



# Russian Journal of Biological Research

Has been issued since 2014. ISSN 2409-4536  
2014. Vol.(2). № 2. Issued 4 times a year

## EDITORIAL STAFF

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

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

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

## EDITORIAL BOARD

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

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

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

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

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

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

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

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

Postal Address: 26/2 Konstitutcii, 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 20.12.14.

Format 21 × 29,7/4.

Enamel-paper. Print screen.

Headset Georgia.

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

Circulation 500 copies. Order № B-02.

Russian Journal of Biological Research

2014

№ 2



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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

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

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

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

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

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

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

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: 354000, Россия, г. Сочи,  
ул. Конституции, д. 26/2, оф. 6  
Сайт журнала: <http://ejournal23.com/>  
E-mail: [sochio03@rambler.ru](mailto:sochio03@rambler.ru)

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

Подписано в печать 20.12.14.  
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-02.

## C O N T E N T S

## Articles and Statements

The Ways to Solve Ecological Problems in Azerbaijan at the Beginning of the XXI Century Sevda Z. Ahmedova .....	76
The Dynamics of Herbage on the Areas of Logging in Formation of Rock Oak on the Black Sea Coast of Caucasus Nikolay A. Bityukov .....	81
The Effect of Phosphorus on the Growth and Productivity of Mexican Marigold ( <i>Tagetes minuta</i> L.) Marzieh Negahban, Abdolhossein Aboutalebi, Abdolraool Zakerin .....	93
Controlled Properties of Osteotropic Biomins Implant Material for Various Clinical Applications (Literature Review and Own Results) Nataliia Ulianchych, Oleg Mishchenko, Igor Kondratets, Nataliia Zaitseva .....	100

Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation  
Russian Journal of Biological Research  
Has been issued since 2014.  
ISSN: 2409-4536  
Vol. 2, No. 2, pp. 76-80, 2014

DOI: 10.13187/ejbr.2014.2.76  
[www.ejournal23.com](http://www.ejournal23.com)



## Articles and Statements

UDC 581.524.44; 633.214

### The Ways to Solve Ecological Problems in Azerbaijan at the Beginning of the XXI Century

Sevda Z. Ahmedova

Ganja State University, Azerbaijan  
Doctor of Biological Sciences, Professor

#### Abstract

Since the 1990s years, after the Republic gained its independence, the natural resources and environment of Azerbaijan has been in hard condition. For eliminating the ecological tensivity of the Republic, several plans and projects were put up and carried out. At last the positive results were obtained.

**Keywords:** ecological problems, environmental protection, oil pollution, biodiversity, desertification, action plan, state programs.

#### Introduction

Like all countries of the world, Azerbaijan also confronts environmental problems of different character. Preserving of ecological balance, rational use of resources, and protection of water, air and earth from pollution in our planet is universal problem. Undoubtedly, the solution of these problems is one of the strategic challenges standing in front of Azerbaijan, too. Planned and long-term action plans, a large amount of state investments are required for coping with that challenge. It should be noted that, the protection of ecological balance did not predominate during the Soviet reign in Azerbaijan[4]. As well as the grievous problems which our country faced after gaining independence did not allow paying particular attention or making investments to ecology. In the last century as a result of using uncomplicated technologies 30000 or 35000 hectare areas were polluted with oil, consequently severe ecological aftereffects occurred in capital Baku, the coastal areas of the Caspian Sea, Sumgait and other places. But, in recent years the beginning of rapid economic development gave an opportunity to the solution of ecological problems and environmental protection become one of the main priorities of the state for the first time during some decennials. Today Azerbaijan is busy for solving the ecological problems from the past (Soviet period). During the last 8-10 years the large scale of state programs, great projects which required billions of manats directed to the improvement of the environmental situation was carried out. Such kind of large scaled actions are carried out for the first time during last decennials in Azerbaijan' history and these actions show their results now.

Base of the ecological programs implemented in Azerbaijan during the recent 10 years has been put in 2003. That year President of Azerbaijan had approved 2 national programs "On ecologically sustainable social-economic development" and "On restoration and increasing of forests", further during 2003-2004 the following 3 state programs "Efficient usage and

development of natural stone stock in Absheron peninsula”, “On efficient usage of summer-winter pasture and greeneries and prevention of desertification” and “On development of hydrometeorology in Azerbaijan Republic” and all these programs are implemented so far.

The five-year plan which is the turning point for the solution of Republic’s environmental problems has great importance. But the most important step done in this direction is considered “Complex Action Plan for 2006-2010 on improvement of ecological conditions in Azerbaijan Republic [www.webcity host...] [8]

Projects directed on improvement of ecological conditions, including cleaning of polluted lakes from oil spills and sewerage waters around Baku city, its drying are reflected in “New State Program on socio-economic development of Baku city and its settlements”, approved in 2011. The International Pesticide Forum was held in Azerbaijan, Gabala in 2011. More than 120 experts who came from more than 40 countries participated there. The capacious information exchange among these Forum countries organizations and donors made the determination of all state institutions and private sectors together [www. Timeturk.com] [6].

In ensuring of ecological balance for the capital of Azerbaijan, the Caspian Sea has a separate role. But unsettling of legal status of the Caspian Sea restricts the multilateral actions for prevention it from pollution, protection of rare fauna [5]. Despite of it Azerbaijan is a country that spends large investments, creates necessary infrastructure on unilateral form for protecting the Caspian Sea from pollution, especially takes the measures in direction of saving sturgeon, one of the rare fish species of the world from perishing. These activities have become wider in recent few years.

Concrete activities are implemented in direction of realization of tasks provided in Decree of the President of Azerbaijan signed in June 20, 2007 “On some measures for protecting of the Caspian Sea from pollution” for improvement of ecological situation in the Caspian. Basing on this decree, modulus type local waste water purification devices were installed on the coasts of the Caspian Sea, meeting the international standards. The same devices consist of equipments made in Italy, USA, Germany, Taiwan, Turkey, and France and were completed in modulus in Turkey. These devices if we take into account oil removing equipment, in general has a capacity of cleaning of 4070 m<sup>3</sup> of waste water.

Part of the devices has been installed in the Absheron peninsula’s settlements of Bilgah, Buzovna and Mardakan and already five stations of the system of protecting of the ecological environment of the Caspian Sea carry out activity. Thanks to it polluted waters are cleaned from ingredients having negative impact on environment and human health (including in some cases from bacteria of intestine at rate of 2,3 million pieces per litre and organic pollutants exceeding the norm for 100 times) and are flown to depth of water of 250-300 meters. Monitoring carried out showed the reduction of level of pollution of water of the Caspian Sea within a short time. It is necessary to note that about 1 billion manats were spent for creation of infrastructure for purification of polluted waters flown to the Caspian just in 2010. Water purification works at present are continued in the direction of Sumgait city. Azerbaijan is only country among Caspian littoral states that implements complex measures on cleaning of pollution in sea and its water area. Continuing of these measures in the next years will result with more cleansing of the Caspian water area and Absheron peninsula will be removed from sources of polluting of the Caspian Sea.

Besides the cleaning of the oil-polluted soils, the keeping of harmful materials in the factories is prevented. The prevention of the pollution of the environment was not priority problem in the past times during oil production. But policy of Azerbaijani president directed on elimination of ecological problems had changed the attitude to it. Now it was assigned to oil producing companies to avoid pollution of environment. This problem for has been turned to one of the basic priorities for Azerbaijan State Oil Company. The main direction of “Ecol Engineering Services” CJSC’s activity plan is the improvement of ecological situation in Azerbaijan, especially in the field of oil industry.

One of measures directed to improve the ecological situation in Azerbaijan and provide the long-term ecological safety in the country was adoption of State Programs on alternative and renewable energy sources for the first time.

Order of the President of the Azerbaijan Republic has been signed about affirming in 2004 of the "The State Program on using of alternative and renewable energy sources in Azerbaijan Republic", programs on using of alternative and renewable energy sources already give its yield and first wind electric station was launched in the territory of the Gobustan region of the country in 2011.

One of the most important ecological projects implemented in Azerbaijan in recent years is building of the plant based on the newest technologies for burning household wastes in Baku [www.timeturk.com]. This plant is considered to be the biggest plant of this type according to capacity of production in the Eastern European and CIS space. This plant being built with application of 4G technology will meet all severe requirements in the field of protection of environment in EU.

