



# Russian Journal of Biological Research

Has been issued since 2014. ISSN 2409-4536  
2015. Vol. (4). Is. 2. Issued 4 times a year

## EDITORIAL STAFF

**Bityukov Nikolai** – Sochi State University, Russian Federation, 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

**Rzheshevskii 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 2.06.15.

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-04.

© Russian Journal of Biological Research, 2015

Russian Journal of Biological Research

2015

Is. 2



Издается с 2014 г. ISSN 2409-4536  
2015. № 2 (4). Выходит 4 раза в год.

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Битюков Николай** – Сочинский государственный университет, 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 2.06.15.  
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-04.

## C O N T E N T S

### Articles and Statements

<p>The Research of Action of Preparations Rutan and Gossitan on the Glutamate Eksitotoxic Mediated by NMDA-receptor at Chronic Alcoholic Intoxication and Cancellation of Ethanol Nozim Khoshimov, Kabil Nasirov, Rakhmatilla Rakhimov .....</p>	60
<p>Effect of Drought Stress on some of the Biochemical Characteristics of Three Achillea Populations (<i>Achillea vermicularis</i>) Mohammad Mohammadpour, Marzieh Negahban, Sajedah Saeedfar, Parvin Salehi Shanjani, Hamideh Javadi .....</p>	68
<p>Essential Oil Content and Composition of Fennel Fruits (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) Marzieh Negahban, Sajedah Saeedfar, Vahid Rowshan, Sharareh Najafian .....</p>	81
<p>Some Conjectures on Y-DNA Haplotype R1a1 Migrations Based on new North Eurasian Paleogenetic Data Alexander S. Semenov, Vladimir V. Bulat .....</p>	85
<p>The Intensity of the Initial Growth of Seedlings as Highly Effective Method of Selecting Fodder Grasses for Example Agropyron Pectinatum (Bieb.) Beauv. (Poaceae) Aydar A. Sumbembayev .....</p>	99
<p>Soybean Crop Depending on the Photosynthetic Activity Asker U. Taichibekov, Zhaksybai S. Tuleubaev, Bakhyt S. Tol'taeva, Zhansaya S. Dyusenbaeva, Ainash A. Muratalieva .....</p>	107

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. 4, Is. 2, pp. 60-67, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.4.60

[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



### Articles and Statements

UDC 616.8; 577.2.04; 612.8

#### **The Research of Action of Preparations Rutan and Gossitan on the Glutamate Eksitotoxic Mediated by NMDA-receptor at Chronic Alcoholic Intoxication and Cancellation of Ethanol**

<sup>1</sup> Nozim Khoshimov

<sup>2</sup> Kabil Nasirov

<sup>3</sup> Rakhmatilla Rakhimov

<sup>1</sup> A.S.Sadikov Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan

E-mail: Nozimka@inbox.ru

<sup>2</sup> A.S.Sadikov Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan

Doctor biological sciences, leading scientific researcher

E-mail: K\_nasirov@front.ru

<sup>3</sup> A.S.Sadikov Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan

E-mail: rrakhimov.83@mail.ru

#### **Abstract**

It is investigated actions of a rutan on synaptosomes of a brain of model rats with chronic alcoholic intoxication it is revealed that rutan slightly increases fluorescence, respectively a level of cytochindery calcium in comparison with control. Results show about the possible competition between rutany and a glutamate for a site of regulation of opening of ionic channels, possibility of application of a rutan as the exciting neurotransmitter at chronic alcoholic intoxication.

At research of action of a gossitan on sinaptosoma of a brain of model rats with chronic alcoholic intoxication it is revealed that gossitan slightly reduces fluorescence according to the level of cytochindery calcium in comparison with control. Results show that a preparation gossitan don't compete with a glutamate for a binding site. Perhaps, their action is caused by interaction with ionic channels of NMDA receptors.

**Keyword:** synaptosomes, glutamate, NMDA, rutan, gossitan, ethanol.

#### **Введение**

Одним из нейрональных механизмов, опосредующих острые эффекты этанола, является снижение глутаматергической нейротрансмиссии [1]. Этанол действует как антагонист N-метил-D- аспартатных (NMDA) рецепторов, одного из подтипов глутаматных ионотропных рецепторов [1-3], что, несомненно, играет роль в механизмах, лежащих в основе развития алкогольной интоксикации и алкогольного абстинентного синдрома (ААС) [4]. Хроническая алкогольная интоксикация вызывает компенсаторное увеличение

чувствительности отдельных субъединиц NMDA рецепторов, а также увеличение плотности самих рецепторов в различных областях головного мозга [5, 6]. ААС в результате отмены этанола, сопровождающийся, в частности, судорогами, связан с усилением глутаматергической передачи, происходящим также за счет увеличения высвобождения глутамата [7].

Известно, что отмена этанола при хронической алкогольной интоксикации сопровождается усилением глутаматергической передачи, происходящей за счет увеличения высвобождения глутамата. Возбуждающий нейротрансмиттер глутамат может вызывать повреждение и смерть ДА-нейронов, в связи с чем повреждающее действие глутамата на нейроны обозначено термином «токсичность возбуждающих аминокислот», или «эксайтотоксичность» [8-10].

Эксайтотоксичность глутамата опосредуется NMDA-рецепторами, названными по специфическому антагонисту N-метил-D-аспартату. При взаимодействии глутамата с этими рецепторами открываются ионные каналы нейронной мембраны и осуществляется вход глутамата в нейрон. Экстенсивное связывание глутамата NMDA-рецепторами приводит к усилению тока  $\text{Ca}^{2+}$  в нейрон через каналы NMDA-рецепторов. В связи с тем, что усиление тока  $\text{Ca}^{2+}$  является одним из ведущих механизмов гибели нейрона, можно полагать, что механизм эксайтотоксичности глутамата при болезни Паркинсона (БП) связан с массивным входом  $\text{Ca}^{2+}$  в ДА-нейроны черной субстанции [8, 11]. Нарушение глутаматергической передачи рассматривают в настоящее время также в качестве ведущего фактора в патогенезе таких заболеваний, как эпилепсия, болезнь Альцгеймера и др. [12-14]

Цель исследования: Действия препаратов рутана и госситана на эксайтотоксичность глутамата, опосредуемое NMDA-рецепторами при хронической алкогольной интоксикации и отмене этанола.

### Материалы и методы

Модельные эксперименты проводили на белых беспородных крысах (200–250 г.) Подсчитывали по каждой группе фоновые среднесуточные потребления 15%ного этанола на 1 кг веса. Контрольной группе животных в аналогичных условиях опыта вводили дистиллированную воду. Синаптосомы выделяли из мозга крыс методом двухэтапного центрифугирования [15]. Вся процедура выделения осуществлялась при 4 °С.

Для измерения количества цитозольного  $\text{Ca}^{2+}$  в синаптосомах, выделенных из мозга крыс с хронической алкогольной интоксикацией помещенным в среду, аналогичную, той которая использовалась для выделения клеток, добавляли 20 мкМ хлортетрациклина (ХТЦ). Инкубировали 60 мин для достижения максимального взаимодействия ХТЦ с мембраносвязанным  $\text{Ca}^{2+}$ , как на плазматической, так и внутриклеточных мембранах. Длина волны возбуждения ХТЦ – 405 нм, регистрации – 530 нм. Результаты выражали в процентах, принимая за 100 % разность между максимальным значением интенсивности флуоресценции (флуоресценция красителя, насыщенного  $\text{Ca}^{2+}$ ) и минимальным ее значением (флуоресценция индикатора в отсутствие  $\text{Ca}^{2+}$ ), полученным после добавления этиленгликоль-бис-аминоэтил-тетраацетат ЭГТА.

Измерение проводились с помощью флуориметра (Hitachi, Япония) и (Ocean Optics inc., First in Photonics™. USB 2000. 2010 год 19 ноябрь. США). Статистическую значимость различий между контрольными и опытными значениями определяли для ряда данных, используя парный t-тест, где контрольные и опытные значения взяты вместе, и непарный t-тест, если они взяты раздельно. Значение  $P < 0,05$  указывало на статистически значимые различия.

Полученные результаты статистически обработаны на Origin 6.1 (OriginLab Corporation, США).

### Результаты и обсуждение

В связи с этим, нами было исследовано действие противовирусного, противогриппозного препаратов рутана и госситана против эксайтотоксического действия глутамата.

Действие препарат рутана (3,6-бис-О-галлоил-1,2,4-три-О-галлоил-β-D-глюкоза), выделенного из растений *Rhus coriaria* на цитозольного Ca<sup>2+</sup> в синапсоммах мозга крыс (рис. 1).

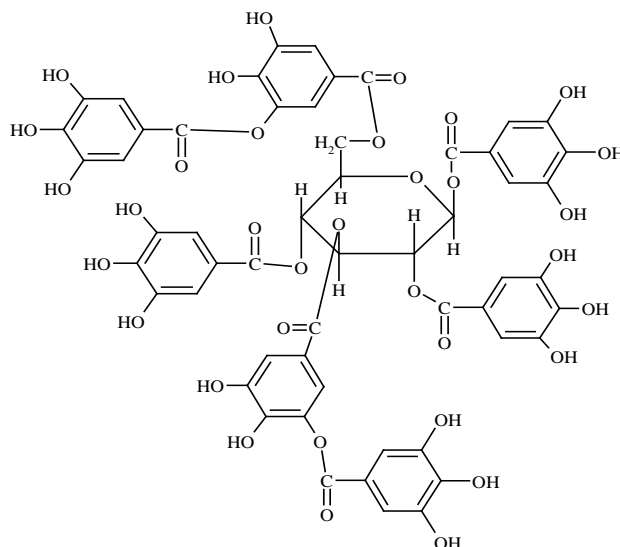


Рис. 1. Химическое формула рутана (C<sub>55</sub>H<sub>40</sub>O<sub>34</sub>), молекулярная масса 1244

Действие препарат Госситана ((+) – галлокатехин -7-О-( β-D-Glcp) - 4β → 8 )-(-) – [эпикатехин]<sub>7</sub>- 4β → 8 )-(-)– эпигаллокатехин-5-О-( β-D- Glcp), выделенного из растений (*Gossipium L. сем. Malvaceae*) на цитозольного Ca<sup>2+</sup> в синапсоммах мозга крыс(рис. 2).

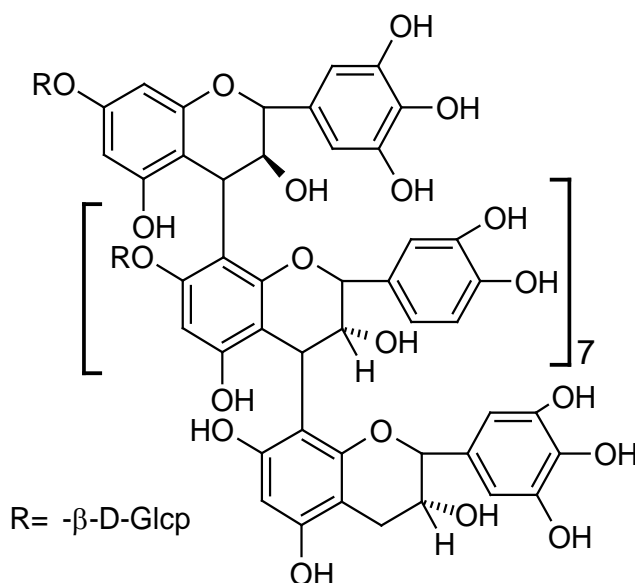


Рис. 2. Химическое формула Госситана (C<sub>177</sub>H<sub>154</sub>O<sub>85</sub>), молекулярная масса 3638

Исследовано действие препаратов рутана и госситана на глутаматергическую нейромедиаторную систему в синапсоммах мозга контрольных крыс. Эти препараты в концентрациях 10-50 мкМ по-разному влияли на комплекс ХТЦ-синапсомма.

Преинкубирование рутана (10-100 мкМ) с комплексом ХТЦ-синапсомма, не увеличивал уровень флуоресценции. В то же время рутан (50 мкМ) снижал флуоресценцию и соответственно увеличение уровня цитозольного кальция на фоне глутамата (50 мкМ) на комплекс ХТЦ-синапсомма (рис. 3).

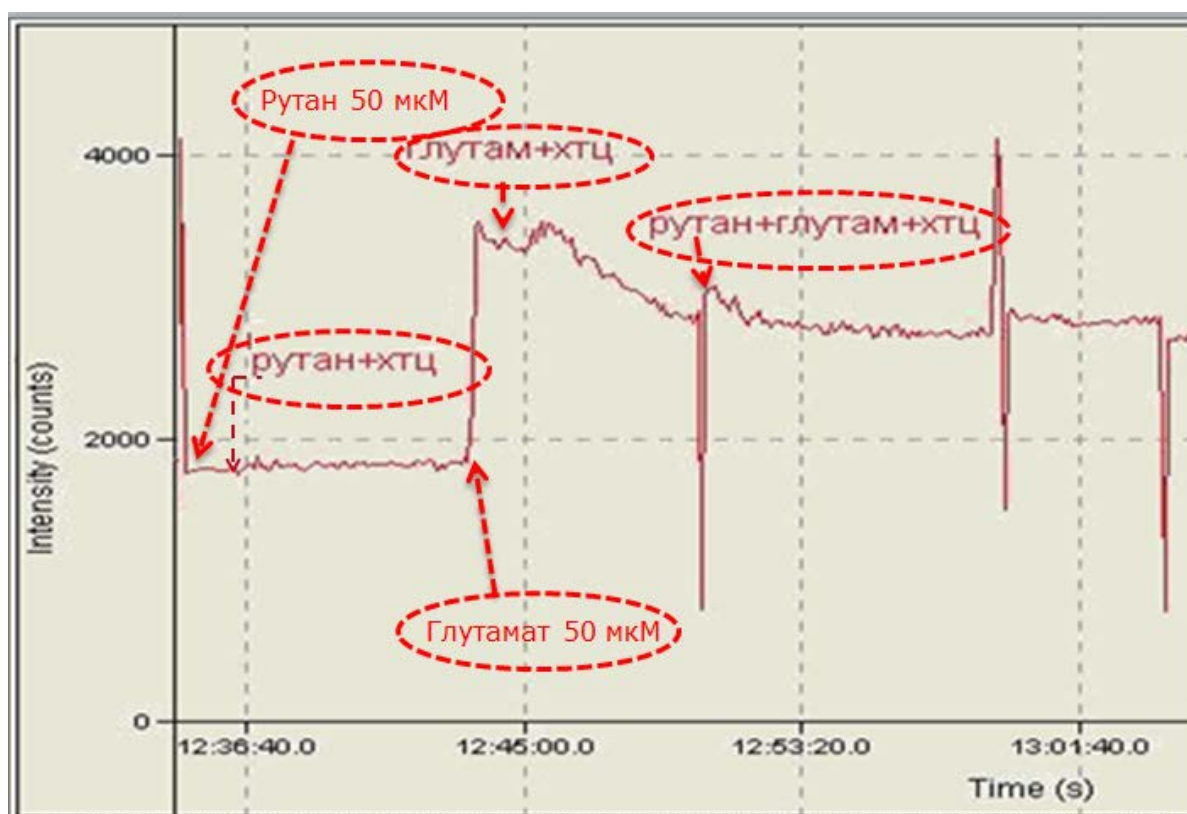


Рис. 3. Влияние препарата рутана на глутамат-индуцированную флуоресценцию

При исследовании действия рутана на синапсомы мозга модельных крыс с хронической алкогольной интоксикацией выявлено, что рутан незначительно увеличивает флуоресценцию, соответственно уровень цитозольного кальция в сравнении с контролем.

Предварительное преинкубирование рутана (10 мкМ) с синаптическими мембранами, затем добавление ХТЦ-глутамата приводило к снижению флуоресценции и уровень цитозольного кальция соответственно. Дозозависимое увеличение концентрации рутана до 10-100 мкМ, соответственно приводило к дозозависимому снижению эффекта глутамата (рис. 4). Полученные результаты показывают о возможной конкуренции между рутаном и глутаматом за участок регуляции открывания ионных каналов.

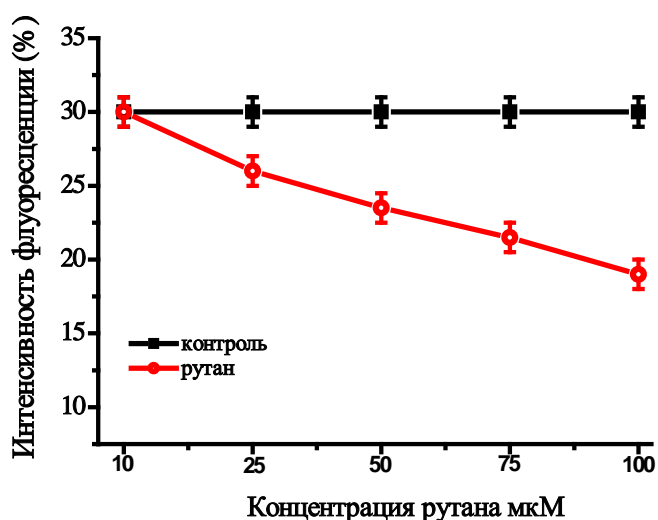


Рис. 4. Дозозависимое влияние препарата рутана на глутамат-индуцированную флуоресценцию

В следующих экспериментах исследовано действие рутана на синапсомы мозга модельных крыс с хронической алкогольной интоксикацией, после отмены алкоголя. При этом выявлено, что рутан незначительно увеличивает флуоресценцию и уровень цитозольного  $\text{Ca}^{2+}$ , соответственно в синаптических мембранах по сравнению с контролем.

Полученные результаты указывают на возможность применения рутана в качестве возбуждающего нейротрансммиттера при хронической алкогольной интоксикации.

При исследовании действия препарата госситана на синапсомы мозга модельных крыс с хронической алкогольной интоксикацией выявлено, что госситан незначительно снижает флуоресценцию соответственно уровню цитозольного кальция в сравнении с контролем. В тоже время преинкубирование госситана в концентрациях 10 мкМ с синаптическими мембранами, приводил к снижению флуоресценции и уровню цитозольного кальция ХТЦ-глутамата комплекса соответственно. Дозозависимое увеличение концентрации госситана до 10–100 мкМ, не приводило к дозозависимому снижению эффекта глутамата. Полученные результаты показывают, что препарат госситан не конкурирует с глутаматом за участок связывания. Возможно, их действие обусловлено взаимодействием с ионными каналами NMDA-рецепторов.

Для выявления возможного взаимодействия госситана с участками перевозбуждения NMDA-рецепторов, ответственных за открытие кальциевых каналов, исследовано их действие на фоне блокатора кальциевого канала нифедипина.

Преинкубирование госситана с комплексом ХТЦ-синапсомы, приводило к значительному снижению флуоресценции. Преинкубирование госситана на фоне нифедипина с комплексом ХТЦ-синапсомы, приводил к незначительному снижению флуоресценции (рис. 5), что указывает на конкуренцию между алкалоидами и нифедипином за участок регулирования дигидропиридин-чувствительных кальциевых каналов.

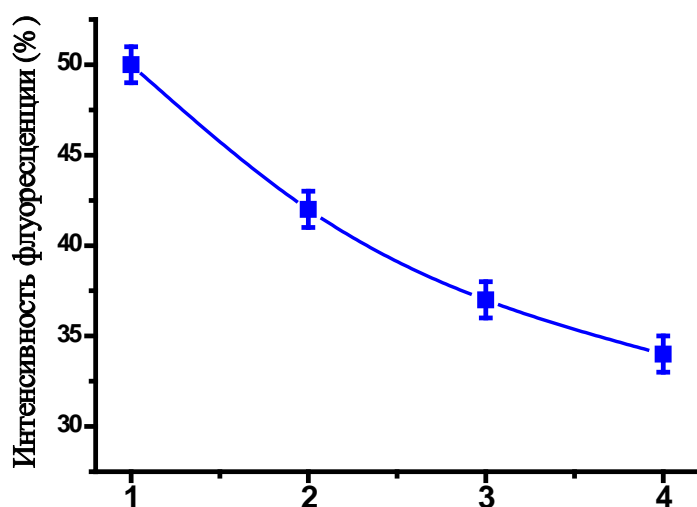


Рис. 5. Влияние госситана на кальций-зависимые процессы NMDA-рецептора на фоне нифедипина.

- 1 – контроль (комплекс ХТЦ-синапсомы); 2 – преинкубирование госситана с комплексом ХТЦ-синапсомы; 3 – преинкубирование нифедипина с комплексом ХТЦ-синапсомы; 4 – преинкубирование госситана на фоне нифедипина с комплексом ХТЦ-синапсомы

При исследовании действия госситана на синапсомы мозга крыс с хронической алкогольной интоксикации при отмене этанола, выявлено явное снижение флуоресценции и соответственно уровня цитозольного кальция (рис. 6).



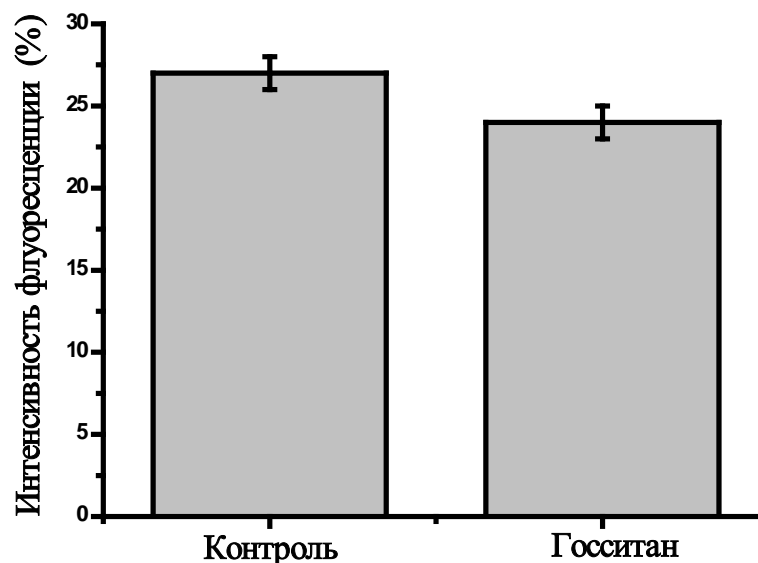


Рис. 6. Влияние госситана на синапсомы мозга крыс с хронической алкогольной интоксикации при отмене этанола

Полученные результаты показывают о возможности применения госситана в регуляции дигидропиридин-чувствительных кальциевых каналов основных подтипов нейрональных рецепторов, вовлеченных в механизмы, лежащие в основе ААС (включая судорожные припадки) и эффективно купировать их.

Таким образом, исследование фармакологических свойств некоторых биологически активных соединений, проведенных на модельных крысах с хронической алкогольной интоксикацией показали, что среди них имеются перспективные соединения, обладающие свойствами аналептиков, что дает возможность к их применению для лечения ААС.

### Выводы

Результаты показывают о возможной конкуренции между рутаном и глутаматом за участок регуляции открывания ионных каналов и возможность применения рутана в качестве возбуждающего нейротрансмиттера при хронической алкогольной интоксикации. Госситан не конкурирует с глутаматом за участок связывания. Возможно, их действие обусловлено взаимодействием с ионными каналами NMDA-рецепторов и возможности применения госситана в регуляции дигидропиридин-чувствительных кальциевых каналов основных подтипов нейрональных рецепторов, вовлеченных в механизмы, лежащие в основе ААС (включая судорожные припадки) и эффективно купировать их.

### Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы прикладных исследований АН РУз (по проекту ФА-А10-То86 - «Разработка новых методов профилактики и лечения алкоголизма и связанных с ним осложнений»). Конфликт интересов не заявляется.

### Примечания:

1. Martin, J.F. Influence of platelet size on outcome after myocardial infarction / Martin J.F., Bath P.M.W., Burr M.L. // Lancet. 1991. Vol. 338. P. 1409-1411.
2. Lima-Landman MTR, Albuquerque EX (1989) Ethanol potentiates and blocks NMDA-activated single-channel currents in rat hippocampal pyramidal cells. FEBS Lett 247:61–67
3. White G, Lovinger DM, Weight FF (1990) Ethanol inhibits NMDA-activated current but does not alter GABA-activated current in an isolated adult mammalian neuron. Brain Res 507(2):332–336.

