162	214	184	208	192	0,31
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	484	545	476	484	497	0,56
<i>Crataegus ambigua</i> C. A. Mey	659	799	601	577	659	0,46
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	392	308	371	347	354	0,29
<i>Quercus robur</i> L.	838	784	876	705	801	0,32
<i>Maclura aurantiaca</i> Nutt.	607	650	582	502	585	0,17
<i>Amygdalus nana</i> L.	598	553	518	457	531	0,35
<i>Elaeagnus oxycarpa</i> Schlecht.	461	276	442	410	397	0,31
<i>Populus bolleana</i> Lauche.	405	600	528	514	512	0,25
<i>Populus diversifolia</i> Schrenk.	446	392	367	356	390	0,31
<i>Fraxinus sogdiana</i> Bunge.	712	700	536	473	605	0,50
Среднее:	471	510	474	437	483	0,34

Примечание – Критическое значение коэффициента корреляции на 5-процентном уровне значимости – 0,47

Кроме почвенных влагозапасов, к основным факторам внешней среды, влияющих на транспирацию, относятся: интенсивность света, относительная влажность и температура воздуха, скорость ветра. Внутренними факторами являются: площадь, расположение и структура листьев, поведение устьиц и эффективность действия поглощающей поверхности корней. Существуют также сложные взаимодействия между различными факторами.

Чем больше дефицит влажности воздуха, тем ниже (более отрицателен) его водный потенциал и тем быстрее идет испарение. Это в целом справедливо и для транспирации.



Однако надо учесть, что при недостатке воды в листе вступает в силу устьичная и внеустьичная регуляция, благодаря чему влияние внешних условий сказывается в смягченном виде и транспирация начинает возрастать медленнее, чем следовало бы. Несмотря на это, общая закономерность зависимости транспирации от насыщенности водой атмосферы остается справедливой: чем меньше относительная влажность воздуха, тем выше ИТ.

Анализ собранных материалов исследований показал наличие существенной тесноты связи ИТ с относительной влажностью воздуха ( $\eta > \eta_{кр05}$ ) практически для всех выбранных для опытов древесных растений (табл.7). На графике мультипликативной связи ИТ и ООВ можно проследить явно выраженную тенденцию уменьшения транспирационного расхода с увеличением содержания воды в воздухе (рис.5).

Таблица 7.  
Корреляция интенсивности транспирации со временем суток и основными метеофакторами при изучении суточной динамики

Растение	Время суток	Метеофакторы		
		температура воздуха, С <sup>0</sup>	относительная влажность, %	освещенность, клк
<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	-0,07	0,21	-0,51	0,44
<i>Juniperus virginiana</i> L.	-0,06	0,08	-0,42	0,62
<i>Pinus pallasi-ana</i> Lamb.	-0,06	0,11	-0,51	0,62
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	-0,26	0,05	-0,37	0,59
<i>Crataegus ambigua</i> C. A. Mey	0,23	0,18	-0,57	0,19
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	-0,06	0,61	-0,21	-0,23
<i>Quercus robur</i> L.	0,18	0,20	-0,69	0,14
<i>Maclura aurantiaca</i> Nutt.	-0,02	0,43	0,05	-0,31
<i>Amygdalus nana</i> L.	0,21	0,30	-0,50	0,05
<i>Elaeagnus oxycarpa</i> Schlecht.	0,32	0,36	0,09	-0,29
<i>Populus bolleana</i> Lauche.	0,06	0,31	-0,06	-0,02
<i>Populus diversifolia</i> Schrenk.	0,30	0,32	-0,70	0,02
<i>Fraxinus sogdiana</i> Bunge.	-0,05	0,52	-0,33	0,07
Среднее для всех растений:	0,12	0,46	-0,59	0,19

Примечание – Критическое значение коэффициента корреляции на 5-процентном уровне значимости – 0,39

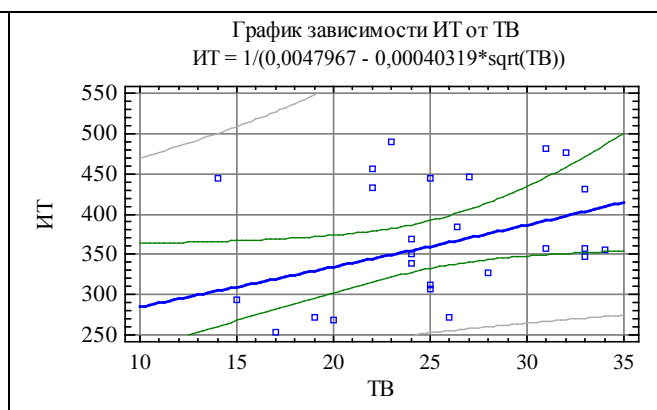
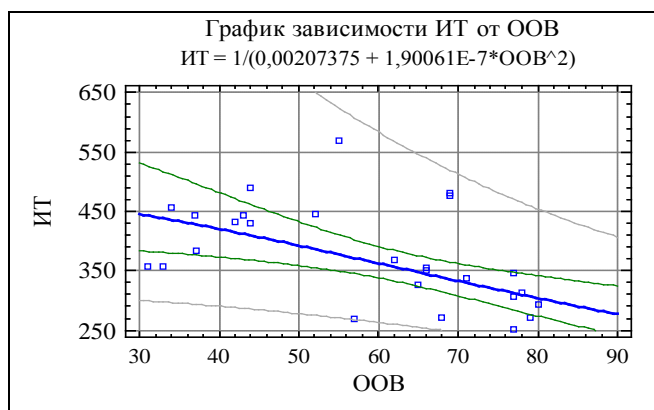


Рис. 5. График зависимости ИТ и относительной влажности воздуха (ООВ),  $\eta = 0,59$ ;  $\eta_{кр05} = 0,39$

Рис. 6. График зависимости ИТ и температуры воздуха (ТВ),  $\eta = 0,40$ ;  $\eta_{кр05} = 0,39$

Следующим, исследованным нами фактором среды, оказывающим влияние на процесс транспирации, является температура воздуха. Как известно, с повышением температуры значительно увеличивается количество паров воды, которое насыщает данное пространство. Возрастание упругости паров воды приводит к повышению дефицита влажности, что в свою очередь увеличивает количество транспирируемой влаги. Как осредненно по величинам коэффициента корреляции -  $r = 0,46$  (табл. 7), так и по корреляционному отношению (0,40) сложной мультипликативно-степенной формулы (рис. 6) между ИТ и температурой воздуха существует статистически достоверная связь.

В период исследований впервые для условий Мангистау была выведено уравнение регрессии и построен график связи ИТ с освещенностью (рис. 7), по которому видно, что в изученном интервале от 29,1 до 75,6 клк увеличение интенсивности света не приводит к депрессии транспирационного процесса из-за закрытия устьиц от сильной солнечной радиации и перегрева.

Интенсивность транспирации зависит и от фазы развития. С увеличением возраста растений транспирация, как правило, падает. Высокое испарение у молодых листьев может происходить за счет усиления кутикулярной транспирации, которая в этот период еще слабо развита. Так, по данным П.Л. Генкеля [39], у молодых листьев березы кутикулярная транспирация составляет около 50 %, а у старых только 20 % от общего испарения. Нельзя также не учитывать, что молодые листья более оводнены. При этом интересно, что на интенсивности испарения сказывается не только собственный возраст листа, но и общий возраст всего растительного организма.

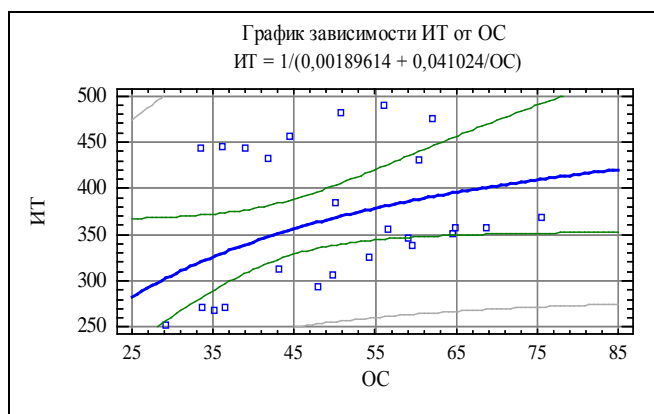


Рис. 7. График зависимости ИТ и освещенности (ОС),  $\eta = 0,38$ ;  $\eta_{крос} = 0,39$

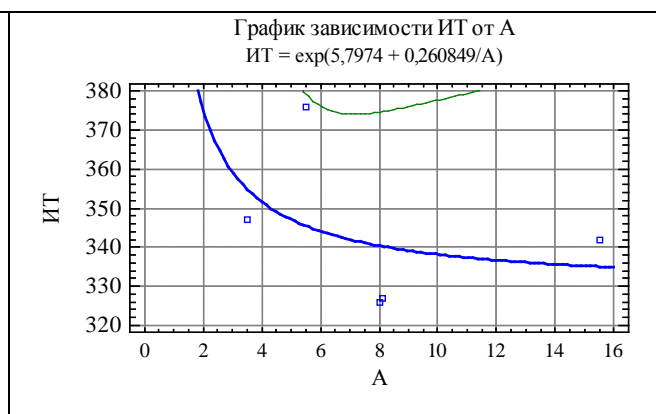


Рис. 8. График зависимости регрессии ИТ и возраста растений (А),  $\eta = 0,48$ ;  $\eta_{крос} = 0,88$

П.Л. Генкель [39] считают, что постепенное снижение интенсивности транспирации в процессе онтогенеза как органа, так и растения в целом может служить подтверждением биогенетического закона (онтогенез повторяет филогенез). Действительно, имеется соответствие между тем, как шло приспособление растений к наземному образу жизни в филогенезе и к лучшему сохранению влаги в онтогенезе.

В условиях Мангистау, даже в интервале – 2–20 лет для большинства таксонов наблюдается закономерность снижения ИТ с возрастом (табл. 8), но пока в слабовыраженной форме. В среднем для всех интродуцентов даже при использовании S-кривой зависимости (рис. 8) корреляционное отношение составляет 0,38 при критическом значении 0,47.

Таблица 8

 Зависимость интенсивности транспирации от возраста древесных растений  
 в мг/г веса сырых листьев в час

Возраст, лет	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	<i>Juniperus virginiana</i> L.	<i>Pinus pallasi-ana</i> Lamb.	<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	<i>Crataegus ambigua</i> C. A. Mey	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	<i>Quercus robur</i> L.	<i>Maclura aurantiaca</i> Nutt.	<i>Amygdalus nana</i> L.	<i>Elaeagnus oxycarpa</i> Schlecht.	<i>Populus bolleana</i> Lauche.	<i>Populus diversifolia</i> Schrenk.	<i>Fraxinus sogdiana</i> Bunge.	Среднее
2-5	264	229	-	-	367	301	354	386	357	-	-	-	355	347
3-8	-	-	219	454	-	-	-	-	-	361	484	362	-	376
6-10	226	225	-	-	337	320	344	369	356	-	-	-	352	316
11-20	218	222	188	418	376	330	328	401	409	352	463	380	355	332
Среднее:	236	225	204	436	360	317	342	385	374	357	473	371	354	311

Вариабельность и многофакторность транспирационного процесса пока не позволяют отнести его интенсивность к числу маркеров биологической устойчивости растений. Однако выявлена определенная сопряженность их резистентности к засушливым условиям среды произрастания с коэффициентом вариации ИТ. Чем он больше, тем устойчивее интродуцент за счет авторегуляции водного режима. К примеру, в состав растений с наибольшим варьированием физиологического испарения (38,2 – 47,2 %) вошли такие устойчивые в местных условиях виды как *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Elaeagnus oxycarpa* Schlecht., *Populus bolleana* Lauche., *Populus diversifolia* Schrenk. (табл. 9). И наоборот, менее резистентные - *Betula verrucosa* Ehrh., *Crataegus ambigua* C. A. Mey, *Gleditsia triacanthos* L. и *Fraxinus sogdiana* Bunge. имеют коэффициент вариации на 5 – 15 % меньше.

Таблица 9

 Основные статистики интенсивности транспирации по материалам изучения суточной  
 динамики, 2012–2014 гг. в мг/г веса сырых листьев в час

Растение	X	S <sub>x</sub>	C <sub>v</sub>	Растение	X	S <sub>x</sub>	C <sub>v</sub>
<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	264	20,4	39,4	<i>Maclura aurantiaca</i> Nutt.	400	33,8	43,0
<i>Juniperus virginiana</i> L.	270	21,0	39,6	<i>Amygdalus nana</i> L.	356	16,1	23,1
<i>Pinus pallasi-ana</i> Lamb.	267	22,1	42,2	<i>Elaeagnus oxycarpa</i> Schlecht.	413	30,9	38,2
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	518	28,0	27,5	<i>Populus bolleana</i> Lauche.	485	25,3	26,6
<i>Crataegus ambigua</i> C. A. Mey	399	28,2	36,0	<i>Populus diversifolia</i> Schrenk.	433	40,1	47,2
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	326	22,6	35,3	<i>Fraxinus sogdiana</i> Bunge.	386	19,0	25,0
<i>Quercus robur</i> L.	399	32,6	41,6	Среднее:	378	16,1	21,8

Примечание – X - среднее значение переменной; S<sub>x</sub> - ошибка средней и C<sub>v</sub> - коэффициент вариации, %

Содержание хлорофилла в листьях зависит не только от условий жизнедеятельности организма, но и его генетической природы. Поэтому она может быть использована в качестве физиологического показателя, характеризующего онтогенетические, возрастные и генетические особенности растений. Количество пигментов отражает и реакцию растительного организма на факторы среды обитания. Связь между фотосинтезом и водным режимом обусловлена, в основном, влиянием, которое вода оказывает на весь комплекс процессов жизнедеятельности растительного организма, но в первую очередь – синтез зеленых пигментов. Растения с высокой устойчивостью к засухе теряют меньше воды и у них более стабилен хлорофилл [40-42].

По нашим данным сезонный ход содержания хлорофилла у большинства таксонов имеет вид двухвершинной кривой с максимумами в июне и сентябре (табл. 10). Причем, по средним данным разница в насыщенности листа хлорофиллом между июнем и июлем в основном минимальна (0,02–0,09 %). У наиболее биологически устойчивых древесных растений (вяз приземистый, лох остропландный) содержание хлорофилла в меньшей степени подвержено сезонным колебаниям. Кроме того, у кустарников в период вегетации хлорофилл содержится в листьях на более постоянном уровне, чем у деревьев.