One of the important stages for the improvement of ecological situation in Azerbaijan is year 2010 has been declared as "Year of Ecology" by President Ilham Aliyev. This campaign has allowed involving the wider community for environment problems, strengthening by all state and public institutes of ecological measures. Millions trees have been planted in the frame of Year of ecology in the capital and other big cities, regions, social discussions have been held on environment problems and other initiatives have been realized.

Ecology and Natural Resources Ministry co-organized with Environmental Program of UNO in 7<sup>th</sup> of July in Gabala with the presence of ecology and environment ministers and deputy ministers of 30 countries in the region of East Europe and Central Asia, was held the international conference on the biodiversity.

According to the local office of APA, the Minister of Ecology and Environmental Sources Husein Bagirov who participated in the conference gave detailed information about the doing works on protection and development of biodiversity.

According to the minister's speech, Azerbaijan can be added to the list of countries which took serious steps for reaching the objectives of Biological Biodiversity Convention. H. Bagirov emphasized that specially protected natural territories convene about 4, 5 % of the republic's territory in 2003, but now that figure was increased to 10,1 %. During the last 3 years reforestation activities were held in the area of 32211 hectare.

Azerbaijan Republic has the richest natural resources in the Caucasus Region. Azerbaijan has a particular place among the world countries for its biodiversity. Many species of animals and plants are collected there. The large number of plant species found in the world infiltrate in a small area like Azerbaijan.

About 4500 spices of supreme, spore flowering-plants grew in Azerbaijan are combined in 125 groups and 920 varieties. The plant spices found in Azerbaijan form the amount of 66 % of plants which grew in the Caucasus region. Besides the spices of plants widespread in the Caucasus and other regions, there are about 240 endemic plant spices characteristic to the small regions of Azerbaijan.

The wildlife in Azerbaijan is colorful related to the diversity of natural condition. 104 species of mammals, 394 species of birds, 10 species of amphibians, 54 species of reptiles, 1 species of round-mouth, 101 species of fish and more than 25000 invertebrates are known in the territory of Azerbaijan Republic. "The Red Book" of Azerbaijan Republic is the state document about the condition of the rare and endangered wild animals and plant species. The present "Red Book" consists of 6 parts.

The environmental director of Europe bureau of UNO's Environmental Program Cristof Buyve mentioned that the future factors must be took into consideration for maintaining all systems, in his speech in Gabala. According to him, we must create a foundation to the future generations for the understanding of this wealth. Cristof Buyve considered that, the year 2010 declared "The Ecology year" in Azerbaijan coincide with "The Biodiversity year" in the world and it is a significant event. The video speech of the team leader of UNO's Green Agriculture Pavan Sudkewin was heard.

The issues related to the protection of biodiversity in the region of Central Asia and East Europe, the main topics on the plane of region and country are analyzed in the conference with the presence of the environmental ministers and deputy ministers of Macedonia, Germany, Georgia, Romania, Kyrgyzstan, Ukraine, Turkmenistan, Bulgaria, Turkey, Tajikistan, Kazakhstan, Serbia, Russia and other countries.

As a part of the conference, on the themes of “Green Economy”, “The Economy of Ecosystems and Biodiversity”, “Specially Protected Areas and Ecological Grid, Reducing of Poverty in the Surrounding Communities” and “The Strategy Plan and Objectives of Biodiversity after 2010: The Priorities to Europe Region” 3 round tables were held.

The 7<sup>th</sup> of May in 2010, with the attempt of IDEA (International Dialogue for Environmental Action) and with the organizational support of Haydar Aliyev Foundation and Haydar Aliyev Center the summit was held in the Haydar Aliyev Center on the topic of “Biodiversity of The Caucasus”.

The First Lady of Azerbaijan and the President of Haydar Aliyev Foundation Mehriban Aliyeva and the vice-President of the Foundation and the founder and CEO of IDEA Leyla Aliyeva took part in the conference.

Leyla Aliyeva spoke about the importance of protecting the nature in the early ages and she said that IDEA joins young people around itself. She mentioned that, the protection of environment not only in our native country but also in the whole region and the projects on the protection of flora and fauna are carried out by IDEA. Among them “The great 5 of Caucasus” which paid attention to the protection of the 5 endangered animals – brown bear (*Ursus arctos*), imperial eagle (*Aquila heliaca*), gray wolf (*Canis lupus*), antelope (*Gazella subgutturosa*) and Caucasian leopard (*Panthera pardus saxicolor*) is of great importance.

Leyla Aliyeva emphasized that more than 3 million trees are planted and the classes are created at schools within the projects implemented. The other important qualities of IDEA are the presentation of projects in literary and creative form.

The founder and CEO of IDEA mentioned that, the restore and protection of endangered species is the main objective of us. We are working together on this issue in a number of international organizations. The membership of Azerbaijan to the Organization of Protecting Environment is a joyous case.

As the result of some actions done by state in direction of improvement of water supply of population of Azerbaijan with ecologically clean water the installation of modulus type water purification devices begun in 2007-2008 Nakhchivan Autonomous Republic, and in 100 settlements in many of them these devices are already used by population. In view of positive results of supply of the population with drinkable water thanks modulus type water purification devices according to Order of the President of Azerbaijan Republic signed in 2008 these works were continued and 2 million manats were allotted for installation of modulus type water purification devices in the Kur and Araz Rivers banks and in 200 residential areas.

One of the important projects made and being made in the direction of ecology in Azerbaijan is projects aimed at supply of capital and other residential areas with ecologically clean drinkable water. And Oguz-Qabala-Baku water pipeline, the construction of which begun in 2005 and ended in December, 2010 is considered as a historical event in the direction of solution of the problem of drinkable water faced by capital Baku, Absheron peninsula during years. About 1 billion manats from the State Budget have been spent for carrying out of this project. The ultimate goal of the water-piping project Oghuz-Qabala-Baku is supply of water to Baku from underground water sources of Oguz- Gabala with 5 cubic metres per second and so to provide the population with high quality, clean water from ecological point of view. According to estimations after completion of works of reconstructing of the water distribution networks in Baku and surrounding settlements this pipeline will be able to provide 75 % of the capital population with drinkable water [www.azer.balasi] [7].

Desertification is one of the modern problems. We speak excitedly about the decaying of biodiversity as well as the colors of biodiversity and nature. [Hasan Aliyev] [4].

Several measures are held for preventing desertification. Most of our scientists did many works gave their suggestions for preventing the desertification of the biggest winter grazing Ceyrancel-Acinohur and other territories. [Ahmedova] [1]. In 2004, in this territory The State Reserve of Eldar Pine was created in the territory of 1686 hectare, which Eldar Pine increases its territory in the rocks in a naturally. [Sevda Ahmedova] [1]. In the last 10 years the number and area of reserves and game reserves are increased by the state.

Implementation of large scale works during last few decades in Azerbaijan on direction of solution of environmental problems, the public policy directed on improvement of the ecological situation are important composition part of the long-term development strategy. Because without healthy environment there cannot be a healthy man that organizes the base of the development but from other side pell-mell exhausting of the natural stocks, problems arisen at result of violation of balance in the nature create a danger for future generations.

### **Result**

In the last 20 years the ecological condition in Azerbaijan has improved. The large scale of investments was spent for the replacement of old technology equipment with new ones in the large cities, the preparation of implements of great projects by the government, the public environmental awareness, the improvement of the Caspian Sea and its coasts' ecological condition. As a result many achievements were obtained in the ecological condition of the Republic.