4. Simson P.E., Criswell H.E., Johnson K.B. et al. Ethanol inhibits NMDA-evoked electrophysiological activity in vivo // *J. Pharmacol. Exp. Ther.* -1991.-Vol. 257(1).-P. 225-231.
5. Gulya K., Grant K.A., Valverius P. et al. Brain regional specificity and time-course of changes in the NMDA receptor-ionophore complex during ethanol withdrawal // *Brain Res.* 1991. Vol. 547(1). P. 129-134.
6. Parsons C.G., Danysz W., Quack G. Glutamate and CNS disorders as a target for drug development: An update // *Drug News Perspect.* 1998. Vol. 11(9). P. 523-569.
7. Dahchour, A.; De Witte, Ph. Effect of Repeated Ethanol Withdrawal on Glutamate Microdialysate in the Hippocampus. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research.* 2006. Vol.23. №10.
8. Крыжановский Г.Н., Карабань И.Н., Магаева С.В., Кучеряну В.Г., Карабань Н.В. Болезнь Паркинсона (этиология, патогенез, клиника, диагностика, лечение, профилактика). 2002. 315 с.
9. Левин О.С., Федорова Н.В. Болезнь Паркинсона. М.: Медпрессинформ, 2012. 315 с.
10. Olanow C.W., Stern M.B., Sethi K. The scientific and clinical basis for the treatment of Parkinson's disease // *Neurology.* 2009. V. 72, 21, Suppl. 4. 149 p.
11. Литвиненко И.В. Болезнь Паркинсона. М.: Миклош, 2006. 216 с.
12. Федорова Н.В., Ветохина Т.Н. Диагностика и лечение нейролептических экстрапирамидных синдромов: Учебно-методическое пособие. М.: РАМПО, 2006. 36 с.
13. Шток В.Н., Иванова-Смоленская И.А., Левин О.С., Федорова Н.В. Экстрапирамидные расстройства. Руководство для практических врачей. М.: Медпрессинформ, 2002. 606 с.
14. Saniova B., Drobny M., Lehotsky J., Sulaj M. Biochemical and clinical improvement of cytotoxic state by amantadine sulphate // *Cellular and Molecular Neurobiology.* 2006. V. 26, Nov. 7/8. P. 1475-1482.
15. Weiler, M. H., C. B. Gundersen, and D. J. Jenden (1981) Choline uptake and acetylcholine synthesis in synaptosomes: Investigations using two differently labelled variants of choline. *J. Neurochem.* 36: 1802-1812.

## References:

1. Martin, J.F. Influence of platelet size on outcome after myocardial infarction / Martin J.F., Bath P.M.W., Burr M.L. // *Lancet.* 1991. Vol. 338. P. 1409-1411.
2. Lima-Landman MTR, Albuquerque EX (1989) Ethanol potentiates and blocks NMDA-activated single-channel currents in rat hippocampal pyramidal cells. *FEBS Lett* 247:61–67
3. White G, Lovinger DM, Weight FF (1990) Ethanol inhibits NMDA-activated current but does not alter GABA-activated current in an isolated adult mammalian neuron. *Brain Res* 507(2):332–336
4. Simson P.E., Criswell H.E., Johnson K.B. et al. Ethanol inhibits NMDA-evoked electrophysiological activity in vivo // *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 1991. Vol. 257(1). P. 225-231.
5. Gulya K., Grant K.A., Valverius P. et al. Brain regional specificity and time-course of changes in the NMDA receptor-ionophore complex during ethanol withdrawal // *Brain Res.* 1991. Vol. 547(1). P. 129-134.
6. Parsons C.G., Danysz W., Quack G. Glutamate and CNS disorders as a target for drug development: An update // *Drug News Perspect.* 1998. Vol. 11(9). P. 523-569.
7. Dahchour, A.; De Witte, Ph. Effect of Repeated Ethanol Withdrawal on Glutamate Microdialysate in the Hippocampus. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research.* 2006. Vol.23. №10.
8. Krojanovskiy G.N., Karaban I.N., Magaeva S.V., Kucheryanu V.G., Karaban N.V. Bolezn Parkinsona (etiologiya, patogenez, klinika, diagnostika, lechenie, profilaktika). 2002. 315 s.
9. Levin O.S., Fedorova N.V. Bolezn Parkinsona. M.: Medpressinform, 2012. 315 s.
10. Olanow C.W., Stern M.B., Sethi K. The scientific and clinical basis for the treatment of Parkinson's disease // *Neurology.* 2009. V. 72, 21, Suppl. 4. 149 p.
11. Litvinenko I.V. Bolezn Parkinsona. M.: Miklosh, 2006. 216 s.
12. Fedorova N.V., Vetoxina T.N. Diagnostika i lechenie neyrolepticheskix ekstrapiramidnix sindromov: Uchebno-metodicheskoe posobie. M.: RAMPO, 2006. 36 s.

13. Shtok V.N., Ivanova-Smolenskaya I.A., Levin O.S., Fedorova N.V. Ekstrapiramidnoe rasstroystva. Rukovodstvo dlya prakticheskix vrachey. M.: Medpress-inform, 2002. 606 s.

14. Saniova B., Drobny M., Lehotsky J., Sulaj M. Biochemical and clinical improvement of cytotoxic state by amantadine sulphate // Cellular and Molecular Neurobiology. 2006. V. 26, Nov. 7/8. P. 1475-1482.

15. Weiler, M. H., C. B. Gundersen, and D. J. Jenden (1981) Choline uptake and acetylcholine synthesis in synaptosomes: Investigations using two differently labelled variants of choline. J. Neurochem. 36: 1802-1812.

УДК 616.8; 577.2.04; 612.8

# **Исследование действия препаратов рутана и госситана на эксайтотоксичность глутамата, опосредуемое NMDA-рецепторами при хронической алкогольной интоксикации и отмене этанола**

<sup>1</sup> Нозим Нумонжонович Хошимов

<sup>2</sup> Кабул Эркинович Насиров

<sup>3</sup> Рахматилла Нуриллаевич Рахимов

<sup>1</sup> Институт биоорганической химии им. академика А.С. Садыкова, Узбекистан  
ул. М. Улугбека, 83, г. Ташкент, 100125  
E-mail: Nozimka@inbox.ru

<sup>2</sup> Институт биоорганической химии им. академика А.С. Садыкова, Узбекистан  
ул. М. Улугбека, 83, г. Ташкент, 100125  
Доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник.  
E-mail: K\_nasirov@front.ru

<sup>3</sup> Институт биоорганической химии им. академика А.С. Садыкова, Узбекистан  
ул. М. Улугбека, 83, г. Ташкент, 100125  
E-mail: rrakhimov.83@mail.ru

**Аннотация.** Исследовано действия рутана на синапсомы мозга модельных крыс с хронической алкогольной интоксикацией выявлено, что рутан незначительно увеличивает флуоресценцию, соответственно уровень цитозольного кальция в сравнении с контролем. Результаты показывают о возможной конкуренции между рутаном и глутаматом за участок регуляции открывания ионных каналов, возможность применения рутана в качестве возбуждающего нейротрансмиттера при хронической алкогольной интоксикации.

При исследовании действия госситана на синапсомы мозга модельных крыс с хронической алкогольной интоксикацией выявлено, что госситан незначительно снижает флуоресценцию соответственно уровню цитозольного кальция в сравнении с контролем. Результаты показывают, что препарат госситан не конкурирует с глутаматом за участок связывания. Возможно, их действие обусловлено взаимодействием с ионными каналами NMDA-рецепторов.

**Ключевые слова:** синапсома, глутамат, NMDA, рутан, госситан, этанол.

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. 4, Is. 2, pp. 68-80, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.4.68

[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



UDC 581.54:582.971.1

### Effect of Drought Stress on some of the Biochemical Characteristics of Three *Achillea* Populations (*Achillea vermicularis*)\*

<sup>1</sup> Mohammad Mohammadpour

<sup>2\*</sup> Marzieh Negahban

<sup>3</sup> Sajedah Saeedfar

<sup>4</sup> Parvin Salehi Shanjani

<sup>4</sup> Hamideh Javadi

<sup>1-3</sup> Islamic Azad University, Unit Karaj, Karaj, Iran

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

<sup>4</sup> Member of scientific board at Natural Resources Gene Bank, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

\*Corresponding author E-mail: marziehnegahban\_86@yahoo.com

#### Abstract

The experiment was conducted in the form of a randomized completely block design with three replications. The main pots were kept under irrigation (at 20%, 40% and 70% of field capacity along with a well watered control). The sub-pots contained three *Achillea vermicularis* populations (Kahak, Khalkhal and Semnan). The results showed that drought stress had significant effects on photosynthetic pigments, proline, soluble sugar contents and peroxidase activity, but drought induction. Moreover, population variations had a significant effect on chlorophyll *a*, chlorophyll *b* and peroxidase activity. Among all the measured samples, the Khalkhal population had the highest content of photosynthetic pigments, soluble sugars and peroxidase activity. However, the Kahak population had the lowest value of the mentioned traits instead of the latter trait. Meanwhile, the severe drought stress produced the highest peroxidase activity, carotenoid, proline, protein, soluble sugar contents. By contrast, the lowest values of the mentioned traits were achieved in well-water treatment. The highest chlorophyll *a*, chlorophyll *b* and total chlorophyll contents were observed in 70% FC, while the lowest were recorded in 20% FC. The Khalkhal population × severe drought stress produced the highest carotenoid, soluble sugar content and peroxidase activity, and also, Khalkhal population × moderate drought stress recorded the highest contents of photosynthetic pigments. Therefore, the Khalkhal population could be introduced as suitable *Achillea vermicularis* population in Iran.

**Keywords:** *Achillea vermicularis*, drought stress, field capacity, medicinal plants.

#### Introduction

Iran is located in arid and semi-arid region. Having an average annual precipitation of 250 mm, Iran receives less than one third of global average precipitation (750 mm). In addition,

\* **Abbreviations:** ROS – Reactive Oxygen Species; POX – Peroxidase; SOD – superoxide dismutase; GR – glutathione reductase; MDA – malondialdehyde.

the rainfall distribution pattern over the country is not the same everywhere. Bearing in mind such a climatic condition, many severe or mild droughts are inevitable to come up. Any drought can inflict a severe damage on the agricultural, domestic and industrial sectors of the country. Due to the growth of population and expansion of the agricultural, energy, and industrial sectors, the demand for water has increased extensively, and water scarcity has been occurring almost every year in many parts of the world (Mishra and Singh, 2010). Drought is known as a major abiotic factor that limits plant's growth and production. Although, the general effects of drought on plant growth are fairly well known, the primary effects of water deficit at the biochemical and molecular levels are not well understood (Bhatnagar-Mathur et al., 2009). Furthermore, the physiologic and metabolic responses of crops to dry environments have been well studied, but similar studies are lacking in medicinal and aromatic plant. Stress is a factor outside plant's body which damages plant growth (Kafi et al., 2000). Among the abiotic stresses, drought is the most important one which affects plants periodically in some growth stages, or permanently in all life cycle (Reddy et al., 2008). Drought stress usually occurs when available water in soil reduces and atmospheric conditions increase water loss through evapotranspiration (Jaleel et al., 2009). A primary symptom of low available water to plants is the loss of turgor pressure and reduction of cell development especially in stems and leaves. Reduction of cell development makes the plant smaller in size, which is the characteristic of drought stressed plants. Moreover, drought stress disturbs nutrient absorption and reduces leaves growth. Lower leaf area means lower light absorption and photosynthesis. All these events finally decrease plant growth and yield (Hsaio, 1973). Drought stress is induced when moisture at the rhizosphere falls below the permanent wilting point (PWP). So the plant is not able to take up sufficient water, resulting in cell dehydration. Dehydration is reversible until a certain point (elastic point); however, is irreversible if the water loss is too severe (plastic point) (Kuchaki and Mahallati, 1992). However, the time, duration and frequency of drought stress incident, soil properties and so many other factors affect plant tolerance to drought, and different genotypes may also respond differently (Sarmadnia, 1993). Drought stress induces some morphophysiological responses in plant such as the reduction of leaf area, shoot growth, enhancement of root growth, stomata closure, the reduction of growth rate, sudden antioxidants and soluble compounds accumulation, and activation of some enzymes (Hughes et al., 1989). Safikhani (2006) studied the effect of 100%, 60% and 40% FC drought stresses on *Dracocephalum moldavica* and concluded that irrigation at 40% FC (severe drought stress) decreased plant height, leaf area, internodes length, shoot yield and essential oil yield compared with the two other treatments.

Stephanie et al. (2005) reported that drought stress reduced stem length and root length of *Salvia splendens*. Lebaschy and Sharifi Ashoorabadi (2004) concluded that higher drought stress levels reduced plant height and shoot weight in some medicinal plants such as *Salvia officinalis* and *Achillea millefolium*. Sangwan et al. (1994) reported that mild drought stress decreased lemon grass height, leaf area and leaf weight. Finally, Ardakani et al. (2007) reported that drought stress affected shoot yield, essential oil percentage and yield, leaf yield, stem yield, height, the number of tillers, leaf area, stem diameter and the length of internodes in balm (*Melissa officinalis*). Water deficit (commonly known as drought) can be defined as the absence of adequate moisture necessary for normal plant growth and to complete the life cycle (Zhu, 2002). The lack of adequate moisture leading to water stress is common occurrence in rain fed areas, brought about by infrequent rains and poor irrigation (Wang et al., 2005). When plants are subjected to various abiotic stresses, some reactive oxygen species (ROS) such as superoxide ( $O_2^{\cdot-}$ ), hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ), hydroxyl radicals ( $\cdot OH$ ) and singlet oxygen ( $O_2^* ({}^1\Delta_g)$ ) are produced. These ROSs may initiate destructive oxidative processes such as lipid peroxidation, chlorophyll bleaching, protein oxidation, and damage to nucleic acids. However, antioxidant enzymes such as superoxide dismutase (SOD), glutathione reductase (GR), catalase and peroxidase, and low-molecular antioxidants such as ascorbic acid, glutathione,  $\alpha$ -tocopherol, flavonoids and carotenoids play a key role in scavenging those activated species. Modulation of the activity of these enzymes may be an important factor in the tolerance of various plants to environmental stress.

Researchers have also linked various physiological responses of plants to drought with their tolerance mechanisms, such as pigment content and stability, and high relative water content. When water availability is limited, Drought can also lead to pigment degradation, thus causing irreversible water-deficit damage to the photosynthetic apparatus (Terzi and Kadioglu, 2006).

In higher plants the oxygen toxicity is more serious under condition of water-deficit conditions. Water stress causes stomatal closure, which reduces the  $\text{CO}_2/\text{O}_2$  ratio in leaves and inhibits photosynthesis (Jason et al., 2004; Moussa, 2006). These conditions increase the rate of reactive oxygen species (ROS) like superoxide radical ( $\text{O}_2^{\cdot-}$ ), hydrogen peroxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), and hydroxyl radical ( $\text{OH}^{\cdot}$ ) particularly in chloroplast and mitochondria (Mittler, 2002; Neill et al., 2002) via enhanced leakage of electrons to oxygen. The superoxide radicals and their dismutation product, hydrogen peroxide, can directly attack membrane lipid and inactivate SH-containing enzymes (Sairam et al., 2000). The hydroxyl radical, one of the most reactive oxygen species, is responsible for oxygen toxicity in vivo, causing damage to DNA, protein, lipids, chlorophyll and almost every other organic constituent of the living cell (Bacana et al., 1998). Plants protect the cellular and sub-cellular system from the cytotoxic effects of active oxygen radicals with anti-oxidative enzymes such as SOD, POX and CAT as well as metabolites like glutathione, ascorbic acid, tocopherol and carotenoids (Alscher et al., 2002). It has been reported which membranes are subject to damage rapidly with increasing water stress. This leakiness of membranes is caused by an uncontrolled increase in free radicals, which cause lipid peroxidation (Smirnoff, 1993). The stress induced burst in free radicals could also be partially related to the activity of lipoxygenase, which convert C18:2 and C18:3 to the corresponding hydroxyl peroxides (Bell and Mullet, 1991). Further damage to fatty acid could then produce small hydrocarbon fragments including malondialdehyde (MDA) (Alscher et al., 2002). It is hypothesized that modulation of the activities of these enzymes at early growth stage may be important in imparting resistance to a plant against environmental stresses. Therefore, in the present investigation the relative significance of antioxidative enzymes, MDA,  $\text{H}_2\text{O}_2$  content, PRO, GB accumulation, photosynthetic activity and membrane permeability has been examined at seedling stage in drought-tolerant and susceptible maize cultivars (Helal and Samir, 2008). Plants subjected to environmental stress evolved a complex and efficient antioxidant system, which includes enzymatic antioxidants and nonenzymatic antioxidants to counteract the detrimental effects of active oxygen species (Zhu et al., 2009). These are toxic intermediates that result from a reduction in molecular  $\text{O}_2$ , including superoxide anion ( $\text{O}_2^{\cdot-}$ ), hydrogen peroxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), and hydroxyl radical ( $\text{OH}^{\cdot}$ ) (Dat et al., 2000). The role of antioxidative defence systems in plant responses to drought stress was comprehensively documented in *Gypsophila aucheri*, which is a xerophytic plant (Sekmen Esen et al., 2012).

In another study, antioxidative and physiological responses of 2 sunflower (*Helianthus annuus*) cultivars under drought stress were evaluated, and the efficiency of antioxidative systems in coping with drought effects was clear (Baloğlu et al., 2012). It was also shown that a plant's ability to cope with abiotic stress is mainly related to an altered biochemical profile and produces a varied range of secondary metabolites. Secondary metabolite production is a critical part of the defence response to stress conditions. The role of lipid peroxidation in initiation of secondary metabolites has been documented by some researchers. Consequently, the accumulation of secondary metabolites is mainly related to membrane lipid protection from oxidative stress, and reactive oxygen species (ROS) are the mediators in the biosynthesis of particular secondary metabolites (Zhu et al., 2009).

Water stress decreases growth of some medicinal plants, including *Hypericum brasiliense* Choisy (Nacif de Abreu and Mazzafera, 2005) and *Bupleurum chinense* DC (Zhu et al., 2009). On the other hand, many studies have shown that drought enhances the amount of secondary metabolites in a wide variety of plant species, such as *Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) DC (Chung et al., 2006). Conversely, drought caused a significant reduction in all growth parameters and essential oil yield and percentage in some medicinal plants such as peppermint (*Mentha piperita* L.) (Khorasaninejad et al. 2011; Saeidnejad et al., 2013).

Proline is one of the protective molecules that can unite oxygen and free radicals caused by stress. Therefore, one of the roles of proline in tomato shrubs is probably reacting against drought stress. Proline's role as an osmotic factor is already established and low water stress increases the proline content in plants. Water shortage trigger to LEA proteins production that their work hasn't identified completely however, some evidence indicated that these proteins play role in increasing plant resistance against drought stress. Reduction of Chlorophyll *a* and Chlorophyll *b* in resistant tomato plant under low water condition indicated that drought stress changes the amount of chlorophyll in plant. Reduction of chlorophyll was due to chloroplast decomposition and disappearing thylakoid structures (Ghorbanli et al., 2012). To cope with drought stress, plants

respond with physiological and biochemical changes. These changes aim at the retention of water in spite of the high external osmoticum and the maintenance of photosynthetic activity, while stomatal opening is reduced to counter water loss. Accumulation of low molecular compounds, such as glycine betaine, sugars, sugar alcohols and proline, is a mechanism aimed at balancing water potential following drought. In addition to synthesis of these osmolytic compounds, specific proteins and translatable mRNA are induced and increased by drought stress (Parida et al. 2007).

The genus *Achillea* (*Asteraceae*), named after the mythological Greek warrior Achilles, comprises of approximately 85 species, most of which are endemic to Europe and the Middle East. The Turkish flora possesses 40 *Achillea* species and 20 of them are endemic (1). On the other hand, some *Achillea* species have been known to be ethnopharmacologically used in folk remedies for various purposes such as haemorrhoid and wound healing (2). Especially, *A. millefolium* is frequently used against diarrhea, abdominal pain and stomachache in Turkish traditional medicine (3–5). Several biological activity studies have been performed on various *Achillea* species, including antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and antispasmodic activities (6–10). Moreover, *Achillea* species are well-known to contain essential oil and their chemical compositions as well as antimicrobial activities have been well studied (Esra et al., 2007).

Regarding the expansion of arid regions and decreasing amount of cultivatable lands, exploitation of drought tolerant plant seems to be great importance to alleviate low performance of the crops cultivated in these areas. Determination of the growth aspects of medicinal plants under water stress can provide valuable information about the possibility of the cultivation of these plants in dry lands (Alaei et al., 2013).

The aim of this study was to investigate the effects of mild, moderate and severe drought stress on photosynthetic pigments, proline, total protein, soluble sugars and peroxidase activity in three populations of *Achillea vermicularis* under greenhouse condition.

## Material and methods

### The experimental conditions

This experiment was conducted under greenhouse conditions in August 2009 at Alborz Research Station, dependent of Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR), Karaj, Iran. Alborz Research station is located in 5 km south east of Karaj (35° 48'N, 51° E, 1320 m above the sea level). Average annual precipitation at the site is 235 mm, minimum air temperature is -20°C and maximum air temperature is 38°C. The dominant winds at the area blew from east and south east.

A pot experiment was conducted in the form of randomized completely block design with three replications. Each replication consisted of 4 treatments. Seeds of three *Achillea vermicularis* populations, namely Kahak, Khalkhal and Semnan, were collected from Research Institute of Forests and Rangelands, Karaj, Iran, and planted in plastic pots with 15 cm diameter and 25 cm length containing soil, peat and sand in the ratio of 1:1:1, and grown under greenhouse conditions in August. Irrigation was regularly conducted according to the prepared map. Due to induce the drought stress, 100% of FC was considered as the well water and 70%, 40% and 20% of FC were considered as mild, moderate and severe drought stress treatments, respectively. Irrigation was done daily during the first 3 months. After 3 months from sowing, a cycle of drought was induced by stopping irrigating the potted plants for 45 days. The amount of irrigation was determined based on soil field capacity. A control set was maintained by irrigating the potted plants regularly. The control plants received 400 ml water every 2–3 days and the mild, moderate and severe drought stress treatments involved 300 ml, 200 ml and 100 ml water every 2–3 days, respectively. The plants were placed in 4 rows with 3 replications for each treatment. The leaf samples were collected from control and treated plants after 45 days of drought for estimations of various biochemical parameters.

### Extraction and estimation of photosynthetic pigments

Fresh leaves (0.5 g) were thoroughly homogenized in chilled 80% acetone in a mortar and pestle in the dark at 4°C and the homogenates were centrifuged at 10000 g for 10 min. The supernatants were collected, and the absorbance of acetone extracts was measured at  $\lambda=663$ , 646 and 470 nm using a UV–visible spectrophotometer (Spectra Max Plus; Molecular Devices, USA). Chlorophyll content was estimated based on mg g<sup>-1</sup> FW.

The Chl *a*, Chl *b*, total chlorophylls and total carotenoid ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) contents were calculated using the following equations of Lichtenthaler (1987):

Chlorophyll *a* =  $12.21 \times A_{663} - 2.81 \times A_{646}$ ;

Chlorophyll *b* =  $20.13 \times A_{646} - 5.03 \times A_{663}$ ;

Total Chlorophyll = Chlorophyll *a* + Chlorophyll *b*;

Carotenoids =  $(1000 \times A_{470} - 3.27 \text{ Chlorophyll } a - 104; \text{ Chlorophyll } b - 229)$ .

#### **Estimation of peroxidase activity**

For the peroxidase activity, the leaf, petiole and roots were homogenized on ice in 10 ml cold sodium phosphate buffer (pH=7.0). Activity was determined spectrophotometrically according to Rodriguez and Sanchez (1982). POD activity was analyzed in 50 mM phosphate buffer (pH=6.5) containing 40 mM guaiacol (2-methoxyphenol) and 26 mM  $\text{H}_2\text{O}_2$ . The increase of absorbance at  $\lambda=420$  nm was recorded within 180 sec after adding of 26 mM  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Protein content was determined according to Bradford (1976). Bovine serum albumin was used as the standard.