Хвойные деревья в меньшей степени насыщены хлорофиллом (0,52 %) по сравнению с лиственными (0,75 %). Судя по материалам исследований, содержание хлорофилла пока нельзя признать достоверным показателем устойчивости растений, так как оно сильно зависит от биоэкологических свойств интродуцентов, особенно в неблагоприятных условиях пустыни Мангистау.

Таблица 10

Сезонная динамика содержания хлорофилла в листьях древесных растений  
в процентах от сырого веса

Название	Месяц					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	среднее
Хвойные деревья и кустарники						
<i>Platyclus orientalis</i> (L.) Franco	0,58	0,58	0,48	0,41	0,58	0,53
<i>Juniperus virginiana</i> L.	0,82	0,23	0,15	0,12	0,23	0,31
<i>Juniperus sabina</i> L.	0,67	0,99	0,92	0,85	0,98	0,88
<i>Pinus silvestris</i> L.	0,84	0,27	0,19	0,16	0,29	0,35
Среднее:	0,73	0,52	0,44	0,39	0,52	0,52
Лиственные деревья и кустарники						
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	0,63	0,92	0,93	0,85	0,98	0,86
<i>Berberis vernaе</i> Schneid.	0,31	0,55	1,11	1,03	1,17	0,83
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	0,31	1,01	0,92	0,84	1,01	0,82
<i>Crataegus ambigua</i> C. A. Mey	0,62	0,78	0,73	0,67	0,78	0,72
<i>Ulmus pumila</i> L.	0,47	0,77	0,75	0,66	0,78	0,69
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	0,42	0,63	0,58	0,49	0,61	0,55
<i>Quercus robur</i> L.	0,48	0,86	0,84	0,80	0,86	0,77
<i>Elaeagnus oxycarpa</i> Schlecht.	0,51	0,77	0,74	0,69	0,79	0,70
<i>Maclura aurantiaca</i> Nutt.	0,63	0,60	0,53	0,49	0,59	0,57
<i>Syringa josikae</i> Jacq.	0,58	0,74	0,69	0,63	0,74	0,68
<i>Populus bolleana</i> Lauche.	0,41	0,71	0,73	0,66	0,79	0,66
<i>Populus diversifolia</i> Schrenk.	0,41	0,71	0,73	0,66	0,79	0,66
<i>Fraxinus sogdiana</i> Bunge.	0,40	1,49	1,40	1,37	1,46	1,22
Среднее:	0,48	0,81	0,82	0,76	0,87	0,75
Плодовые деревья и кустарники						
<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	0,33	0,44	0,39	0,33	0,47	0,39
<i>Amygdalus nana</i> L.	0,97	0,23	0,13	0,24	0,24	0,36
<i>Malus sieversii</i> (Ldb.) M.Roem.	0,42	1,26	1,14	1,18	1,27	1,05
Среднее:	0,57	0,64	0,55	0,58	0,66	0,60

Название	Месяц					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	среднее
Среднее для всех интродуцентов:	0,54	0,73	0,70	0,66	0,77	0,68

По степени жаростойкости (жароустойчивости, жаровыносливости) между видами древесно-кустарниковых интродуцентов отмечаются существенные различия [19, 40, 41]. Большинство растений начинают страдать уже при температуре 35-40°C. Лучше переносят повышенную температуру обезвоженные органы: семена до 120°C, пыльца до 70°C [19].

Высокая температура оказывает губительное влияние на организмы, вызывая повреждения мембран и белков. Даже частичная денатурация некоторых наиболее термолабильных ферментов приводит к нарушению согласованности процессов обмена. Накапливаются растворимые азотистые соединения и другие ядовитые промежуточные продукты обмена, приводя к гибели клеток. Особенно чувствителен к повышенным температурам (уже при 35-40°C.) фотосинтез. Уменьшается также активность фитогормонов и гиббереллинов, что является одной из причин торможения ростовых процессов [40-43].

Растения выработали систему морфологических и физиологических приспособлений, защищающих их от тепловых повреждений: светлую окраску, складывание и скручивание листьев; опущение или чешуйки; тонкие слои пробковой ткани, большую толщину кутикулярного слоя; высокое содержание углеводов и малое — воды в цитоплазме и др. [20, 40, 41].

В наших опытах (табл. 11) у многих интродуцентов слабое повреждение листьев в виде побурения наблюдается при температуре воды 50°C. При данной температурной нагрузке у *Betula verrucosa* Ehrh., *Syringa josikae* Jacg. и *Malus sieversii* (Ldb.) M.Roem. зафиксировано побурение более 50 % площади листа. Сплошное побурение отмечается в основном при достижении температуры 70 – 80°C. Если в качестве критерия принять 50-процентное повреждение листьев, то по степени жаростойкости древесные растения можно разделить на три группы: 1) «низкая» (50°C) - *Betula verrucosa* Ehrh., *Syringa josikae* Jacg. и *Malus sieversii* (Ldb.) M.Roem.; 2) «средняя» (60°C) - *Berberis vernaе* Schneid., *Betula verrucosa* Ehrh., *Crataegus ambigua* C. A. Mey, *Gleditsia triacanthos* L., *Ulmus pumila* L., *Quercus robur* L., *Elaeagnus oxycarpa* Schlecht., *Maclura aurantiaca* Nutt. и 3) «высокая» (70°C) - *Platyclusus orientalis* (L.) Franco, *Juniperus virginiana* L., *Pinus pallasi-ana* Lamb. В течение периода вегетации способность растений переносить действие высоких температур практически не меняется, несмотря на старение листового аппарата и изменение погодных условий, что связано с ее наследственной закрепленностью для каждого конкретного вида.

Таблица 11

Определение жаростойкости растений, 2013–2014 гг.

Название	Степень повреждения листьев при температуре				
	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C
Хвойные деревья					
<i>Platyclusus orientalis</i> (L.) Franco	-	-	+	++	+++
<i>Juniperus virginiana</i> L.	-	-	+	++	+++
<i>Pinus pallasi-ana</i> Lamb.	-	-	+	++	+++
Лиственные деревья и кустарники					
<i>Berberis vernaе</i> Schneid.	-	+	++	+++	+++
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	+	++	++	+++	+++
<i>Crataegus ambigua</i> C. A. Mey	-	+	++	+++	+++
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	+	+	++	+++	+++
<i>Ulmus pumila</i> L.	-	+	++	+++	+++
<i>Quercus robur</i> L.	-	+	++	+++	+++
<i>Elaeagnus oxycarpa</i> Schlecht.	-	+	++	+++	+++
<i>Maclura aurantiaca</i> Nutt.	-	+	++	+++	+++
<i>Syringa josikae</i> Jacg.	+	++	+++	+++	+++

Название	Степень повреждения листьев при температуре				
	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C
<i>Populus bolleana</i> Lauche.	-	+	++	+++	+++
<i>Populus diversifolia</i> Schrenk.	-	+	++	+++	+++
<i>Fraxinus sogdiana</i> Bunge.	-	+	++	+++	+++
Плодовые деревья и кустарники					
<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	+	+	++	+++	+++
<i>Amygdalus nana</i> L.	+	+	++	+++	+++
<i>Malus sieversii</i> (Ldb.) M.Roem.	+	++	++	+++	+++

### Выводы

Таким образом, по результатам 3-летних исследований по величинам транспирационного расхода влаги выделено три группы интродуцентов: слаботранспирирующие (3 вида деревьев), - среднетранспирирующие (7 видов деревьев и кустарников) и высокотранспирирующие (3 вида деревьев). По данным корреляционного анализа установлена тесная связь ИТ с оводненностью листьев древесных растений ( $r = 0,79$ ). Влажность почвы предопределяет от 11,6 до 43,6 % изменений транспирационного расхода ( $r = 0,34$ ;  $\eta = 0,66$ ). Достоверной на уровне значимости 5 % является теснота связи ИТ с относительной влажностью ( $r = -0,59$ ) и температурой воздуха ( $r = 0,46$ ). С величиной освещенности она сопряжена статистически недостоверно ( $r = 0,19$ ). Сезонная динамика ИТ у большинства интродуцентов выглядит в виде одновершинной кривой с максимумом в июне. Для дневного ритма транспирации выделены три типа: «нарастающий» (от утренних часов к вечерним – три вида деревьев), «падающий» (от утренних часов к вечерним – один вид деревьев и «переменный» (с максимумом в полдень – девять видов деревьев и кустарников). Судя по исследовательскому материалу, интенсивность транспирационного процесса из-за значительной вариабельности и многофакторности, нельзя причислить к числу критериев резистентности древесных растений. Однако, при этом выявлена заметная связь биологической устойчивости интродуцентов с коэффициентом вариации ИТ. С повышением его значений обычно возрастает толерантность растений к засушливым условиям среды обитания благодаря их повышенной способности к саморегулированию водного обмена.

Сезонный ход содержание хлорофилла характеризуется двухвершинной кривой с максимумами в июне и сентябре. У наиболее биологически устойчивых видов (вяз приземистый, лох остроплодный) содержание хлорофилла в меньшей степени подвержено сезонным колебаниям. У кустарников в течение периода вегетации хлорофилл содержится в листьях на более постоянном уровне, чем у деревьев. Хвойные в меньшей степени насыщены хлорофиллом (0,52 %) по сравнению с лиственными (0,75%).

По жаростойкости растения ранжированы на три группы: «низкая» (50°C) – 3 вида; «средняя» (60°C) – 8 и «высокая» (70°C) – 3 таксона.

Как генетически закрепленный биоэкологический показатель, слабо подверженный внутривидовым изменениям, он вполне может быть использован в качестве диагностического признака интродукционной ценности растений в аридных условиях.

Полученные данные будут использованы для разработки и внедрения научно-обоснованного ассортимента древесных интродуцентов для садово-паркового строительства и фитомелиорации в аридных условиях пустыни Мангистау.

### Благодарности

Исследования выполнены в рамках грантового проекта МОН РК «Интродукция растений как научная основа обогащения и сохранения генофонда растений Казахстана *ex-situ* и *in-situ*, оптимизация инновационных технологий по размножению, выращиванию и садово-парковому строительству Западного, Центрального и Восточного регионов республики Казахстан» (2012–2014 гг.).

**Примечания:**

1. Сафронова И.Н. Пустыни Мангышлака (Очерк растительности) // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. Вып. 18. Санкт-Петербург, 1996. 212 с.
2. Ахматов К.А. Адаптация древесных растений к засухе. Фрунзе.: Изд. «Илим», 1976. 200 с.
3. Любимов В.Б. Экологические основы теории и практики интродукции деревьев и кустарников в аридные регионы: Дис. на соискание ученой степени док. биолог. наук. Воронеж. 2002. 496 с.
4. Иманбаева А.А., Косарева О.Н. Древесные растения Мангышлакского экспериментального ботанического сада. 40 лет интродукции. Актау, 2012. 243 с.
5. Mayer H. *Waldbau auf naturgeschichtlicher Grundlage*. Berlin, 1909. 319 s.
6. Русанов, Ф. Н. Метод родовых комплексов в интродукции растений и его дальнейшее развитие / Ф. Н. Русанов // Бюл. ГБС АН СССР. М., 1971. Вып. 81. С. 15-20.
7. Культиасов М.В. Эколого-исторический метод в интродукции растений // Бюлл. Гл. бот. сада, вып. 53, 1953.
8. Кормилицын А.М. Генетические родства флор как основа подбора древесных растений для их интродукции и селекции // Селекция косточковых и субтропических плодовых, декоративных древесных, цветочных и эфирно-масличных культур // Тр. Гос. ордена тр. Красного знамени Никитского ботан. сада. Семфинополь, 1969. Т. XI. С. 145-164.
9. Кормилицын А.М. Методические рекомендации по подбору деревьев и кустарников для интродукции на юге СССР // Гос. Никитинский ботанический сад. Ялта, 1977. 29 с.
10. Вавилов Н.И. Ботанико-географические основы селекции // Избр. произведения. Л.: Наука, Ленингр. отд., 1967. Т. 1. С. 343-404.
11. Петухова И.П. Эколого-физиологические основы интродукции древесных растений. М., 1981, 124 с.
12. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений. В сб.: Опыт интродукции древесных растений. ГБС АН СССР, Наука. 1973, с. 7-80.
13. Лапин П.И. Интродукция древесных растений в средней полосе европейской части СССР (научные основы, методы и результаты). Л., 1974, 137 с.
14. Петухова И.П. Эколого-физиологические основы интродукции древесных растений. М.: Наука, 1986. 124 с.
15. Проскуряков М.А., Рубаник В.Г. Опыт и перспективы прогнозирования результатов интродукции древесных растений в Казахстане // Бюлл. Гл. ботан. сада. М.: Наука, 1986. Вып. 139. С. 55-58.
16. Головкин Б.Н. К вопросу об интродукционном районировании // Бюлл. Гл. ботан. сада. М.: Наука, 1986. Вып. 139. С. 3-6.
17. Байтулин И.О., Проскуряков М.А., Чекалин С.В. Системно-экологический подход к интродукции растений в Казахстане. Ч.2. Алма-Ата, 1992. 198 с.
18. Иванов Л.А, Силина А.А, Цельникер Ю.Л. О транспирации полезайных пород в условиях Деркульской степи // Ботанический журнал, 1952. Т.37, №2, С. 113-138.
19. Викторов Д.П. Малый практикум по физиологии растений. М.: Высшая школа, 1983. 135 с.
20. Третьяков Н.Н. Практикум по физиологии растений. М.: Агропромиздат, 1990. 271 с.
21. Плотникова В.И., Живухина Е.А. Практикум по физиологии растений. М.: Издательский центр "Академия", 2001. 144 с.
22. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
23. Бихеле З.Н., Молдау Х.А., Росс Ю.К. Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза при недостатке почвенной влаги. Л.: Гидрометеоздат, 1980. 224 с.
24. Цельникер Ю.Л. О водном режиме лесных насаждений в степи в первые годы жизни // Труды института леса, Т. 41, М., 1958, С. 87-95.
25. Силина А.А. О транспирации древесных пород Телермановского лесничества // Физиология растений, 1955, т. 2, вып. 4, С. 38-44.
26. Смирнов И.А. Озеленение и лесомелиорация в засушливой зоне. Алма-Ата: Кайнар, 1977. 152 с.