### **References**

1. Ахмедова Севда. Биоразнообразие и экосистемы растительного покрова Джейранчельского и Аджиноурского массивов Азербайджана. Гянджа, 2004.
2. Ахмедова Севда. Растительность зимних пастбищ покрова Джейранчельского и Аджиноурского массивов Азербайджана. Баку, 2013.
3. Azərbaycan Respublikasının Ekoloji cəhətdən dayanıqlı sosial-iqtisadi inkişafına dair Milli Programı. Azərbaycan Respublikasının Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi. Bakı 2002.
4. Əliyev Həsən. "Nəyacan təbili". Bakı, 1982.
5. Məmmədov Qərib, Mahmudov Xəlil. Ekologiya və ətraf mühit. Bakı, 2004.
6. [www.timeturk.com](http://www.timeturk.com) – aktual ekoloji problemlərin.
7. [www.azer.balasi.com](http://www.azer.balasi.com) – Ekoloji problemlərin həllində inkişaf mərhələsi. Bakı, 2012.
8. [www. Webcitu host /net/vergilər](http://www.Webcitu.host/net/vergilər) – Azərbaycan Respublikasında ekoloji vəziyyətin yaxşılaşdırılmasına dair 2006 – 2010 – cu illər üçün kompleks tədbirlər planı. Bakı, 2006.



Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation  
Russian Journal of Biological Research  
Has been issued since 2014.  
ISSN: 2409-4536  
Vol. 2, No. 2, pp. 81-92, 2014

DOI: 10.13187/ejbr.2014.2.81

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



UDC 630.181.351; 330.15; 502.4

### **The Dynamics of Herbage on the Areas of Logging in Formation of Rock Oak on the Black Sea Coast of Caucasus**

Nikolay A. Bityukov

Sochi National Park, Russian Federation  
Doctor of Biological Sciences, Professor  
E-mail: [nikbit@mail.ru](mailto:nikbit@mail.ru)

#### **Abstract**

The article gives the research materials of ground cover in the formation of the rock oak on the Black Sea coast of the Caucasus. The method of monitoring of the forest plantations on the pair of small (elementary) catchments is used, one of which was subjected to experimental cuts, and the other served as a control. The recovery dynamics of rock oak`s saplings after felling is presented, as well as after the passage of ground fires among young trees. Due to the economic impact the dynamics of herbage in natural plantations and among young trees is studied.

**Keywords:** mountain oak forests; Black Sea coast; forest ecosystems; the main fellings; monitoring of oak; the growth dynamics of young trees; ground fires in oak forests; herbage.

#### **Введение**

Травяной покров, как один из компонентов лесного биогеоценоза, является одним из факторов, определяющих рост и развитие древостоев и оказывающих разностороннее влияние на процесс их жизнедеятельности. С одной стороны, травяной покров препятствует протеканию возобновительных процессов на вырубках, где злаковая растительность и образующие заросли кустарники заглушают всходы ценных пород. В этом случае он способствует иссушению верхних почвенных горизонтов, уплотнению почв, обеднению последних питательными веществами.

С другой стороны, образование густого травяного покрова на вырубках, прогалинах и других открытых местах, а так же его наличие под пологом леса способствует регулированию стекания выпавших осадков, переводу поверхностного стока во внутрипочвенный, уменьшению эрозионных процессов, снижению мутности рек при дождях и паводках. Особенно актуально изучение влияния развития травяного покрова на процессы возобновления ценных древесных пород на вырубках в условиях влажного климата Черноморского побережья Кавказа.

#### **Постановка проблемы**

В 1972 г. на территории б.Джубгского мехлесхоза, для изучения экологических функций насаждений дуба скального, заложен лесогидрологический стационар "Горский" (ЛГС) в бассейне реки Джубга, (бассейн притока – ручья Черноволова Щель) в 10 км от берега моря (см. рис. 1). На нем изучается влияние сплошнолесосечной и 2-х-приемной

котловинной рубки на 2-х водосборах, а 2 водосбора оставлены в качестве контрольных. ЛГС «Горский» является репрезентативным по лесорастительным, геологическим, почвенным и климатическим условия для формации дуба скального. Район стационара приурочен к северо-западному окончанию Главного Кавказского хребта и характеризуется наличием низкогорного, сильно эродированного рельефа при северо-западной экспозиции. Все водосборы стационара до рубки были полностью облесены. Насаждения представлены чистыми дубовыми и дубово-грабовыми древостоями с примесью бука, клена и березки (*Sorbus torminalis*). Сомкнутость полога – 0,5–0,7; класс бонитета III–V. Типологическое разнообразие характеризуется преимущественно следующими типами леса: дубравами грабовыми, азалиевыми, злаковыми и грабинниковыми. Во втором ярусе преобладает грабинник, в подлеске – азалия, крушина и бересклет. Живой напочвенный покров представлен мхами, злаками и бобовыми.

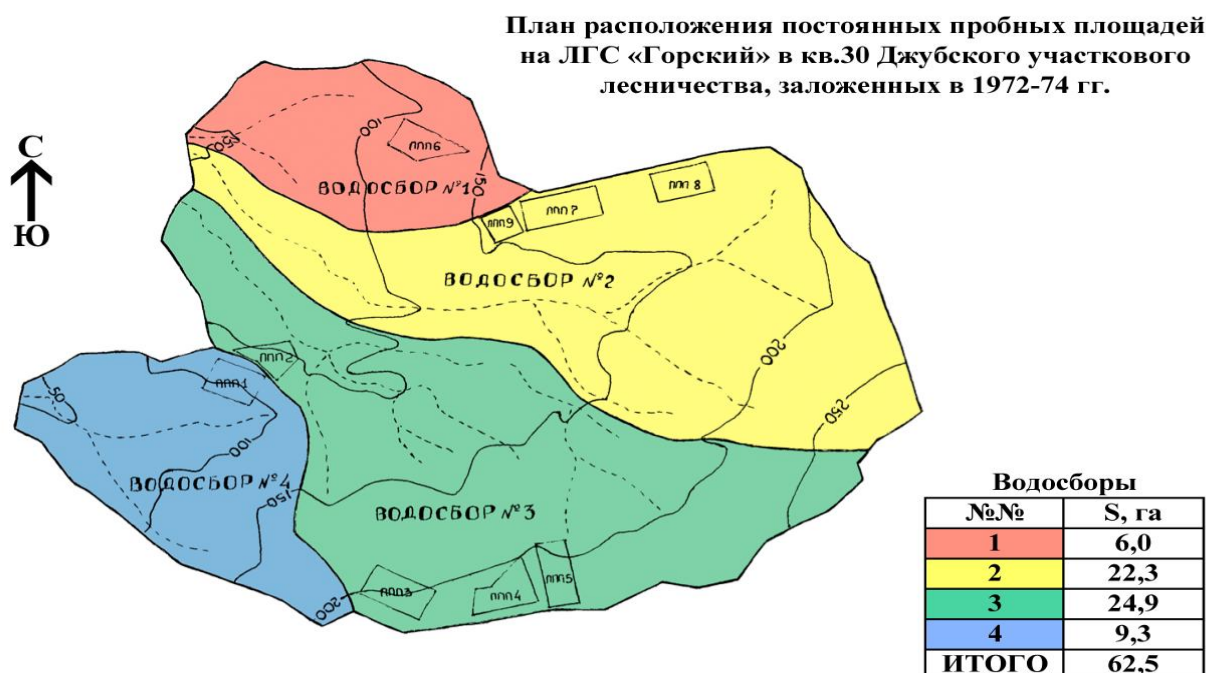


Рис. 1. Схема расположения водосборов и постоянных пробных площадей на стационаре "Горский"

Территория стационара частично (10–15 % площади) была пройдена добровольно–выборочной рубкой в 1963 г. в наиболее удобных для заготовки и вывоза древесины местах (с выборкой 10–12 % запаса), что способствовало снижению общей полноты до 0,7 и увеличению в составе насаждений деревьев порослевого происхождения. На момент организации стационара площади устойчивых производных насаждений граба и осины составляли на водосборе № 1 – 0,93 га, на водосборе № 2 – 2,02 га, на водосборе № 3 – 4,4 га, на водосборе № 4 – 2,22 га.

На водосборе № 1 в 1981–1982 гг. проведена сплошнолесосечная рубка на площади 4,04 га (67,3 % площади водосбора). Оставшаяся часть бассейна (1,96 га), вследствие большой крутизны склонов (более 30°) и расположения по тальвегам ручьев, осталась не вырубленной. На части водосбора, после проведения рубки, бульдозером «Т-130» было нарезано 900 погонных метров террас, на которых высажено 3,5 тыс. шт. 2-летних саженцев сосны крымской.