#### **Extraction and estimation of free proline**

Free proline content was estimated following the method of Bates et al. (1973). Fresh leaves (0.5 g) were extracted in 3 % sulphosalicylic acid and the homogenates were centrifuged at 10000 g for 10 min. 2 ml of the supernatant was reacted with 2 ml of acid ninhydrin reagent and 2 ml of glacial acetic acid in a test tube for 1 h at  $100^\circ\text{C}$ , and the reaction terminated in an ice bath. The reaction mixture was extracted with 4 ml of toluene and mixed vigorously with a vortex mixture for 15–20 s. The chromophore containing toluene was aspirated from the aqueous phase, warmed to room temperature and the absorbance measured at  $\lambda=520$  nm using toluene as blank. Proline concentration was calculated from a standard curve using 0–100  $\mu\text{g}$  of *L*-proline (Sigma-Aldrich, UK). The free proline content was expressed as  $\mu\text{g g}^{-1}$  FW.

#### **Estimation of total protein**

Protein was estimated by the Lowry method (Lowry et al., 1951). Reagent A: 1%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  in 0.5 *N* NaOH; Reagent B: 1%  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; Reagent C: 2% sodium tartrate ( $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ); Reagent D: Mix 0.5 ml of reagent C with 0.5 ml of reagent B and 10 ml of Reagent A and Reagent E: Folin 0.2 *N* soluble proteins were extracted from 2 g dry weight of each sample into 5 ml of Tris-HCl buffer (pH=8.0) containing 26.8 ml of 0.2 *N* HCl, 17.2% sucrose, 1% ascorbic acid and then was centrifuged. 1 ml of Reagent D was added into 0.05 ml of the resulted solution and kept in temperature room. Then, 3 ml of Reagent E was added and the sample was kept in Bain-marie water bath at  $50^\circ\text{C}$ . The absorbance was measured spectrophotometrically at  $\lambda=625$  nm. Protein was calculated based on  $\mu\text{M g}^{-1}$  FW.

#### **Extraction and estimation of total soluble sugars**

Total soluble sugars were estimated in 20 ml of 80% (v/v) ethanol extract at  $95^\circ\text{C}$  for 1 h from 100 mg of leaf powder frozen in liquid nitrogen. After centrifugation at 10000 g for 10 min, starch was measured in the pellet according to Jarvis and Walker (1993). Total soluble sugars were analyzed by reacting 0.25 ml of the supernatant with 3 ml of freshly prepared anthrone reagent [0.06% (w/v) anthrone in 95%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ] and placing in boiling water bath for 10 min. After cooling to room temperature, the absorbance at  $\lambda=625$  nm was measured and total sugar was quantified according to Irigoyen et al. (1992). Reducing sugars were estimated following alkaline copper method as described by Parida et al. (2002) using arsenomolybdate reagent. Absorbance was recorded at  $\lambda=520$  nm and reducing sugar content was determined from a standard curve prepared against pure glucose (0–50  $\mu\text{g}$ ).



### Statistical Analysis

Statistical analyses were performed with the SPSS (Statistical Package for the Social Science, version 13.0) software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Data were subjected to variance analysis and means were compared by using Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at  $P \leq 0.05$ .

### Chemicals

Tris-Phosphate Buffer, photodynamic phosphate and EDTA were purchased from LabScan (Dubline, Ireland),  $\text{NaNO}_3$  and NaDPH were purchased from Flula (Buchs, Switzerland), acetone and acetic acid were purchased from Sigma-Aldrich (Buchs, Switzerland).

### Results and discussion

The results showed that drought stress had significant effects on photosynthetic pigments, proline, soluble sugar contents and peroxidase activity, but drought induction. Moreover, population had a significant effect on chlorophyll *a*, chlorophyll *b* and peroxidase activity. Among all the measured samples, the Khalkhal population had the highest photosynthetic pigments, soluble sugar content and peroxidase activity. However, the Kahak population had the lowest value of the mentioned traits instead of the latter trait. Meanwhile, the severe drought stress produced the highest peroxidase activity, carotenoid, proline, total protein, and soluble sugar contents. By contrast, the lowest values of the mentioned traits were achieved in well-water treatment. The highest contents of chlorophyll *a*, chlorophyll *b* and total chlorophyll were observed in 70% FC, but the lowest were recorded in 20% FC. The Khalkhal population  $\times$  severe drought stress produced the highest carotenoid, soluble sugar content and peroxidase activity, and also, the Khalkhal population  $\times$  moderate drought stress recorded the highest levels of photosynthetic pigments.

### Changes in photosynthetic pigments

The data of this investigation showed that drought stress had a significant effect on chlorophyll content (Table 1). The Khalkhal population had the highest content of chlorophyll *a* ( $0.78 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) compared with the Kahak ( $0.67 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) and the Semnan population ( $0.64 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ). In fact, the mild drought stress (70% FC) increased the content of Chlorophyll *a* ( $0.78 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) compared with well-watered treatment ( $0.73 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ). The Chlorophyll *a* content was decreased significantly ( $P \leq 0.05$ ) from 0.73% in control plants to 0.58% in severe drought stress level (20% FC), but there was not a significant ( $P \leq 0.05$ ) difference between the moderate and severe drought stress treated plants, 0.68% and 0.58%, respectively. The interactions between the drought stress  $\times$  population had a significant ( $P \leq 0.05$ ) effect on this trait (Table 3). The Khalkhal population under the moderate ( $0.84 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) and mild ( $0.83 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) drought stress showed the highest Chlorophyll *a* content. However, Semnan and Kahak populations under severe drought stress had the least Chlorophyll *a* content ( $0.55 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ).

As regards to the Chlorophyll *b* content, the Khalkhal population had the maximum Chlorophyll *b* content ( $0.31 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) in comparison to the Kahak population ( $0.24 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) and the Semnan population ( $0.23 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) (Table 1). The Chlorophyll *b* content increased slightly from  $0.29 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$  in well-watered treatment to  $0.32 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$  in mild drought stress treated plants. However, under severe drought stress, Chlorophyll *b* content sank ( $0.20 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) significantly ( $P \leq 0.05$ ) compared with control plants ( $0.29 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ). The interactions between the drought stress  $\times$  population were significant ( $P \leq 0.05$ ) (Table 3). The Khalkhal population under mild and moderate drought stress showed the highest Chlorophyll *b* content ( $0.35 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ), while Semnan and Kahak populations under severe drought stress sank significantly to  $0.18 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ . In other words, the Semnan population under severe drought stress decreased 0.6-fold compared with well-water treated plants.

According to the results, the mild drought stress had a significant ( $P \leq 0.05$ ) effect on the total chlorophyll content ( $1.1 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) (Table 1). In other words, the lowest content of total chlorophyll was obtained at severe drought stress ( $0.78 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ). The data of this investigation showed that mild drought stress (70% FC) enhanced the total chlorophyll content in 3 *Achillea vermicularis* populations. The interactions between drought stress  $\times$  population were not significant ( $P \leq 0.05$ ) (Table 3).

The carotenoid content was enhanced under drought stress conduction. In fact, well-water treated plants had the least amount of carotenoids ( $0.32 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) (Table 1). There was a slight difference between severe drought-stressed plants ( $0.45 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) compared with well-water ( $0.32 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ), mild ( $0.37 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) and moderate ( $0.35 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) drought-stressed plants, but it was not significant ( $P \leq 0.05$ ).

The results are in agreement with Nyachiro et al. (2001), who described a significant decrease of Chlorophyll *a* and *b*, caused by water deficit in six *Triticum aestivum* cultivars species. The decreased or unchanged chlorophyll level during drought stress has been reported in other species, depending on the duration and severity of drought. A decrease of total chlorophyll levels with drought stress implies a lowered capacity for light harvesting. Since the production of reactive oxygen species is mainly driven by excess energy absorption in the photosynthetic apparatus, this might be avoided by degrading the absorbing pigments (Mafakheri et al., 2010).

The decrease in Chlorophyll contents in drought-stressed plants might possibly be due to changes in the lipid protein ratio of pigment–protein complexes or increased chlorophyllase activity. Our results agree with several reports of decreased contents of chlorophyll, but in contrast to carotenoids by the drought or salt stress as reported in a number of plant species (Parida et al., 2007).

Table 1: Effect of drought stress, population and their interaction on the photosynthetic pigments

Treatments	Chlorophyll <i>a</i> ( $\text{mg g}^{-1} \text{ fw}$ )	Chlorophyll <i>b</i> ( $\text{mg g}^{-1} \text{ fw}$ )	Total Chlorophyll ( $\text{mg g}^{-1} \text{ fw}$ )	Carotenoid ( $\text{mg g}^{-1} \text{ fw}$ )
20% FC	0.58 b	0.20 b	0.78 b	0.45 a
40% FC	0.68 ab	0.25 ab	0.93 ab	0.35 b
70% FC	0.78 a	0.32 a	1.10 a	0.37 b
Control	0.73 a	0.29 a	1.02 a	0.32 b
Kahak	0.67 ab	0.24 b	0.91 b	0.36 a
Khalkhal	0.78 a	0.31 a	1.09 a	0.40 a
Semnan	0.64 b	0.23 b	0.88 b	0.36 a
S1P1	0.55 b	0.18 c	0.73 b	0.43 ab
S1P2	0.66 ab	0.23 abc	0.90 ab	0.48 a
S1P3	0.55 b	0.18 c	0.73 b	0.43 ab
S2P1	0.60 ab	0.20 bc	0.80 ab	0.35 b
S2P2	0.84 a	0.35 a	1.20 a	0.37 ab
S2P3	0.60 ab	0.20 bc	0.80 ab	0.35 b
S3P1	0.82 a	0.33 ab	1.15 a	0.37 ab
S3P2	0.83 a	0.35 a	1.18 a	0.39 ab
S3P3	0.69 ab	0.28 abc	0.98 ab	0.36 b
S4P1	0.70 ab	0.27 abc	0.97 ab	0.31 b
S4P2	0.79 ab	0.31 abc	1.10 ab	0.35 b
S4P3	0.72 ab	0.28 abc	1.00 ab	0.31 b

Notes: Means in a column followed by the same letter are not significantly different at  $P \leq 0.05$ ; S1 – 20% FC; S2 – 40% FC; S3 – 70% FC; S4 – Control; P1 – Kahak; P2 – Khalkhal; P3 – Semnan.

### Changes in peroxidase activity

Experimental findings on antioxidant system indicate that three *Achillea* populations followed the same trend. The peroxidase activity ( $\text{mg/Unit protein}$ ) enhanced continuously with increasing drought induction in three populations (Table 2). Peroxidase, highly important  $\text{H}_2\text{O}_2$  scavenging enzyme, increased significantly ( $P \leq 0.05$ ) as drought stress levels increased. The Khalkhal population had the most peroxidase activity compared with two other populations. Peroxidase activity is enhanced 7.14-fold in severe drought stress treatment compared with well-water treatment. The interactions between drought stress  $\times$  population had a significant ( $P \leq 0.05$ ) effect on this trait (Table 3). Severe drought stress increased remarkably peroxidase activity in all

three populations, Khalkhal, Semnan and Kahak – 9.5-fold, 3.8-fold, and 17-fold, respectively compared with well-watered plants.

Enhancement in POX activity under various stress conditions has been linked with protection from oxidative damage, lignifications and cross-linking of the cell wall to prevent from such adverse conditions (Helal and Samir, 2008).

Table 2: Effect of drought stress, population and their interaction on the peroxidase activity, proline, protein and soluble sugar contents

Treatments	Peroxidase activity (unit mg <sup>-1</sup> protein)	Proline (µg g <sup>-1</sup> fw)	Protein (µ mol g <sup>-1</sup> fw)	Soluble Sugar (mg g <sup>-1</sup> fw)
20% FC	16.44 a	24.48 a	67.11 a	16.03 a
40% FC	11.05 b	12.33 b	52.00 ab	9.00 b
70% FC	3.49 c	5.79 c	54.63 ab	6.30 b
Control	2.30 c	0.93 d	27.49 b	6.78 b
Kahak	6.17 b	11.73 a	42.69 a	8.78 a
Khalkhal	11.38 a	11.10 a	45.90 a	11.16 a
Semnan	7.41 b	9.83 a	62.33 a	8.64 a
S1P1	15.33 a	26.45 a	64.00 ab	14.20 a
S1P2	19.00 a	23.33 ab	72.00 ab	17.10 a
S1P3	15.00 a	23.66 ab	65.33 ab	16.80 a
S2P1	7.33 b	16.70 bc	50.67 ab	7.89 bc
S2P2	18.48 a	7.66 de	54.67 ab	12.32 ab
S2P3	7.33 bc	12.65 cd	50.67 ab	6.80 bc
S3P1	1.09 c	3.40 e	29.63 ab	6.11 bc
S3P2	6.06 b	12.30 cd	32.91 ab	7.22 bc
S3P3	3.33 bc	1.67 e	101.33 ab	5.58 c
S4P1	0.93 c	0.35 e	26.46 b	5.58 c
S4P2	2.00 c	1.10 e	24.00 b	8.01 bc
S4P3	3.99 bc	1.33 e	32.00 ab	5.40 c

Notes: Means in a column followed by the same letter are not significantly different at  $P \leq 0.05$ ; S1 – 20% FC; S2 – 40% FC; S3 – 70% FC; S4 – Control; P1 – Kahak; P2 – Khalkhal; P3 – Semnan.

Table 3: Analysis of variance of the effect of drought stress and population on the measured traits

SOV	df	Mean Squares (MS)							
		Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total Chlorophyll	Carotenoid	Proxidase	Proline	Protein	Soluble Sugar
Replication	2	0.006 ns	0.009 ns	0.031 ns	0.020*	6.574 ns	50.05 ns	1547.9ns	20.05 ns
Population	2	0.066*	0.020*	0.160 *	0.004 ns	89.093**	11.22 ns	1332.8ns	24.07 ns
Drought stress	3	0.064*	0.024 **	0.166 *	0.024 **	398.638**	936.14**	2474.2	181.50**
Drought Stress × Population	6	0.009 ns	0.003 ns	0.024 ns	0*	25.319**	52.55*	1235.1ns	5.52 ns
Error	22	0.018	0.004	0.0416	0.004	4.778	17.588	1375	10.753
CV %	-	19.48	23.48	21.15	17.34	24.25	23.51	23.7	23.39

Notes: ns – non significant; \* – significant at  $P \leq 0.05$ ; \*\* – significant at  $P \leq 0.01$

### Changes in contents of proline, total protein and soluble sugars

According to proline estimation (Table 2), the difference between proline content of three populations wasn't significant ( $P \leq 0.05$ ). The Kahak population had the maximum proline content ( $11.73 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ), while Khalkhal and Semnan populations showed lower levels of proline – ( $11.10 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) and ( $9.83 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ) respectively. On the other hand, well-water treated plants had the lowest content of proline ( $0.9 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$ ). Under mild drought stress, proline content was  $5.79$ . In fact, with the increase of drought stress levels from  $5.79 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$  at 70% FC to  $24.4 \text{ mg g}^{-1} \text{ fw}$  at 20% FC, proline content increased significantly ( $P \leq 0.05$ ). The interactions between drought stress  $\times$  population were significant ( $P \leq 0.05$ ) (Table 3). Severe drought stress enhanced the proline content in Kahak, Khalkhal and Semnan populations 75.5-fold, 21.2-fold and 17.7-fold in comparison to well-water treated plants, respectively, this increasing role as an osmotic compatible and adjust osmotic potential which resulted in drought stress avoidance in *Achillea*. Proline accumulation is believed to play an adaptive role in plant stress tolerance. Accumulation of proline has been advocated as a parameter of selection for stress tolerance (Mafakheri et al., 2010).

It is well known that proline contents in leaves of many plants are enhanced by several stresses including drought stress. Thus, we monitored the proline levels in leaves of *Achillea* populations during drought stress period. Our results on the drought-induced dramatic increase in proline contents in leaves of *Achillea* agree with earlier reports of accumulation of proline as a compatible osmolyte during the drought exposure. The increased accumulation of proline in *Achillea* might be due to the decreased activity of proline dehydrogenase, a catabolic enzyme of proline. Thus, it appears that the increase in proline contents during drought induction is an adaptive mechanism in *Achillea* (Parida et al., 2007). Thus, proline was high enough to be considered the principal solute that may allow plants to overcome drought effect through osmotic adjustment, and serves as storage forms of nitrogen and carbon for future use under less stressful conditions. A function of proline as non-protein amino acid in osmo-adjustment has been proposed, although there may be no cause and effect relationship between proline accumulation and osmo-regulation in plants grown under drought conditions and responses of plants suggested by differences in proline concentrations and responses of plants species to drought. However, the accumulation of proline during drought may have other functions, such as enzyme protection and stabilization of biological membranes, and the degradation of proline may improve the energy status of cells recovering from water deficit (Parida et al., 2007).

As for the total protein content, it is varied widely (Table 2). There was not a significant difference ( $P \leq 0.05$ ) between protein content of three populations. The Semnan population had the highest protein content ( $62.3 \mu \text{ mol g}^{-1} \text{ fw}$ ) compared with Khalkhal ( $45.9 \mu \text{ mol g}^{-1} \text{ fw}$ ) and Kahak population ( $42.69 \mu \text{ mol g}^{-1} \text{ fw}$ ). The control plants had the least amount of protein ( $27.49 \mu \text{ mol g}^{-1} \text{ fw}$ ), but the enhancement of protein content observed in mild drought-stressed plants ( $54.63 \mu \text{ mol g}^{-1} \text{ fw}$ ). Severe drought stress increased protein content to ( $67.11 \mu \text{ mol g}^{-1} \text{ fw}$ ). The interactions between drought stress  $\times$  population were not significant ( $P \leq 0.05$ ) (Table 3). The Semnan population under mild drought stress increased 3.1-fold, Khalkhal and Kahak populations under severe drought stress increased 3-fold and 2.4-fold, respectively compared with well-water treated plants.

The marginal change in protein contents in *Achillea* suggests that protein synthesis or proteolysis is affected minimally by drought stress in this plant. Several reports of alteration of protein synthesis or degradation of protein in various plant species in response to drought support our results. A drought induced decrease in total soluble protein has also been reported in safflower (*Carthamus mareoticus* L.) by Abdel-Nasser and Abdel-Aal (2002). Moreover, the degradation of a 23 kDa polypeptide in the non-secreting mangrove *B. parviflora* in response to high salinity has been reported (Parida et al., 2005). However, in two cultivars of tall fescue (*Festuca arundinacea* L.), the levels of 20 and 29 kDa polypeptides were increased during the drought stress, and a 35 kDa polypeptide was noted in both cultivars only when subjected to drought stress either with or without abscisic acid treatment (Jiang and Huang, 2002). Our results on *Achillea* are in agreement with increasing evidences of drought-induced accumulation of proteins and physiological adaptations to water limitation (Parida et al., 2007).

The changes observed in total protein, free amino acid and proline contents of several drought-stressed plant species have been attributed to a reduction in the rates of protein synthesis and an increase in proteolytic activity, both of which tend to cause an increase in the total soluble

nitrogen (Shen et al., 1990). In the present study, drought stress resulted in a marginal increase in total protein. These results would suggest that the increase in the protein contents cannot be related to the decrease in amino acids, but could be due to the slight reduction in protein synthesis rather than the initiation of proteolysis as previously shown in *Brassica napus* (Good and Zaplachinski, 1994) and wheat seedlings (Mattioni et al., 1997).

Regarding the soluble sugar content in leaves, the drought stress induction enhanced soluble sugar content (Table 2). The amount of soluble sugars in the Khalkhal population (11.16 mg g<sup>-1</sup> fw) was higher than that of in the Kahak (8.78 mg g<sup>-1</sup> fw) and the Semnan populations (8.64 mg g<sup>-1</sup> fw). The soluble sugar content of well-watered plants was 6.78 mg g<sup>-1</sup> fw, but it was enhanced significantly ( $P \leq 0.05$ ) to 16 mg g<sup>-1</sup> fw at severe drought-stressed plants (20% FC). The interactions between drought stress  $\times$  population had a significant ( $P \leq 0.05$ ) effect on this trait (Table 3). In severe drought induced plants of Khalkhal and Semnan population, the total soluble sugar content was increased 2.1-fold and 3.1-fold, respectively, in comparison to well-watered plants of these populations. In fact, the drought stress induction had a significant ( $P \leq 0.05$ ) effect on the soluble sugar content.

Like other cellular constituents, sugar levels are also affected by stress. In three *Achillea* populations, we observed an increase in the total soluble sugar content by drought stress. There are also contradictory results on the effect of water and salt stress on sugar accumulation. Some studies have reported sugar contents rose, while others have found sugar contents decreased or remained constant during stress conditions (Parida et al., 2007).

### Acknowledgements

This work is dedicated to the memory of Mr. Iezad Panah for providing *Achillea* and his collaboration. We thank Dr. Seyed reza Tabaie-Aghdaie for his assistance.

### References:

1. Abdel-Nasser LE, Abdel-Aal AE. Effect of elevated CO<sub>2</sub> and drought on proline metabolism and growth of safflower (*Carthamus mareoticus* L.) seedlings without improving water status. *Pakist J Biol Sci* 2002; 5: 523–528.
2. Alaei SH, Melikyan A, Kobraee S, Mahna N. Effect of Different Soil Moisture Levels on Morphological and Physiological Characteristics of *Dracocephalum moldavica*. *Journal of Agricultural Communications* 2013; 1(1): 23–26.
3. Aliabadi Farahani H, Valadabadi SA, Daneshian J, Khalvati MA. Evaluation changing of essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.) under water deficit stress conditions. *J. Med. Plant. Res.* 2009; 3(5): 329–330.
4. Aliabadi Farahani H, Valadabadi SA, Daneshian J, Shiranirad AH, Khalvati MA. Medicinal and aromatic plants farming under drought conditions. *Journal of Horticulture and Forestry* 2009; 1(6): 86–92.
5. Alscher RG, Erturk N, Heath LS. Role of superoxide dismutase (SODs) in controlling oxidative stress in plants. *Exp. Bot.* 2002; 53: 133–141.
6. Anonymous. *European Pharmacopoeia*. 3<sup>rd</sup> ed. – London: London Publisher, 1996; 137–138.
7. Ardakani MR, Abbaszadeh B, Sharifi Ashoorabadi E, Lebaschi MH, Paknejad F. Plant Acclimation to Environmental Stress. *Iranian Journal of Aromatic and Medicinal Plants* 2007; 23 (2): 251–261.
8. Asadi S, Lebaschi MH, Khourigami A, Shirani Rad AM. Effect of Drought Stress on the Morphology of Three *Salvia sclarea* Populations. *Annals of Biological Research* 2012; 3(9): 4503–4507.
9. Bates LS, Waldren RP, Teare ID. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil* 1973; 39: 205–207.
10. Beardsell MF, Cohen D. Relationships between leaf water status, abscisic acid levels, and stomatal resistance in maize and sorghum. *Plant physiol.* 1975; 156: 207–212.
11. Becana M, Moran JF, Iturbe-Ormaetxe I. Iron dependent oxygen free radical generation in plants subjected to environmental stresses: Toxicity and antioxidants. *Plant soil* 1998; 201: 137–147.