27. Краевой С.Я. Эколого-физиологические основы защитного лесоразведения в полупустыне. М.: Наука, 1970. 240 с.
28. Судницын И.И. Движение почвенной влаги и водопотребление растений. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 255 с.
29. Алексеенко Л.Н. Особенности древнего и сезонного хода интенсивности транспирации луговых растений // Ботанический журнал, 1975, Т. 60, №12, С. 1740-1749.
30. Хашес Ц.М. К физиологии древнего ритма транспирации древесных растений // Экология, 1971, № 6. С. 82-90.
31. Parent B., Ture O., Gibon Y., Stitt M., Taedieu F. Modeling temperature-compensated physiological rates, based on the coordination of responses to temperature of developmental processes // J. Exp. Bot. 2010. V. 61. P. 2057–2069
32. Ганн Л.П., Колов О.В. К особенностям водообмена скороплодных и обыкновенных форм ореха грецкого // Водный обмен в основных типах растительности СССР. Новосибирск, 1975, С. 116-121.
33. Гордеева Т.К. Интенсивность транспирации растений в комплексной полупустыне междуречья Волга-Урал // Ботанический журнал, 1952, т 37, №4, С. 526-531.
34. Гулидова И.В. О транспирации древесных и кустарниковых пород в подзоне южных черноземов // Труды института леса, Т. 27. М., 1955, С. 11-128.
35. Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М.: Лесная промышленность, 1983. 464 с.
36. Хлебникова Н.А., Маркова М.И. Транспирация молодых древесных растений в условиях Прикаспийской низменности // Труды института леса, Т. 27, М., 1955, С. 73-91.
37. Цельникер Ю.Л. О показателях водного режима листьев древесных пород степной зоны // Труды института леса, Т. 41, М., 1958, С. 36-54.
38. Ghannoum O. C<sub>4</sub> photosynthesis and water stress // Ann. Bot. 2009. V. 103. P. 635–644.
39. Генкель П. А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1982. С. 10-219.
40. Максимов Н.А. Избранные работы по засухоустойчивости и зимоустойчивости растений. Т. 1. М.: Сельхозгиз. 1952. 576 с.
41. Крамер Пол Д., Физиология древесных растений / Пол Д. Крамер, Т. Козловский. М.: Лесная промышленность, 1983. 532 с.
42. Kalituhov L.N., Pshybytko N.L., Kabashnikova L.F., Jahns P. Photosynthetic Apparatus and High Temperature: Role of Light // Bulg. J. Plant Physiol. 2003. Spec. Iss. P. 281–289.
43. Chaves M.M., Flexas J., Pinheiro C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell // Ann. Bot. 2009. V. 103. P. 551–560.

### References:

1. Safronova I.N. Pustyni Mangyshlaka (Ocherk rastitel'nosti) // Trudy Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova RAN. Vyp. 18. - Sankt-Peterburg, 1996. 212 s.
2. Akhmatov K.A. Adaptatsiya drevesnykh rastenii k zasukhe. Frunze.: Izd. «Ilim», 1976. 200s.
3. Lyubimov V.B. Ekologicheskie osnovy teorii i praktiki introduktsii derev'vev i kustarnikov v aridnye regiony: Dis. na soiskanie uchenoi stepeni dok. biolog. nauk. Voronezh. 2002. 496 s.
4. Imanbaeva A.A., Kosareva O.N. Drevesnye rasteniya Mangyshlakskego eksperimental'nogo botanicheskogo sada. 40 let introduktsii. Aktau, 2012. 243 s.
5. Mayer H. Waldbau auf naturgeschichtlicher Grundlage. Berlin, 1909. 319 s.
6. Rusanov, F. N. Metod rodovykh kompleksov v introduktsii rastenii i ego dal'neishee razvitie / F. N. Rusanov // Byul. GBS AN SSSR. M., 1971. Vyp. 81. S. 15-20.
7. Kul'tiasov M.V. Ekologo-istoricheskii metod v introduktsii rastenii // Byull. Gl. bot. sada, vyp. 53, 1953.
8. Kormilitsyn A.M. Geneticheskie rodstva flor kak osnova podbora drevesnykh rastenii dlya ikh introduktsii i selektsii // Selektsiya kostochkovykh i subtropicheskikh plodovykh, dekorativnykh drevesnykh, tsvetochnykh i efirno-maslichnykh kul'tur // Tr. Gos. ordena tr. Krasnogo znamenii Nikitskogo botan. sada. Semfiropol', 1969. T. XI. S. 145-164.
9. Kormilitsyn A.M. Metodicheskie rekomendatsii po podboru derev'ev i kustarnikov dlya introduktsii na yuge SSSR // Gos. Nikitinskii botanicheskii sad. Yalta, 1977. 29 s.



10. Vavilov N.I. Botaniko-geograficheskie osnovy selektsii // Izbr. proizvedeniya. L.: Nauka, Leningr. otd., 1967. T.1. S. 343-404.
11. Petukhova I.P. Ekologo-fiziologicheskie osnovy introduktsii drevesnykh rastenii. M., 1981, 124 s.
12. Lapin P.I., Sidneva S.V. Otsenka perspektivnosti introduktsii drevesnykh rastenii po dannym vizual'nykh nablyudeni. V sb.: Opyt introduktsii drevesnykh rastenii. GBS AN SSSR, Nauka. 1973, s. 7-80.
13. Lapin P.I. Introduktsiya drevesnykh rastenii v srednei polose evropeiskoi chasti SSSR (nauchnye osnovy, metody i rezul'taty). L., 1974, 137 s.
14. Petukhova I.P. Ekologo-fiziologicheskie osnovy introduktsii drevesnykh rastenii. M.: Nauka, 1986. 124 s.
15. Proskuryakov M.A., Rubanik V.G. Opyt i perspektivy prognozirovaniya rezul'tatov introduktsii drevesnykh rastenii v Kazakhstane // Byull. Gl. botan. sada. M.: Nauka, 1986. Vyp. 139. S. 55-58.
16. Golovkin B.N. K voprosu ob introduktsionnom raionirovanii // Byull. Gl. botan. sada. M.: Nauka, 1986. Vyp. 139. S. 3-6.
17. Baitulin I.O., Proskuryakov M.A., Chekalin S.V. Sistemno-ekologicheskii podkhod k introduktsii rastenii v Kazakhstane. Ch.2. Alma-Ata, 1992. 198 s.
18. Ivanov L.A., Silina A.A., Tsel'niker Yu.L. O transpiratsii polezashchitnykh porod v usloviyakh Derkul'skoi stepi // Botanicheskii zhurnal, 1952. T.37, №2, S. 113-138.
19. Viktorov D.P. Malyy praktikum po fiziologii rastenii. M.: Vysshaya shkola, 1983. 135 s.
20. Tret'yakov N.N. Praktikum po fiziologii rastenii. M.: Agropromizdat, 1990. 271 s.
21. Plotnikova V.I., Zhivukhina E.A. Praktikum po fiziologii rastenii. M.: Izdatel'skii tsentr "Akademiya", 2001. 144 s.
22. Lakin G.F. Biometriya. M.: Vysshaya shkola, 1990. 352 s.
23. Bikhele Z.N., Moldau Kh.A., Ross Yu.K. Matematicheskoe modelirovanie transpiratsii i fotosinteza pri nedostatke pochvennoi vlagi. L.: Gidrometeoizdat, 1980. 224 s.
24. Tsel'niker Yu.L. O vodnom rezhime lestnykh nasazhdenii v stepeni v pervye gody zhizni // Trudy instituta lesa, T. 41, M., 1958, S. 87-95.
25. Silina A.A. O transpiratsii drevesnykh porod Telermanovskogo lesnichestva // Fiziologiya rastenii, 1955, t. 2, vyp. 4, S. 38-44.
26. Smirnov I.A. Ozelenenie i lesomelioratsiya v zasushlivoi zone. Alma-Ata: Kainar, 1977. 152 s.
27. Kraevoi S.Ya. Ekologo-fiziologicheskie osnovy zashchitnogo lesorazvedeniya v polupustyne. M.: Nauka, 1970. 240 s.
28. Sudnitsyn I.I. Dvizhenie pochvennoi vlagi i vodopotreblenie rastenii. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1979. 255 s.
29. Alekseenko L.N. Osobennosti drevnego i sezonnogo khoda intensivnosti transpiratsii lugovykh rastenii // Botanicheskii zhurnal, 1975, T. 60, №12, S. 1740-1749.
30. Khashes Ts.M. K fiziologii drevnego ritma transpiratsii drevesnykh rastenii // Ekologiya, 1971, № 6. S. 82-90.
31. Parent B., Ture O., Gibon Y., Stitt M., Taedieu F. Modeling temperature-compensated physiological rates, based on the coordination of responses to temperature of developmental processes // J. Exp. Bot. 2010. V. 61. P. 2057-2069
32. Gann L.P., Kolov O.V. K osobennosti vodoobmena skoroplodnykh i obyknovennykh form orekha gretskogo // Vodnyi obmen v osnovnykh tipakh rastitel'nosti SSSR. Novosibirsk, 1975, S. 116-121.
33. Gordeeva T.K. Intensivnost' transpiratsii rastenii v kompleksnoi polupustyne mezhdurech'ya Volga-Ural // Botanicheskii zhurnal, 1952, t. 37, №4, S. 526-531.
34. Gulidova I.V. O transpiratsii drevesnykh i kustarnikovykh porod v podzone yuzhnykh chernozemov // Trudy instituta lesa, T. 27. M., 1955, S. 11-128.
35. Kramer P.D., Kozlovskii T.T. Fiziologiya drevesnykh rastenii. M.: Lesnaya promyshlennost', 1983. 464 s.
36. Khlebnikova N.A., Markova M.I. Transpiratsiya molodykh drevesnykh rastenii v usloviyakh Prikaspiiskoi nizmennosti // Trudy instituta lesa, T. 27, M., 1955, S. 73-91.

37. Tsel'niker Yu.L. O pokazatelyakh vodnogo rezhima list'ev drevesnykh porod stepnoi zony // Trudy instituta lesa, T. 41, M., 1958, S. 36-54.
38. Ghannoum O. C4 photosynthesis and water stress // Ann. Bot. 2009. V. 103. P. 635–644.
39. Genkel' P.A. Fiziologiya zharno- i zasukhoustoichivosti rastenii. M.: Nauka, 1982. S. 10-219.
40. Maksimov N.A. Izbrannye raboty po zasukhoustoichivosti i zimoustoichivosti rastenii. T.1. M.: Sel'khozgiz. 1952. 576 s.
41. Kramer Pol D., Fiziologiya drevesnykh rastenii / Pol D. Kramer, T. Kozlovskii. M.: Lesnaya promyshlennost', 1983. 532 s.
42. Kalituh L.N., Pshybytko N.L., Kabashnikova L.F., Jahns P. Photosynthetic Apparatus and High Temperature: Role of Light // Bulg. J. Plant Physiol. 2003. Spec. Iss. P. 281–289.
43. Chaves M.M., Flexas J., Pinheiro C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms form whole plant to cell // Ann. Bot. 2009. V. 103. P. 551–560.

УДК 631. 630.58 (213.252; (574.14)

**Физиологические особенности древесных растений при интродукции в аридных условиях пустыни Мангистау**

<sup>1</sup> А.А. Иманбаева

<sup>2</sup> И.Ф. Белозеров

<sup>1</sup> РГП «Мангышлакский экспериментальный ботанический сад» КН МОН РК, Казахстан  
Мангистауская область, 130000  
г. Актау, 10 микрорайон  
Кандидат биологических наук  
E-mail: imangarden@mail.ru

<sup>2</sup> РГП «Мангышлакский экспериментальный ботанический сад» КН МОН РК, Казахстан  
Мангистауская область, 130000  
г. Актау, 10 микрорайон  
Кандидат сельскохозяйственных наук  
E-mail: bif17@mail.ru

**Аннотация.** Приводятся результаты исследований интенсивности транспирации, оводненности, содержания хлорофилла и жаростойкость древесных растений в аридных условиях Мангистау в сезонной и суточной динамике и в связи влажностью почвы и основными метеофакторами. Излагаются материалы корреляционного и регрессионного анализа с графическим представлением в виде графиков.

**Ключевые слова:** интенсивность транспирации; оводненность; содержание хлорофилла; жаростойкость; адаптация; корреляция; регрессия.

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation  
 Russian Journal of Biological Research  
 Has been issued since 2014.  
 ISSN: 2409-4536  
 Vol. 3, Is. 1, pp. 35-38, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.3.35  
[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



UDC 57

### Essential Oil Composition of *Thymus vulgaris* L.

<sup>1</sup>Marzieh Negahban  
<sup>2</sup>Sajedah Saeedfar

<sup>1</sup>Islamic Azad University, Unit Jahrom, Jahrom, Iran

<sup>2</sup>Islamic Azad University, Unit Karaj, Karaj, Iran

Corresponding author.\* marziehnegahban\_86@yahoo.com

#### Abstract

This study was carried out at the research field of Tarbiat Modares University, Peykan Shahr, Tehran to determine the changes in the chemical compositions of essential oil of thyme (*Thymus vulgaris* L.) at full flowering stage. The essential oils of the aerial parts were extracted by hydrodistillation method using Clevenger apparatus, and analyzed by GC and GC-MS. The main constituents of the EO were thymol and  $\beta$ -Cymene.

**Keywords:** *Thymus vulgaris* L.; Essential Oil; Thymol;  $\beta$ -Cymene.

#### Introduction

*Thymus vulgaris* L.(Thyme) is a little perpetual therapeutic botanical herb belongs to lamiaceae family which is one of the biggest families and generally notable blossoming plants, with around the range of 220 genera and practically 4000 species worldwide. Additionally it is known as common thyme and it is indigenous to Mediterranean region, to the North Africa and several parts of Asia along with carefully discriminating in areas of the entire world. Typically grow as a subshrub from 5 to 30cm in height with fibrous ligneous root and small, greenish-grey leaves having narrow edged (Al-Rawi, 1988). It has numerous hard, branched stems (10-20cm tall) and flowers blooming from May to September having distinctive fragrance may white or purple in color. Due to its strong aroma that is because of thymol, it is grown widely as culinary herb. Thyme has long history of been used in traditional medicine for treatment of various diseases for instance to treat respiratory diseases (whooping cough, bronchitis and asthma), in the form of tea, ointment, tincture, syrup or by steam inhalation. It is also used to prevent hardening of the arteries, treatment of toothache, urinary tract infection and dyspepsia (Hashim and Gamil, 1988). It also expels fungus from stomach and intestine and it has ability to increase appetite because of its important component thymol, which has ability to kill bacteria and parasites. Different studies were carried out in last decades to reveal reported pharmacological activities of *Thymus vulgaris* L. both of plant extracts and essential oil. In mice analgesic and antipyretic properties were reported for thyme extracts (Mohsin *et al.*, 1989). Thyme has changed from a traditional herb to a serious drug rational phytotherapy. It is incredible wellspring of iron, calcium, manganese, vitamin K and likewise upgrades blood flow and pushes an invigorating impact for the entire system. This herb invigorated activity on anxious framework made it as a cure for physical and mental weakness and additionally for diminishing insomnia. The remedial potential of *Thymus vulgaris* L. is due to the presence of flavonoids, thymol, carvacrol, eugenol, phenols, luteolin and tetramethoxylated. Its

controls numerous valuable effects, such as, antispasmodic, bactericides, antiseptics, antioxidants, anthelmintic properties and has late been recommended as substitute as cancer prevention agent (Monira *et al.*, 2012).