На водосборе № 2 в 1982–1983 гг. был проведен первый прием группово-постепенной котловинной 2-приемной рубки на площади 3,92 га, а в 1988–1989 гг. – второй прием на площади 2,3 га, что в сумме составляет 27,9 % площади водосбора. При первом приеме рубки было освоено 7 котловин. На трех котловинах, где наблюдалось недостаточное

количество подроста было высажено без подготовки почвы 1,5 тыс. шт/га саженцев каштана, размещением 7х1 м. Морфометрические и лесотаксационные характеристики водосборов ЛГС «Горский» до рубки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Морфометрические и лесотаксационные характеристики водосборов лесогидрологического стационара «Горский» до рубки

Морфометрические и лесотаксационные характеристики	Водосборы ЛГС «Горский»			
	1	2	3	4
Площадь, га	6,0	22,3	24,9	9,3
Перепад высот, м	119	234	223	172
Средний уклон, град.	17,5	13,2	13,3	19,0
Длина водосбора, м	380	1000	940	500
Средняя ширина водосбора, м	190	228	245	186
Экспозиция склонов	СЗ, З	СЗ	С, СЗ	СЗ, ЮЗ
Преобладающая группа типов леса	СХДС	СХДС	СХДС	СХДС
Состав насаждений (до рубки)	8Дс1Бк1Гр	7Дс2Бк1Гр	5Дс3Бк2Гр	6Дс3Гр1Бк
Средняя высота, м	18,5	19,9	20,8	21,7
Средний диаметр, см	29,6	28,6	26,7	32,2
Лесистость, %	100	100	100	100
Класс возраста	V–VI	V–VI	V–VI	V–VI
Класс бонитета	VI, 0	III, 9	III, 2	III, 4
Полнота	0,7	0,7	0,7	0,7
Запас древесины, м3/га	192	169	178	203
Годы рубки	1981–82	1982–83 1988–89	–	–
Способ рубки	сплошно лесосечная	котловинная 2-приемная	контроль	контроль
Площадь рубки, га	4,04	3,92 2,30	–	–
Площадь рубки, % площади водосбора	67,3	17,6 10,3	–	–

Для изучения динамики роста и развития древостоев на водосборах стационара были заложены в 1972 г. постоянные пробные площади (ППП). На водосборе № 1 ППП6 (дубняк грабинниковый); на водосборе № 2 – ППП7 (дубняк злаковый) и ППП8 (дубняк азалиевый); на водосборе № 3 – ППП2 (дубняк азалиевый), ППП3 (дубняк грабовый), ППП4 (дубняк грабовый), ППП5 (дубняк грабовый); на водосборе № 4 – ППП1 (дубняк грабинниковый). На ППП6 была испытана сплошнолесосечная рубка 1981–1982 гг., на ППП7 и ППП8 первый прием котловинной рубки 1982–1983 гг., а на ППП9 второй прием котловинной рубки 1988–1989 гг.

### Исходные данные и методика исследования

Наблюдения проводились на лесосеках опытных рубок: сплошнолесосечная рубка 1981–1982 гг. и узколесосечная рубка 1982–1983 гг., а также под пологом леса (контроль) в дубовых насаждениях III класса бонитета. При исследовании травяного покрова определялись: видовой состав; проективное покрытие; масса надземной части растений.

Развитие травяного покрова на площадях рубок обуславливает значительное

накопление фитомассы. Определение фитомассы проводилось срезанием надземной части растений на учетных площадках размером 0,5 м x 0,5 м. в количестве 10–20 шт. на каждый объект исследования, с последующим взвешиванием и переводом в абсолютно сухой вес [2, 3]. В молодняках, сформировавшихся на котловинной вырубке после первого приема лесосеки проводили изучение роста и развития травостоя после низового пожара, который охватил около половины вырубленной площади. В табл. 2 представлена сезонная динамика фитомассы травостоя на площадях опытных рубок и под пологом насаждений дуба скального, оставленных в качестве контрольных, за 1995–1999 гг.

### Результаты исследования

В результате исследований установлено, что наиболее разнообразным в видовом отношении является дубняк грабинниковый (сплошнолесосечная вырубка 1981–1982 гг., ППП6). Здесь из травянистой растительности встречаются овсяница горная (*Festuca montana* M.B.), вероника лекарственная (*Veronica officinalis* L.), жимолость каприфоль (*Lonicera caprifolium* L.), ясенец кавказский (*Dictamnus caucasicus* F.et M.), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.), купена лекарственная (*Poligonatum officinale* All.), мышиный горошек (*Vicia cracca* L.), фиалка лесная (*Viola silvestris* Rchb.), ластовень аптечный (*Vincetoxicum officinale* Moench.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), осока горная (*Carex montana* L.), ежевика сизая (*Rubus caesius* L.), плющ обыкновенный (*Hedera helix* L.). Овсяница горная является доминирующим видом во всех рассматриваемых типах дубрав.

Таблица 2

Динамика фитомассы травостоя на площадях опытных рубок и под пологом спелых древостоев в насаждениях дуба скального за 1995–2008 гг.

Год наблюдений	Дата наблюдений	Возраст рубки, лет	Проективное покрытие, %				Фитомасса травостоя, т/га.			
			сплошнолесосечная ПП6	котловинная		контроль	сплошнолесосечная ПП6	котловинная		контроль
				ПП7	ПП8			ПП7	ПП8	
1995	01.06	13-14	31,7	30,0	41,7	5,4	0,25	0,46	0,59	0,07
	05.07		30,0	55,0	43,3	5,6	0,27	0,85	0,72	0,07
	01.08		28,3	51,7	58,3	6,7	0,35	0,81	0,79	0,09
	01.09		31,7	73,3	60,0	6,7	0,45	1,97	1,66	0,22
	16.10		23,3	78,3	48,3	8,7	0,58	2,20	0,91	0,16
	16.11		28,3	61,7	40,0	6,7	0,52	2,16	0,90	0,18
1996	16.06	14-15	28,1	63,3	62,3	5,7	0,57	1,40	1,51	0,12
	01.07		23,3	73,0	64,8	5,0	0,33	2,38	1,72	0,11
	01.09		34,5	71,7	64,7	5,0	0,68	1,86	1,41	0,08
	03.10		31,1	68,7	68,6	5,0	0,65	1,25	0,99	0,20
1997	13.05	15-16	20,0	30,0	-	5,0	0,48	0,54	-	0,11
	05.06		33,7	65,0	-	6,0	0,47	1,12	-	0,14
	06.07		23,7	62,5	-	7,9	0,35	1,05	-	0,13
	03.08		26,2	56,2	-	8,1	0,33	1,31	-	0,20
	01.09		28,7	57,5	-	5,0	0,51	1,64	-	0,15

1998	01.06	16-17	16,2	30,0	41,3	4,3	0,20	0,57	0,92	0,05
	01.07		17,5	51,2	42,5	4,5	0,25	1,22	1,03	0,05
	02.08		16,3	38,8	56,2	5,8	0,21	0,85	1,13	0,15
	01.09		19,5	21,3	21,0	6,3	0,31	0,64	0,64	0,16
1999	01.06	17-18	15,0	27,5	36,2	4,5	0,15	0,49	0,50	0,08
	02.07		25,5	43,8	42,5	5,0	0,21	0,73	0,65	0,15
	03.08		15,0	41,3	42,4	5,2	0,14	0,78	0,70	0,20
	16.09		17,5	21,6	38,2	5,6	0,21	0,38	0,61	0,18
	01.10		13,7	35,0	37,5	5,6	0,33	0,56	0,94	0,15
2000	01.06	18-19	12,5	22,5	23,8	5,8	0,1	0,2	0,31	0,09
	01.07		13,8	25,0	35,0	5,4	0,19	0,43	0,57	0,10
	01.08		13,8	20,0	35,0	6,0	0,2	0,39	0,60	0,10
	05.09		13,0	20,2	30,2	6,0	0,17	0,32	0,47	0,11
	02.10		14,2	25,0	41,2	5,8	0,22	0,44	0,67	0,11
2003	01.05	21-22	12,7	12,8	15,0	5,0	0,18	0,24	0,31	0,11
	02.07		14,3	23,5	26,5	7,0	0,22	0,42	0,40	0,12
	02.10		12,5	30,5	38,5	6Д	0,13	0,36	0,50	0,10
2004	02.05	22-23	13,5	20,5	31,0	5,6	0,17	0,25	0,41	0,10
	03.07		15,0	22,4	33,0	6,9	0,21	0,35	0,44	0,10
	01.10		14,4	24,0	37,5	5	0,16	0,35	0,57	0,07
2005	05.05	23-24	9,3	19,9	17,5	4,9	0,07	0,19	0,21	0,05
	01.07		16,7	19,5	31,0	5,8	0,20	0,27	0,33	0,05
	05.10		16,0	19,5	26,5	4,2	0,15	0,20	0,37	0,04
2008	20.08	26-27	18,1	17,5	27,5	5,4	0,18	0,18	0,32	0,04