12. Baloglu MC, Kavas M, Aydin G, Oktem HA, Yucel AM. Antioxidative and physiological responses of two sunflower (*Helianthus annuus*) cultivars under PEG-mediated drought stress. *Turk J Bot* 2012; 36: 707–714.
13. Bell E, Mullet JE. Lipoxygenase gene expression is modulated in plants by water deficit, wounding and methyl jasmonate. *Mol. Genet* 1991; 230: 456–462.
14. Bhatnagar-Mathur P, Devi MJ, Vadez V, Sharma K. Differential antioxidative responses in transgenic peanut bear no relationship to their superior transpiration efficiency under drought stress. *J Plant Physiol* 2009; 166: 1207–1217.
15. Bradford MM. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 1976; 72: 248–254.
16. Chung IM, Kim JJ, Lim JD, Yu CY, Kim SH, Hahn SJ. Comparison of resveratrol SOD activity, phenolic compounds and free amino acids in *Rehmannia glutinosa* under temperature and water stress. *Environ Exp Bot* 2006; 56: 44–53.
17. Dat J, Vandenabeele S, Vranova E, Van Montagu M, Inze D, Van Breusegem F. Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. *Cell Mol Life Sci* 2000; 57: 779–795.
18. Dhindsa RS, Plumb-dhindsa P, Thorne TA. Leaf senescence: correlated with increased level of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased level of superoxide dismutase and catalase. *J. Exp. Bot* 1981; 32: 93–101.
19. Esra K, İlkay O, Şenay K, Erdem Y. Evaluation of anti-inflammatory and antinociceptive activity of five Anatolian *Achillea* species. *Turkish J. Pharm. Sci* 2007; 4 (2): 89–99.
20. Fatima S, Farooqi AHA, Sangwan RS. Water stress mediated modulation in essential oil, proline and polypeptide profile in palmarosa and citronella java. In *Physiology and Molecular Biology of Plants*. – Lucknow, India: Central Institute of Medicinal and Aromatic Plants, P.O. CIMAP, 2006.
21. Fonseca JM, Rushing JW, Rajapakse NC, Thomas RL, Riley MB. Potential Implications of medicinal Plant Production in Controlled Environments: The case of Feverfew (*Tanacetum parthenium*). *Hort Science* 2006; 41(3): 531–535.
22. Fonseca JM, Rushing JW, Rajapakse NC, Thomas RL, Riley MB. Parthenolide and Abscissic acid Synthesis in Feverfew are associated but environmental factors affect them dissimilarly. *J. Plant. Physiol* 2005; 162: 485–494.
23. Ghorbanli M, Gafarabad M, Amirkian T, Allahverdi B. Investigation of proline, total protein, chlorophyll, ascorbate and dehydroascorbate changes under drought stress in Akria and Mobil tomato cultivars. *Iranian Journal of Plant Physiology* 2012; 3(2): 651–658.
24. Good GA, Zaplachinski ST. The effects of drought stress on free amino acid accumulation and protein synthesis in *Brassica napus*. *Physiol Plant* 1994; 90: 9–14.
25. Helal RM, Samir MA. Comparative response of drought tolerant and drought sensitive maize genotypes to water stress. *Australian Journal of Crop Science* 2008; 1(1): 31–36.
26. Hsiao TC. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology* 1973; 24: 519–570.
27. Hughes SG, Bryant JA, Smirinoff N. Application to studies tolerance in plants under stress. In *Molecular biology*. Hamlyn GJ, Flowers TJ and Jones MB, eds. – New York: Cambridge university press, 1989; 131–135.
28. Irigoyen JJ, Emerich DW, Sanchez-Dias M. Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiol Plant* 1992; 84: 55–60.
29. Gopi R, Panneerselvam R. Effect of drought stress on plants. *Plant Omics Journal* 2009; 2(1): 30–40.
30. Jarvis CE, Walker JRL. Simultaneous, rapid, spectrophotometric determination of total starch, amylase and amylopectin. *J Sci Food Agric* 1993; 63: 53–57.
31. Jason JG, Thomas GR, Mason-pharr D. Heat and drought influence photosynthesis, water relations, and soluble carbohydrates of two ecotypes of redbud (*Cercis Canadensis*). *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 2004; 129(4): 497–502.
32. Jiang Y, Huang B. Protein alterations in tall fescue in response to drought stress and abscissic acid. *Crop Sci* 2002; 42: 202–207.

33. Kafi M, Lahuti M, Zand E, Sharifi HM, Goldani M. *Plant Physiology. Effect of environmental conditions on biochemical characteristics of plants*. – Mashhad: Mashhad University Jahad Publications, Iran 2000; 3: 36–43.
34. Khalid A. Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (*Ocimum sp.*). *Int. Agrophys* 2006; 20(4): 289–296.
35. Khorasaninejad S, Mousavi A, Soltanloo H, Hemmati KH, Khalighi A. The effect of drought stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of peppermint (*Mentha piperita L.*). *J Med Plants Res* 2011; 5: 5360–5365.
36. Kuchaki A, Nasiri Mahallati M. Relation of water and soil with plant. In *Crop Ecology*. – Tehran, Iran: Gutenberg Publications, 1992; vol. 1: 250–255.
37. Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J Biol Chem* 1951; 193: 265–275.
38. Lebaschy MH, Sharifi Ashoorabadi E. Effect of Different Soil Moisture Levels on Morphological and Physiological Characteristics of *Dracocephalum moldavica*. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research* 2004; 20(3): 249–261.
39. Leung J, Valon C, Moreau B, Boeqlin M, Lefoulon C, Joshi-Saha A, Chérel I. The ABC of Absciscic Acid action in plant drought stress responses. *Biol Aujourd'hui* 2012; 206(4): 301–312.
40. Lichtenthaler HK. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic light stress on primary processes of photosynthesis. *J Plant Physiol* 1987; 138: 92–96.
41. Macheix JJ, Quessada MP. Caractérisation d'une peroxydase impliquée spécifiquement dans la lignification, en relation avec l'incompatibilité au greffage chez l'Abricotier. *Physiologie Végétale* 1984; 22: 533–540.
42. Mafakheri A, Siosemardeh A, Bahramnejad B, Struik PC, Sohrabi Y. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Australian Journal of Crop Science* 2010; 4(8): 580–585.
43. Mattioni C, Lacerenze NG, Troccoli A, DeLeonardis AM, DiFonzo N. Water and salt stress-induced alterations in proline metabolism of *Triticum durum* seedlings. *Physiol Plant* 1997; 101: 787–792.
44. Mishra AK, Singh VP. A review of drought concepts. *J Hydrol* 2010; 391: 202–216.
45. Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance, *Trends Plant Sci* 2002; 7: 405–410.
46. Moussa HR. Influence of Exogenous Application of Silicon on Physiological Response of Salt-Stressed Maize (*Zea mays L.*). *International Journal of Agriculture and Biology* 2006; 3(8): 293–297.
47. Nacif de Abreu I, Mazzafera P. Effect of water and temperature stress on the content of active constituents of *Hypericum brasiliense* Choisy. *Plant Physiol Biochem* 2005; 43: 241–248.
48. Nayar H, Kaushal SK. Chilling induced oxidative stress in germinating wheat grains as affected by water stress and calcium. *Biol. Plant* 2002; 45: 601–604.
49. Nyachiro JM, Briggs KG, Hoddinott J, Johnson-Flanagan AM. Chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and water deficit in spring wheat. *Cereal Res. Commun* 2001; 29: 135–142.
50. Neill S, Desikan R, Clarke S, Hurs At RD, Hancock JT. Hydrogen peroxide and nitric oxide as signaling molecules in plants. *J. Exp. Bot* 2002; 53: 1237–1247.
51. Parida A, Das AB, Das P. NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera parviflora*, in hydroponic cultures. *J Plant Biol* 2002; 45: 28–36.
52. Parida AK, Mittra B, Das AB, Das TK, Mohanty P. High salinity reduces the content of a highly abundant 23 kDa protein of the mangrove *Bruguiera parviflora*. *Planta* 2005; 221: 135–140.
53. Parida AK, Dagaonkar VS, Phalak MS, Umalkar GV, Aurangabadkar LP. Alterations in photosynthetic pigments, protein and osmotic components in cotton genotypes subjected to short-term drought stress followed by recovery. *Journal of Plane Biotechnol Rep* 2007; 1: 37–48.
54. Reddy PCO, Sairanganayakulu G, Thippeswamy M, Reddy PS, Reddy MK, Sudhakar CH. Antioxidant Enzyme Activities and Gene Expression Patterns in Leaves of Kentucky Bluegrass in Response to Drought and Post-drought Recovery. *Plant Science* 2008; 175: 372–384.

55. Rodriguez R, and Sanchez TR. Peroxidase and IAA oxidase in germinating seeds of *Cicer arietinum* L. *Revista Espanola de Fisiologia* 1982; 38: 183–188.
56. Saeidnejad AH, Kafi M, Khazaei HR, Safikhani F, Pessarakli M. Effects of drought stress on quantitative and qualitative yield and antioxidative activity of *Bunium persicum*. *Turkish journal of Botany* 2013; 37: 930–939.
57. Sairam RK, Srivastava GC, Saxena DC. Increased antioxidant activity under elevated temperature: a mechanism of heat stress tolerance in wheat genotypes. *Biol. Plant* 2000; 43: 245–251.
58. Sangwan NS, Farooqi Abad AH, Sangwan RS. Effect of drought stress on fennel. *Newphytologist* 1994; 128: 173–179.
59. Sarmadnia G. Importance of environmental stresses in agronomy. In: *Proceedings of the 1st Iranian Congress of Crop Science*, Karaj, Iran, 1993.
60. Sekmen Esen AH, Ozgur R, Uzilday B, Tanyolac Z, Dinc A. The response of the xerophytic plant *Gypsophila aucheri* to salt and drought stresses: the role of the antioxidant defence system. *Turk J Bot* 2012; 36: 697–706.
61. Shen L, Orcutt DM, Foster JG. Influence of drought on the concentration and distribution of 2,4-diaminobutyric acid and other free amino acids in tissues of flatpea (*Lathyrus sylvestris* L.). *Environ Exp Bot* 1990; 30: 497–504.
62. Siminis CI, Kanellis AK, Roubelakis-Angelakis KA. Catalase is diffically expressed in dividing and non-dividing protoplasts. *Plant Physiology* 1994; 105: 1375–1383.
63. Smirnoff N. The role of active oxygen in the presence of plant of water deficit and desiccation. *New Phytol.* 1993; 125: 27–58.
64. Stephanie EB, Svoboda VP, Paul AT, Marc WVI. Controlled drought affects morphology and anatomy of *Salvia solendens*. *Soc Horticulture* 2005; 130: 775–781.
65. Terzi R, Kadioglu A. Drought stress tolerance and the antioxidant enzyme system in *Ctenanthe setosa*. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* 2006; 48(2): 89–96.
66. Wang FZ, Wang QB, Kwon SY, Kwak SS, Su WA. Enhanced drought tolerance of transgenic rice plants expressing a pea manganese superoxide dismutase, *J Plant Physiol* 2005; 162: 465–472.
67. Yang F, Xu X, Xiao X. Adaptive Responses to Progressive Drought Stress in Two *Populus cathayana* Populations. *Silva Fennica* 2008; 42(5): 705–719.
68. Zhang J, Jia W, Yang J, Abdelbagi MI. Role of ABA in integrating plant responses to drought and salt stresses. *Journal of Field Crops Research* 2006; 97: 111–119.
69. Zhu Z, Liang Z, Han R. Saikosaponin accumulation and antioxidative protection in drought-stressed *Bupleurum chinense* DC plants. *Environ Exp Bot* 2009; 66: 326–333.
70. Zhu JK. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Ann. Rev. Plant Biol* 2002; 53: 247–273.



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. 4, Is. 2, pp. 81-84, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.4.81

[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



UDC 635.757:665.52

### Essential Oil Content and Composition of Fennel Fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.)

\*<sup>1</sup> Marzieh Negahban

<sup>2</sup> Sajedah Saeedfar

<sup>3</sup> Vahid Rowshan

<sup>4</sup> Sharareh Najafian

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

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

<sup>3</sup> Research Center for Agriculture and Natural Resources of Fars Province, Shiraz, Iran

<sup>4</sup> Shiraz Payame Noor University, Shiraz, Iran

Corresponding author E-mail: \* marziehnegahban\_86@yahoo.com

#### Abstract

This study was carried out at the research field of Tarbiat Modares University, Peykan Shahr, Tehran to determine the content and chemical compositions of essential oil from fennel fruits at full ripening stage. The essential oil of dried fruits was extracted by hydrodistillation method using Clevenger apparatus, and analyzed by GC and GC-MS. The essential oil content of fruits was 1.1% at full ripening stage. The main oil components were *trans*-anethole (53.51%), carvacrol (11.93%), fenchone (8.32%), and timol (8.11%).

**Keywords:** *Foeniculim vulgare* Mill., essential oil, *trans*-anethole, carvacrol, fenchone, timol.

#### Introduction

*Foeniculum vulgare* Mill. is a biennial medicinal plant belonging to the family Apiaceae (Umbelliferae) spread in Mediterranean area and Central Europe. It is widely cultivated throughout the temperate and tropical regions of the world for its aromatic fruits which are used as a culinary spice. Essential oil (EO) of fennel is used as flavoring agents in food products such as beverages, bread, pickles, pastries, and cheese. It is also used as a constituent of cosmetic and pharmaceutical products. Herbal drugs and essential oils of fennel have hepatoprotective effects as well as antispasmodic effects. They are also known for their diuretic, anti-inflammatory, analgesic and antioxidant activities. Anand *et al.* (2008) reported that fennel seed possesses anticancer activity. Recently it was shown that fennel essential oil possesses emmenagogue and galactagogue properties and is a cure for pediatric colic and respiratory disorders due to its antispasmodic effects (Abdellati *et al.*, 2011). Herbal drugs and essential oil of fennel have antispasmodic, diuretic, anti-inflammatory, analgesic and antioxidant effects (Choi and Huang, 2004; Misharina and Polshkov, 2005; Parejo *et al.*, 2002). They are active for dyspeptic complaints, flatulence and bloating. The volatile oil showed antioxidant, antimicrobial and hepatoprotective activity (Toma *et al.*, 2008; Ozbek *et al.*, 2003; Aprotosoiaie *et al.*, 2010). Mature fruit and essential oil of fennel are used as a

constituent of pharmaceutical and cosmetic products. They are also used as flavoring agents in food products. Essential oil composition depends upon external and internal factors affecting the plant such as: environmental and climate conditions, season of collection, age of plants, the stage of ripening of the fruits or genetic data (Bernath *et al.*, 1999; Radulescu *et al.*, 2009; Piccaglia and Marotti, 2001). Plasticity in the chemical composition of fennel essential oil in response to climatic factors, either in nature or under controlled conditions, is less known (Aprotosoie *et al.*, 2010).

This research was conducted in order to determine the content and essential oil chemical composition of fennel fruits at full ripening stage, collected in September 2014.

### Material 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)

### Plant material

The ripe fruits were harvested in September 2014 from *Foeniculum vulgare* Mill. cultures.

### Isolation of essential oil

The volatile oils were obtained from dried fruits by hydrodistillation in Clevenger apparatus (2 hours). The oil was separated, dried over anhydrous sodium sulfate and kept in a dark glass bottle at t= 4 °C for the analysis.

### GC-MS analysis

GC/MS analysis of the essential oil was carried out using a HP5890 Series II Gas Chromatograph, HP 5972 Mass Selective Detector and Agilent 6890 Series Autosampler (Agilent Technologies, USA). A Supelco MDN-5S 30 m (meter) × 0.25 mm capillary column with a 0.5 µm film thickness was used with helium as the carrier gas at a flow rate of 1.0 mL/min. The GC oven temperature was programmed at an initial temperature of 40 °C for 5 minutes, then heated up to 140 °C at 5 °C /min and held at 140 °C for 5 min, then heated to 280 °C at 9 °C/min and held for five additional minutes. Injector and detector temperatures were set at 250 °C. Mass spectrometry was run in the electron impact mode (EI) at 70 eV. The identification of the chemical constituents of the oil was determined by their GC retention times, retention indices and interpretation of their mass spectra and confirmed by mass spectral library search using the National Institute of Standards and Technology (NIST) database with those of authentic samples or published data. The retention indices were calculated for all of the volatile constituents using a homologous series of C8–C20 *n*-alkanes. The identification of the components was based on comparison of their mass spectra in the apex of each peak with those of analytical standards from Willey Mass Spectral Library.

### Results and discussion

The hydro-distillation of dried fruits of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) at full ripening stage yielded 1.1% (w/w) EO. The results of the GC-MS analysis of EO at full ripening stage are shown in Table 2, in the order of their elution from a DB-5 column. In the present study, 17 compounds were identified in the EO representing 90.72% of the fruit volatile oil: *trans*-anethole (53.51%), carvacrol (11.93%), fenchone (8.32%), and timol (8.11%).

Table 2: Chemical Components of the Essential Oil Distilled from Fennel Fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.) at full ripening stage

Compound	Area %	RT*
1,8-cineole	4.07	4.29
$\alpha$ -pinene	0.29	5.01
$\beta$ -pinene	0.52	5.09
limonene	0.31	8.69
cymene	1.32	6.31
$\gamma$ -terpinene	0.03	9.09
camphene	0.11	9.23
myrcene	–	10.15
$\alpha$ -felandrene	–	10.38
$\alpha$ -terpinene	–	10.67
fenchone	8.32	11.10
$\gamma$ -terpinene	0.01	11.37
camfor	0.03	13.05
terpinen-4-ol	0.25	13.83
estragole	3.01	14.57
$\alpha$ -terpineol	0.19	14.89
<i>t</i> -anethole	53.51	16.67
p-anisaldehyde	–	19.38
2,3,4,6-tetramethyl-phenol	0.03	19.83
timol	8.11	20.37
carvacrol	11.93	20.64

\* RT – retention time (min)

Other major components found in fennel fruits were 1,8-cineole, cymene and estragole.

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). According to the result of the present study, *trans*-anethole was the dominant compound of the oil at full ripening stage which is the same as results of Abdellaty *et al.* (2011).

### Conclusion

According to our research the essential oil content of fennel fruits was 1.1% at full ripening stage. The main oil components were *trans*-anethole (53.51%), carvacrol (11.93%), fenchone (8.32%), and timol (8.11%).

### References:

1. Abdellaaty A., Abeer Y., Saber F., Elsayed A., Faiza M., Fawzia H. Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Essential Oils from Organically Cultivated Fennel Cultivars, *Molecules.*, 2011, 16, 1366–1377.

2. Anand P., Kunnumakara A., Sundaram C., Harikumar K., Tharakan S., Lai O., Sung B., Aggarwal B. Cancer is a preventable disease that requires major lifestyle changes, *Pharmaceut.Res.*, 2008, 25, 2097-2116.
3. Aprotosoiaie A.C., Spac A., Hancianu M., Miron A., Tanasescu V.F., Dorneanu V., Stanescu U. The Chemical Profile of Essential Oils Obtained from Fennel Fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.), *Farmacia*, 2010, 85(1), 46–53.
4. Bernath J., Nemeth E., Petheo F., Mihalik E., Kalman K., Franke R. Regularities of the essential oil accumulation in developing fruits of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and its histological background, *J. Essent. Oil Res.*, 1999, 11, 431–438.
5. Choi E.M., Hwang J.K. Antiinflammatory, analgesic and antioxidant activities of the fruit of *Foeniculum vulgare*, *Fitoterapia*, 2004, 75 (6), 557–565.
6. Misharina T. A., Polshkov A. N. Antioxidant properties of essential oils: autooxidation of essential oils from laurel and fennel and effects of mixing with essential oil from coriander, *Prikl Biokhim Mikrobiol.*, 2005, 41 (6), 693–702.
7. Ozbek H., Ugras S., Dulger H., Bavram I., Tuncer I., Ozturk G., Ozturk A. Hepatoprotective effect of *Foeniculum vulgare* essential oil, *Fitoterapia*, 2003, 74 (3), 317–319.
8. Parejo I., Viladomat F., Bastida J., Rosas-Romero A., Flerlage N., Burillo J., Codina C. Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled mediterranean herbs and aromatic plants, *J. Agric Food Chem.*, 2002, 50 (23), 6882–6890.
9. Piccaglia R., Marotti M. Characterization of some Italian types of wild fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), *J. Agric Food Chem.*, 2001, 49 (1), 239–244.
10. Rădulescu V., Pavel M., Teodor A., Tănase A., Ilieș D.C., Analysis of volatile compounds from infusion and hydrodistillate obtained from the species *Thymus pulegioides*, *Farmacia*, 2009, 57(3), 282–289.
11. 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):1173–1178.
12. 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, 3:90–93.
13. Toma C., Pancan I., Chiriță M., Zamfir A., Electrospray ionization tandem mass spectrometric investigation of *Melissa officinalis* oil, *Farmacia* 2008, 56(1), 92–98.

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. 4, Is. 2, pp. 85-98, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.4.85

[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



UDC 575.174.2

## Some Conjectures on Y-DNA Haplotype R1a1 Migrations Based on new North Eurasian Paleogenetic Data

<sup>1</sup>Alexander S. Semenov

<sup>2</sup>Vladimir V. Bulat

<sup>1</sup>Moscow Institute of Physics and Technology, Russian Federation

BioPharmCluster «Northern», Department of Innovative Pharmaceuticals and Biotechnology (IPB)

<sup>2</sup>Deep Dive Research Group, Russian Federation

### Abstract

This work considers the problems of paleogenetics, archeology and antropology connected with mesolithic site Yuzhniy Oleni Ostrov and early migration of Y-DNA R carriers. Some hypotheses of the repopulation of the North Eurasia after the glacial age are considered, especially those connected with the ancient populations of the Onega lake shores. The hypotheses are matched and compared with the new paleogenetic data. New accents on existing hypotheses are formulated.

The main peculiarities of the paper are taking into account of the hypothesis of A. Romanchuk of the Eastern Eurasian origins of Sino-Caucasian language family and the interpretation of ancient Y-DNA R1a1\* presence in the Yuzhniy Oleni Ostrov site. The possibility of sino-caucasian/enissean language attribution of prehistoric languages of the North Eurasia and the Central Asia region is also discussed.

**Keywords:** burushaski, hunza, haplogroup, R1a1, Mesolithic, Yuzni Oleni Ostrov, paleogenetics, paleolinguistics, Sino-Caucasians, subclades, Zarzian culture.

### Введение

В работах А.А. Романчука [1, 41] развивается гипотеза о древних взаимосвязях носителей Y-гаплогруппы R и производных с сино-кавказской языковой семьей. Данная статья также касается этого вопроса\*. Особую актуальность придает статье анализ недавних результатов генетического типирования мезолитического или же раннеэолитического обитателя стоянки Олений Остров, у которого была обнаружена гаплогруппа R1a1\*(xR1a1a) (R1a1-SRY10831.2\*), сестринская по отношению к основному субкладу R1a1a. Близкие, а также базальные по отношению к нему гаплотипы ранее наблюдались в Иране и Восточной Турции [2, с. 25, с. 42, с. 49; 3, с. 1].

### Материалы и методы

Основным научным методом данной статьи является интерпретация недавно полученных генетических данных на базе их сопоставления с опубликованными археологическими и, в меньшей степени, лингвистическими данными. Методологическим

\* Основным автором статей [1, 42] - [Romanchuk A.A., Semenov A.S. R and Q haplogroups of Y-chromosome and Proto-North Caucasian Substratum of Proto-Indo-Europeans // Russian Journal of Biological Research, 2014, Vol. (1), № 1, pp. 46-68.] является А. А. Романчук.

подходом выступает наложение карт распространения древних и современных гаплотипов R с распространением ряда мезолитических и неолитических культур, их корреляция с распространением сино-кавказской языковой семьи. В качестве методологической базы используется теория А.А. Романчука о миграции носителей сино-кавказских языков из восточной части Евразии.

Используемыми материалами являются данные по распределению древних и современных Y-гаплогрупп (в особенности R и Q). Доказанные ареалы распространения древних археологических культур, опубликованные сведения о сходстве разнесенных во времени и пространстве языковых групп являются основными научными материалами статьи.

### Обсуждения и результаты

В настоящее время бурное развитие палеогеномики и появление результатов древних типирований ставит множество частных проблем по выяснению происхождения отдельных групп гаплотипов и ассоциированию их с древними миграциями. Важной и нерешенной на сегодняшний день проблемой является происхождение, миграция и древняя история носителей Y-гаплотипа R и их связь с регионом Центральной Азии и Южной Сибири. Практический интерес вызывает история генотипа и внешние связи народа хунза из группы бурушаски (имеющих большую долю Y-гаплотипа R), о котором распространено мнение как о носителе уникальных генетических характеристик в области долголетия. А. А. Романчуком [1] была выдвинута гипотеза о том, что древние миграции носителей гаплотипа R и Q (в западном направлении) могут отражать миграции носителей сино-кавказских языков. В 2015 году в работе [2] были обнародованы результаты генотипирования останков из Северной Евразии (Южный Олений Остров), которые показали присутствие древнего субклада Y-гаплотипа R1a1. И в связи с этой находкой возникает задача проверить, что данный результат не противоречит выводам работы [1], и проследить возможные варианты древних миграций в контексте упомянутой гипотезы А.А. Романчука.