The use of thyme oil is documented for medicinal purposes since 1589. From many decades, the essential oil of *Thymus vulgaris* L. been published in pharmacopoeias and standard text books of phytotherapy (Martindale, 1972). Volatile phenolic oil of thyme has been reported amongst the top 10 essential oils (Letchamo and Gosselin, 1996).

Thyme oil contains 46 % phenols of which 44 % thymol and 3.6 % carvacrol and also important components It is confirmed by various studies confirmed that thyme oil contains polyphenolic acid (oleanic acid, rosmarinic acid, triterpene and caffeic acid). Thyme oil also contains other components such as thymol, borneol, gerniol, pinen, linalool, cineol, sabinen, myrcen limonene and cymene (Rizk, 1986; Javed *et al.*, 2013).

### Materials and Methods

The experiment was carried out at the research field of Tarbiat Modares University, Peykan Shahr, Tehran. Average annual precipitation at the site is 122.2 mm, minimum air temperature is -5° C and maximum air temperature is 40.4° C. The dominant winds at the area blow from Northeast. Some chemical characteristics of the experimental soils are shown in Table 1.

Table 1: Some physical and chemical characteristics of the experimental soil

EC ds m <sup>-1</sup>	pH	OC <sup>a</sup> (%)	TN <sup>b</sup> (%)	P (mg kg <sup>-1</sup> )	K(mg kg <sup>-1</sup> )	Silt (%)	Sand (%)	Clay (%)
1.04	7.7	1.73	0.06	14	275	12	78	10

#### <sup>a</sup> Organic matter (OC), <sup>b</sup>Total Nitrogen (TN)

Aerial parts of flowering *Thymus vulgaris* L. grown in the open air were collected from May to July 2014. Collected plant materials were dried in the shade; the leaves and flowers of the plants were separated from the stem and ground in a grinder with a 2 mm in diameter mesh.

#### Essential Oils Preparation

All samples were shade-dried (during 15 days). EO was extracted by subjecting flowers and leaves together (40 g) to hydrodistillation for 2 h using an all glass Clevenger-type apparatus, according to the method outlined by the European pharmacopoeia (Anonymous, 1996). EO yield was expressed as percentage w/w on dry matter basis. The oils were dried over anhydrous Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and stored in sealed vials at low temperature (4°C) before gas chromatography (GC) and gas chromatography/mass spectrometry (GC-MS) analysis.

#### Essential Oils Analysis by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)

The EOs were analyzed by GC-MS (Agilent, USA). The analysis was carried out on a Thermoquest-Finnigan Trace GC/MS instrument equipped with a DB-5 fused silica column (60 m × 0.25 mm i.d., film thickness 0.25 mm). The oven temperature was programmed to increase from 60 to 250°C at a rate of 4°C/minute and finally held for 10 minutes; transfer line temperature was 250°C. Helium was used as the carrier gas at a flow rate of 1.1 mL/minute, with a split ratio equal to 1:50. The quadrupole mass spectrometer was scanned over the 35-465 amu with an ionizing voltage of 70 eV and an ionization current of 150 mA.

GC-FID analysis of the oil was conducted using a Thermoquest-Finnigan instrument equipped with a DB-5 fused silica column (60 m × 0.25 mm i.d., film thickness 0.25 mm). Nitrogen was used as the carrier gas at the constant flow of 1.1 mL/minute; the split ratio was the same as that of GC/MS. The oven temperature was raised from 60 to 250°C at a rate of 4°C/minute and held for 10 minutes. The injector and detector (FID) temperatures were kept at 250 and 280°C, respectively. Semi-quantitative data were obtained from FID area percentages without the use of correction factors.

### Identification of EO Components

Retention indices (RI) were calculated by using retention times of n-alkanes (C6-C24) that were injected after the oil at the same temperature and conditions. The compounds were identified by comparison of their RI with those reported in the literature and their mass spectrum was compared with the Wiley Library.

### Results and Discussion

The compositions of EOs might be affected by the developmental stage of the plant (Saharkhiz *et al.*, 2011, Saharkhiz *et al.*, 2009). GC-MS was employed to identify the effective compounds (Table.2). In the present study, *Thymus vulgaris* L. plant contained 49 % thymol, 19.99 %  $\beta$ -Cymene, 7.63 % carvacrol and 6.79 % trans-caryophyllene. The composition of the essential oil of herbs and spices can vary greatly depending upon the geographical region, the variety, the age of the plant, the method of drying and the method of extraction of the oil (Jerkovic *et al.*, 2001). It is recommended to use a synergistic combination of essential oils and their compounds, e.g. carvacrol in combination with p-cymene (Ultee *et al.*, 2000), thus enabling to decrease their concentrations and minimize adverse sensorial effects.

Table 2: The major compounds in *Thymus vulgaris* L. at full flowering stage

Compound	Peak area % in <i>thymus vulgaris</i> L.	RI
$\alpha$ -Pinene	3.10	939
$\beta$ -Pinene	-	980
$\alpha$ -Myrcene	0.81	997
$\beta$ -Cymene	19.99	1024
1,8-Cineol	1.22	1031
$\gamma$ -Terpinene	0.87	1068
Linalool	2.31	1098
Borneol	0.01	1165
4-Terpeneol	0.07	1189
Anisole	0.89	1197
Carvacrol methyl ether	4.44	1244
Thymol	49	1290
Carvacrol	7.63	1298
Trans-caryophyllene	6.79	1349
Caryophyllene oxide	1.7	1581
Bisabolene	-	1597

### References:

1. Al-Rawi, A., 1988. Medicinal plants of Iraq. Second Edn.: Baghdad.
2. Anonymous, 1996. European Pharmacopoeia, 3rd Edition.
3. Hashim, S. and M. Gamil, 1988. Plants and herbs between the iraqi folk medicine and scientific research. Baghdad, Dar revolution of Press and Publication.
4. Javed, H., S. Erum, S. Tabassum, and F. Ameen, 2013. An Overview on Medicinal Importance of *Thymus vulgaris*. Journal of Asian Scientific Research, 3(10):974-982.
5. Jerkovic, I., J. Mastelic, and M. Milos, 2001. The Impact of Both the Season of Collection and Drying on the Volatile Constituents of *Origanum vulgare*. L. spp. Hirtum Grown Wild in Croatia. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 36: 649-654.

6. Letchamo, W. and A. Gosselin, 1996. Transpiration, essential oil glands, epicuticular wax and morphology of thymus vulgaris are influenced by light intensity and water supply. *Journal of Horticultural Sciences*, 71(1): 123-134.
7. Martindale, 1972. *The extra pharmacopoeia*. 26th Edn.: The Pharmaceutical Press.
8. Mohsin, A., A.H. Shah, M.A. Al-Yahya, M.Tariq, M.O.M. Tanira and A.M. Ageel., 1989. Analgesic, antipyretic activity and phytochemical screening of some plants used in traditional arab system of medicine. *Fitoterapia*, 60(2): 174-177.
9. Monira, A., K.A. El and Z. Naima., 2012. Evaluation of protective and antioxidant activity of thyme (thymus vulgaris) extract on paracetamol-induced toxicity in rats. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(7): 467-474.
10. Saharkhiz, M.J., K. Zomorodian, M. R. Rezaei, F. Saadat, and M. J. Rahimi., 2011. Influence of growth phase on the essential oil composition and antimicrobial activities of *Satureja hortensis*. *Nat Prod Commun*, 6(8):1173–8.
11. Saharkhiz, M. J., A. Ghani, and M. Hassanzadeh Khayyat., 2009. Changes in essential oil content and composition of Clary Sage (*Salvia sclarea*) Aerial Parts during different phenological cycle. *Med Aromat Plant Sci Biotechnol* 3:90–3.
12. Rizk, A.M., 1986. *The phyto chemistry of flora of Qatar*. King Print Of Richmond, Great Britian.
13. Ultee, A., E. P. W. Kets, M. Alberda, F. A. Hoekstra, and E. J. Smid., 2000. Adaptation of the Food-borne Pathogen *Bacillus cereus* to Carvacrol. *Arch. Microbiol.*, 174(4): 233– 238.

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation  
 Russian Journal of Biological Research  
 Has been issued since 2014.  
 ISSN: 2409-4536  
 Vol. 3, Is. 1, pp. 39-42, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.3.39  
[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



UDC 57

### The Effect of Different Harvest Stages on the Quality and Quantity of the Essential Oil of Tulsi (*Ocimum sanctum* L.)

\*<sup>1</sup> Marzieh Negahban<sup>2</sup> Sajedah Saeedfar<sup>3</sup> Abdolrasool Zakerin<sup>3</sup> Abdolhossein Aboutalebi<sup>1,3</sup> Islamic Azad University, Unit Jahrom, Jahrom, Iran<sup>2</sup> Islamic Azad University, Unit Karaj, Karaj, Iran

Corresponding author.\* marziehnegahban\_86@yahoo.com

#### Abstract

This study was carried out at the research field of Tarbiat Modares University, Peykan Shahr, Tehran to determine the changes in the content and chemical compositions of essential oil of tulsi (*Ocimum. sanctum* L.) at three different growth stages including vegetative, flower bud formation and full flowering stages. The essential oils of the aerial parts were extracted by hydrodistillation method using Clevenger apparatus, and analyzed by GC and GC-MS. The hydro-distillation of the aerial parts of *Ocimum. sanctum* at the vegetative, flower bud formation, and full flowering stages yielded 0.95%, 0.87% and 1.3% (w/w) EO, respectively. The main constituent of the EO from the vegetative stage were 1, 8-Cineole and  $\beta$ -bisabolen, while eugenol was found as the main compound of flower bud formation and full flowering developmental stages.

**Keywords:** *Ocimum. sanctum* L.; Essential Oil; 1, 8-Cineole;  $\beta$ -bisabolen; Eugenol.

#### Introduction

*Ocimum sanctum* L. (Tulsi in Sanskrit or Reyhan-e- Moghaddas in Farsi) belonging to Lamiaceae family, is native to Asia, and Central and western parts of Africa. Tulsi is traditionally used as a medicinal plant (Prakash and Gupta 2005). Pharmacological studies and clinical practices have demonstrated that this species possesses anti-oxidative (Shah and Verma 2012, Ahmad *et al.*, 2012) and antimicrobial functions including antibacterial (Prakash and Gupta 2005, Agarwal *et al.*, 2012), antifungal (Kumar *et al.*, 2010, Balakumar *et al.*, 2011), antimalarial (Prakash and Gupta 2005) and anti-helminthic (Asha *et al.*, 2001). It has been also recommended to treat diabetes, bronchitis, diarrhea, dysentery, dyslipidemia, hypertension and skin diseases (Prakash and Gupta 2005, Pattanayak *et al.*, 2010, Singh *et al.*, 2001).

Chemical and biological diversity of the aromatic and medicinal plants differ significantly depending on the factors such as cultivation area, climatic conditions, genetic modification, different plant parts, developmental stages and collection time (Franz *et al.*, 1993, Saharkhiz *et al.*, 2009). In the recent years, numerous publications have reported the chemical compositions of the EOs of medicinal and aromatic plants demonstrating that the growth stage and harvesting time have a major impact on the EO content and compositions (Saharkhiz *et al.*, 2009, Ghani *et al.*, 2009). Therefore, it is necessary to determine the proper time and plant growth phase to harvest by

analyzing the EO and its compositions at various growth and developmental stages. To the best of authors' knowledge, literature pertaining to the EO content and composition of Tulsi from Iran is not available. Moreover, there is no report on EO compositions of Tulsi at different collection time such as vegetative, flower bud formation and flowering stages. It is, therefore, imperative to determine the appropriate harvesting time by analyzing the oil yield and composition of the plant.

The current study aimed to assess the EO content and chemical constituents of three different growth and developmental stages of *Ocimum sanctum* L.

## Materials and Methods

### Plant Material

The experiment was carried out at the research field of Tarbiat Modares University, Peykan Shahr, Tehran. Average annual precipitation at the site is 122.2 mm, minimum air temperature is -5° C and maximum air temperature is 40.4° C. The dominant winds at the area blow from Northeast. Some chemical characteristics of the experimental soils are shown in Table 1. *Ocimum sanctum* aerial parts were collected from the cultivated plants at three stages of growth and development during June and July 2013. The samples were harvested at vegetative, flower bud formation and full flowering stages.

Table 1: Some physical and chemical characteristics of the experimental soil

EC ds m <sup>-1</sup>	pH	OC <sup>a</sup> (%)	TN <sup>b</sup> (%)	P (mg kg <sup>-1</sup> )	K(mg kg <sup>-1</sup> )	Silt (%)	Sand (%)	Clay (%)
1.04	7.7	1.73	0.06	14	275	12	78	10

<sup>a</sup> Organic matter (OC), <sup>b</sup>Total Nitrogen (TN)

### Essential Oils Preparation

All samples were shade-dried (during 15 days). EO was extracted by subjecting flowers and leaves together (50 g) to hydrodistillation for 2 h using an all glass Clevenger-type apparatus (Goldis, Tehran, Iran), according to the method outlined by the European pharmacopoeia (Anonymous 1996). EO yield was expressed as percentage w/w on dry matter basis. The oils were dried over anhydrous Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and stored in sealed vials at low temperature (4°C) before gas chromatography (GC) and gas chromatography/mass spectrometry (GC-MS) analysis.

### Essential Oils Analysis by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)

The EOs were analyzed by GC-MS (Agilent, USA). The analysis was carried out on a Thermoquest-Finnigan Trace GC/MS instrument equipped with a DB-5 fused silica column (60 m × 0.25 mm i.d., film thickness 0.25 mm). The oven temperature was programmed to increase from 60 to 250°C at a rate of 4°C/minute and finally held for 10 minutes; transfer line temperature was 250°C. Helium was used as the carrier gas at a flow rate of 1.1 mL/minute, with a split ratio equal to 1:50. The quadrupole mass spectrometer was scanned over the 35-465 amu with an ionizing voltage of 70 eV and an ionization current of 150 mA.