На ППП6 (дубняк грабинниковый) до рубки в 1981 г. фитомасса в среднем составляла 0,4 т/га, после рубки древостоя в 6–7-летних молодняках (1988–1989 гг.) она возросла до 3,64–3,87 т/га. В дальнейшем, с ростом молодняков и увеличением конкуренции с их стороны, наблюдалось снижение фитомассы в 1991г. до 1,33 т/га. По мере роста молодняков на данной вырубке наблюдается снижение фитомассы травостоя за период наблюдений 1995–1999 гг. с 0,4–0,56 до 0,21 т/га (в среднем 0,37 т/га), а проективного покрытия с 28,9–29,3 до 17,3 % (в среднем 23,9 %) площади.

На участках котловинной рубки на ППП7 (дубняк злаковый), до проведения ее первого приема в 1981 г. отмечалось сильное зарастание данной площади ежевикой и злаками, что определяло величину фитомассы, равную 5,1 т/га. После лесосечных работ 1982–1983 гг. наблюдалось кратковременное увеличение фитомассы травостоя на изучаемой площади с последующим ее постепенным снижением в 1988 г. – до 2,77 т/га, в 1989 г. – до 2,55 т/га, в 1991 г. – до 1,42 т/га.

После первого приема котловинной вырубки 1982–1983 гг. (на значительной части ППП7) в молодняках после низового пожара, прошедшего осенью 1993 г., травяной покров как и сами насаждения претерпел существенные изменения. Произошел отпад значительной части молодняков. На выгоревшей площади остался единично расположенный или небольшими группами по 2–3 дерева дуб скальный. Зарастание гарей

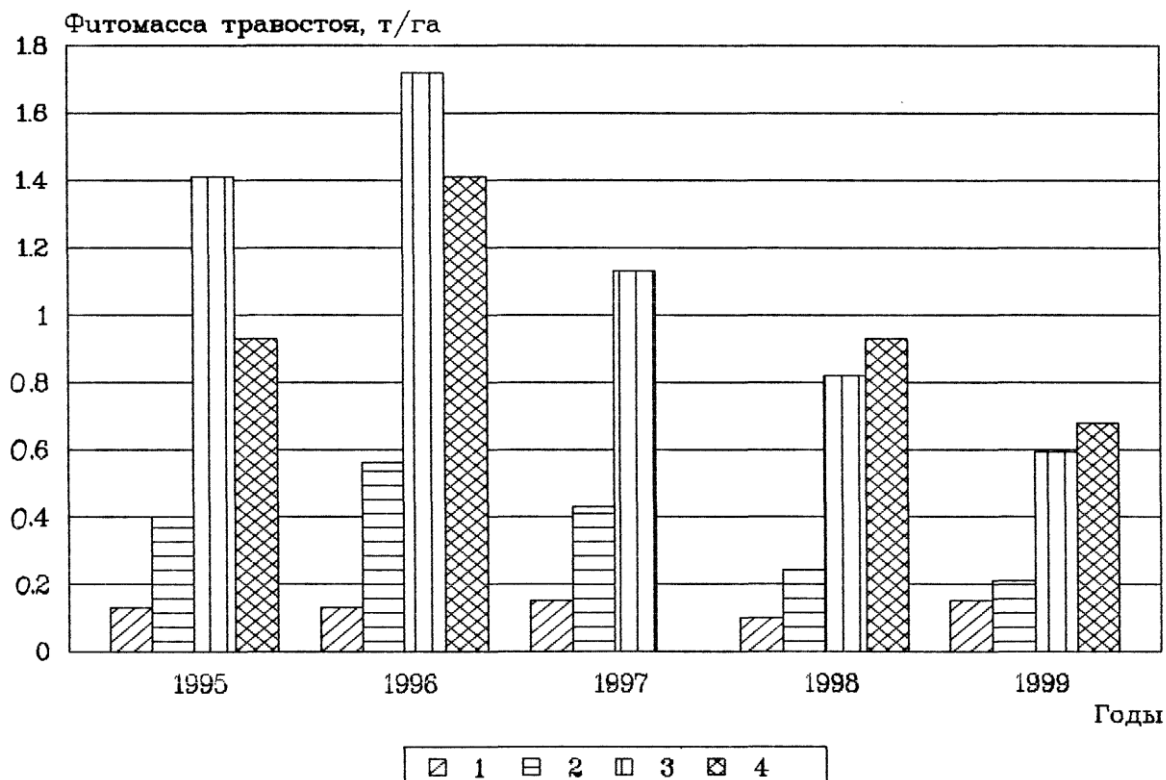
продолжалось до конца лета 1995 года (на 2-й год после пожара). Флористический состав представлен несколькими видами, преимущественно злаками. Здесь доминируют дорикниум (*Doronicum orientale Hoffm*), мятлик луговой (*Poa pratensis L.*) и овсяница горная (*Festuca montana M.B.*), встречаются мышинный горошек (*Vicia cracca L.*), осока горная (*Carex montana L.*), жимолость каприфоль (*Lonicera caprifolium L.*). В среднем за 1995 г. фитомасса травостоя составляет 1,41 т/га, а проективное покрытие 58,3 %. На 3-й год после пожара наблюдается максимум кривой накопления фитомассы травостоя, за период исследования 1995–1999 гг., которая на 01.07.96 г. составляет 2,38 т/га, а проективное покрытие 73,0 % площади обгоревшей вырубке. В среднем за год фитомасса составляет 1,72 т/га, а проективное покрытие 69,2 %. В следующие годы продуктивность травостоя падает почти в 3 раза, по сравнению с максимумом развития, вследствие конкуренции со стороны растущих порослевых дубово–грабовых молодняков (в т.ч. из-за увеличения сомкнутости полога). Масса травостоя снижается на 6-й год после пожара до 0,59 т/га, а проективное покрытие до 33,8 %. В сохранившейся части молодняков ППП7 на данной вырубке и не затронутых низовым пожаром разрастание травяного покрова не наблюдается. Фитомасса травяного покрова в среднем составляет (по данным учета 1998 г.) 0,22 т/га, а среднее проективное покрытие – 8 %. В составе преобладает овсяница горная (*Festuca montana M.B.*) и ежевика сизая (*Rubus caesius L.*).

На ППП8 (первый прием котловинной 2–приемной рубки) в дубняке азалиевом, молодняки которого были дважды подвергнуты более слабому воздействию низового пожара 1993 и 1997 гг., а так же из-за преобладания в составе данного насаждения дуба скального, как породы наиболее устойчивой к огню, полной гибели древостоя не наблюдается. В данных молодняках не наблюдается такого же интенсивного образования поросли как на выгоревшей части ППП7. Поэтому из-за конкуренции со стороны оставшихся молодняков травяной покров развивается в первые 2–3 года после пожара менее интенсивно (наблюдается рост фитомассы с 0,93 до 1,41 т/га, проективного покрытия с 48,6 до 65,1 %), а из-за отсутствия образования поросли после пожара и продолжающегося постепенного отпада молодняков снижение фитомассы травостоя идет более медленными темпами (на 6-й год после пожара она снижается до 0,68 т/га, а проективное покрытие до 39,4 %). Флористический состав представлен доминантами: овсяницей горной (*Festuca montana M.B.*), дорикниумом (*Doronicum orientale Hoffm*), ежевикой кавказской (*Rubus caucasicus Focke*). Встречаются лесная фиалка (*Viola silvestris Rchb.*), мышинный горошек (*Vicia cracca L.*) и мятлик луговой (*Poa pratensis L.*). После прохождения низовых пожаров отмечено разрастание густого подлеска из азалии, также препятствующего росту и развитию травяного покрова.