Несмотря на то, что поток данных пока еще скуден, уже имеется гипотеза о том, что на рубеже палеолита и мезолита (в эпоху колоссальных изменений климата, причем, не однонаправленных, а скачкообразных), и масштабных миграций [4, с. 195], единая в культурном отношении группа племен распространилась в Средней Азии и Прикаспии. Эта миграция давным-давно замечена археологами и ассоциируется с мезолитом комплекса Зарзи и его производными: *«Весьма вероятно, что часть населения Южного Прикаспия, характеризующаяся асимметричными формами геометрических микролитов, совершила далекий путь по восточному берегу Каспийского моря в Южное Зауралье, где складывается в начале голоцена (а может быть, и в позднем плейстоцене) янгельская мезолитическая культура с такими же формами микролитов»* [4, с. 197].

Мезолит восточноприкаспийского типа связан с комплексом Зарзи на Ближнем Востоке и в Загросе [4, с. 153]. А. Г. Е. Марков вообще считал, что Восточный и Южный Прикаспий, Центральный Иран и Северный Ирак были заселены в мезолите этнически родственными племенами [5, с. 153-154]. Янгельская культура мезолита Башкирии, с характерными для нее геометрическими микролитами, также может иметь прямое отношение к Южному Прикаспию [6], и это - миграция IX тысячелетия до н.э. Мотивации подобных миграций в начале мезолита вполне объяснимы: вслед за потеплением резко менялись ландшафты, и привычные для охоты животные (мамонты, носороги, северные олени) отступали на север, а за ними двигались группы первобытных охотников.

Догадки о принадлежности Y-гаплогруппы R1 и ее производных в верхнем палеолите и мезолите части племен зарзийского комплекса и его выселков в Средней Азии и на Урале, начинают получать первые научные подтверждения. В статье П. Андерхилла Северный Иран фигурирует как точка исхода современных субкладов R1a1-Z93, R1a1-Z282 [3]. Типирование неолитического обитателя самарской степи (стоянка Лебяжинка IV, которая российскими специалистами относится к елшанской культуре), показало R1b1\*(xR1b1a1, R1b1a2) [2, с. 25]. Древний субклад R1b-M73 отмечается у башкир и туркмен.

Остается сделать предположения относительно языковой принадлежности носителей соответствующего археологического и генетического типа. Относительно мезолитического населения, в X–IX тысячелетиях до н.э. широко расселившегося на территории современного



Северного Ирана, Средней Азии и на Урале, есть гипотеза о том, что это могла быть подгруппа синокавказской языковой семьи, куда входили языки хатто-хурритские, бурушаски, енисейские, ныне представленной лишь реликтовыми кетами в Красноярском крае и бурушаски в горах Центральной Азии. «Не исключено, что енисейские языки, как и некоторые другие изолированные языки (бурушаски, эламский и др.), представляют собой островок так называемого «палеоевразийского» субстрата, который следует возводить непосредственно к архаическому языковому состоянию древней Центральной Азии» [7, с.169-177]. О возможной близости трех перечисленных групп говорят работы [39, 40].

Согласно сино-кавказской (дене-кавказской) гипотезе, распад этой макросемьи методами глоттохронологии датируется IX тысячелетием до н.э., что вполне коррелируется с датировками распространения «зарзийской общности» в Среднюю Азию и на Южный Урал. На несомненную связь «зарзийцев» и дене-кавказцев указывает и гипотеза о расселении определенных групп носителей данных языков с гор Загроса [9].

В последние несколько лет на основании новых данных появилась гипотеза о путях расселения лингвистических сино-кавказцев, усиливающая роль Центральной Азии в этом процессе. Еще в 2008 году А.А. Романчук выдвинул гипотезу о происхождении сино-кавказцев из Восточной Азии, обоснованную археологическими и антропологическими данными. Эта гипотеза делает логичной миграцию на-дене в Америку, а также и гипотезу Шеворошкина о родстве северо-кавказских и салишского языка Америки\*.

Данный взгляд только подтверждает гипотезу об изначальной принадлежности гаплогруппы R носителям сино-кавказской или близкой к ней семьи языков. Это подкрепляется новыми данными об обнаружении древнейшей известной Y-гаплогруппы R в останках мальчика МА-1 с южносибирской стоянки Мальта, жившего около 24 тыс. лет назад [25, с. 45]. Романчук полагает, что в конце палеолита (или даже в середине верхнего палеолита) группы носителей гаплогруппы R продвинулись в Среднюю Азию (действительно, Самаркандскую стоянку в технологическом археологическом отношении сближают с мальтинско-буретской культурой в целом [26, с. 333]). А ранее – в начале верхнего палеолита – гаплогруппа R образовалась из гаплогруппы K (происхождение которой некоторые (но не все!) исследователи локализуют в Юго-Восточной Азии).

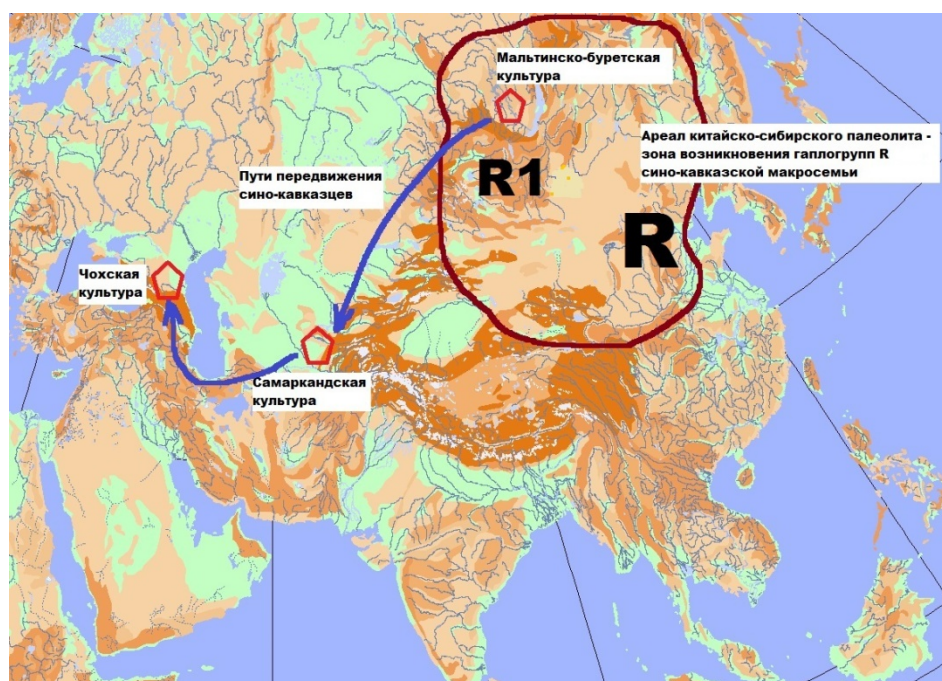


Рис. 1. Схематическое изображение одной из возможных миграций, согласно гипотезе А.А. Романчука (карта В.В. Булата)

\* <http://socialscienceresearch.org/index.php/GJHSS/article/view/736/683>

Ареал между горами Ирана и Западным Китаем, несомненно проходит через Среднюю Азию, и миграции, в какую бы сторону они не шли, восточнокаспийских мезолитических племен укладываются в хронологические и географические рамки данного процесса. Таким образом, данная гипотеза выглядит правдоподобно.

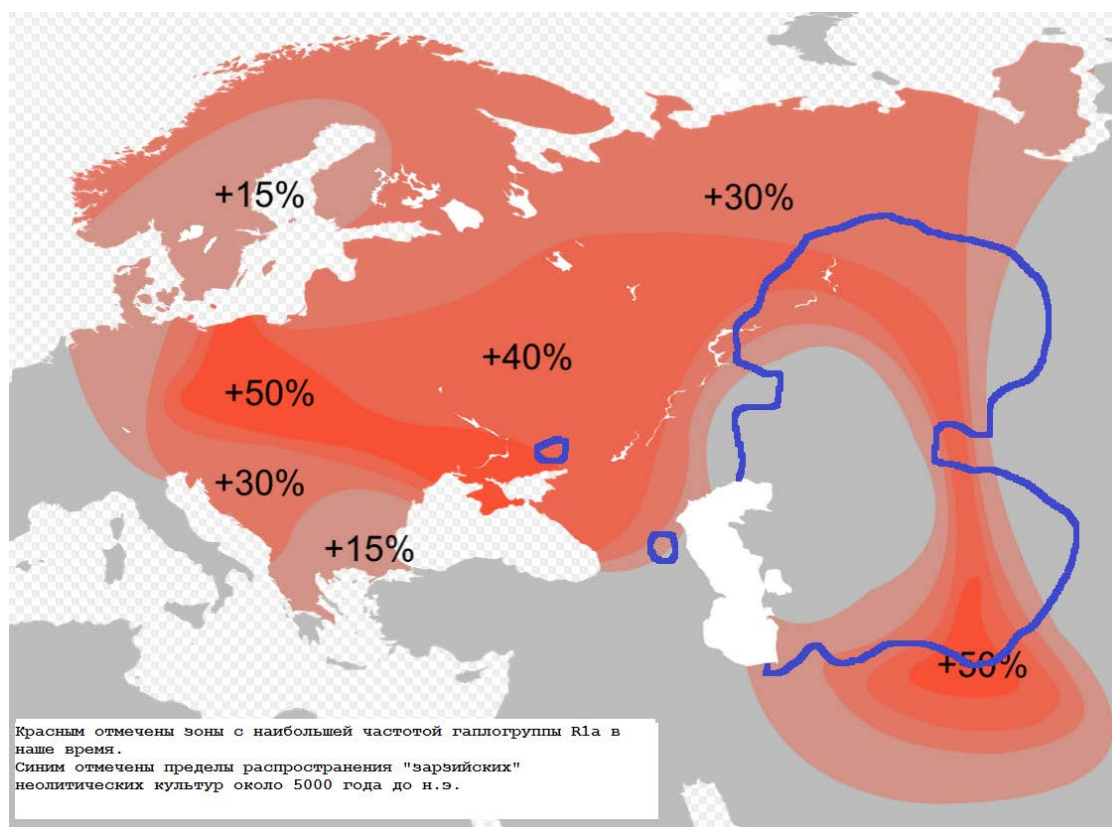


Рис. 2. Распространение гаплогруппы R1a1 в наше время  
(Синей линией показан ареал мезолитических и неолитических культур зарзийского происхождения около 5000 года до н.э.)

Исследователь Средней Азии Л.М. Сверчков идет дальше, по его версии германцы-балты-славяне (а это, европейский сегмент носителей R1a1 (субклад Z-282 и нисходящие), потомки носителей культуры шнуровой керамики) - пришли из глубин кельтиминарской культуры Приаралья: «Таким образом, для кельтеминарской культуры (с тремя локальными вариантами) не остается иного выбора, кроме признания ее в качестве германо-балто-славянской диалектной общности. На юге она тесно соприкасалась с джейтунской культурой — ареалом тохарских диалектов, на западе — с айдаболской культурой, в которой следует признать вторую часть западно-индоевропейской или «древнеевропейской» группы — итало-кельто-иллирийскую. Нетрудно убедиться, что именно комплекс кельтеминарской и айдаболской культур послужил исходным для того типа хозяйства, жилища, форм посуды, техники ее изготовления и орнаментации, которые обычно приписываются индоевропейским народам» [14, с. 171].

Однако, каким же мог быть язык именно тех носителей R1a1, которые затем влились в состав формирующихся индоевропейских народов? В работах А.А. Романчука и Э. Вайды показано, что народы западных ветвей сино-кавказской общности (баски, кавказцы и буриши\*) имеют определенную примесь гаплогруппы L [1, с. 54-55; 10]. Кеты же этой значимой примеси не имеют, являясь практически полностью носителями гаплогруппы Q и R (Q доминирует). Некоторыми лингвистами особо выделяется родство между кетами и буришами (например, гипотетическая карасукская группа†), а буриши — это народ,

\* К буришам и относится знаменитое племя хунза.

† VanDriem, George. The Languages of the Hialayas. Brill, Leiden 2001. ISBN 90-04-10390-2



обитающий в Центральной Азии, недалеко ушедший от ареала зарзыйского мезолита. Гаплогруппа L не присутствует равномерно и в значимом количестве у всех сатемных индоевропейских народов (которых объединяет сравнительно высокая концентрация гаплогруппы R1a1), поэтому гипотетический язык племен, на котором говорили носители базовых субкладов R1a1 на древних этапах их расселения, мог сохранять близость к прахатто-хурритскому, енисейским, бурушаски в их изначальном состоянии (до влияния носителей L). Причем енисейские видятся группой языков, меньше подвергнувшихся этим воздействиям. Кроме того, работы И. Чашуле [12, с. 62-67] указывают на факт наличия связей бурушаски и индоевропейских языков в области лексики. Возможно, язык бурушаски отражает тот момент, когда какие-то из зарзыйских племен уже попали в зону формирования индоевропейского языка и стали его активными участниками.

О работах И. Чашуле хочется сказать особо. Первоначальным акцентом исследования была проверка гипотезы о том, что народы бурушаски представляют собой ассимилированных потомков воинов Александра Македонского. Сравнения, приведенные Чашуле, действительно показали возможную близость ряда корней бурушаски с реликтовыми древними индоевропейскими языками Балкан. Затем последовала критика работ со стороны Дж. Бенгтсона и В. Блажека [15], указывающая на различие по строю и грамматике, причем у бурушаски действительно высокий процент сходжений в базовой структуре с кетскими, кавказскими и баскским [15, с. 27-30]. Однако, Эрик Хемп, в целом поддержав теорию Чашуле, внес корректировки – язык бурушаски, если и родственен индоевропейским то на более глубоком уровне, чем даже хеттский (анатолийские). И как итог в работе И. Чашуле 2012 года [12, с. 123] было предложено следующее древо языков (рис. 3):

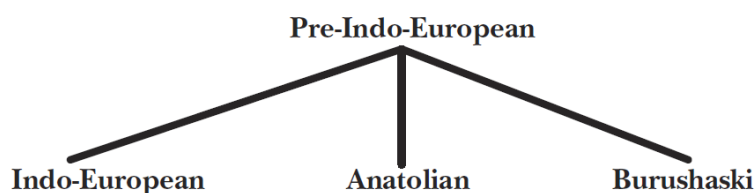


Table 7. Burushaski as a branch of Pre-Indo-European (?)

Рис. 3. Иллюстрация взаимосвязей языков по Чашуле-Хемпу (в их оригинальной версии)

Исходя из вышесказанного, легко объяснимы параллели в лексике. В словаре *The American Heritage* высказана гипотеза, что понятие *abel* (яблоко), обозначающее фруктовое дерево, было заимствовано из бурушаски (на бурушаски «яблоко» и «яблоня» - *báalt*) [13]\*. Тем самым, слово «яблоко», относящееся к общему праязыку германцев-балто-славян (но не романцев и не греков), может быть субстратным из буришского. То же самое со словом «серебро». В.В. Иванов отмечает: «Сопоставление балто-славяно-германского «серебра» с миграционным средиземноморским термином типа груз-зан. \*wercixl- 'серебро' (груз. wercxl-) при баск. zirar, zidar, араб. sarīf, хауса 'azgurfa должно учитывать, по-видимому, и возможность выделения в этом последнем двух разных основ, одна из которых "сопоставима с бурушаски burī 'серебро' (ср. вторую половину балто-славяно-германского термина)» [16, с. 67-68].

Есть и другие намеки на целесообразность данного направления поисков. В статье В.В. Иванова и Т.В. Гамкрелидзе «Индоевропейская прародина и расселение индоевропейцев: полвека исследований и обсуждений» можно встретить следующие утверждения: «Согласно исследованиям А.П. Дульзона по характеру древних гидронимов дотюркское население Северного Казахстана было по языку енисейским (Дульзон 1962, 1968а, б; 1970). Финно-угорские группы и находившиеся с ними в интенсивном контакте иранцы относятся к более поздним обитателям этих и более южных районов». «Если допустить возможное енисейское население для Ботайской культуры...» [17, с. 109-136].

\* Заслуживает внимание наличие гаплогруппы R2 у 7% живущих в Приаралье каракалпаков (<http://www.pnas.org/content/98/18/10244/T1.large.jpg>), и у 14% буришей (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17047675>), что может коррелировать со связью буришей и кельтиминарской культуры.

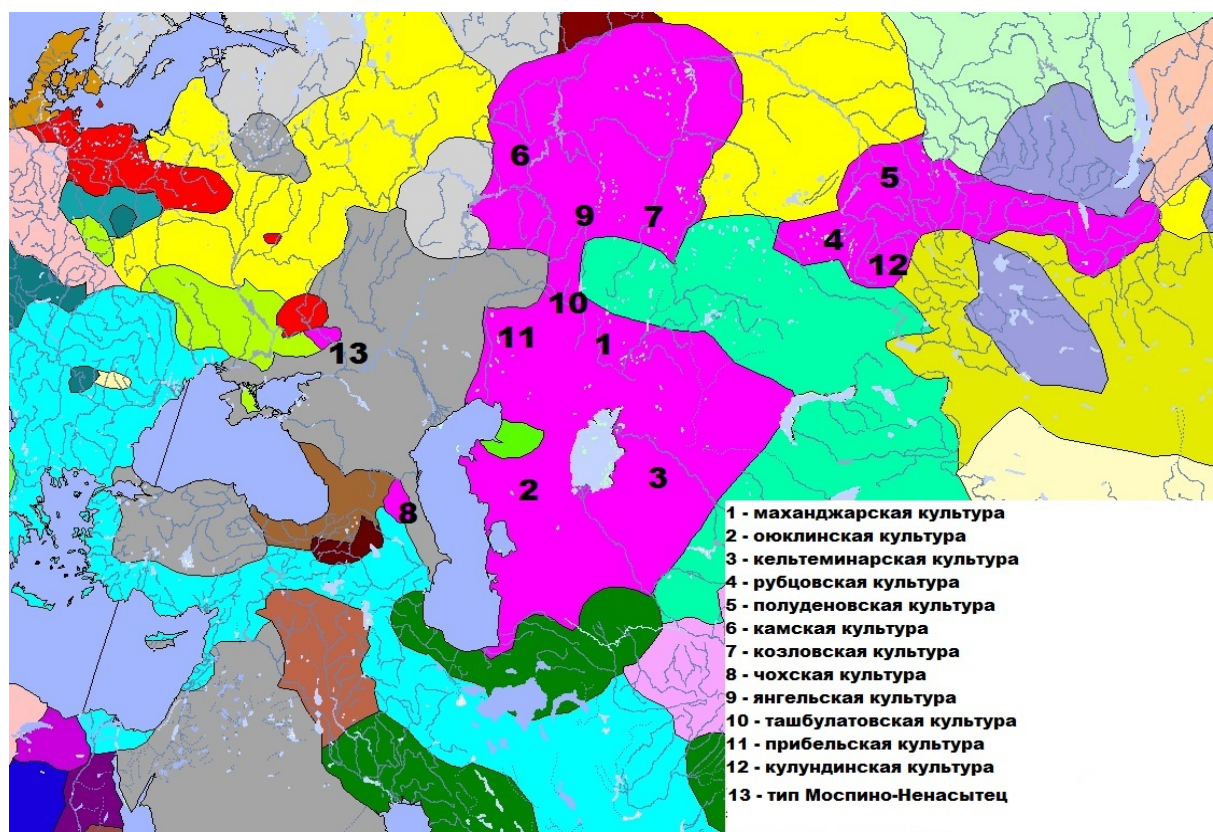


Рис. 4. Авторская карта В.В. Булата распространения археологических культур в Центральной Азии около 5000 года до н.э. (племена – возможные носители древних синокавказских языков показаны сиренево-розовым цветом)

Археология показывает миграцию собственно кетов в Сибирь с Юга. В неолите (начиная с VI тысячелетия до н.э.) группы зарзийского происхождения расширяли свое пространство в Средней Азии, а также продолжали расселение за пределы своего мезолитического ареала – в Сибирь. «В литературе утвердилось мнение, что предки кетов относительно недавно мигрировали на Енисейский Север, и формирование этого народа происходило на юге междуречья Оби и Енисея (Алексеев 1994: 189). По мнению Е.А. Алексеева, первые достоверно известные кетоязычные группы на рубеже эр проживали в горно-таежных районах Южной Сибири и Северо-Восточного Синьцзяна (Китай) (Алексеев 1976: 180–184). По данным топонимических исследований А.П. Дульзона, кетские (енисейские) названия широко распространены на востоке и юго-востоке Западной Сибири (Дульзон 1960: 291). Ареалы енисейских топонимов и гидронимов выявлены А.П. Дульзоном на значительной территории Сибири, и даже в Северо-Восточной Синьцзяне (Дульзон 1962: 50–84)» [18, с. 83-84].

В неолитической Средней Азии возникает достаточно обширная кельтеминарская культурная общность. А на Средней Волге еще в VII тысячелетии до н.э. формируется уникальная – самая древняя в Европе культура керамики – елшанская. Вопрос о происхождении культуры является дискуссионным. Ряд авторов, основываясь на некотором сходстве керамических сосудов, считают, что возникновение памятников елшанского типа – это результат миграции на Среднюю Волгу инокультурного населения из Средней Азии (т.е. вероятно пост-зарзийцев) [20, с. 258-261]. Другие авторы считают, что культура сложилась в результате адаптации среднеазиатской керамики местным автохтонным населением [21, с. 201], но в любом случае взаимодействие со среднеазиатским центром влияния налицо.

Для ответа на вопрос, где же обитатели древней Средней Азии могли влиться в состав формирующихся индоевропейских народов, целесообразно оттолкнуться от версий происхождения последних.

На текущий момент остались по сути лишь две основные гипотезы: ближневосточная гипотеза с вариантом Гамкрелидзе-Иванова, которые выводят их с Армянского нагорья или с вариантом Ренфрю, выводящим из Анатолии, и т.н. курганная гипотеза, с т.з. которой прародина индоевропейцев – степи Южной России и Украины, где в III тысячелетии до н.э. (некалиброванные радиоуглеродные даты) переживает расцвет ямная культурная общность. Для ямной культуры предком, вероятно, является культура Средний Стог, которая занимала пространство в степях Приазовья между Днепром и Доном [22] и частично хвалынская культура самарских степей. Предковой для среднестоговской культуры можно считать днепро-донецкую культурно-историческую общность (V тысячелетия до н.э.) [23, с. 324-325].

Если индоевропейцы все же пришли с Ближнего Востока, то появление R1a1 у них становится логичным и опять-таки указывающим на зарзыйские культуры, так как согласно работе П. Андерхилла [3], очаг распространения современных субкладов (Z282 и Z93) этой и предшествовавших ей гаплогрупп шел с Северного Ирана – юга зарзыйского ареала. Тем самым просматривается траектория «Центральная Азия – Ближний Восток – Европа», причем в Загросе или на Ближнем Востоке могла произойти трансформация языка носителей R1a1. Однако обзор последних данных, который будет дан ниже, заставляет рассмотреть и находки Северной Евразии (а именно – Вост. Европа) в преломлении к сино-кавказской гипотезе. Результатом анализа данной статьи является то, что новые данные не противоречат гипотезам о синокавказской атрибуции носителей гаплотипа R1 и их выхода из восточной части Евразии.

Выброс мезолитических культур из Средней Азии и прилегающих районов в Восточную Европу давно замечен археологами. Двумя претендентами на синокавказский язык (центральноазиатский) и вероятно наличие искомой гаплогруппы R1a1 в Восточной Европе могут считаться Камская культура и культура типа Моспино-Ненасытец на Северском Донце.

Камская культура развивается в Среднем Поволжье: «Во второй половине бореального периода здесь появляется население, оставившее камскую культуру. Пути его проникновения в бассейн Камы не вполне ясны, возможно, сложение этой культуры двумя путями — или из-за Урала, или из Прикаспия. Самая южная стоянка этой культуры — Захар-Калма I — несколько отличается от всех остальных. Не исключено, что она представляет собой и особую культурную группу. Однако решать окончательно этот вопрос сейчас невозможно. Во всяком случае, ареал остальных памятников камской культуры и их общность с мезолитическим населением Среднего Зауралья говорят о возможности и восточного происхождения этих памятников» [4, с. 92]. Происхождение Моспино-Ненасытенского типа авторы энциклопедического атласа Tartarica связывают с восточноприкаспийским мезолитом [24, с. 72], а Сверчков пишет, что «днепро-донецкая культура, как и ее производная Средний Стог II, связана с расселением племен айдаболской культуры» [14, с. 172].