GC-FID analysis of the oil was conducted using a Thermoquest-Finnigan instrument equipped with a DB-5 fused silica column (60 m x 0.25 mm i.d., film thickness 0.25 mm). Nitrogen was used as the carrier gas at the constant flow of 1.1 mL/minute; the split ratio was the same as that of GC/MS. The oven temperature was raised from 60 to 250°C at a rate of 4°C/minute and held for 10 minutes. The injector and detector (FID) temperatures were kept at 250 and 280°C, respectively. Semi-quantitative data were obtained from FID area percentages without the use of correction factors.

### Identification of EO Components

Retention indices (RI) were calculated by using retention times of n-alkanes (C<sub>6</sub>-C<sub>24</sub>) that were injected after the oil at the same temperature and conditions. The compounds were identified by comparison of their RI with those reported in the literature and their mass spectrum was compared with the Wiley Library.



## Results and Discussion

The hydro-distillation of the aerial parts of *Ocimum sanctum* L. at the vegetative, flower bud formation, and full flowering stages yielded 0.95%, 0.87% and 1.3% (w/w) EO, respectively. The composition of EOs at different growth stages is shown in Table 2, in the order of their elution from a DB-5 column. GC/MS analyses showed that the main constituents of the EO from the vegetative stage were 1, 8-Cineole and  $\beta$ -bisabolen, while eugenol was found as the main compound of flower bud formation and full flowering developmental stages.

Table 2: Chemical Components of the Essential Oils Distilled From Three Developmental Stages of *Ocimum sanctum* L.

No.	Compound	RI	Vegetative	Flower Bud Formation	Full Flowering
1	Ethyl Isovalerate	847	-	-	0.79
2	$\alpha$ -Pinene	947	0.72	0.37	0.62
3	Sabinen	973	0.51	0.40	0.45
4	$\beta$ -Pinene	1007	1.04	1.49	1.69
5	Myrcene	1050	0.49	1.124	0.89
6	1,8-Cineole	1056	20.74	19.37	20.41
7	Linalool	1101	0.18	0.15	0.11
8	Terpinen-4-ol	1176	-	0.24	-
9	$\alpha$ -Terpineol	1203	-	0.33	0.38
10	Estragol	1221	11.45	10.57	11.36
11	Eugenol	1374	15.66	37.11	24.59
12	$\alpha$ -Cis-	1460	3.09	1.26	2.65
13	Bergamotene	1475	2.30	1.25	1.23
14	$\alpha$ -Humlene	1537	20.95	13.25	18.72
15	$\beta$ -Bisabolen $\gamma$ -Elemene	1558	10.43	7.3	7.4

abbreviation: RI, retention index.

EOs and their components are generally recognized as safe (GRAS) for human and animal consumption under US Federal Regulations. The compositions of EOs might be affected by the developmental stage of the plant (Saharkhiz *et al.*, 2011, Saharkhiz *et al.*, 2009). Although some authors reported Methyl Chavicol (Khan *et al.*, 2010, Amber *et al.*, 2010) as the major compounds of the EO, others reported eugenol as the main constituent of the EO (Kumar *et al.*, 2010, Asha *et al.*, 2001). In the present study,  $\beta$ -bisabolen was the dominant compound of the oil at the vegetative stage which declined gradually from 20.95% to 13.25% at the flower bud formation stage. Eugenol which reached its maximum level at the flower bud formation stage was identified as the main compounds of flower bud formation and full flowering stages. The lower concentration of eugenol in this study, compared with that of some previous reports (Kumar *et al.*, 2010, Asha *et al.*, 2001), may reflect variations due to geographical location. During the various developmental stages of *Ocimum sanctum* L., the concentration of 1, 8-Cineole gradually declined from 20.74% to 20.41%.

## References:

1. Agarwal P, Nagesh L, Murlikrishnan. Evaluation of the antimicrobial activity of various concentrations of Tulsi (*Ocimum sanctum*) extract against *Streptococcus mutans*: an in vitro study. Indian J Dent Res. 2010;21(3):357–9.
2. Ahmad A, Rasheed N, Chand K, Maurya R, Banu N, Palit G. Restraint stress-induced central monoaminergic & oxidative changes in rats & their prevention by novel *Ocimum sanctum* compounds. Indian J Med Res. 2012;135(4):548–54.

3. Amber K, Aijaz A, Immaculata X, Luqman KA, Nikhat M. Anticandidal effect of *Ocimum sanctum* essential oil and its synergy with fluconazole and ketoconazole. *Phytomedicine*. 2010;17(12):921–5.
4. Anonymous, 1996. *European Pharmacopoeia*, 3rd Edition.
5. Asha MK, Prashanth D, Murali B, Padmaja R, Amit A. Anthelmintic activity of essential oil of *Ocimum sanctum* and eugenol. *Fitoterapia*. 2001;72(6):669–70.
6. Balakumar S, Rajan S, Thirunalasundari T, Jeeva S. Antifungal activity of *Ocimum sanctum* Linn. (Lamiaceae) on clinically isolated dermatophytic fungi. *Asian Pac J Trop Med*. 2011;4(8):654–7.
7. Franz C. Genetics. In: Hay RKM, Waterman PG editors. *Volatile Oil Crops: Their Biology, Biochemistry and Production*. Harlow: Longman Scientific & Technical; 1993. pp. 63–96.
8. Ghani A, Saharkhiz MJ, Hassanzadeh M, Msaada K. Changes in the Essential Oil Content and Chemical Compositions of *Echinophora platyloba* DC. During Three Different Growth and Developmental Stages. *J Essent Oil Bear Pl*. 2009;12(2):162–71.
9. Khan A, Ahmad A, Akhtar F, Yousuf S, Xess I, Khan LA, et al. *Ocimum sanctum* essential oil and its active principles exert their antifungal activity by disrupting ergosterol biosynthesis and membrane integrity. *Res Microbiol*. 2010;161(10):816–23.
10. Kumar A, Shukla R, Singh P, Dubey NK. Chemical composition, antifungal and antiaflatoxigenic activities of *Ocimum sanctum* L. essential oil and its safety assessment as plant based antimicrobial. *Food Chem Toxicol*. 2010;48(2):539–43.
11. Pattanayak P, Behera P, Das D, Panda SK. *Ocimum sanctum* Linn. A reservoir plant for therapeutic applications: An overview. *Pharmacogn Rev*. 2010;4(7):95–105.
12. Prakash P, Gupta N. Therapeutic uses of *Ocimum sanctum* Linn (Tulsi) with a note on eugenol and its pharmacological actions: a short review. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2005;49(2):125–31.
13. Restraint stress-induced central monoaminergic & oxidative changes in rats & their prevention by novel *Ocimum sanctum* compounds. *Indian J Med Res*. 2012;135(4):548–54.
14. Saharkhiz MJ, Zomorodian K, Rezaei MR, Saadat F, Rahimi MJ. Influence of growth phase on the essential oil composition and antimicrobial activities of *Satureja hortensis*. *Nat Prod Commun*. 2011;6(8):1173–8.
15. Saharkhiz MJ, Ghani A, Hassanzadeh Khayyat M. Changes in essential oil content and composition of Clary Sage (*Salvia sclarea*) Aerial Parts during different phenological cycle. *Med Aromat Plant Sci Biotechnol*. 2009;3:90–3.
16. Shah K, Verma RJ. Protection against butyl p-hydroxybenzoic acid induced oxidative stress by *Ocimum sanctum* extract in mice liver. *Acta Pol Pharm*. 2012;69(5):865–70.
17. Singh S, Rehan HM, Majumdar DK. Effect of *Ocimum sanctum* fixed oil on blood pressure, blood clotting time and pentobarbitone-induced sleeping time. *J Ethnopharmacol*. 2001;78(2-3):139–43.

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation  
 Russian Journal of Biological Research  
 Has been issued since 2014.  
 ISSN: 2409-4536  
 Vol. 3, Is. 1, pp. 43-50, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.3.43  
[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



UDC 58.009

### The Perspective Forage Population of *Elymus Mutabilis* in the Kazakhstan Altai

Aydar A. Sumbembayev

Altai Botanical Garden CS MES RK, Ridder, Kazakhstan  
 E-mail: [Aydars@list.ru](mailto:Aydars@list.ru)

#### Abstract

The article provides geobotanical descriptions of Karakabinskay and Tarbagataiskay populations of *Elymus mutabilis* in the territory of Kazakhstan Altai with the definition of productivity of green mass and morphometric parameters of explored plants. Floristic composition was determined and composed phytocenosis characteristic of *Elymus mutabilis* surveyed populations. Morphometric parameters of explored plants were determined. Measurement indicative commercial yields were held.

**Keywords:** *Elymus mutabilis*; Kazakhstan Altai; geobotanical descriptions; phytocenosis; vitality; productivity.

#### Введение

Среди семейства злаковых виды рода *Elymus* по своей перспективности для введения в культуру в качестве кормовых растений занимают не последнее место [1]. По данным исследований В.И. Верещагина, К.А. Соболевской, А.И. Якубовой [2] *Elymus* имеет большое значение для улучшения непахотнопригодных засоленных земель.

Пырейник изменчивый – *Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel. (сем. *Poaceae*). Многолетний дерновинный злак [3]. Перекрёстноопыляемое анемофильное растение. В пределах Казахстанского Алтая широко распространенный вид [4].  $2n=28$  [3].

Распространение:

В Казахстане: Алтай, Тарб., Джунг. Алат., Заил. Алат. [4], дол. р.р. Уба, Бухтарма, Кара-Каба [5].

Общ. распр.: Арктика, сев. Европ. части СССР, Зап. и Вост. Сибирь, Дальн. Восток, Монголия, Джунгария [4], Сканд., Дж-Кашг. [6].

Экология обитания вида широка: светлыхвойные и лиственные, большей частью разнотравные леса, лесные луга, опушки, долинные луга и прирусловые галечники. Поднимается в высокогорье, где обитает на лесных и субальпийских лугах, близ каменных россыпей. В арктической полосе приурочен к приснежным лужайкам, каменистым и галечным берегам рек, прирусловым лугам [7]. Цветение происходит в июле [5], плодоношение в августе. Распространён до среднего горного пояса [8].

Пырейник является ценным сенокосным и пастбищным кормовым растением. Интродуцируется с 1965 г. [9] Растение довольно скороспелое [9]. Заслуживает введения в

культуру, но в смеси с другими травами, так как полностью сомкнутого травостоя не образует [10]. Вид очень полиморфен и делится на целый ряд разновидностей и форм.

Казахстанский Алтай представляет собой систему хребтов южной и юго-западной части Алтая как горной страны, которая простирается с юга на север и с запада на восток почти на 400 км. Входит в состав юго-западной периферии Алтае-Саянской горной системы и с присущей ей структурой ландшафтных и высотных зон населён нетипичными для горного и равнинного Казахстана видами растений и животных [11].

Растительный покров Казахского Алтая имеет ярко выраженный поясной характер распространения и складывается из сочетания трёх основных типов: лесной, степной и луговой [12].

В Казахском Алтае *Elymus mutabilis* растет по остепненным лесным лугам, кустарниковым склонам в разреженных лесных сообществах и галечниках [4].

Ряд горно-луговых форм успешно испытывались в горно-лесных условиях Казахского Алтая (Алтайский ботанический сад, г. Риддер), при этом в районе интродукции дает высокие урожаи зеленой массы (98 ц/га). Отличается высокой засухо- и морозоустойчивостью. За вегетационный период дает один укос и отаву (40 см выс.). Химический состав зеленой массы не изучен.

Цель исследования: дать ботаническую характеристику и ресурсную оценку популяций.

Объекты исследования: популяции *Elymus mutabilis* на территории Казахского Алтая.

Основные задачи:

- Определить флористический состав и составить фитоценологическую характеристику обследованных популяций *Elymus mutabilis*;
- Определить морфометрические параметры исследуемых растений;
- Провести замер ориентировочной промысловой урожайности;
- Провести анализ полученных итоговых результатов.

### Материалы и методы

Для выполнения поставленных задач в полевых условиях был выбран маршрутно-рекогносцировочный метод [13]. Исследуемые популяции изучались с использованием традиционных методов полевых геоботанических исследований [14]. Для составления геоботанической характеристики был применён метод с визуальной оценкой количества особей по шкале обилия Друде [15]. Латинские названия выверялись по С.К. Черепанову [16].

Для выделения перспективных кормовых популяций были определены следующие величины: высота генеративных побегов, облиственность, длина колоса, площадь занимаемая видом, проективное покрытие изучаемого экотипа, урожайность растительной массы с гектара.

### Обсуждение

В результате проведённых экспедиционных выездов было выделено 2 основные популяции *Elymus mutabilis*.

**Каракабинская популяция** пырейника изменчивого (*Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel.) размещена в юго-западной части Каракабинской впадины, в предгорной зоне хр. Сарымсақты, на закрытом конусе выноса р. Таутекели. Популяция занимает участок площадью 5 га, 1711 м над ур. моря. Координаты: 49° 04' 03" с. ш., 85° 59' 55" в. д. Места обитания вида: остепненные разнотравно-злаковые луга. Растет на слабо закрытых галечниковых выносах р. Таутекели. Участок, занимаемый популяцией, выровненный, местами изрезан руслами временных и постоянных ключей или мелкопочкарниковый. Почвенный слой слабо выражен, 15–30 см, в понижениях до 45 см. Почвы горные черноземы, легко дренируемые. Подстилающий слой – обкатанный галечник.

Условия обитания вида весьма экстремальные. В зимний период нередки морозы до – 45° С. Безморозный период укороченный, непродолжительный, 45–55 дней. Количество годовых осадков не более 1000 мм.

В пределах каракабинской популяции выделено две ценопопуляции, различающиеся по составу доминантов и субдоминантов, но сходных по составу второстепенных видов. Растительный покров хорошо сформирован; в видовом отношении богат и разнообразен. Ниже приводятся их характеристики.

Ценопопуляция пырейниково-кровохлебкового (*Sanguisorba officinalis* L., *Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel.) фитоценоза размещена на конусе выноса р. Таутекеле, 1720 м над ур. м. Рельеф участка сложный, мелкобугристый, прорезан неглубокими промоинами, кочкарниковый. Почвенный слой умеренно развит, от 15 до 60 см. Почвы – горно-луговые черноземы. Напочвенный покров представлен опадом. Верхний слой почвы хорошо гумусирован. Опад сформирован ветошью злаков и мелкого разнотравья. Толщина слоя опада колеблется от 3 до 10 см, разложение его происходит в течение одного вегетационного сезона.