Травяной покров под пологом не тронутого рубкой леса (контрольного) развит слабо. Его фитомасса за исследуемый период составляет, с незначительными колебаниями, в среднем 0,13 т/га, а проективное покрытие 5,7 %. В составе травянистой растительности доминирует овсяница горная (*Festuca montana M.B.*).

Таким образом, на основании проведенных за период 1995–1999 гг. исследований можно отметить, что под пологом нетронутого рубками леса наблюдаются наименьшие значения продуктивности, однообразие видового состава и относительная стабильность развития травяного покрова

На рис.2 показана сезонная динамика фитомассы травяного покрова 13–18-летних молодняков, произрастающих на площадях опытных рубок и под пологом леса (контроль) на стационаре "Горский" за 1995–1999 гг. а на рис. 3 сезонная динамика проективного покрытия травостоя за данный 5-летний период.



*Рис. 2.* Динамика фитомассы травяного покрова:  
 1–под пологом леса (контроль); 2–сплошнолесосечная рубка (ППП6);  
 3–котловинная рубка (ППП7); 4–котловинная рубка (ППП8)

На рост травостоя существенное влияние оказывает увлажненность вегетационного периода. Так в 1995 г. выпало на всей территории стационара 1014 мм осадков, в 1996 г. – 784 мм осадков, в 1997 г. – 876 мм, в 1998 г. – 310 мм, в 1999 г. – 861 мм осадков. Низкому количеству осадков за вегетацию 1998 г. соответствует снижение фитомассы травостоя. В 1995 г. фитомасса травостоя составляла 1,7 т/га, в молодняках, не затронутых огнем, она не превышала 0,22 т/га (1998 г.).



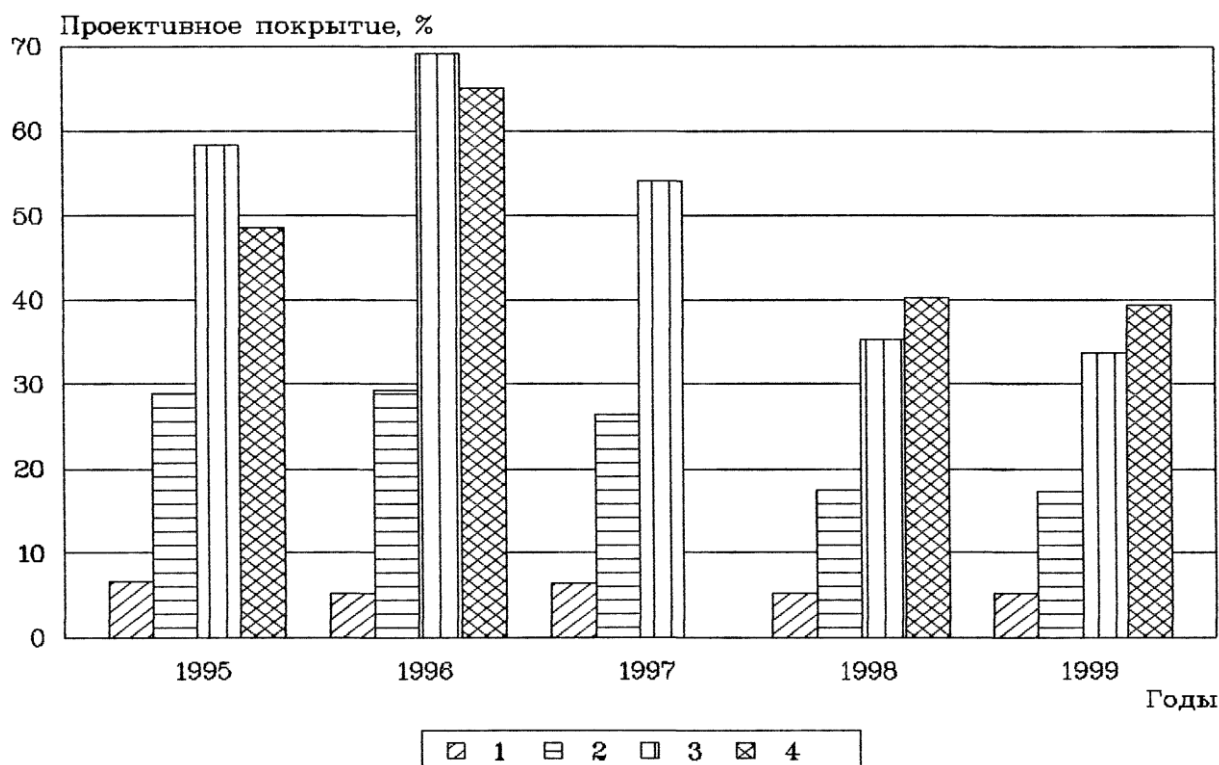


Рис. 3. Динамика проективного покрытия травяного покрова:  
1–под пологом леса (контроль); 2–сплошнолесосечная рубка (ППП 6);  
3–котловинная рубка (ППП 7); 4–котловинная рубка (ППП 8)

В молодняках, не подвергшихся низовому пожару, наблюдается изменение массы и проективного покрытия травостоя как в течение вегетационного периода, так и в течение последующих лет, но с меньшей интенсивностью, чем на пройденной низовым пожаром вырубке (с более резкой сменой экологической обстановки и условий среды).

#### **Динамика травяного покрова в насаждениях дуба скального ЛГС «Горский» за период 2000–2008 гг.**

В результате исследований в насаждениях дуба скального, продолженных в период 2000–2008 гг., установлено, что под пологом нетронутого рубкой (контрольного) древостоя (ППП<sub>1</sub>, тип леса дубняк грабниковоый) расположенного на Ю-З склоне, доминирует овсяница горная. Фитомасса варьирует от 0,05 до 0,11 т/га, проективное покрытие за 2000–2008 гг. в среднем составляет 50–60 %. Средняя влажность 257–306 % (табл. 1).



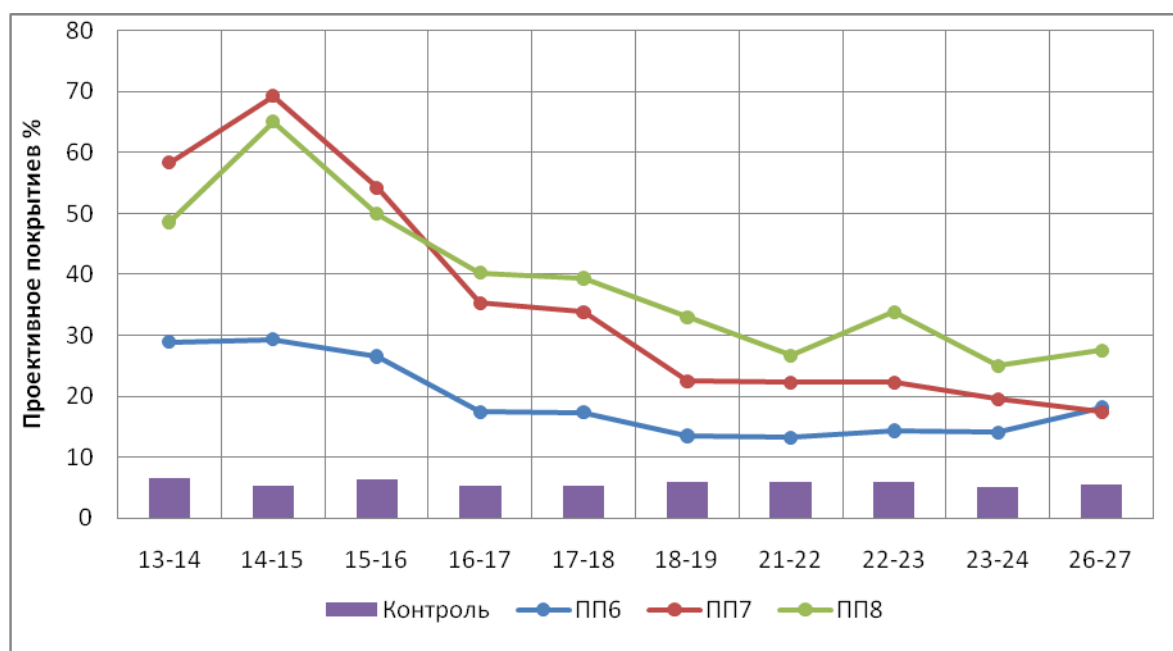


Рис. 4. Изменение среднего проективного покрытия травостоем на площадях рубок ЛГС «Горский» в зависимости от возраста вырубок: ПП6 – молодняки на сплошнолесосечной вырубке; ПП7 и ПП8 – молодняки на площади котловинной рубки; контроль – материнское насаждение