По его мнению, «позднемезолитическим–раннеолитическим комплексам относятся материалы из стоянок староречий р. Зарафшан, демонстрирующие отщепово-пластинчатую индустрию с явным преобладанием отщепов, что указывает на северо-восточные пределы распространения прикаспийско-ближневосточной традиции каменной индустрии (Холматов, 2000, с. 25–27). На плато Устюрт выделяется айдаболская культура эпохи мезолита и неолита, для которой характерна пластинчатая индустрия, обнаруживающая генетические связи с мезолитическими памятниками Южного Прикаспия (Джебел, Дам-дам-чешме). В то же время отмечается сходство отдельных орудий с материалами южноуральских стоянок Янгелька и Мысовая и мезолитических комплексов т. н. сероглазовской культуры Северного Прикаспия (Авизова, 1990, с. 24–25)».

А.В. Виноградов на основании находок в позднемезолитической стоянке Айдабол ассиметричных трапеций янгельского типа предвидел, что «в будущем районы распространения мезолитических индустрий ближневосточных типов в Прикаспии сомкнутся с областью распространения южнозауральской янгельской культуры» (Виноградов, 1979, с. 57)» [14, с. 49-50].



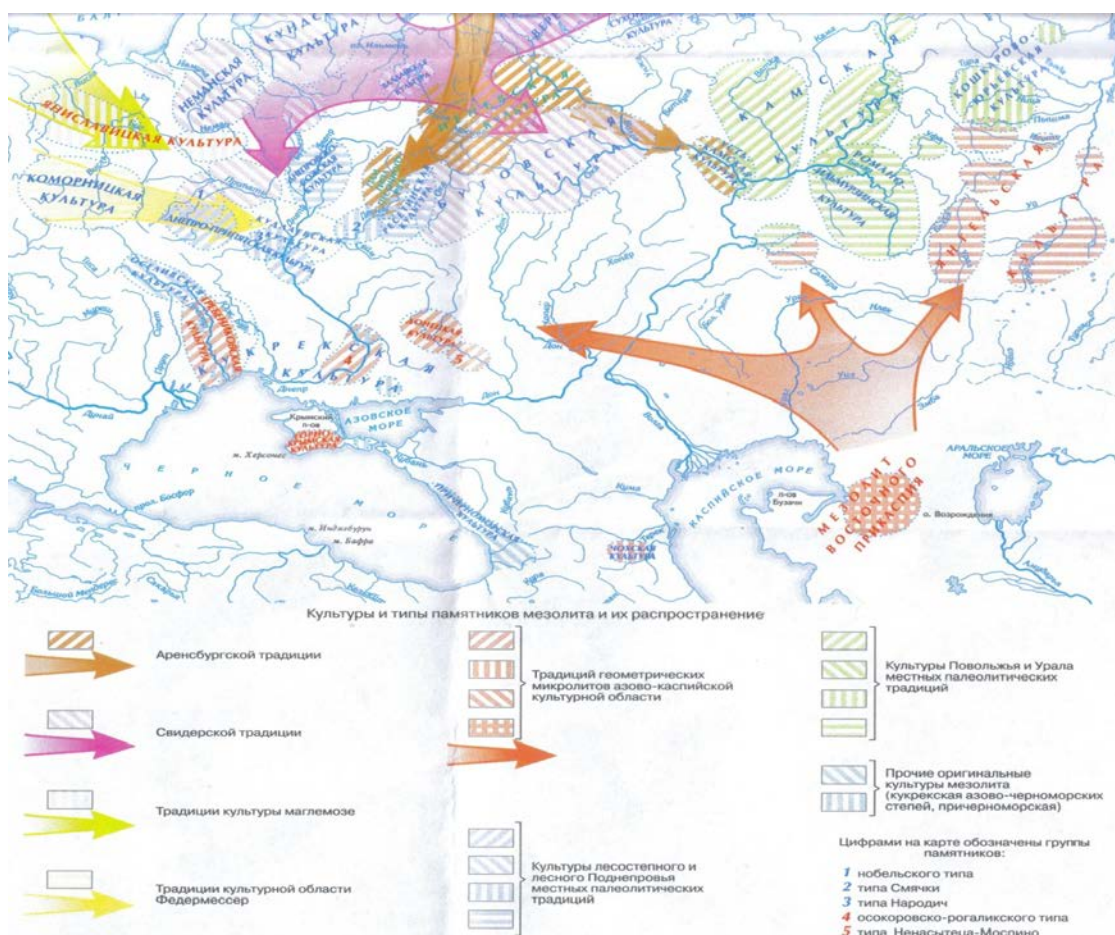


Рис. 5. Карта «Восточная Европа в эпоху мезолита» [24, с. 72]

В статье [2, с. 42, с. 49] 2015 года большим международным коллективом генетиков были обнародованы замечательные результаты. Останки мужчины, жившего на Южном Оленьем острове в 5500 до н.э. (имеющие инвентарный номер 142), содержат Y-гаплогруппу R1a1, причем относящиеся к древнему субкладу R1a1-SRY10831.2\*, не содержащему маркера M198, присущего R1a1-z282 и R1a1-z93. То есть уже в мезолите Северная Европа входила в ареал распространения R1a1.

Первоначально могильник был датирован II тысячелетием до н. э., но затем дата его образования отодвинута на три-четыре тысячи лет вглубь истории – в V–VI тысячелетие до н.э. [4, с. 31]. Антропологическая принадлежность человеческих останков могильника была дискуссионной. Рост скелетов достигал 180 см. Часть исследователей считали найденные черепа кроманьонидными, другие замечали монголоидное влияние [27, с. 59, с. 64].

По поводу происхождения могильника широко принятой является «европейская точка зрения». В.П. Якимов придерживался европоцентрической точки зрения и предположил, что своим происхождением они связаны с позднепалеолитическим населением Восточной Европы, продвигавшимся вслед за ледником на север и северо-восток [11, с.54]. «Таким образом, собранные близкие к современности краниологические серии, новые данные о древнем населении, как нам представляется, скорее, привнесли дополнительные аргументы в пользу справедливости теории широкого распространения в мезолите на огромных пространствах Европы – от Карелии, Крыма, Украины до Югославии, Чехии, Дании и Южной Швеции – вариантов североевропейского антропологического типа, генетически происходившего от верхнепалеолитического населения европейской северной приледниковой зоны. Вариантов, в составе которых достаточно широко были представлены некоторые, лишь внешне сходные с монголоидными, но не связанные с ними генетические признаки» [28].

Относительно археологических связей данной находки был сделан вывод о ее принадлежности к выделенной в южной части края так называемой «кремневой»

мезолитической культуре, связанной своим происхождением с кругом культур Волго-Окского междуречья и (со времени появления с VIII тысячелетия до н.э.) сосуществовавшей с более ранней (с X тысячелетия до н.э.) «местной кварцево-сланцевой» культурой, основанной выходцами с Северного Приуралья или Зауралья и родственной финляндской культуре Аскола – Суомусярви [4, с. 31]. Впрочем, эта точка зрения, разделяемая многими специалистами тридцать лет назад, была отвергнута, и в наше время могильник пытаются сопоставить с т.н. «онежской мезолитической культурой», распространенной на всех берегах Онежского озера, кроме южного [28].

Мезолит Карелии в целом ведет происхождение от более западных вариантов. Аскола и Суомусярви – это очень близкие друг другу мезолитические культуры [4, с. 31] аренсбургского и гамбургского происхождения, что указывает на естественный путь заселения Скандинавии из северных районов Центральной Европы, где в финальном палеолите располагались данные культуры. Однако, есть и иной взгляд именно на онежскую культуру, как на отличающуюся от мезолита запада и востока, но имеющую некоторые сходства с типом Веретье, занимавшим южное побережье Онеги [29, с. 244-252], и даже с поздним этапом бутовской культуры Волго-Окского междуречья [24, с. 72]. Западные связи типа Веретье и бутовской культуры указывают на мезолитические культуры Северной Европы типа Маглемозе и Стар-Карр в первом случае и свидерскую культуру во втором [4, с. 195]. Поскольку яниславичская культура также происходит (полностью или частично) от культуры Маглемозе [4, с. 61], а ее вполне можно заподозрить в привнесении некоторых элементов в Днепро-Донецкую общность, последнюю также можно частично отнести к этому кругу культур.



Рис. 6. Авторская карта В.В. Булата археологических влияний на сообщество создателей Оленеостровского могильника. Синей пунктирной линией отмечена береговая линия Анцилового озера около 6000 года до н.э.

В статьях В.И. Хартановича и А.А. Романчука [37, 36] приведены аргументы о существовании северного антропологического типа, причем в показано, что население Южного Оленьего острова принадлежит к североевропейскому реликтовому одонтологическому типу:

«Таким образом, собранные близкие к современности краниологические серии, новые данные о древнем населении, как нам представляется, скорее, привнесли дополнительные аргументы в пользу справедливости теории о широком распространенном в мезолите на огромных пространствах Европы – от Карелии, Крыма, Украины до Югославии, Чехии, Дании и Южной Швеции – вариантов североевропейского антропологического типа,

генетически происходившего от верхнепалеолитического населения европейской северной приледниковой зоны. Вариантов, в составе которых достаточно широко были представлены некоторые, лишь внешне сходные с монголоидными, но не связанные с ними генетически признаки» [37, с. 143–156.] и «Среднеевропейский комплекс признаков, в целом, представлен и среди мезолитического (Васильевка III) и неолитического (днепро-донская культура) населения Украины. На севере — в Карелии (Олений остров) и Латвии (Звейниеки) в мезолите прослеживается также массивный, т. е., в целом нередуцированный одонтологический комплекс с рядом признаков восточного характера — североевропейский реликтовый одонтологический тип» (Гравере 1999а: 213)» [36, с. 320].

В этом случае (если правы В.И. Хартанович и А. А. Романчук) вероятные кандидаты на более дальнее родство с Оленьим Островом — это культуры Эртебелле, воронковидных кубков, и тогда базовым сценарием для носителей R1a1 может представляться выход из Восточной Азии через Сибирь по приледниковой зоне вплоть до расселения по берегам Литоринового моря и образования культуры Маглемозе. Логичность ухода охотников на северо-запад вслед за отступающим ледником и наличие в Европе древних Y-гаплотипов Q делает такую миграцию весьма вероятной. Язык переселенцев в этом случае мог относиться к особой семье, стоящей близко к прасинокавказской или непосредственно к ней. Это взгляд подтверждают и отдельные лингвистические наблюдения Ю. Мосенкиса о субстрате енисейского типа в прагерманском и кельтском [42] (особого доверия заслуживают параллели, ранее отмеченные Вяч. Вс. Ивановым и А.П. Дульзоном).

Впрочем, ряд других фактов указывают, что Олений Остров могла затронуть и непосредственно миграция из Центральной Азии и даже Ближнего Востока мезолитической эпохи. Первый кандидат — особая печорско-двинская культура, которую связывали с камским неолитом [34, с. 240], который в свою очередь развивался на местном мезолите, родственном среднеазиатским мезолитическим культурам зарзыйского происхождения. Впрочем, датировки печорско-двинской культуры слишком поздние (IV–III тысячелетия до н.э.) и не могут иметь отношения к могильнику Оленьего Острова. Однако, и более ранний мезолит Сухоны и Вычегды может быть сопоставлен с янгельской культурой [4, с. 45], чье происхождение с Восточного Прикаспия несомненно. Также миграция могла идти и через культуру Моспино-Ненасытец, связанную с прикамским, прикаспийским или даже зарзыйским мезолитом.

Не исключен и вариант миграций с юга. Находка гаплотипа R1a на Оленьем Острове полностью не отменила выводов статьи [3] о ближневосточном происхождении основных субкладов R1a1, поскольку В. Хаак и другие авторы подчеркивают базальность найденных в Анатолии, на Кавказе и в Иране гаплотипов R1a\* по отношению к парагруппе R1a1\*[2]. Кроме того, в статье Зубовой А.В. «Население ямной культурно-исторической общности в свете одонтологических данных» подчеркивается неожиданное сходство олениостровцев и представителей культуры Чатал-Гуйюк: «Однако наблюдаемое на графиках распределение групп провоцирует целый ряд вопросов, поскольку по типологическим характеристикам сближаются группы, диаметрально противоположные географически и для которых вероятность непосредственного биологического родства и взаимных контактов исключена. Наиболее яркой иллюстрацией этого является сближение мезолитической серии из Олениостровского могильника с выборкой из Чатал-Гуйюка по значениям второго фактора» [38, с. 92].

Ближневосточный вариант не противоречит и родству языка носителей R1a1 с енисейскими. Интересную привязку современных енисейских языков к древним языкам Евразии делает А.С. Касьян: «Генеалогическая атрибуция хаттского языка не установлена. Наиболее перспективным выглядит сопоставление с языками сино-кавказской макросемьи и постулирование отдельной хаттской ветви внутри этой макросемьи (причем Х. я. показывает специфическую близость скорее с енисейской и северо-кавказской ветвями нежели с сино-тибетской)» [39, с. 446]. При этом в статье [40, с. 317–318, 339, 343] автор подчеркивает близость хаттского с кетским. То есть наиболее вероятными наследниками синокавказских языков Центральной Азии могут выглядеть хаттские и хурритские, кетский, бурушаски (учитывая гипотезу о карасукской семье), и язык населения Оленьего острова мог также принадлежать этой группе.

О том, какой вариант миграции окажется верным, смогут показать лишь дальнейшие результаты генотипирования останков носителей таких культур как яниславичская, буговская, нарвская, верхневолжская, днепро-донецкая и других упомянутых в данной статье. Также следует отметить следующее наблюдение. Кавказские и переднеазиатские реликтовые R1a1 из работы [3] находятся недалеко от центров добычи и заготовки обсидиана в Анатолии (например, Чатал-Гуйюк). Олений остров – крупный центр мезолитической кремневой индустрии (матовый серый кремль, сланцевые топоры, кварцевые наконечники [4, с. 31]). Один из реликтовых гаплотипов современных людей, сходных с олениостровским, был обнаружен в Белоруссии – а это район древних шахт добычи камня эпохи шнурованной керамики (общепризнанных носителей R1a1, что подтверждено первыми результатами типирования). Это позволяет выдвинуть гипотезу, что распространение носителей гаплотипа R1a1 могло идти в связке с освоением месторождений ценных пород камня в мезо- и неолите.

### Заключение

Таким образом, новый результат генотипирования не отвергает гипотезу о первоначально синокавказской или близкой к ней языковой принадлежности носителей гаплотипа R. Появление R1a1 на Оленьем острове на сегодняшнем уровне знаний может рассматриваться и как миграция древних охотников вслед за ледником из Центральной Азии в Европу времен рубежа палеолита-мезолита, и как зарзыйская миграция времен мезолита, и данный вопрос могут решить дальнейшие находки и типирования. Для более детального прояснения вопроса необходимо продолжать осуществлять «глубокие» типирования древних останков на российских лабораторных мощностях с последующим обобщением данных. Изучение геномики и древнейшей истории носителей гаплотипа R может иметь и прикладной практический интерес и для биологов разных специальностей, поскольку народность хунза (привлекающая внимание антропологов и геронтологов), относится к группе бурушаски, которые имеют высокую долю гаплотипа R.

### Примечания:

1. Romanchuk A.A., Semenov A.S. R and Q haplogroups of Y-chromosome and Proto-North Caucasian Substratum of Proto-Indo-Europeans // Russian Journal of Biological Research, 2014, Vol. (1), № 1, pp. 46-68.
2. Haak W. Massive migration from the steppe is a source for Indo-European languages in Europe.// Preprint, 2015.
3. Underhill P.A. The phylogenetic and geographic structure of Y-chromosome haplogroup R1a.// European Journal of Human Genetics (2014), 1–8.
4. Мезолит СССР. М., 1989.
5. Марков Г.Е. Проблема сравнительной археологической и этнографической типологии культуры. // Проблемы типологии в этнографии. М., 1979.
6. Матюшин Г.Н. Археологический Словарь. М., 1996.
7. Языки мира. Палеоазиатские языки. М., 1997.
8. Rootsi S. и др. A counter-clockwise northern route of the Y-chromosome haplogroup N from Southeast Asia towards Europe // European Journal of Human Genetics, 2007.
9. Лекция доктора филологических наук, ведущего научного сотрудника Центра компаративистики Института восточных культур и античности Российского государственного гуманитарного университета Олега Мудрака, <http://www.polit.ru/article/2005/11/09/mudrak/>
10. Vajda E. A Siberian link with Na-Dene languages» // Anthropological Papers of the University of Alaska, 2010.
11. Этногенез финно-угорских народов по данным антропологии. М., 1974.
12. Čašule I. Correlation of the Burushaski Pronominal System with Indo-European and Phonological and Grammatical Evidence for a Genetic Relationship.// The Journal of Indo-European Studies. 40: 1–2, pp. 59.
13. Berger H. Mittelmeerische Kulturpflanzenamen aus dem Burušaski (Names of Mediterranean cultured plants from B.)// *Münchener Studien zur Sprachwissenschaft* 9, p. 4-33., 1956.
14. Сверчков Л.М. Тохары. Древние индоевропейцы в Центральной Азии. Ташкент, 2011.
15. Bengtson J.D., Blazek V. On the Burushaski–Indo-European hypothesis by I. Čašule.// Journal of Language Relationship, 6 (2011), pp. 25–63.



16. Иванов В.В. Миграционные термины в языках Евразии.// Ностратические языки и ностратическое языкознание. Тезисы докладов. М., 1977.
17. Иванов В.В., Гамкрелидзе Т.В. Индоевропейская прародина и расселение индоевропейцев: полвека исследований и обсуждений.//Вопросы языкового родства, 9 (2013). с. 109–136. ([http://www.jolr.ru/files/\(110\)jlr2013-9\(109-136\).pdf](http://www.jolr.ru/files/(110)jlr2013-9(109-136).pdf))
18. Волков В.Г. Древние миграции самодийцев и енисейцев в свете генетических данных.// Tomsk Journal LING & ANTHROPO. 2013. 1 (1) ([http://ling.tspu.edu.ru/files/ling/PDF/articles/volkov\\_v\\_g\\_79\\_96\\_1\\_1\\_2013.pdf](http://ling.tspu.edu.ru/files/ling/PDF/articles/volkov_v_g_79_96_1_1_2013.pdf))
19. Массон В.М. Древние цивилизации Востока и степные племена в свете данных археологии.//STRATUM №5 1999 год (<http://kungrad.com/history/st/masson/>).
20. Гуцин А. А. К вопросу о происхождении елшанской культуры. // XII Лебедевские чтения: Материалы межвузовской научно-практической конференции. Пенза: ГУМНИЦ, 2011.
21. Ставицкий В.В. Рец. на: Моргунова Н.Л. Неолит и энеолит юга лесостепи Волго-Уральского междуречья. (Оренбург, ОGPU, 2011, 220 с.). // Поволжская археология. № 3 (5). 2013.
22. Рассоха И.Н. Украинская прародина индоевропейцев. Харьков, 2007 ([http://www.tinlib.ru/istorija/prarodina\\_rusov/p5.php](http://www.tinlib.ru/istorija/prarodina_rusov/p5.php)).
23. Энеолит СССР. М., 1982.
24. Tartarica. Атлас. Казань, 2005.
25. <http://www.nature.com/nature/journal/v505/n7481/extref/nature12736-s1.pdf>
26. Палеолит СССР. М., 1984.
27. Филатова В.Ф. Вопросы происхождения и этнокультурной принадлежности населения эпохи мезолита. // Проблемы этнокультурной истории населения Карелии (мезолит – средневековье). Петрозаводск, 2006.
28. Филатова В.Ф. Оленеостровский могильник в системе мезолитических поселений Карелии. // Кижский вестник. № 7. Петрозаводск, 2002 (<http://kizhi.karelia.ru/library/vestnik-7/292.html>).
29. Ошибкина С.В. К вопросу о раннем мезолите на севере Восточной Европы. // Неолит – энеолит Юга и неолит Севера Восточной Европы. СПб., 2003.
30. Mitochondrial Genome Sequencing in Mesolithic North East Europe Unearths a New Sub-Clade within the Broadly Distributed Human Haplogroup C1.// PLoS ONE 9(2): e87612 (doi:10.1371).(<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0087612>)
31. Ghezzi et al, Mitochondrial DNA haplogroup K is associated with a lower risk of Parkinson's disease in Italians, European Journal of Human Genetics, 2005.
32. Mitochondrial DNA in Ancient Human Populations of Europe. // Thesis (Ph.D.) -- University of Adelaide, School of Earth & Environmental Sciences, 2011 (<https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/74221/1/02whole.pdf>).
33. Malyarchuk BA и др., Mitochondrial DNA diversity in the Polish Roma. // Annals of Human Genetics 70 (2), 2006.
34. Неолит Северной Евразии. М., 1996
35. Археология Карелии. Петрозаводск, 1996.
36. Романчук А.А. Восточноазиатская гипотеза сино-кавказской прародины в свете данных физической антропологии и археологии: к постановке проблемы.// Stratumplus. 2012. №1.
37. Хартанович В.И. О «лапоноидности» на Севере Европы (по антропологическим материалам могильников Большого Оленьего о-ва в Кольском заливе Баренцева моря и Южного Оленьего о-ва Онежского озера. // Первобытная и средневековая история и культура Европейского севера: проблемы изучения и научной реконструкции. Словки, 2006. (<http://saami.su/biblioteka/stati/151-v-i-khartanovich-o-laponoidnosti-na-severe-evropy.html>)
38. Зубова А.В. Население ямной культурно-исторической общности в свете одонтологических данных. // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2010. № 2 (13).
39. Касьян А.С. Лексические контакты хаттского языка.// Индоевропейское языкознание и классическая филология – XIV. Материалы чтений, посвященных памяти профессора Иосифа Моисеевича Тронского. 21–23 июня 2010 г. СПб., 2010.
40. Kassian, A Hattic as a Sino-Caucasian Language.// UGARIT-FORSCHUNGEN. Internationales Jahrbuch für die Altertums kunde Syrien-Palastinas. Band 41, 2009.
41. Романчук А.А., Семенов А.С. Гаплогруппы Y-хромосомы и восточноевразийская гипотеза дене-кавказской прародины. 2015. <http://www.moldo.org/2nd.php?idm=3&ida=314>
42. Iurii Mosenkis. Paleo-Sibeiran (Yenisseian) Substrate in North Europe. [https://www.academia.edu/11315910/paleo-siberian\\_yenisseian\\_substrate\\_in\\_north\\_europe](https://www.academia.edu/11315910/paleo-siberian_yenisseian_substrate_in_north_europe)