Растительный покров хорошо развит, сравнительно богат в видовом отношении – 30 видов. Общее проективное покрытие до 95 %. Кустарниковый ярус слабо сформирован, 60–70 см выс., доминирует *Pentaphilloides fruticosa* (L.) O. Schwarz – sp, из подчиненных видов обычны *Sibiraea laevigata* (L.) Maxim. – sol, *Betula humilis* Schrank – sol, *Spiraea media* Franz Schmidt – s. Сомкнутость кустарникового яруса 01 – 04. Покрытие не превышает 5–12 %.

Травянистый покров полидоминантный: *Sanguisorba officinalis* L. – cop, *Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel. – cop<sub>2</sub>, *Artemisia virides* Willd. – cop<sub>2</sub>. В травостоя богато представлены виды семейства *Poaceae* (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub – sp, *Koeleria altaica* (Domin) Kryl. – sp, *K. ledebouri* Domin – sp, *Festuca borissii* Reverd. – sol, *Elymus gmelinii* (Ledeb.) Tzvel. – sol, *E. nevskii* Tzvel. – sol, *E. tianschanigenus* Czer. – s, *Poa pratensis* L. – sp, *Helectotrichon pubescens* (Huds.) Pilg. – sp, *H. desertorum* (Less.) Nevski – sol, *Phleum phleoides* (L.) Karst. – sol, *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv. – s, *Agrostis stolonifera* L. – s), на их долю в покрытии приходится до 45 %.

Травянистый покров четко трехъярусный. Первый ярус, 100–130 см выс., состоит из *Artemisia virides* Willd. – sol, *Chamaeneriom angustifolium* (L.) Scop. – s, *Thalictrum minus* L. – sol, *Dactylis glomerata* L. – s, *Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel. – cop, *E. gmelinii* (Ledeb.) Tzvel. – sol, *E. nevskii* Tzvel. – sol, *E. tianschanigenus* Czer. – s, *Arctium lappa* L. – s. Ярус изрежен, плотность не превышает 02, покрытие – 5 %.

Второй ярус, 50–70 см, разнообразен в видовом отношении. Составлен *Artemisia sericea* Web. – sp, *Aconitum anthoroideum* DC. – sol, *Seseli condensatum* (L.) Reichenb. – sp, *Ranunculus grandifolius* C.A. Mey. – sol, *Geranium pratense* L. – sp, *G. pseudosibiricum* J. Mayer – s, *Galium verum* L. – sol, *Campanula glomerata* L. – s, *Bupleurum longifolium* L. subsp. *aureum* (Fisch. ex Hoffm.) Soó – s, *Ligularia glauca* (L.) O. Hoffm. – sol, *Acanogonon alpinum* (All.) Schur – s, *Potentilla chrysantha* Trev. – s, *Achillea millefolium* L. – s, *Veronica longifolia* L. – s, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth – sol, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub – sp, *Poa pratensis* L. – sp, *Helectotrichon desertorum* (Less.) Nevski – sol, *Phleum phleoides* (L.) Karst. – sol, *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv. – s. Ярус сравнительно плотный – 03 – 04, покрытие – до 30 %.

Третий ярус, 25–45 см выс., составлен следующими видами: *Koeleria ledebouri* Domin – sp, *K. altaica* (Domin) Kryl. – sp, *Agrostis stolonifera* L. – s, *Artemisia virides* Willd. – sp, *Iris ruthenica* Ker-Gawl. – sp, *Gentiana decumbens* L. – sol, *Gentianopsis barbata* (Froel.) Ma – sol, *Dracocephalum ruyschiana* L. – s, *D. nutans* L. – sol, *Astragalus danicus* Retz. – sol, *Lupinaster pentaphyllus* Moench – sol, *Conyza canadensis* (L.) Cronq – sol, *Draba sibirica* (Pall.) Thell. – sol, *Callianthemum alatavicum* Freyn – sol, *Plantago media* L. – s, *Alchemilla xanthochlora* Rothm. – sol, *Allium flavescens* Bess. – s. Сомкнутость яруса очень высокая за счет массового развития вегетативных прикорневых побегов, достигает до 07, покрытие не ниже 70%. Общее проективное покрытие от 70 до 100 % (см. табл.).

*Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel. по площади распространен рассеянно. Плотность его колеблется от 1 до 14 (7) дернин на 1 м<sup>2</sup>. Жизненность вида характеризуется сравнительно высокими показателями: высота генеративных побегов колеблется от 99 до 116 (104,9) см, число генеративных побегов на особь варьирует от 8 до 44 (15,7). Колос прямостоячий, длина его колеблется от 14 до 22 (17,6) см. Число колосков в колосе от 18 до 34 (21,5) шт. Количество цветков в колоске почти постоянно или с незначительным изменением 5–7

(6,5). Листья довольно длинные 20–32 (26,2) см, широкие – 0,9–1,4 (1,2) см. Облиственность высокая – 34 %. Семеношение – в конце августа. Коэффициент семинафикации – 68 % (по 10 подсчетам). Урожайность зеленой массы 60 – 260 (130) г/м<sup>2</sup>, в пересчете на га – 13 ц/га.

Рекомендую *Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel. для дальнейшего интродукционного испытания. Характеризуется высокими хозяйственными показателями: устойчивостью к неблагоприятным условиям, болезням, полеганию. Отличается высокой внутрипопуляционной вариабельностью. Необходимо данную популяцию объявить генетическим резерватом.

**Тарбагатайская популяция *Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel.** размещена в нижнем пределе юго-восточного склона хр. Южноалтайский Тарбагатай, 1875 м над ур. м. Координаты: 49° 05' 54" с. ш., 86° 14' 47" в. д. Места обитания вида – слабо остепненные луга. Рельеф участка, уступчивый, пологий, ориентирован с северо-запада на юго-восток. Участок хорошо освещен и обдуваем северо-восточным ветром в течение всего года. Почвенный горизонт хорошо сформирован. Почвы – горно-степные черноземы, 45–90 см толщиной. Подстилающий слой – обломки горной породы. Растительный покров хорошо сформирован, в видовом отношении беден. Кустарниковый ярус не развит. В пределах тарбагатайской популяции выделен один монодоминантный фитоценоз. Ниже приведена его эколого-ценотическая характеристика.

Ценопопуляция пырейного (*Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel.) фитоценоза размещена в нижнем пределе юго-восточного склона хр. Южноалтайский Тарбагатай, плавно сходящего в Каракабинскую впадину, 1860 м над ур. м. Площадь фитоценоза невелика, в общей сложности 2000 м<sup>2</sup>. Участок, занимаемый ценопопуляцией, размещен на выровненной предгорной террасе, ориентирован с северо-запада на юго-восток. Рельеф участка выровнен или слабо выражено уступчивый. Почвенный горизонт хорошо развит, до 45 см толщиной, образован материалом, нанесенным талыми водами и сбросом обломочного материала при разрушении горных пород. Почвенный слой – горно-луговые черноземы; подстилающий слой сложен лессовыми суглинками и щебнем.

В зимний период снежный покров может достигать 100 см. От снега участок освобождается поздно, в конце первой декады мая. Нередко отмечается у растений подснежный рост. Растительный покров хорошо развит, общее проективное покрытие 100 %. Видовой состав очень беден, колеблется от 10 до 15 видов. Фитоценоз монодоминантен. Облик и структуру фитоценоза определяет доминирующий вид – *Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel. – soc, на его долю в покрытии приходится до 95 %. Процент встречаемости вида в формировании – 95 %. Кустарниковый ярус не выражен. Редко отдельными растениями встречаются *Pentaphilloides fruticosa* (L.) O. Schwarz – s, *Sibiraea laevigata* (L.) Maxim. – s. Травостой – со слабо выраженной двухъярусностью. Второстепенные виды обычно имеют низкое обилие, такие виды как: *Poa pratensis* L. – s, *Phleum pratense* L. – sol, *Alopecurus pratensis* L. – sol, *Helectotrichon pubescens* (Huds.) Pilg. – s, *Rumex acetosella* L. – s, *Geranium pseudosibiricum* J. Mayer – s, *Lupinaster pentaphyllus* Moench – s, *Dianthus superbus* L. – s, *Bistorta elliptica* (Willd. ex Spreng.) Kom. – s, *Tephrosieris integrifolia* (L.) Holub. – s, *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv. – sol. (см. табл.).

*Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel. по площади участка размещен плотными зарослями (сомкнутость 07 – 1). Растения характеризуются высокой жизненностью. Плотность генеративных побегов – 147–178 шт/м<sup>2</sup>. Высота растений 95–110 см. Побеги прочные, устойчивые к полеганию. Облиственность – 43 %. Колосья крупные, прямостоячие, 13–20 (17) см длины. Урожай зеленой массы в среднем 750 гр/м<sup>2</sup>, в пересчете – 75 ц/га. Растения *Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel. пырейного фитоценоза представляют интерес для отбора устойчивых и высокоурожайных форм для испытания в культуре.

Флористический состав популяций *Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel.

Название растений	Популяции			
	Каракабинская		Тарбагатайская	
	обилие	% встреч.	обилие	% встреч.
1	2	3	4	5
<i>Elymus mutabilis</i>	cop <sub>2</sub>	100	soc	100
<i>Pentaphilloides fruticosa</i>	sp	50	s	5
<i>Sibiraea laevigata</i>	sol	25	s	5
<i>Betula humilis</i>	sol	20		
<i>Spiraea media</i>	s	20		
<i>Sanguisorba officinalis</i>	cop	100		
<i>Artemisia virides</i>	cop <sub>2</sub>	100		
<i>A. sericea</i>	sp	55		
<i>Bromopsis inermis</i>	sp	75		
<i>Koeleria altaica</i>	sp	75		
<i>K. ledebouri</i>	sp	75		
<i>Festuca borissii</i>	sol	90		
<i>Elymus gmelinii</i>	sol	15		
<i>E. nevskii</i>	sol	15		
<i>E. tianschanigenus</i>	s	10		
<i>Poa pratensis</i>	sp	75	s	10
<i>Helectotrichon pubescens</i>	sp	15	s	5
<i>H. desertorum</i>	sol	10		
<i>Phleum phleoides</i>	sol	15		
<i>Ph. Pretense</i>			sol	15
<i>Deschampsia caespitosa</i>	s	5	sol	10
<i>Agrostis stolonifera</i>	s	10		
<i>Chamaeneriom angustifolium</i>	s	5		
<i>Thalictrum minus</i>	sol	10		
<i>Dactylis glomerata</i>	s	5		
<i>Arctium lappa</i>	s	5		
<i>Aconitum anthoroideum,</i>	sol	10		
<i>Seseli condensatum</i>	sp	55		
<i>Ranunculus grandifolius</i>	sol	10		
<i>Geranium pretense</i>	sp	10		
<i>G. pseudosibiricum</i>	s	5	s	5
<i>Galium verum</i>	sol	10		
<i>Campanula glomerata</i>	s	5		
<i>Bupleurum longifolium</i> L. subsp. <i>aureum</i>	s	5		
<i>Ligularia glauca</i>	sol	15		
<i>Acanogonon alpinum</i>	s	5		
<i>Potentilla chrysantha</i>	s	5		
<i>Achillea millefolium</i>	s	5		
<i>Veronica longifolia</i>	s	5		
<i>Calamagrostis epigeios</i>	sol	15		
<i>Iris ruthenica</i>	sp	40		
<i>Gentiana decumbens</i>	sol	15		

<i>Gentianopsis barbata</i>	sol	15		
<i>Dracocephalum ruyschiana</i>	s	5		
<i>D. nutans</i>	sol	5		
<i>Astragalus danicus</i>	sol	5		
<i>Lupinaster pentaphyllus</i>	sol	10	s	5
<i>Conyza Canadensis</i>	sol	5		
<i>Draba sibirica</i>	sol	10		
<i>Callianthemum alatavicum</i>	sol	15		
<i>Plantago media</i>	s	5		
<i>Alchemilla xanthochlora</i>	sol	10		
<i>Allium flavescens</i>	s	5		
<i>Alopecurus pratensis</i>			sol	10
<i>Rumex acetosella</i>			s	5
<i>Dianthus superbus</i>			s	5
<i>Bistorta elliptica</i>			s	5
<i>Tephrosia integrifolia</i>			s	5

### Заклучение

*Elymus mutabilis* представляет особый ценный материал для создания кормовой базы на территории Казахстанского Алтая. В результатах исследования в регионе выделено 2 основные популяции *Elymus mutabilis* с высокими показателями жизнестойкости: Каракабинская и Тарбагатайская.

Каракабинская популяция характеризуется урожайностью зеленой массы – 13 ц/га, устойчивостью к неблагоприятным погодным-климатическим условиям, болезням, полеганию. Данная популяция представляет интерес для интродукционного испытания. Рекомендую данную популяцию объявить генетическим резерватом.

Тарбагатайская популяция, благодаря плотным размещением зарослей, характеризуется высокой урожайностью зеленой массы – 75 ц/га, имеет высокие показатели жизнестойкости, устойчивости к полеганию. Растения этой популяции представляют интерес для отбора устойчивых и высокоурожайных форм для испытания в культуре.

Образцы *Elymus mutabilis* этих популяций были высеяны семенами на экспериментальном участке кормовых злаков Алтайского ботанического сада для дальнейших наблюдений и селекции.

Научное исследование проведено в рамках выполнения задания по проекту «Ботаническое разнообразие диких сородичей культурных растений Восточного Казахстана как источник обогащения и сохранения генофонда агробиоразнообразия для реализации продовольственной программы», входящему в научно-техническую программу: «Ботаническое разнообразие диких сородичей культурных растений Казахстана как источник обогащения и сохранения генофонда агробиоразнообразия для реализации продовольственной программы».

### Примечания:

1. Зайцев Б.В. Полезные растения природной флоры Сибири. / Анатомо-морфологические особенности некоторых представителей элимоидных родов как материал для их интродукции. Новосибирск: Наука, 1967. С. 163-187.

2. Верещагин В.И. Полезные растения Западной Сибири/ Соболевская К.А., Якубова А.И., М. – Л., Изд-во АН СССР, 1959.

3. Флора европейской части СССР том 1/ Бобров А.Е., Бобров Е.Г., Фёдоров А.А., Цвелёв Н.Н. Л., 1974.

4. Флора Казахстана. Том I / Гамаюнова А.П., Добровотова К.В., Кузнецов Н.М., Павлов Н.В., Поляков П.П. Алма-Ата, изд. АН КазССР, 1956. 353 с.