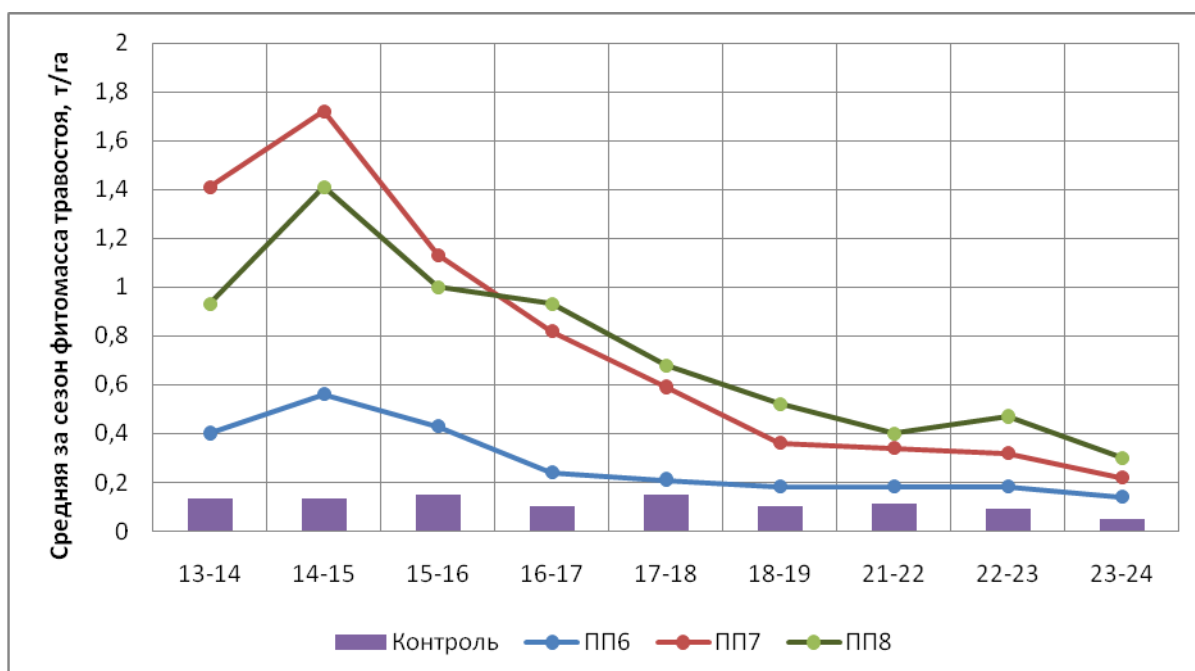


Рис. 5. Изменение средней за сезоны фитомассы травостоя на площадях рубок в зависимости от возраста вырубок (годы): ПП6 – молодняки на сплошнолесосечной вырубке; ПП7 и ПП8 – молодняки на площади котловинной рубки; контроль – материнское насаждение

Данные молодняки характеризуются следующим видовым разнообразием травяной растительности: жимолость каприфоль, ясенец кавказский, ежевика сизая, овсяница горная, пион кавказский, лесная фиалка, ластовень аптечный.

В молодняках образовавшихся после 1-го приема котловинной (1982–1983 гг.) рубки расположенных в верхней юго-западной части склона (ПП7, тип леса дубняк злаковый) подвергшихся воздействию низовых пожаров в 1993 г., в первые годы после пожара отмечается их интенсивный отпад с последующим обильным порослеобразованием и сильным разрастанием травостоя. По мере роста молодняков по данной пробной площади наблюдается постепенное снижение фитомассы травостоя, достигшей к 2000–2005 гг. соответственно 0,36–0,22 т/га, а проективное покрытие – 22,5–19,6 %. Влажность травостоя составляет в среднем 243–288 %. В составе доминирует овсяница горная.

В сохранившейся части молодняков ППП 7, не затронутых пожаром, разрастание травяного покрова не наблюдается. Фитомасса травостоя варьирует от 0,04–0,09 т/га, проективное покрытие – 7,7–9,1 %, средняя влажность – 315–374 %. В составе преобладает овсяница горная.

На ППП 8, молодняки которой образовались после 1-го приема (1982–1983 гг.) котловинной рубки были дважды подвергнуты воздействию низового пожара в 1993 и 1997 гг. Здесь отмечено более постепенное снижение фитомассы травостоя, так как в их составе преобладает дуб скальный как более устойчивая порода к воздействию огня. Поэтому полной гибели молодняков, наблюдавшегося на ППП 7 и последующего интенсивного порослеобразования, здесь не наблюдалось. Снижения фитомассы идет более медленными темпами до 0,52–0,3 т/га, а проективное покрытие с 33 до 25 %. Влажность травостоя в среднем варьирует от 267 до 275 % (табл. 1). Флористический состав представлен: овсяницей горной, дорикниум, мышинным горошком, ежевикой сизой. На данной пробной площади отмечено разрастание густого подлеска из азалии, также препятствующего разрастанию травяного покрова. Низовой пожар в молодняках способствовал так же интенсивному росту травяной растительности, и в первую очередь злаков (дорикниум, овсяница, мятлик).

### **Заключение**

Полученные материалы позволяют отметить, что рубки главного пользования в дубравах оказывают существенное влияние на проективное покрытие, видовой состав и фитомассу. Сезонная динамика фитомассы травостоя на всех площадях рубок и на контроле характеризуется интенсивным ростом в начале вегетационного периода, достигая наибольших значений в середине вегетации, а к концу вегетации наблюдается ее снижение. Рубки главного пользования в насаждениях дуба скального оказывают существенное влияние на развитие травяного покрова. Появляются виды, характерные для открытых мест: бодяк, осот, пырей, воробейник, зверобой, земляника, клевер и др. Уже в первый год после рубки значительно увеличивается высота и масса овсяницы горной и ежевики кавказской. Полог густого травостоя (особенно ежевики) заглушает всходы и мелкий подрост, оставшийся после лесозаготовок. В кулисах и стенах леса, которые примыкают к вырубкам, так же наблюдается интенсивный рост злаков и ежевики. По мере роста молодняков на вырубках происходит снижение фитомассы травостоя, а в видовом составе появляются виды, произрастающие при меньшей освещенности.

Изменение светового режима на вырубках под воздействием поросли ведет к изменению характера и степени развития травяного покрова. После рубки, в первые два года, исчезают теневыносливые виды и происходит разрастание светолюбивых видов трав. Смыкание порослевого полога ведет к обратному процессу. Рост травостоя подавляется и происходит обеднение видового состава.

Низовые пожары благоприятно влияют на интенсивность развития травяной растительности. Благодаря изреживанию полога, увеличению поступления солнечной радиации и осадков к поверхности почвы, ранее перехватываемых древостоем, отсутствию корневой конкуренции древесных пород с травяной растительностью темпы роста фитомассы травостоя после пожара на котловинной вырубке в 2–3 раза выше, чем в равных по возрасту молодняках на сплошнолесосечной вырубке. Здесь же наблюдается обратная тенденция к резкому снижению массы травостоя при интенсивном росте порослевых

молодняков уже на 3-й год после пожара. В молодняках, где низовой пожар оказал более слабое влияние на развитие насаждений, вследствие оставшейся конкуренции со стороны древесно-кустарниковой растительности, как рост, так и снижение фитомассы травостоя идет более медленными темпами.