## References:

1. Romanchuk A.A., Semenov A.S. R and Q haplogroups of Y-chromosome and Proto-North Caucasian Substratum of Proto-Indo-Europeans // Russian Journal of Biological Research, 2014, Vol. (1), № 1, pp. 46-68.
2. Haak W. Massive migration from the steppe is a source for Indo-European languages in Europe.// Preprint, 2015.
3. Underhill P.A. The phylogenetic and geographic structure of Y-chromosome haplogroup R1a.// European Journal of Human Genetics (2014), 1–8.
4. Mezolit SSSR. M., 1989.
5. Markov G.E. Problema sravnitel'noi arkheologicheskoi i etnograficheskoi tipologii kul'tury. // Problemy tipologii v etnografii. M., 1979.
6. Matyushin G.N. Arkheologicheskii Slovar'. M., 1996.
7. Yazyki mira. Paleoaziatskie yazyki. M., 1997.
8. Rootsi S. i dr. A counter-clockwise northern route of the Y-chromosome haplogroup N from Southeast Asia towards Europe // European Journal of Human Genetics, 2007.
9. Lektsiya doktora filologicheskikh nauk, vedushchego nauchnogo sotrudnika Tsentra komparativistiki Instituta vostochnykh kul'tur i antichnosti Rossiiskogo gosudarstvennogo gumanitarnogo universiteta Olega Mudraka, <http://www.polit.ru/article/2005/11/09/mudrak/>
10. Vajda E. A Siberian link with Na-Dene languages» // Anthropological Papers of the University of Alaska, 2010.
11. Etnogenez finno-ugorskikh narodov po dannym antropologii. M., 1974.
12. Čašule I. Correlation of the Burushaski Pronominal System with Indo-European and Phonological and Grammatical Evidence for a Genetic Relationship.// The Journal of Indo-European Studies. 40: 1–2, pp. 59.
13. Berger H. Mittelmeerische Kulturpflanzenamen aus dem Burushaski (Names of Mediterranean cultured plants from B.)// Münchener Studien zur Sprachwissenschaft 9, p. 4-33., 1956.
14. Sverchkov L.M. Tokhary. Drevnie indoevropeitsy v Tsentral'noi Azii. Tashkent, 2011.
15. Bengtson J.D., Blazek V. On the Burushaski–Indo-European hypothesis by I. Čašule.// Journal of Language Relationship, 6 (2011), pp. 25–63.
16. Ivanov V.V. Migratsionnye terminy v yazykakh Evrazii.// Nostraticheskie yazyki i nostraticheskoe yazykoznanie. Tezisy dokladov. M., 1977.
17. Ivanov V.V., Gamkrelidze T.V. Indoevropeiskaya prarodina i rasselenie indoevropeitsev: polveka issledovaniy i obsuzhdenii.//Voprosy yazykovogo rodstva, 9 (2013). s. 109–136. ([http://www.jolr.ru/files/\(110\)jlr2013-9\(109-136\).pdf](http://www.jolr.ru/files/(110)jlr2013-9(109-136).pdf))
18. Volkov V.G. Drevnie migratsii samodiitsev i eniseitsev v svete geneticheskikh dannyykh.// Tomsk Journal LING & ANTROPO. 2013. 1 (1) ([http://ling.tspu.edu.ru/files/ling/ PDF/articles/volkov\\_v\\_g\\_79\\_96\\_1\\_1\\_2013.pdf](http://ling.tspu.edu.ru/files/ling/PDF/articles/volkov_v_g_79_96_1_1_2013.pdf))
19. Masson V.M. Drevnie tsivilizatsii Vostoka i stepnye plemena v svete dannyykh arkheologii.//STRATUM №5 1999 god (<http://kungrad.com/history/st/masson/>).
20. Gushchin A. A. K voprosu o proiskhozhdenii elshanskoi kul'tury. // XII Lebedevskie chteniya: Materialy mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Penza: GUMNITs, 2011.
21. Stavitskii V.V. Rets. na: Morgunova N.L. Neolit i eneolit yuga lesostepi Volgo-Ural'skogo mezhdurech'ya. (Orenburg, OGPU, 2011, 220 s). // Povolzhskaya arkheologiya. № 3 (5). 2013.
22. Rassokha I.N. Ukrainskaya prarodina indoevropeitsev. Khar'kov, 2007 ([http://www.tinlib.ru/istorija/prarodina\\_rusov/p5.php](http://www.tinlib.ru/istorija/prarodina_rusov/p5.php)).
23. Eneolit SSSR. M., 1982.
24. Tartarica. Atlas. Kazan', 2005.
25. <http://www.nature.com/nature/journal/v505/n7481/extref/nature12736-s1.pdf>
26. Paleolit SSSR. M., 1984.
27. Filatova V.F. Voprosy proiskhozhdeniya i etnokul'turnoi prinadlezhnosti naseleniya epokhi mezolita. // Problemy etnokul'turnoi istorii naseleniya Karelii (mezolit – srednevekov'e). Petrozavodsk, 2006.
28. Filatova V.F. Oleneostrovskii mogil'nik v sisteme mezoliticheskikh poselenii Karelii. // Kizhskii vestnik. № 7. Petrozavodsk, 2002 (<http://kizhi.karelia.ru/library/vestnik-7/292.html>).
29. Oshibkina S.V. K voprosu o rannem mezolite na severe Vostochnoi Evropy. // Neolit – eneolit Yuga i neolit Severa Vostochnoi Evropy. SPb., 2003.

30. Mitochondrial Genome Sequencing in Mesolithic North East Europe Unearths a New Sub-Clade within the Broadly Distributed Human Haplogroup C1.// PLoS ONE 9(2): e87612 (doi:10.1371). (<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0087612>)
31. Ghezzi et al., Mitochondrial DNA haplogroup K is associated with a lower risk of Parkinson's disease in Italians, European Journal of Human Genetics, 2005.
32. Mitochondrial DNA in Ancient Human Populations of Europe. // Thesis (Ph.D.) -- University of Adelaide, School of Earth & Environmental Sciences, 2011 (<https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/74221/1/02whole.pdf>).
33. Malyarchuk BA i dr., Mitochondrial DNA diversity in the Polish Roma. // Annals of Human Genetics 70 (2), 2006.
34. Neolit Severnoi Evrazii. M., 1996
35. Arkheologiya Karelii. Petrozavodsk, 1996.
36. Romanchuk A.A. Vostochnoaziatskaya gipoteza sino-kavkazskoi prarodiny v svete dannykh fizicheskoi antropologii i arkheologii: k postanovke problemy.// Stratumplus. 2012. №1.
37. Khartanovich V.I. O «laponoidnosti» na Severe Evropy (po antropologicheskim materialam mogil'nikov Bol'shogo Olen'ego o-va v Kol'skom zalive Barentseva morya i Yuzhnogo Olen'ego o-va Onezhskogo ozera. // Pervobytnaya i srednevekovaya istoriya i kul'tura Evropeiskogo severa: problemy izucheniya t nauchnoi rekonstruktsii. Solovki, 2006. (<http://saami.su/biblioteka/stati/151-v-i-khartanovich-o-laponoidnosti-na-severe-evropy.html>)
38. Zubova A.V. Naselenie yamnoi kul'turno-istoricheskoi obshchnosti v svete odontologicheskikh dannykh. // Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii. 2010. № 2 (13).
39. Kas'yan A.S. Leksicheskie kontakty khattskogo yazyka.// Indoevropskoe yazykoznanie i klassicheskaya filologiya – XIV. Materialy chtenii, posvyashchennykh pamyati professora Iosifa Moiseevicha Tronskogo. 21–23 iyunya 2010 g. SPb., 2010.
40. Kassian, A Hattic as a Sino-Caucasian Language.// UGARIT-FORSCHUNGEN. Internationales Jahrbuch fur die Altertums kunde Syrien-Palastinas. Band 41, 2009.
41. Romanchuk A.A., Semenov A.S. Gaplogruppy Y-khromosomy i vostochnoevraziiskaya gipoteza dene-kavkazskoi prarodiny. 2015. <http://www.moldo.org/2nd.php?idm=3&ida=314>
42. Iurii Mosenkis. Paleo-Sibeiran (Yenisseian) Substrate in North Europe. [https://www.academia.edu/11315910/PALEO-SIBERIAN\\_YENISSEIAN\\_SUBSTRATE\\_IN\\_NORTH\\_EUROPE](https://www.academia.edu/11315910/PALEO-SIBERIAN_YENISSEIAN_SUBSTRATE_IN_NORTH_EUROPE)

УДК 575.174.2

### К вопросу о миграциях носителей гаплотипа R1a1 в свете новых данных по Северной Евразии

<sup>1</sup> Александр Сергеевич Семенов

<sup>2</sup> Владимир Владимирович Булат

<sup>1</sup> Московский физико-технический институт, Российская Федерация  
БФК «Северный», кафедра Инновационной фармацевтики и биотехнологии

<sup>2</sup> Исследовательская группа DeepDive, Российская Федерация

**Аннотация.** В данной работе рассмотрены основные вопросы палеогенетики, археологии и антропологии, связанные с мезолитическим могильником Олений Остров. Рассмотрен ряд гипотез о заселении северной части Европейской России, в частности, окрестностей Онежского острова. Проблематика данных гипотез оценена с т.з. новых открытий в сфере палеогенетики. Сформулированы основные возражения по поводу новых и старых гипотез мезолитической истории региона.

Рассматривается гипотеза А.А. Романчука о восточном происхождении сино-кавказской макросемьи. Также сформулированы и заявлены гипотезы о родстве языков мезолитической Средней Азии с енисейским и о возможных лингвистических характеристиках мезолитических археологических культур севера Европейской части России.

Также предпринята попытка интерпретировать результат 2015 года генотипирования останков захоронения № 142 с могильника Южный Олений Остров (Y-гаплогруппа R1a1).

**Ключевые слова:** бурушаски, хунза, гаплогруппы, R1a1, мезолит, Южный Олений Остров, палеогенетика, палеолингвистика, сино-кавказцы, субклады.

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. 4, Is. 2, pp. 99-106, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.4.99

[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



UDC 58.01/.07

# **The Intensity of the Initial Growth of Seedlings as Highly Effective Method of Selecting Fodder Grasses for Example *Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv. (Poaceae)**

Aydar A. Sumbembayev

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

## **Abstract**

The paper presents experimental data to establish the relationship between the intensity of the initial seedling growth and projected harvest. In data processing and comparing the totals appropriate conclusions. For the selection of promising forage plants species *Agropyron pectinatum*, recommended to use formsample with daily weight gain seedlings exceeding 13 mg.

**Keywords:** intensity of the initial growth of seedlings, *A. pectinatum*, daily weight, ecotype, harvest.

## **Введение**

Одним из важных сдерживающих факторов развития качества посевных площадей является медленный начальный рост и развитие проростков, что делает культурные растения уязвимыми в неблагоприятных погодных условиях и недостаточно конкурентоспособными с сорняками [1].

В полевых условиях растения из семян с большей силой роста раньше появляются на поверхности почвы, быстрее формируют большую фитомассу, что положительно сказывается на их развитии, начиная с первых дней вегетации. По данным исследований В.С. Лихачева [2], ранее появившиеся проростки из семян, обладающие большей силой роста, быстрее переходят к полному автотрофному питанию, это способствует ускорению развития растений. По мере формирования проростка видоизменяется и усложняется система взаимодействия органов между собой [3].

Интенсивность начального роста предопределяет возможность проростка быстрее пробиваться на поверхность почвы и раньше начинать накапливать органическое вещество за счет фотосинтеза. Она характеризуется двумя показателями: количеством проростков, пробившихся на поверхность почвы, и их массой (в перерасчете на 100 проростков) на двенадцатый день.

Объектами исследования являются пророщенные семена *A. pectinatum*, собранные в Восточно-Казахстанской климатической зоне и одногодичные растения этих же формобразцов, выращенные на экспериментальном участке.

*Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv. (сем. *Poaceae*) – евразийский степной или петрофитно-степной, плотнодерновинный моноциклический вид.

Ценное кормовое растение сенокосного и особенно пастбищного использования, хорошо поедается всеми видами сельскохозяйственных животных на пастбищах и в сене. Засухоустойчив, выдерживает значительное переувлажнение и засоление почв. Устойчив к перевыпасу и вытаптыванию, после стравливания быстро отрастает, дает отаву. Химический состав в фазе вегетации следующий (% от абсолютно сухого вещества): зола – 10,1, протеин – 15,3, жир – 2,3, клетчатка – 26,7, безазотистых экстрактивных веществ – 45,6 [4].

*Agropyron pectinatum* в природе имеет строго локальные места обитания. Занимает только определенные экологические ниши. Несмотря на значительную пространственную изоляцию, популяции житняка произрастают в примерно одинаковых условиях. Данные факторы не способствуют активному расселению вида за пределы занимаемых участков. *A. pectinatum* – один из тех видов, на плотность и численность которых отрицательно сказывается воздействие антропогенных факторов, в частности, осенние и весенние палы.

Распространение в Казахстане: Арало-Каспийский р-н, Прибалхашский р-н, Джунгаро-Тарбагатайский р-н, Тянь-Шаньский р-н, Южный Алтай.

Общее Распространение: Средняя Европа, Средиземноморье (вост.), Малоазиатский р-н, Иранский р-н, Джунгаро-Кашгарский р-н (западная Джунгария, Монгольский р-н (в бассейне Селенги), интродуцированное и заносное во многих других внетропических странах [5].

Практически отсутствуют комплексные исследования интенсивности роста проростков *A. pectinatum* в горно-таёжной зоне Восточного Казахстана.

Цель исследования: на примере изучаемых формообразцов различных экотипов показать прямую взаимосвязанность между интенсивностью начального роста проростков и развитостью сформированного растения *A. pectinatum*.

### Материалы и методы

Для проведения исследования были отобраны 8 формообразцов из различных экотипов Восточного Казахстана.

Интенсивность начального роста проростков вычислялась в соответствии с методикой Реймерса и Илли [6]. Проращивание проводилось в вегетационных ящиках при дневном освещении. Для проращивания использовались только целые, вызревшие семена, без повреждений и болезней. Масса 100 проростков, пробившихся на поверхность почвы, измерялась на 12 день эксперимента.

Повторность для каждого формообразца – трёхкратная.

Для сравнительного анализа были взяты одногодичные растения этих формообразцов этого же сбора. Количество особей – от 10 до 25 для каждого образца. Основными используемыми признаками являлись: высота растения, количество генеративных побегов, количество удлинённых вегетативных побегов, количество укороченных прикорневых вегетативных побегов. Для создания гряд одногодичных растений использовалась методика Б.А. Доспехова [7].

Статистическая обработка результатов проводилась по методике Г.Н. Зайцева [8].

Округление чисел проводилось по рекомендациям И.Г. Зенкевича [9].

### Обсуждение

Исследование взаимосвязи интенсивности начального роста проростков и дальнейшей кормовой продуктивности проводилось на семенах, собранных в 2013 году.

Проращивание проростков было закончено на 12 день. Проростки были очищены от почвы и высушены в сушильном шкафу для получения сухой массы (рис 1, 2).



Рис. 1. Проращивание в вегетационных ящиках

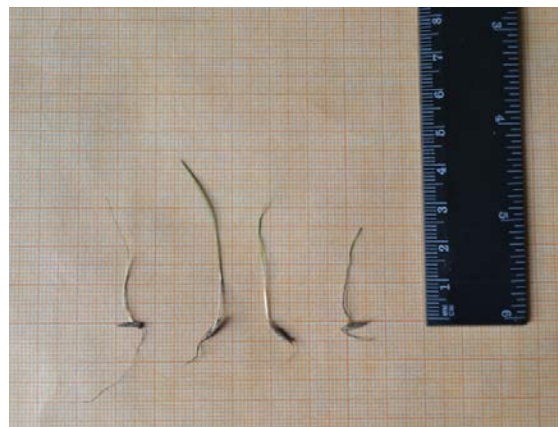


Рис. 2. Очищенные проростки

Результаты измерения интенсивности роста приведены в таблице 1 и на рисунке 3.

Таблица 1: Вес 100 проростков на 12 день

Наименование экотипа	Сухой вес 100 проростков, г			Средний суточный прирост сухой массы 100 проростков за период появления всходов, мг
	1 Повторность	2 Повторность	3 Повторность	
Кустарниково-равнинно-степной экотип (окр. с. Приречное, полынно-ковыльно-карагановая ассоциация, 50°20'12'' с.ш., 80°34'28'' в.д., 216 м. над ур. м.)	0,18	0,12	0,17	13
Сосново-боровой экотип (ковыльно-полынный фитоценоз, Семипалатинский ленточный бор, окр. пос. Шульбинск, 50°26'55'' с.ш., 88°10'35'' в.д., 310 м над ур. м.)	0,22	0,17	0,23	17
Придорожно-равнинно-степной экотип (западная часть хребта Калбинский, юго-западное предгорье, ковыльно-полынная ассоциация, трасса Шар – Семей, 49°52'37'' с.ш., 80°48'57'' в.д., 301 м над ур. м.)	0,05	0,06	0,05	4
Придорожно-степной экотип (трасса Семей – Усть-Каменогорск, полынно-ковыльная ассоциация, 50°30'48'' с.ш., 80°34'46'' в.д., 216 над ур. м.)	0,13	0,10	0,10	9
Кустарниково-сосново-боровой экотип (Семипалатинский ленточный бор, р. Жура, ковыльный фитоценоз, 50°35'57'' с.ш., 80°23'38'' в.д., 225 м над ур. м.)	0,11	0,08	0,05	7
Горно-кустарниковый экотип (вост. часть хребта Калбинский, горы Актау, ур.Талды, карагановая ассоциация, горные чернозёмы, 49°28'59'' с.ш., 82°35'23'' в.д., 693 м над ур. м.)	0,13	0,09	0,13	10

Равнинно-степной экотип (зап. часть хребта Калбинский, окр. с. Шалабай, полынно-вейниковый фитоценоз, 49°39'41'' с.ш., 81°27'38'' в.д., 393 м над ур. м.)	0,08	0,17	0,09	9
Горно-степной экотип (вост. часть хребта Калбинский, горы Коктау, долина реки Таинты, разнотравно-злаковые остепнённые луга, ковыльно-меликово-вейниковый фитоценоз, 49°29'21'' с.ш., 83°3'48'' в.д., 752 м над ур. м.)	0,01	0,12	0,08	6

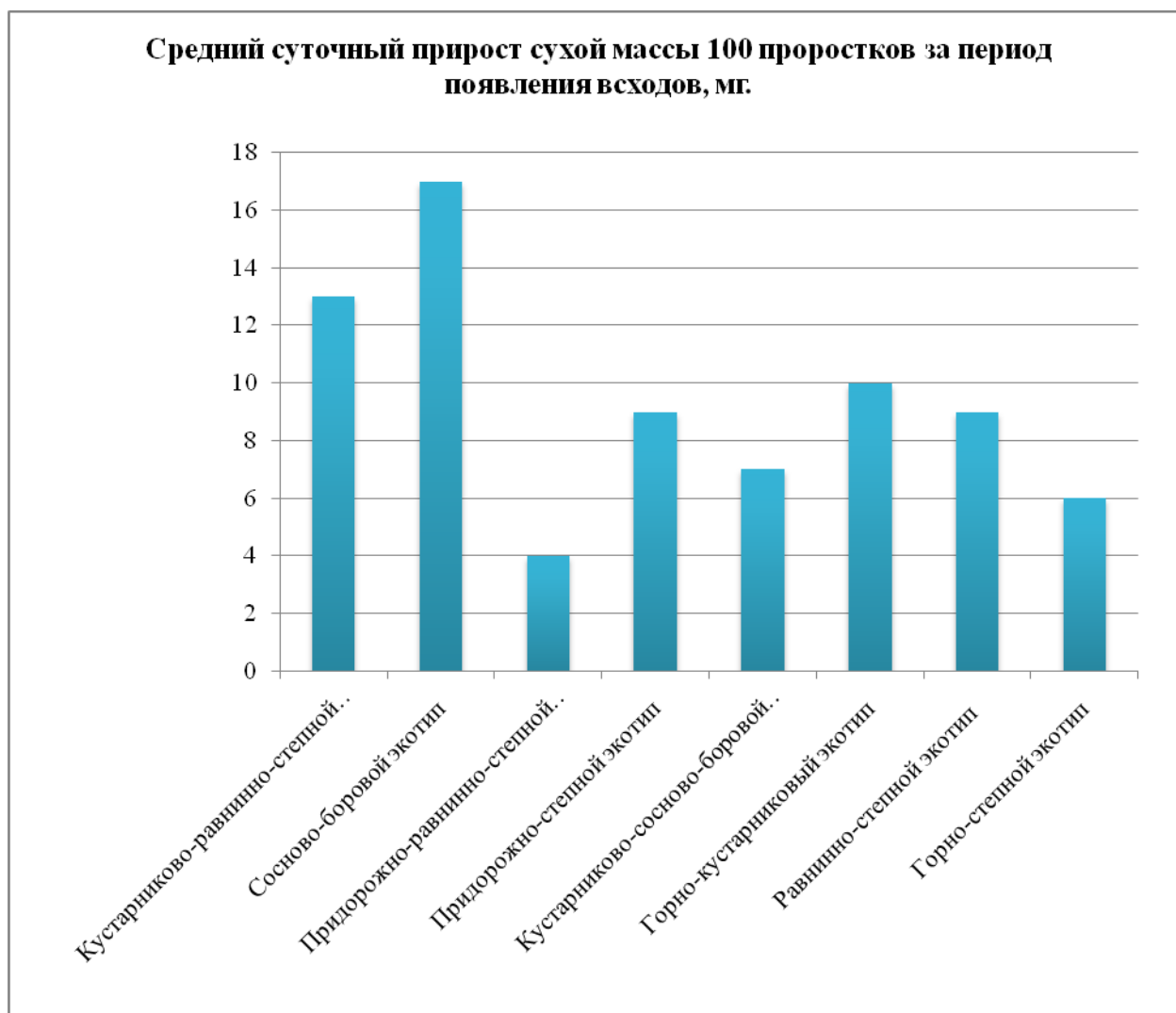


Рис. 3. Средний суточный прирост сухой массы 100 проростков за период появления всходов

Для сравнительного анализа были использованы одногодичные растения *A. pectinatum* этого же сбора, выращенные на экспериментальном участке. Дата посева 24.09.2013, дата итоговых наблюдений 26.09.14 (рис. 4, 5).





Рис. 4. Экспериментальный участок: растения *A. Pectinatum* (1.11.13)



Рис. 5. Экспериментальный участок: одногодичные растения *A. pectinatum* (25.09.14)

Для каждого экотипа измерялись следующие биометрические показатели (в 10–25-кратной повторности): высота растения, количество генеративных побегов, количество удлинённых вегетативных побегов, количество укороченных прикорневых вегетативных побегов. Вычислены средние показатели с допустимыми интервалами и коэффициентом вариации (Cv). Результаты измерения представлены в таблице 2.

Таблица 2: Средние морфометрические и количественные показатели одногодичных растений *A. pectinatum*.

Название экотипа	Высота растения, см	Кол-во генерат. побегов, шт.	Кол-во удлин. вегетат. побегов, шт.	Кол-во укороч. вегетат. побегов, шт.
Кустарниково-равнинно-степной экотип	81±5 Cv=14,9%	1,7±0,9 Cv – очень высокий	2,8±0,7 Cv – очень высокий	5±1 Cv – очень высокий
Сосново-боровой экотип	52±8 Cv=24%	От 0 до 1	1,4±0,5 Cv – очень высокий	2,1±0,7 Cv – очень высокий
Придорожно-равнинно-степной экотип	48,8±14,8 Cv=33,7%	От 0 до 4	3±0,9 Cv=36%	2,2±1,8 Cv – очень высокий
Придорожно-степной экотип	17±13 Cv – очень высокий	От 0 до 2	От 0 до 2	2,7±0,2 Cv=9,8%
Кустарниково-сосново-боровой экотип	36±11 Cv – очень высокий	От 0 до 1	2,1±0,9 Cv – очень высокий	1,7±0,6 Cv – очень высокий
Горно-кустарниковый экотип	40±6 Cv=24,9%	От 0 до 1	1,2±0,6 Cv – очень высокий	1,2±0,3 Cv – очень высокий
Равнинно-степной экотип	39±5 Cv=32,6%	0	2,7±0,6 Cv – очень высокий	2,4±0,4 Cv=37,5%
Горно-степной экотип	23±6 Cv – очень высокий	От 0 до 1	1±0,4 Cv – очень высокий	2±0,6 Cv – очень высокий

Кустарниково-равнинно-степной экотип имеет высокий суточный прирост массы проростков и соответственные самые высокие морфометрические и количественные показатели у однолетних растений. Формообразцы характеризовались высоким ростом (до 101 см), большим числом хорошо сформированных генеративных побегов (до 8 штук), значительным числом удлиненных вегетативных побегов (до 7 штук) и укороченных вегетативных побегов (до 9 штук) с обильной облиственностью.

Сосново-боровой экотип имеет самый высокий суточный прирост массы проростков и хорошие морфометрические показатели у взрослого растения. Однолетние растения этого экотипа обладают значительной высотой куста (до 70 см) и хорошей облиственностью.

Придорожно-равнинно-степной экотип характеризуется низким суточным приростом массы проростков и имеет удовлетворительные показатели для взрослого растения. Однолетние растения имеют достаточную высоту (до 69 см), достаточное число удлиненных вегетативных побегов (до 5 штук) и слишком малое число генеративных побегов.

Придорожно-степной экотип имеет средние показатели суточного прироста массы проростков и низкие морфометрические и количественные показатели. Однолетние растения низкорослы и недоразвиты.

Кустарниково-сосново-боровой экотип характеризуется низким суточным приростом массы проростков и соответственным слабым морфологическим развитием у взрослого растения. Однолетние растения имеют единичные или полностью отсутствующие генеративные побеги, немногочисленные слабо развитые вегетативные побеги.