5. Крылов П.Н. Флора Западной Сибири, выпуск II / Шишкина Б.К., Сергиевская Л.П. и др, Томск, 1928. 385 с.
6. Бобров Е.Г. Флора СССР, Том II/ Введенский А.И., Гончаров Н.Ф., Л.: изд. АН СССР, 1934. 778 с.
7. Арктическая флора СССР. Выпуск 2. Gramineae. 1964/ Под ред. А.И. Толмачёва. М; Л: Наука. 273 с.
8. Сосудистые растения советского Дальнего Востока, Том I / под ред. С.С. Харкевича, Л., Наука, 1985. 398 с.
9. Савкина З.П. Кормовые злаки флоры Якутии в культуре / Андреева Т.В., Парилова В.Т. Новосибирск: Наука, 1982. 87 с.
10. Дедов А.А. Флора северо-востока европейской части СССР, том I / Кобелева Т.П., Лашенкова А.Н., Мартыненко В.А. и др. Л., Наука, 1974. 276 с.
11. Котухов Ю.А. Итоги интродукционных исследований растений природной флоры Казахского Алтая / Данилова А.Н., Ануфриева О.А. Материалы I Международной конференции «Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов» / Кемерово. КРЭОО «Ирбис», 2006. 214 с.
12. Байтулин И.О. Флора сосудистых растений Казахского Алтая / Котухов Ю.А., Алматы: Konica Minolta, 2011. 158 с.
13. Быков Б.А. Геоботаника. издание третье, переработанное. Алма-Ата: Изд-во «Наука» КазССР, 1978, 288 с.
14. Раменский Л.Г. Учёт и описание растительности. М.: Изд-во Всесоюзной Академии с.-х. наук им. В.И. Ленина, 1937. 100 с.
15. Быков Б.А. Введение в фитоценологию. Алма-Ата; Изд-во АН КазССР, 1970. 226 с.
16. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Санкт-Петербург, 1995. 990 с.
17. Машарова Л.Г. Химический состав и питательность кормов Западной Сибири. Новосибирск: Зап.-Сиб. книж. изд. 1969. 223 с.
18. Цвелёв Н.Н. Злаки СССР. Л.: Наука, 1976. 788 с.

### References:

1. Zaitsev B.V. Poleznye rasteniya prirodnoi flory Sibiri. / Anatomo-morfologicheskie osobennosti nekotorykh predstavitelei elimoidnykh rodov kak material dlya ikh introduktsii. Novosibirsk: Nauka, 1967. S. 163-187.
2. Vereshchagin V.I. Poleznye rasteniya Zapadnoi Sibiri/ Sobolevskaya K.A., Yakubova A.I., M. – L., Izd-vo AN SSSR, 1959.
3. Flora evropeiskoi chasti SSSR tom 1/ Bobrov A.E., Bobrov E.G., Fedorov A.A., Tsvelev N.N. L., 1974.
4. Flora Kazakhstana. Tom I / Gamayunova A.P., Dobrovotova K.V., Kuznetsov N.M., Pavlov N.V., Polyakov P.P. Alma-Ata, izd. AN KazSSR, 1956. 353 s.
5. Krylov P.N. Flora Zapadnoi Sibiri, vypusk II / Shishkina B.K., Sergievskaya L.P. i dr, Tomsk, 1928. 385 s.
6. Bobrov E.G. Flora SSSR, Tom II/ Vvedenskii A.I., Goncharov N.F., L.: izd. AN SSSR, 1934. 778 s.
7. Arkticheskaya flora SSSR. Vypusk 2. Gramineae. 1964/ Pod red. A.I. Tolmacheva. M; L: Nauka. 273 s.
8. Sosudistye rasteniya sovetskogo Dal'nego Vostoka, Tom I / pod red. S.S. Kharkevicha, L., Nauka, 1985. 398 s.
9. Savkina Z.P. Kormovye zlaki flory Yakutii v kul'ture / Andreeva T.V., Parilova V.T. Novosibirsk: Nauka, 1982. 87 s.
10. Dedov A.A. Flora severo-vostoka evropeiskoi chasti SSSR, tom I / Kobleva T.P., Lashchenkova A.N., Martynenko V.A. i dr. L., Nauka, 1974. 276 s.
11. Kotukhov Yu.A. Itogi introduktsionnykh issledovaniy rastenii prirodnoi flory Kazakhstanskogo Altaya / Danilova A.N., Anufrieva O.A. Materialy I Mezhdunarodnoi konferentsii «Problemy promyshlennoi botaniki industrial'no razvitykh regionov» / Kemerovo. KREOO «Irbis», 2006. 214 s.

12. Baitulin I.O. Flora sosudistykh rastenii Kazakhstanskogo Altaya / Kotukhov Yu.A., Almaty: Konica Minolta, 2011. 158 s.
13. Bykov B.A. Geobotanika. izdanie tret'e, pererabotannoe. Alma-Ata: Izd-vo «Nauka» KazSSR, 1978, 288 s.
14. Ramenskii L.G. Uchet i opisanie rastitel'nosti. M.: Izd-vo Vsesoyuznoi Akademii s.-kh. nauk im. V.I. Lenina, 1937. 100 s.
15. Bykov B.A. Vvedenie v fitotsenologiyu. Alma-Ata; Izd-vo AN KazSSR, 1970. 226 s.
16. Cherepanov S.K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR). Sankt-Peterburg, 1995. 990 s.
17. Masharova L.G. Khimicheskii sostav i pitatel'nost' kormov Zapadnoi Sibiri. Novosibirsk: Zap.-Sib. knizh. izd. 1969. 223 s.
18. Tsvelev N.N. Zlaki SSSR. L.: Nauka, 1976. 788 s.

УДК 58.009

### **Перспективные кормовые популяции *Elymus mutabilis* на территории казахстанского Алтая**

Айдар Айтказыевич Сумбембаев

Алтайский ботанический сад, Казахстан  
E-mail: aydars@list.ru

**Аннотация.** В статье приводится геоботаническое описание каракабинской и тарбагатайской популяции *Elymus mutabilis* на территории Казахстанского Алтая с определением урожайности зеленой массы и морфометрических параметров исследуемых растений. Был определён флористический состав и составлена фитоценотическая характеристика обследованных популяций *Elymus mutabilis*. Определены морфометрические параметры исследуемых растений. Проведён замер ориентировочной промысловой урожайности.

**Ключевые слова:** *Elymus mutabilis*; казахстанский Алтай; геоботаническое описание; фитоценоз; жизненность; урожайность.

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation  
Russian Journal of Biological Research  
Has been issued since 2014.  
ISSN: 2409-4536  
Vol. 3, Is. 1, pp. 51-56, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.3.51  
[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



UDC 57

### **Determination of Effect of Substrate Concentration and Dilution of Inoculums on Population Dynamics of *Pseudomonas Fluorescens***

\* Ajay Tomer  
Ramji Singh  
Manoj Kumar Maurya

Sardar Vallabhbhi Patel University of Agriculture & Technology, India  
Meerut, 250110 (UP)  
Department of Plant Pathology  
Corresponding Author's e-mail: [ajaytomer1489@gmail.com](mailto:ajaytomer1489@gmail.com)

#### **Abstract**

Deoiled cakes of Neem and Jatropha served as source of diversified nutrition for *Pseudomonas fluorescens* when used as substrate for mass culturing of antagonist. The present investigation were undertaken to test the suitability of neem and Jatropha cakes for liquid Concentration and longevity of *Pseudomonas fluorescens* in vitro. Increasing the dilution of stock of initial inoculums resulted in decrease of total viable counts of *Pseudomonas fluorescens* was comparatively highest population ( $64.67 \times 10^5$ ) and ( $201.67 \times 10^5$ ) lesser after 15 days than after 7 days of inoculation on Neem and Jatropha cake concentration respectively.

**Keywords:** Deoiled Neem cake; Jatropha cake concentration; moisture level; *Pseudomonas fluorescens*.

#### **Introduction**

Many agro-industrial bioproducts such as deoiled cakes of tree born oils seeds (TBOs) like Neem and Jatropha which are either going waste or being used as a less profitable and usable products since quite long time. The oils extracted from Neem and Jatropha, are either directly used as bio-fuel or as raw material for industrial inputs in various manufacturing industries like cosmetics, agrochemicals and pharmaceuticals (Tiwari, et. al. 2007). Deoiled cakes of these trees remain either unexploited or poorly exploited. These deoiled cakes contains lot of carbohydrates, proteins, fatty acids, minerals and many more biochemical constituents which are served as source of nutrition for beneficial micro-organisms (growth promoting and biocontrol agents) in crop cultivation, Patolia *et al.* (2007), hence might being exploited as substrate for mass multiplication of bacterial bio-control agents such as *Pseudomonas fluorescens*. Mass multiplication of *Pseudomonas fluorescens* on deoiled cakes of these TBOs may be a boon for popularization of bio-control of plant diseases and thereby for crop cultivation, utilization and popularization of Neem and Jatropha as well. Mass multiplication of *Pseudomonas fluorescens* will not only leads to value added products development from deoiled cakes of Neem and Jatropha; rather it will prevent huge wastage and misuse of these by-products.

Mass culture available in the market generally shows poor efficacy after application in the crop field. This is probably due to long duration taken in transportation from manufacturing unit

to the users (farmers). The mass cultures made at industrial scale are generally talc based, with no nutritional background to support the life of BCAs during storage, transportation and other stress. Deoiled cakes of TBOs may serve as source of diversified nutrition for BCAs when used as substrate for mass culturing of antagonists.

### Material and Methods

Collection of soil samples and isolation of biocontrol agent

To isolate the biocontrol agent *i.e.*, *Pseudomonas fluorescens* from tomato crop rhizosphere, soil samples were collected from crop research centre (CRC) of university. For isolation, one gm of soil sample was placed in a 250 ml conical flask containing 100 ml of sterilized distilled water (SDW) and mixed thoroughly. Different dilutions of working samples were prepared by serially diluting the stock solution ( $10^{-8}$ ). 1 ml of last serial dilution *i.e.*,  $10^{-8}$  was spread on *Pseudomonas fluorescens* Selective king's B Medium (King's et. al 1954) for isolation of *Pseudomonas fluorescens*. The plates were incubated for 2 days at  $37 \pm 2^\circ\text{C}$  and after incubation, pure culture was grown; colour of bacterial colony was initially yellow but turned yellow green as pigmentation were produced (Bonds 1957).

Composition of Culture media:

*Pseudomonas fluorescens* (Selective) King's B Medium (King et, al, 1954)

Composition:

Peptone	20 gm
Agar-agar	20 gm
Potassium monophosphate ( $\text{k}_2\text{Hpo}_4$ )	1.5 gm
Magnesium sulphate ( $\text{Mgso}_4$ )	1.5 gm
Glycerol	10 ml
Distilled water	1000 ml

Preparation:

After mixing all the ingredients with distilled water, media was placed into a stainless steel pan and steered with glass rod for proper mixing of all the ingredients. Now the medium was filtered through a muslin cloth by squeezing out whole liquid. 200 ml medium was placed in each 500 ml capacity flasks. Flasks were tightly plugged with non-absorbent cotton plug and wrapped with butter paper and rubber band. Medium was autoclaved at  $1.1 \text{ kg/cm}^2$  pressure for 20 min at  $121.6^\circ\text{C}$  and cooled before pouring into Petri plates.

Maintenance of the culture

The Bacteria initially isolated in a pure culture on King's B media and sub cultured on PDA slants were allowed to grow at  $28 \pm 2^\circ\text{C}$  temperature. The culture thus obtained was stored in refrigerator at  $5^\circ\text{C}$  for further studies and was sub cultured periodically.

Determination of effect of substrate concentration and dilution of inoculums on Population dynamics of *Pseudomonas fluorescens*

Initially the *Pseudomonas fluorescens* cultures were grown in King's B broth medium at  $28 \pm 2^\circ\text{C}$  for 2 days. After 2 days of incubation, a serial dilution of  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  and  $10^{-8}$  were prepared by the method given at above.

### Results and Discussion

Present studies entitled "Longevity and Survival of *Pseudomonas fluorescens* on neem and jatropa cakes" were conducted under laboratory and pot conditions with the objectives to determine the suitability of deoiled cakes of Neem and Jatropa for mass multiplication of *P. fluorescens in vitro* and to determine the longevity of *P. fluorescens* grown on two deoiled cakes in the rhizosphere of tomato at the Department of Plant Pathology, S.V.P. University of Agriculture & Technology, Meerut.

Effect of substrates concentration on population of *Pseudomonas fluorescens*: Population of *Pseudomonas fluorescens* on different concentration of Neem cake extract after 7 days:

The colony forming unit (CFUs) of *Pseudomonas fluorescens* showed variation in different concentration of substrates *i.e.* deoiled Neem cake extract and deoiled Jatropa cake extract after 7 days and 15 days interval as given in table 1, 2, 3 and 4 respectively. It is evident from table-1.1

that with the inoculation of  $10^{-5}$  dilution of *Pseudomonas fluorescens* stock of initial inoculums, recovery of *Pseudomonas fluorescens* CFUs were towards increasing with increasing concentration of substrate which were  $42.33 \times 10^5$ ,  $72.00 \times 10^5$ ,  $80.00 \times 10^5$ ,  $171.67 \times 10^5$ ,  $193.67 \times 10^5$ , and  $201.67 \times 10^5$  CFUs of *P. fluorescens* at 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Neem cake extract after 7 days of inoculation. With the inoculation of  $10^6$  dilution of *P. fluorescens* cfus stock of initial inoculums in the different concentration of Neem cake extract population of *Pseudomonas fluorescens* recovered after 7 days of inoculation also showed increasing trends which were  $39.00 \times 10^6$ ,  $63.00 \times 10^6$ ,  $70.33 \times 10^6$ ,  $118.00 \times 10^6$ ,  $156.00 \times 10^6$  and  $184.67 \times 10^6$  at 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Neem cake extract.