Горно-кустарниковый экотип обладает средним суточным приростом массы проростков и удовлетворительными морфометрическими и количественными показателями для взрослого растения. Однолетние растения имеют единичные побеги всех типов.

Равнинно-степной экотип схож по показателям с кустарниково-сосново-боровым. Обладает сходным средним суточным приростом массы проростков и удовлетворительным количеством побегов.

Горно-степной экотип имеет низкий суточный прирост массы проростков и низкие морфометрические и количественные показатели. По результатам наблюдений получены данные по продуктивности, схожие с придорожно-степным экотипом.

### Результаты

На основе проведенных наблюдений и эксперимента по взаимосвязи интенсивности начального роста проростков и ожидаемого урожая был получен практически значимый результат.

При обработке данных и сопоставлении итоговых значений сделаны определённые выводы:

В большинстве случаев на основе интенсивности начального роста проростков можно судить о будущем урожае *A. pectinatum*. Данная зависимость отчётливо прослеживается при наблюдении за всеми экотипами.

Для отбора перспективных кормовых растений вида *A. pectinatum*, рекомендуется использовать формообразцы с суточным приростом массы проростков, превышающим 13 мг.

### Примечания:

1. Амелин А.В., Кузнецов И.И., Зайцев В.Н. Особенности начального роста у разных сортоформ сои // Вестник ОрелГАУ 6 (10), НОРР. Орёл, 2010. С. 131–134.
2. Лихачев В.С. Сила роста семян и ее роль в оценке их качества / В. С. Лихачев // Селекция и семеноводство, 1983. № 1. С. 42–44.
3. Данович К.Н., Соболев А.М., Жданова Л.П. и др. Физиология семян. М.: Наука, 1982. 318 с.
4. Гейдеман Т.С., Иванова Б.И. и др. Полезные дикорастущие растения Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1962. 416 с.
5. Цвелёв Н.Н. Злаки СССР. Л.: Наука, 1976. 788 с.
6. Реймерс Ф.Э., Илли И.Э. Прорастание семян и температура. Новосибирск: Наука, 1978. 170 с.



7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
8. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 296 с.
9. Зенкевич И.Г. О необходимости соблюдения правил округления чисел при представлении результатов // Растительные ресурсы, 2009. С. 1–6.
10. Карпин В.И., Переправо Н.И., Золотарев В.Н., Рябова В.Э., Шамсутдинова Э.З., Козлова Т.В. Методика определения силы роста семян кормовых культур. М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2012. 16 с.
11. Мейрман Г.Т., Исмаилов Б.А., Ержанова С.Т., Масоничич-Шотунова Р.С., Абдуллаев А.А. Рекомендации по технологии возделывания житняка. Астана: Алмалыбак, 2011. 11 с.
12. Котухов Ю.А. Список сосудистых растений Казахстанского Алтая. // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Барнаул, 2005. Вып. 11. С. 11–83.
13. Danilova A.N., Sumbembayev A.A. Resource Evaluation of Production Massifs *Agropyron Pectinatum* at Kalbinsky Ridge // European Researcher, Vol. (74), № 5-1, 2014, pp. 809–817.
14. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. Л.: Наука, 1969. 564 с.
15. Семена кормовых трав. Посевные качества. Технические условия. ГОСТ 19449 – 80 – ГОСТ 19454 – 80. Госуд. Комитет СССР по стандартам, М.: Изд. стандартов, 1980. 30 с.
16. Саакян В.А. Физиолого-биохимические основы процесса сушки зелёных кормов. Баку: Изд. АзФАН, 1939. 76 с.
17. Соболев Л.Н. Кормовые ресурсы Казахстана. М.: Изд. АН СССР, 1960. 280 с.

#### References:

1. Amelin A.B., Kuznetsov I.I., Zaitsev B.H. Osobennosti nachal'nogo rosta u raznykh sortotipov soi // Vestnik OrelGAU 6 (10), NORR. Orel, 2010. S. 131–134.
2. Likhachev V.S. Sila rosta semyan i ee rol' v otsenke ikh kachestva / V. S. Likhachev // Seleksiya i semenovodstvo, 1983. № 1. S. 42–44.
3. Danovich K.N., Sobolev A.M., Zhdanova L.P. i dr. Fiziologiya semyan. M.: Nauka, 1982. 318 s.
4. Geideman T.S., Ivanova B.I. i dr. Poleznye dikorastushchie rasteniya Moldavii. Kishinev: Shtiintsa, 1962. 416 s.
5. Tsvelev N.N. Zlaki SSSR. L.: Nauka, 1976. 788 s.
6. Reimers F.E., Illi I.E. Prorastanie semyan i temperatura. Novosibirsk: Nauka, 1978. 170 s.
7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 352 s.
8. Zaitsev G.N. Matematika v eksperimental'noi botanike. M.: Nauka, 1990. 296 s.
9. Zenkevich I.G. O neobkhodimosti soblyudeniya pravil okrugleniya chisel pri predstavlenii rezul'tatov // Rastitel'nye resursy, 2009. S. 1–6.
10. Karpin V.I., Perepravo N.I., Zolotarev V.N., Ryabova V.E., Shamsutdinova E.Z., Kozlova T.V. Metodika opredeleniya sily rosta semyan kormovykh kul'tur. M.: Izd-vo RGAU – MSKhA, 2012. 16 s.
11. Meirman G.T., Ismailov B.A., Erzhanova S.T., Masonichich-Shotunova R.S., Abdullaev A.A. Rekomendatsii po tekhnologii vozdeleyvaniya zhitnyaka. Astana: Almalybak, 2011. 11 s.
12. Kotukhov Yu.A. Spisok sosudistyykh rastenii Kazakhstanskogo Altaya. // Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazakhstana. Barnaul, 2005. Vyp. 11. S. 11–83.
13. Danilova A.N., Sumbembayev A.A. Resource Evaluation of Production Massifs *Agropyron Pectinatum* at Kalbinsky Ridge // European Researcher, Vol. (74), № 5-1, 2014, pp. 809–817.
14. Zhukovskii P.M. Kul'turnye rasteniya i ikh sorodichi. L.: Nauka, 1969. 564 s.
15. Semena kormovykh trav. Posevnye kachestva. Tekhnicheskie usloviya. GOST 19449 – 80 – GOST 19454 – 80. Gosud. Komitet SSSR po standartam, M.: Izd. standartov, 1980. 30 s.
16. Saakyan V.A. Fiziologo-biokhimicheskie osnovy protsessa sushki zelenykh kormov. Baku: Izd. AzFAN, 1939. 76 s.
17. Sobolev L.N. Kormovye resursy Kazakhstana. M.: Izd. AN SSSR, 1960. 280 s.

УДК 58.01/.07

**Интенсивность начального роста проростков как результативный способ отбора высокопродуктивных кормовых злаков на примере *Agropyron Pectinatum* (Bieb.) Beauv. (Poaceae).**

Айдар Айтказыевич Сумбембаев

Алтайский Ботанический Сад, Комитет науки МОН РК, г. Риддер, Казахстан

E-mail: aydars@list.ru

**Аннотация.** В статье приводятся экспериментальные данные по установлению взаимосвязи между интенсивностью начального роста проростков и прогнозируемым урожаем. При обработке данных и сопоставлении итоговых значений сделаны соответствующие выводы. Для отбора перспективных кормовых растений вида *Agropyron pectinatum*, рекомендовано использовать формообразцы с суточным приростом массы проростков, превышающим 13 мг.

**Ключевые слова:** интенсивность роста, *A. pectinatum*, суточный прирост, экотип, урожай.

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. 4, Is. 2, pp. 107-112, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.4.107

[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



UDC 633.34:631.95

### **Soybean Crop Depending on the Photosynthetic Activity**

<sup>1\*</sup>Asker U. Taichibekov

<sup>2</sup>Zhaksybai S. Tuleubaev

<sup>3</sup>Bakhyt S. Tol'taeva

<sup>4</sup>Zhansaya S. Dyusenbaeva

<sup>5</sup>Ainash A. Muratalieva

<sup>1-5</sup>Taraz State Pedagogical Institute, Kazakhstan

<sup>1\*</sup> Corresponding author

E-mail: [tch\\_a\\_42@inbox.ru](mailto:tch_a_42@inbox.ru)

#### **Abstract**

The results showed, the increasing ratio of radiant energy only at the expense of the aftereffect of organo-mineral fertilizers amounted of 0.21 and 0.33 %, which is allowed to accumulate the accumulation of dry biomass of soybeans for the period of two rotations of the sugar beet crop rotation, respectively, and 19.1 11.8 t/ha, respectively, 25.6 43.7 % more than in control.

Thus, the greatest absorption of PAR by soybean plants (1,08 %) with assimilation surface of the leaves 44.0 thousand m<sup>2</sup>/ha, the photosynthetic capacity 2,640 million m<sup>2</sup>/day/ha of working productively at 2.44 g/ m<sup>2</sup>/day is marked on the variation, the organo-mineral fertilizers (background + straw 4 t/ha + manure 60 t/ha) in the second crop rotation, which allowed to establish the yield of dry biomass of 63.1 kg/ha.

**Keywords:** soybean, winter wheat, crop rotation, crop photosynthetic, predecessor, fertilizer, calculated dose, background.

#### **Введение**

Зеленые растения, поглощая энергию солнечного света, с помощью хлорофилла из простейших веществ (углекислого газа, воды и минеральных солей) образуют богатые энергией, сложные и разнообразные по химическому составу вещества.

Согласно известной теории высокой продуктивности, разработанной А.А.Ничипоровичем, посевы по коэффициенту полезного действия (КПД) фотосинтетической активной радиации (ФАР) солнечной энергии, разделяются на следующие группы: обычно наблюдаемые (0,5–1,5 %), рекордные (3,5–5,0 %) и теоретически возможные (6–8 %).

Получение высоких урожаев зависит:

- от возделываемых сортов;
- агротехнического аспекта, требующего оптимального агрофона, и в первую очередь высокого качественного питательного режима;
- агрометеорологических условий и оптимизации водного режима, необходимых для обеспечения лучшей утилизации ФАР;

До недавнего времени основные агротехнические приемы и хозяйственные мероприятия базировались на многолетнем опыте земледельца и весьма малой степени учитывали реально существующие количественные закономерности, связывающие урожай с различными влияниями на него биологическими, почвенно-климатическими, агротехническими и другими внешними факторами [1-7].

Положительное влияние минерального питания на рост, развитие и продуктивность сои в различных условиях ее возделывания приводятся в работах многих авторов [8-12].

Зависимость продуктивности сельскохозяйственных культур от фотосинтетической деятельности растений в ценозах приводятся впервые в данной работе.

### **Цели исследований**

Влияние последствий органо-минеральных удобрений на показатели фотосинтетической деятельности растений сои и повышение ее урожайности.

### **Методика и результаты исследований**

В опытах соя возделывалась в 3-польном свекловичном севообороте с чередованием культур: 1. Сахарная свекла 2. Соя 3. Озимая пшеница

Наибольшая площадь листовой поверхности (40,7 и 44,0 тыс.м<sup>2</sup>/га) за вегетационный период отмечена на органо-минеральных фонах в 1-2 ротациях 3-польного свекловичного севооборота, тогда как на контроле (без удобрений) этот показатель, соответственно, равен – 37,5 и 35,5 тыс. м<sup>2</sup>/га (табл. 1).

Величина ассимиляционной поверхности и деятельность его функционирования определяют фотосинтетический потенциал посева (ФП).

Высоким уровнем этого показателя (2,442 и 2,640 млн. м<sup>2</sup>/сутки/га) характеризовались органо-минеральные фоны (расч.доза N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>100</sub> + солома 4 т/га + навоз 60 т/га) в двух ротациях севооборота. Наименьшими эти показатели были на контроле, соответственно, составляло – 2,250 и 2,130 млн. м<sup>2</sup>/сутки/га.

Из данных таблицы видно, что на органо-минеральных фонах в посевах сои каждая тысяча единиц фотосинтетического потенциала обеспечивает максимальный выход накопления сухой биомассы от 2,37 до 2,44 кг за период двух ротаций.

Накопление сухого вещества от последствий органо-минеральных удобрений (фон + солома 4 т/га + 60 т/га) отличались и более выгодным распределением накопленных ассимилянтов между вегетативными и репродуктивными органами. В фазе полной спелости на контроле на долю зерна приходилось – 40–43,2 % от общей биомассы, а на органо-минеральных фонах – 43,2–45,9 %.

Коэффициенты использования ФАР на фотосинтез и формирование урожая сои на органо-минеральных фонах в 1-2 ротациях свекловичного севооборота составляли 0,99 и 1,08 %, тогда как на контроле, соответственно, - 0,78 и 0,75 %.

Повышение коэффициента лучистой энергии только за счет последствий органо-минеральных удобрений составило 0,21 и 0,33 %, что позволило аккумулировать на накопление сухой биомассы сои за период двух ротации свекловичного севооборота, соответственно, на 11,8 и 19,1 ц/га или, соответственно, 25,6 и 43,7 % больше, чем на контроле.

Таким образом, самое наибольшее усвоение ФАР растениями сои (1,08 %) с ассимиляционной поверхности листьев 44,0 тыс.м<sup>2</sup>/га, фотосинтетический потенциал 2,640 млн. м<sup>2</sup>/сутки/га работающим продуктивно 2,44 г/ м<sup>2</sup>/сутки отмечено на варианте органо-минеральных удобрений (фон + солома 4 т/га + навоз 60 т/га) во второй ротации севооборота, что позволило сформировать урожай сухой биомассы 63,1 ц/га.

Таблица 1: Показатели фотосинтетической деятельности и накопление сухой биомассы сои в зависимости от последствий органо-минеральных удобрений в севообороте

№	Варианты	Рота-ция сев.-та годы	Пло-щадь лис. пов. тыс. м <sup>2</sup> / га	Фотосинтез. потенц млн. м <sup>2</sup> /сутки/га	Чистая прод. фотосинт., г/м <sup>2</sup> / сутки	При-ход ФАР, млн. ккал/га	Исполуч. энер. растен. млн. ккал/га	Коефис-поль. ФАР, %	Накоплен. сухой био- массы (ц/га)	Прибавка, ц / %
1	Без удобрений (контроль)	За 1-ую ротацию 1993-1995 гг.	37,5	2,250	2,05	2,976	23,33	0,78	46,1	-
2	Расчет. доза НРК (фон)		38,0	2,280	2,24	- "-	26.3	0.87	51.1	5.0/ 10.0
3	Фон + сол. 4 т/га + навоз 60 т/га		40.7	2.442	2.37	- "-	29.61	0.99	57.9	11.8/ 25.6
4	Солома 4 т/га +навоз 60 т/га		38.2	2.292	2.25	- "-	25.60	0.86	51.5	5.4/ 11.7
1	Без удобрений (контроль)	за 2-ую ротацию 1996-1998 гг.	35,5	2,130	2,10	3,038	22,93	0,75	44,7	-
2	Расчет. доза НРК (фон)		39,5	2,370	2,32	- "-	27,98	0,98	54,9	10,2/ 22,8
3	Фон + сол. 4 т/га + навоз 60 т/га		44,0	2,640	2,42	- "-	32,75	1,08	63,1	19,1/ 43,7
4	Солома 4т/га +навоз 60 т/га		40,1	2,406	2,31	- "-	28,56	0,94	55,6	10,9/ 24,4

Последствия органо-минеральных удобрений оказало положительную роль на повышение урожая сои и экономическую эффективность последствий органо-минеральных удобрений в севообороте (табл. 2).

Таблица 2: Экономическая эффективность сои в зависимости от последствий органо-минеральных удобрений в севообороте

№	Варианты	Урожай, ц/га	Вал. доход, тыс. т/га на 1 га	Затр. на 1 га, тыс. т/га	Себе стоим., тг/ц	Чистый доход, тыс. тенге	Уров. рентабельн., %
1-я ротация севооборота (1993-1995 гг.)							
1.	Без удобрений (контроль-1)	18,5	37,0	28,0	1513,5	9,0	100,0
2.	Расчет. доза NPK (фон)	21,5	43,0	28,0	1302,3	15,0	166,7
3.	Фон + солома 4т/га + навоз 60 т/га	25,0	50,0	28,0	1120,0	22,0	244,4
4.	Солома 4 т/га +навоз 60 т/га	23,0	46,0	28,0	1217,4	18,0	200,0
2-я ротация севооборота (1996-1998 гг.)							
1.	Без удобрений (контроль-1)	19,3	38,6	32,0	1658,0	6,6	66,0
2.	Расчет. доза NPK (фон)	24,1	48,2	32,0	1327,8	16,2	162,0
3.	Фон + солома 4 т/га + навоз 60 т/га	28,2	56,4	32,0	1134,7	24,4	244,0
4.	Солома 4 т/га +навоз 60 т/га	24,8	49,6	32,0	1290,3	17,6	176,0

Расчет экономической эффективности возделывание сои по ротациям севооборота (табл. 2) показали, что уровень рентабельности от последствий органо-минеральных удобрений в первой ротации достиг 244,4 %, во второй ротации – 244,0 %.

### Выводы

Таким образом, самое наибольшее усвоение ФАР растениями сои (1,22 %) с ассимиляционной поверхности листьев 44,0 тыс.м<sup>2</sup>/га, фотосинтетический потенциал 2,640 млн. м<sup>2</sup>/сутки/га работающим продуктивно 2,42 г/ м<sup>2</sup>/сутки отмечено на варианте органо-минеральных удобрений (фон + солома 4 т/га + навоз 60 т/га) во второй ротации севооборота, что позволило сформировать урожай сухой биомассы 63,1 ц/га.

При этом чистый доход на третьем варианте (фон + солома 4 т/га + навоз 60 т/га) составил 22,0–24,4 тыс. тенге.

**Примечания:**

1. Артюшин А.М. Плодородие почвы и производство зерна // Химия в сельском хозяйстве, 1999. №2, С. 17-20.
2. Шатилов И.С., Каюмов М.К. Научные основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур. М. «Колос», 1978, С. 336.
3. Каюмов М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 1989, С. 320.
4. Имангазиев А.И., Сдобникова О.В. Применение удобрений в Казахстане. Кайнар, 1986.
5. Буторина Е.П.; Ягодин Б.А.;1 Феофанов С.Н. Эффективность применения совместных подкормок мочевиной, молибденом и цинком при возделывании озимой пшеницы. Некорневая подкормка посевов в Тамбовской обл. Агрохимия, 1993, №6, С. 12-20.
6. Булыгин С.Ю. Микроэлементы в сельском хозяйстве. Днепропетровск, 2007, С. 100.
7. Бобренко И.А., Красницкий В.М., Гоман Н.В., Попова В.И. Эффективность применения микроудобрений под озимую пшеницу на лугово-черноземной почве западной Сибири // Плодородие, 2011. № 4, С. 18-19.
8. Агафонов Е. В. Применение минеральных и бактериальных удобрений под сою /Е.В. Агафонов, Л.Н. Агафонова, С.А. Гужвин // Агрохим. вестн. 2005. № 5. с. 18-20.
9. Воронкова Н.А. Особенности минерального питания сои в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Н.А. Воронкова // Тезисы докладов Всероссийской молодежной конф.: "Растение и почва" / Санкт-Петербург, 6—10 дек., 1999. СПб., 1999. С. 46-47.
10. Бабич А.А. Соя - культура XXI века // Вестник с.-х.- науки. 1991. № 4. С. 12-13.
11. Барсуков С.С. Продуктивность сои в зависимости от действия доз органических и минеральных удобрений в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв / С.С. Барсуков, А.С. Барсуков // с.-х. ж. дзерж. ун-та. 2005. № 1. с. 101-106.
12. Гамзиков Г.П. Продуктивность сои в зависимости от источников азотного питания / Г.П. Гамзиков, П.Р. Шотт, П.А. Литвинцев // Сиб. вестн, с.-х. науки. 2007. № 7. с. 21-28.

**References:**

1. Artyushin A.M. Plodorodie pochvy i proizvodstvo zerna // Khimiya v sel'skom khozyaistve, 1999. №2, S. 17-20.
2. Shatilov I.S., Kayumov M.K. Nauchnye osnovy programmirovaniya urozhaev sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. M. «Kolos», 1978, S. 336.
3. Kayumov M.K. Programmirovaniye urozhaev sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. M.: Agropromizdat, 1989, S. 320.
4. Imangaziev A.I., Sdobnikova O.V. Primeneniye udobrenii v Kazakhstane. Kainar, 1986.
5. Butorina E.P.; Yagodin B.A.; Feofanov S.N. Effektivnost' primeneniya sovmestnykh podkormok mochevinoi, molibdenom i tsinkom pri vozdeleyvanii ozimoi pshenitsy. Nekornevaya podkormka posevov v Tambovskoi obl. Agrokhimiya, 1993, №6, S. 12-20.
6. Bulygin S.Yu. Mikroelementy v sel'skom khozyaistve. Dnepropetrovsk, 2007, S. 100.
7. Bobrenko I.A., Krasnitskii V.M., Goman N.V., Popova V.I. Effektivnost' primeneniya mikroudobrenii pod ozimuyu pshenitsu na lugovo-chernozemnoi pochve zapadnoi Sibiri // Plodorodie, 2011. № 4, S. 18-19.
8. Agafonov E.V. Primeneniye mineral'nykh i bakterial'nykh udobrenii pod soyu /E.V. Agafonov, L.N. Agafonova, S.A. Guzhvin // Agrokhim. vestn. 2005. № 5. s. 18-20.
9. Voronkova N.A. Osobennosti mineral'nogo pitaniya soi v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri / N.A. Voronkova // Tezisy dokladov Vserossiiskoi molodezhnoi konf.: "Rasteniye i pochva" / Sankt-Peterburg, 6—10 dek., 1999. SPb, 1999. S. 46-47.
10. Babich A.A. Soya - kul'tura XXI veka // Vestnik s.-kh.- nauki. 1991. № 4. S. 12-13.
11. Barsukov S.S. Produktivnost' soi v zavisimosti ot deistviya doz organicheskikh i mineral'nykh udobrenii v usloviyakh dernovo-podzolistykh supeschanykh pochv / S.S. Barsukov, A.S. Barsukov // s.-kh. zh. dzerzh. un-ta. 2005. № 1. s. 101-106.
12. Gamzikov G.P. Produktivnost' soi v zavisimosti ot istochnikov azotnogo pitaniya / G.P. Gamzikov, P.R. Shott, P.A. Litvintsev // Sib. vestn, s.-kh. nauki. 2007. № 7. s. 21-28.

УДК 633.34:631.95

### **Урожай сои в зависимости от фотосинтетической деятельности**

<sup>1\*</sup> Аскер Усембайулы Тайчибеков

<sup>2</sup> Жаксыбай Сурабердиевич Тулеубаев

<sup>3</sup> Бахыт Сергалиевна Тольтаева

<sup>4</sup> Жансая Серикбековна Дюсенбаева

<sup>5</sup> Айнаш Анарбековна Мураталиева

<sup>1-5</sup> Таразский государственный педагогический институт, Казахстан

<sup>1\*</sup> Корреспондирующий автор

E-mail: tch\_a\_42@inbox.ru

**Аннотация.** Результаты опыта показали, повышение коэффициента лучистой энергии только за счет последствий органо-минеральных удобрений составило 0,21 и 0,33 %, что позволило аккумулировать накопление сухой биомассы сои за период двух ротации свекловичного севооборота, соответственно, на 11,8 и 19,1 ц/га или, соответственно, 25,6 и 43,7 % больше, чем на контроле.

Таким образом, самое наибольшее усвоение ФАР растениями сои (1,08 %) с ассимиляционной поверхности листьев 44,0 тыс.м<sup>2</sup>/га, фотосинтетический потенциал 2,640млн. м<sup>2</sup>/сутки/га работающим продуктивно 2,44 г/ м<sup>2</sup>/сутки отмечено на варианте органо-минеральных удобрений (фон + солома 4 т/га + навоз 60 т/га) во второй ротации севооборота, что позволило сформировать урожай сухой биомассы 63,1 ц/га.

**Ключевые слова:** соя, озимая пшеница, севооборот, урожай, фотосинтетическая, предшественник, удобрения, расчетные дозы, фон.