Table 1: Longevity and survivability of *Pseudomonas fluorescens* in Neem cake extract of different concentration at various dilution point with different moisture level for 7 and 15 days

Concentration Dilution	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
$10^5$	22.00	42.33	72.00	80.00	171.67	193.67	201.67
$10^6$	21.00	39.00	63.00	70.33	118.00	156.00	184.67
$10^7$	20.00	30.67	48.00	54.00	96.33	145.00	175.00
$10^8$	19.00	23.33	34.33	41.00	76.00	133.67	165.00
CD @ 5% Dilution = 1.3523 Concentration = 1.6563 DxC = 3.313							

#### 7 Days

With inoculation of  $10^{-7}$  dilution of *P. fluorescens* CFUs stock into different concentration of Neem cake extract, there was recovery of  $30.67 \times 10^7$ ,  $48.00 \times 10^7$ ,  $54.00 \times 10^7$ ,  $96.33 \times 10^7$ ,  $145.00 \times 10^7$  and  $175.00 \times 10^7$  CFUs at 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Neem cake extract after 7 days. With the inoculation at  $10^{-8}$  dilution of *Pseudomonas fluorescens* CFUs stock, recovery of *P. fluorescens* population recorded were  $23.33 \times 10^{10^8}$ ,  $34.33 \times 10^8$ ,  $41.00 \times 10^8$ ,  $76.00 \times 10^8$ ,  $133.67 \times 10^8$  and  $165.00 \times 10^8$  at 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of neem cake extract after 7 days of inoculation. It was observed that the level of CFUs, get increased with increasing in substrates concentration i.e from 5 % to 30 %. Unless mentioned otherwise level of CFUs recorded with different dilution of initial inoculums of *P. fluorescens* i.e  $10^{-5}$  to  $10^{-8}$  and from different concentration of substrate i.e. from 5 % to 30 % at each 5 % interval were significantly different from each other. In plain PDA (Check) no of cfus were quite less (24, 24, 24 and 23) than the PDA added with different concentration of substrate.

Table 2: Population of *Pseudomonas fluorescens* after 15 days:

As given in table 1, it was observed that level of *P. fluorescens* population density was comparatively less after 15 days of inoculation than after 7 days. However rest of the trends of population dynamics were same as it was observed after 7 days. With the inoculation of  $10^{-5}$  dilution of *Pseudomonas fluorescens* stock of initial inoculum, recovery of CFUs, were,  $27.00 \times 10^5$ ,  $34.67 \times 10^5$ ,  $41.00 \times 10^5$ ,  $45.67 \times 10^5$ ,  $52.23 \times 10^5$  and  $64.67 \times 10^5$  from 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Neem cake extract. With inoculation of  $10^6$  dilution of *P. fluorescens* stock of initial inoculums, recovery of CFUs, were.  $27.00 \times 10^6$ ,  $21.67 \times 10^6$ ,  $33.67 \times 10^6$ ,  $38.00 \times 10^6$ ,  $44.00 \times 10^6$ , and  $56.00 \times 10^6$  from 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Neem cake extract after 15 days of inoculation.

Concentration Dilution	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
$10^5$	20.00	27.00	34.67	41.00	45.67	52.33	64.67
$10^6$	18.00	27.00	21.67	33.67	38.00	44.00	56.00
$10^7$	17.00	27.00	17.00	27.00	32.67	38.33	45.67

10 <sup>8</sup>	16.00	27.00	16.00	23.00	26.00	31.00	42.00
CD @ 5% Dilution = 0.9931 Concentration= 1.2163 DxC= 2.433							

15 days

With the inoculation of 10<sup>-7</sup> dilution of *P. fluorescens* stock of initial inoculums, recovery of CFUs were, 27.00×10<sup>7</sup>, 17.00×10<sup>7</sup>, 27.00×10<sup>7</sup>, 32.67×10<sup>7</sup>, 38.33×10<sup>7</sup> and 45.67×10<sup>7</sup> from 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of neem cake extract after 15 days of inoculation.

With inoculation of 10<sup>-8</sup> dilution of *P. fluorescens* stock of initial inoculum recovery of CFUs, were 27.00×10<sup>8</sup>, 16.00×10<sup>8</sup>, 23.00×10<sup>8</sup>, 26.00×10<sup>8</sup>, 31.00×10<sup>8</sup> and 42.00×10<sup>8</sup> from 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Neem cake extract. Unless mentioned otherwise level of CFUs recorded with different dilution of initial inoculums of *P. flourescens* i.e 10<sup>-5</sup> to 10<sup>-8</sup> and from different concentration of substrate i.e. from 5 % to 30 % at each 5 % interval were significantly different from each other except at 5 % moisture after where all dilution resulted in similar level of population density. In check plates the cfus of *P. flourescens* were 15, 15, 14 and 13 at all four dilutions respectively.

Population of *Pseudomonas fluorescens* on different concentration on Jatropha cake extract after 7 days:

Inoculation of 10<sup>-5</sup> dilution of *Pseudomonas fluorescens* stock of initial inoculum in the different concentration of Jatropha cake extract it resulted in increasing population density of *Pseudomonas fluorescens* with increasing concentration of Jatropha cake extract (Table 3). Population densities recovered were 74.67×10<sup>5</sup>, 110.33×10<sup>5</sup>, 138.33×10<sup>5</sup>, 166.33×10<sup>5</sup>, 214.67×10<sup>5</sup> and 245.00×10<sup>5</sup> CFUs of *P. fluorescens* from 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Jatropha cake extract after 7 days of inoculation.

Table 3: Longevity and survivability of *Pseudomonas fluorescens* in Jatropha cake extract of different concentration at various dilution point with different moisture level for 7 and 15 days

Concentration	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Dilution							
10 <sup>5</sup>	40.00	74.67	110.33	138.33	166.33	214.67	245.00
10 <sup>6</sup>	38.00	108.67	123.00	116.33	142.67	192.67	213.3
10 <sup>7</sup>	34.00	63.00	71.00	92.00	127.00	162.33	194.67
10 <sup>8</sup>	30.00	56.67	66.33	88.67	113.67	144.33	1
							83.00
CD @ 5% Dilution = 4.5911 Concentration= 5.6229 DxC= 11.246							

7 days

With the inoculation of 10<sup>-6</sup> dilution of *P. fluorescens* stock of initial inoculum into different concentrations of Jatropha cake extract there was recovery of 108.67×10<sup>6</sup>, 123.00×10<sup>6</sup>, 116.33×10<sup>6</sup>, 142.67×10<sup>6</sup>, 192.67×10<sup>6</sup> and 213.33×10<sup>6</sup> CFUs of *P. fluorescens* from 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Jatropha cake extract after 7 days of inoculation. With inoculation of 10<sup>-7</sup> dilution of *P. fluorescens* stock of initial inoculum to different concentration of Jatropha cake there was recovery of 63.00×10<sup>7</sup>, 71.00×10<sup>7</sup>, 92.00×10<sup>7</sup>, 127.00×10<sup>7</sup>, 162.33×10<sup>7</sup> and 194.67×10<sup>7</sup> CFUs of *P. fluorescens* from 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Jatropha cake extract after 7 days of inoculation.

With inoculation of  $10^{-8}$  dilution of *P. fluorescens* stock of initial inoculum into different concentration of Jatropha cake extract, there was recovery of  $56.67 \times 10^8$ ,  $66.33 \times 10^8$ ,  $88.67 \times 10^8$ ,  $113.67 \times 10^8$ ,  $144.33 \times 10^8$  and  $183.00 \times 10^8$  CFUs of *P. fluorescens* from 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Jatropha cake extract after 7 days of inoculation. In this case also the level of population of *P. fluorescens* get increased with the increasing concentration of substrates, whereas increasing the dilution of *P. fluorescens* for inoculation resulted in decreasing level of population of *P. fluorescens*. Unless mentioned otherwise level of CFUs recorded with different dilution of initial inoculums of *P. fluorescens* i.e  $10^{-5}$  to  $10^{-8}$  and from different concentration of substrate i.e. from 5 % to 30 % at each 5 % interval, were significantly different from each other.

Table 4: Population of *Pseudomonas fluorescens* after 15 days:

As already observed in case of neem cake extract, here also level of *P. fluorescens* population density was comparatively less after 15 days of inoculation than after 7 days (Table-4). After 15 days of inoculation of a stock dilution of  $10^{-5}$  of initial inoculums resulted in increasing number of CFUs of *Pseudomonas fluorescens* with increasing concentration of substrates. There was recovery of  $31.33 \times 10^5$ ,  $42.67 \times 10^5$ ,  $52.67 \times 10^5$ ,  $59.00 \times 10^5$ ,  $73.33 \times 10^5$  and  $78.00 \times 10^5$  number of CFUs of *Pseudomonas fluorescens* from 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Jatropha cake extract after 15 days of inoculation.

Concentration Dilution	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
$10^5$	17.00	31.33	42.67	52.67	59.00	73.33	78.00
$10^6$	16.00	25.67	31.00	39.00	43.33	52.33	56.00
$10^7$	15.00	14.00	17.00	21.00	24.00	28.00	34.00
$10^8$	14.00	11.00	14.00	19.33	22.00	25.00	31.00
CD @ 5% Dilution = 1.0600 Concentration= 1.2982 DxC= 2.596							

15 days

With inoculation of  $10^{-6}$  dilution of *P. fluorescens* stock of initial inoculum there was recovery of  $25.67 \times 10^6$ ,  $31.00 \times 10^6$ ,  $39.00 \times 10^6$ ,  $43.33 \times 10^6$ ,  $52.33 \times 10^6$  and  $56.00 \times 10^6$  number of *P. fluorescens* CFUs from 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Jatropha cake extract after 15 days of inoculation.

With inoculation of  $10^{-7}$  dilution of *P. fluorescens* stock of initial inoculums, there was recovery of  $14.00 \times 10^7$ ,  $17.00 \times 10^7$ ,  $21.00 \times 10^7$ ,  $24.00 \times 10^7$ ,  $28.00 \times 10^7$ , and  $34.00 \times 10^7$ , number of CFUs of *P. fluorescens* from 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Jatropha cake extract after 15 days of inoculation. With the inoculation  $10^{-8}$  dilution of *P. fluorescens* stock of initial inoculums, there was recovery of  $11.00 \times 10^8$ ,  $14.00 \times 10^8$ , and  $19.33 \times 10^8$ ,  $22.00 \times 10^8$ ,  $25.00 \times 10^8$  and  $31.00 \times 10^8$  number of CFUs of *P. fluorescens* from 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % concentration respectively of Jatropha cake extract after 15 days of inoculation. Unless mentioned otherwise level of CFUs recorded with different dilution of initial inoculums of *P. fluorescens* i.e  $10^{-5}$  to  $10^{-8}$  and from different concentration of substrate i.e. from 5 % to 30 % at each 5 % interval were significantly different from each other. Level of cfus in plain PDA were 15, 15, 14 and 13 with inoculation of different dilution of inoculums of *P. fluorescens*

Effect of substrates concentration on population of *Pseudomonas fluorescens*

Colony forming units of *Pseudomonas fluorescens* showed variation in different concentration of two substrate i.e. neem cake and Jatropha cake. Total viable count was highest (245.00) for the Jatropha cake at 30 % concentration after 7 days of inoculation. At the similar concentration of neem cake the total viable count was comparatively less (201.67) after 7 days. Increasing in substrate concentration was directly proportional to total viable count of *Pseudomonas fluorescens*. Increasing in inoculums dilution was universally proportional to total

viable count of *Pseudomonas fluorescens*. Total viable count of *Pseudomonas fluorescens* after 15 days were comparatively quite less at all concentration of two substrates and four dilution of inoculums than total viable counts of *Pseudomonas fluorescens* recovered after 7 days. Abhinav *et al.* (2011) evaluates PGPR strain of *Pseudomonas fluorescens* PS1 to formulate carrier based bioformulations. The viability of *Pseudomonas fluorescens* PS1 was monitored at different time intervals during the period of storage at room temperature in different carriers such as soil, charcoal, sawdust and sawdust-soil. The substrate concentration and therefore medium viscosity would influence the growth of *Pseudomonas fluorescens* Solomon (1983) has also reported that substrate concentration affects the yield of *Saccharomyces cerevisiae* when grown on an assimilable carbohydrate such as glucose or sucrose. Possibly richness of potassium, protein and carbohydrate content in deoiled cakes of neem and jatrofa may be responsible for enhanced growth of *Pseudomonas fluorescens*. Murugalakshmi and Sudha (2010) concluded that agricultural residues rich in carbohydrates can be utilized in fermentation process to produce microbial protein which in turn can be used to determine the factors influencing cell biomass production *Pseudomonas fluorescens* was cultivated using banana peel out, watermelon skin, and Cane molasses showed that the strain was capable of meeting its components required for growth. The organism was capable of growth at 28° C, when supplemented with agricultural wastes in different concentration mixed with agar. The number of colony forming unit were more when compared with nutrient agar. Thus the present findings are well supported by the findings of these workers.

### Conclusion

Increasing the dilution of stock of initial inoculums resulted in decrease of total viable counts of *Pseudomonas fluorescens*. Population of *Pseudomonas fluorescens* was comparatively lesser after 15 days than after 7 days of inoculation.

To achieve comparatively higher population dynamics, of *Pseudomonas fluorescens*, it should be initially grown in king's B medium and transferred to a basal medium containing 30 % concentration of either jatropha cake extract or 30 % concentration of neem cake extract.

### References:

1. Abhinav, A.; Dubey, R. C.; Maheshwari, D. K.; Pandey, P.; Bajpai, K.; Vivek. and Kang and Sun Chul, 2011. PGPR strain *Pseudomonas fluorescens* PS1 was evaluated to formulate carrier based bioformulations. *European Journal of Plant Pathology* 1: 81-93.
2. Augustus, G.D.P.S.; Jayabalan, M. and G.J. Seiler. 2002. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. *Biomass and Bioenergy*. 23: 161-164
3. King, E.O.; Ward, M.K. and Raney, D.E., 1954. Two simple media for the demonstration of Pyocyanin and fluorescin. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 36: 100-102.
4. Solomons, G. L. 1983. Single Cell Protein. In CRC Critical Reviews in Biotechnology 1: 21-58.
5. Murugalakshmi, C. N. and Sudha, S.S., 2010. The Efficacy of agrowaste on cultivation of *Pseudomonas fluorescens*. A potential biocontrol agent *International Journal of Biological Technology*, 1: 32-34.
6. Patolia, J. S., A. Ghosh., J. Chikara., D. R. Chaudharry., D. R. Parmar., and H. M. Bhuva. 2007. "Response of *Jatropha curcas* L. Grown on Wasteland to N and P Fertilization." Paper presented at the FACT Seminar on *Jatropha curcas* L. Agronomy and Genetics, March 26–28, Wageningen. Article No.34
7. Tiwari, AK.; Kumar, A, and Raheman, H. 2007. Biodiesel production from jatropha oil (*Jatropha curcas*) with high free fatty acids: an optimized process. *Biomass Bioenergy*; 31:569–75.