### Примечания:

1. Битюков Н.А. Гидрологическая роль горных лесов Северо-Западного Кавказа // Лесоведение. 1996. № 4. С. 39-50.
2. Bityukov N.A., Pestereva N.M. The Regime and Quality of River Waters in the Sylvan Zone of the Northwest Caucasus in Conjunction with Economic Activity // European Geographical Studies, 2014, Vol.(4), № 4, pp. 143-151.
3. Битюков Н.А. Динамика горных лесных экосистем после рубок в буковых насаждениях Сочинского Причерноморья // Вестник СГУТиКД. 2011. №2. С. 172-178.
4. Битюков Н.А. Методические указания по изучению водорегулирующих функций горных лесов. М.: ВНИИЛМ, 1981. 38 с.
5. Битюков Н.А. Методические указания по изучению водорегулирующих функций горных лесов. М.: ВНИИЛМ, 1981. 38 с.
6. Битюков Н.А. Экология горных лесов Причерноморья. Сочи: ФГУ НИИгорлесэкол, 2007. 397 с.
7. Битюков Н.А., Пестерева Н.М., Ткаченко Ю.Ю., Шагаров Л.М. Рекреация и мониторинг экосистем особо охраняемых природных территорий Северного Кавказа: Монография. Сочи: ФГБОУ ВПО СГУ, 2012. 456 с., с ил.
8. Демьянов В.Д. Эффективность естественного и искусственного возобновления в дубравах. Ценные древесные породы Черноморского побережья. // Сборник научных трудов СочНИЛОС. Вып. 7. М., 1975.
9. Демьянов В.Д., Солнцев Г.К. Динамика лесовосстановительного процесса на вырубкам дуба скального. // Лесное хозяйство. 1989. № 12. С. 24-26.
10. Коваль И.П., Битюков Н.А. Количественная оценка водорегулирующей роли горных лесов Черноморского побережья Кавказа // Лесоведение. 1972. №1. С. 3-11.
11. Коваль И.П., Битюков Н.А. Экологические основы пользования лесом на горных водосборах (на примере Северного Кавказа): Монография. Краснодар: Кубанский учебник, 2001. 480 с.
12. Коваль И.П., Битюков Н.А. Экологические функции горных лесов Северного Кавказа. М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. 480 с.
13. Коваль И.П., Битюков Н.А., Шевцов Б.П. Экологические основы горного лесоводства: Монография. Сочи: ФГБУ НИИгорлесэкол, 2012. 545 с.
14. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. Избранные труды, т. I и II. М.: «Лесная промышленность», 1971. 1090 с.
15. Полежай П.М. Дубовые леса Северного Кавказа / ред. Н.А. Битюков. Сочи: ФГУ НИИгорлесэкол, 2011. 250 с., с ил.
16. Шагаров Л.М. Геоэкологические особенности и рациональное использование буковых и дубовых лесов Черноморского побережья Кавказа: автореферат диссертации кандидата геогр. наук. Ростов-на-Дону. 2013. 24 с.

### References:

1. Bityukov N.A. Gidrologicheskaya rol' gornyx lesov Severo-Zapadnogo Kavkaza // Lesovedenie. 1996. № 4. S. 39-50.
2. Bityukov N.A., Pestereva N.M. The Regime and Quality of River Waters in the Sylvan Zone of the Northwest Caucasus in Conjunction with Economic Activity // European Geographical Studies, 2014, Vol.(4), № 4, pp. 143-151.
3. Bityukov N.A. Dinamika gornyx lesnykh ekosistem posle rubok v bukovykh nasazhdeniyakh Sochinskogo Prichernomor'ya // Vestnik SGUTiKD. 2011. №2. S. 172-178.
4. Bityukov N.A. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu vodoreguliruyushchikh funktsii gornyx lesov. M.: VNIILM, 1981. 38 s.
5. Bityukov N.A. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu vodoreguliruyushchikh funktsii gornyx lesov. M.: VNIILM, 1981. 38 s.

6. Bityukov N.A. Ekologiya gornykh lesov Prichernomor'ya. Sochi, 2007. 397 s.
7. Bityukov N.A., Pestereva N.M., Tkachenko Yu.Yu., Shagarov L.M. Rekreatsiya i monitoring ekosistem osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii Severnogo Kavkaza: Monografiya. Sochi: FGBOU VPO SGU, 2012. 456 s., s il.
8. Dem'yanov V.D. Effektivnost' estestvennogo i iskusstvennogo vozobnovleniya v dubravakh. Tsennye drevesnye porody Chernomorskogo poberezh'ya. // Sbornik nauchnykh trudov SochNILOS. Vyp. 7. M., 1975.
9. Dem'yanov V.D., Solntsev G.K. Dinamika lesovosstanovitel'nogo protsessa na vyrubkam duba skal'nogo. // Lesnoe khozyaistvo. 1989. № 12. S. 24-26.
10. Koval' I.P., Bityukov N.A. Kolichestvennaya otsenka vodoreguliruyushchei roli gornykh lesov Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza // Lesovedenie. 1972. №1. S. 3-11.
11. Koval' I.P., Bityukov N.A. Ekologicheskie osnovy pol'zovaniya lesom na gornykh vodosborakh (na primere Severnogo Kavkaza): Monografiya. Krasnodar: Kubanskii uchebnyk, 2001. 480 s.
12. Koval' I.P., Bityukov N.A. Ekologicheskie funktsii gornykh lesov Severnogo Kavkaza. M.: VNIITslesresurs, 2000. 480 s.
13. Koval' I.P., Bityukov N.A., Shevtsov B.P. Ekologicheskie osnovy gornogo lesovodstva: Monografiya. Sochi: FGBU NIIGorlesekol, 2012. 545 s.
14. Morozov G.F. Uchenie o lese. Izbrannye trudy, t. I i II. M.: «Lesnaya promyshlennost'», 1971. 1090 s.
15. Polezhai P.M. Dubovye lesa Severnogo Kavkaza / red. N.A. Bityukov. Sochi: FGU NIIGorlesekol, 2011. 250 s., s il.
16. Shagarov L.M. Geoekologicheskie osobennosti i ratsional'noe ispol'zovanie bukovykh i dubovykh lesov Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza: avtoreferat dissertatsii kandidata geogr. nauk. Rostov-na-Donu. 2013. 24 s.

УДК 630.181.351; 330.15; 502.4

### **Динамика травостоя на площадях рубок в формации дуба скального Черноморского Побережья Кавказа**

Николай Александрович Битюков

Сочинский национальный парк, Российская Федерация  
Доктор биологических наук, профессор  
E-mail: nikbit@mail.ru

**Аннотация.** Приведены материалы изучения напочвенного покрова в формации дуба скального на Черноморском побережье Кавказа. Использована методика мониторинга лесных насаждений на парных малых (элементарных) водосборах, из которых один подвергался экспериментальным рубкам, а второй служил контролем. Проанализирована динамика восстановления молодняков дуба скального после рубок, а также после прохождения низовых пожаров в молодняках. В связи с хозяйственным воздействием изучена динамика травостоя в естественных насаждениях и в молодняках.

**Ключевые слова:** горные дубовые леса; Черноморское побережье Кавказа; лесные экосистемы; рубки главного пользования; мониторинг дубрав; динамика прироста молодняков; низовые пожары в дубравах; травяной покров.

Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation  
 Russian Journal of Biological Research  
 Has been issued since 2014.  
 ISSN: 2409-4536  
 Vol. 2, No. 2, pp. 93-99, 2014

DOI: 10.13187/ejbr.2014.2.93

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

UDC 630

### The Effect of Phosphorus on the Growth and Productivity of Mexican Marigold (*Tagetes minuta* L.)

<sup>1\*</sup> Marzieh Negahban<sup>2</sup> Abdolhossein Aboutalebi<sup>3</sup> Abdolraool Zakerin

Islamic Azad University, Unit Jzhrom, Jahrom, Iran  
 Corresponding author.\* marziehnegahban\_86@yahoo.com

#### Abstract

Field trials were carried out in Sadra town near Shiraz, Iran in 2010 to determine the effect of phosphorus (P) on the productivity of Mexican Marigold (*Tagetes minuta* L.), an important medicinal plant. Phosphorus was band-placed at the rates of 0, 40, 80 and 120 Kg/ha at planting time. Results indicated that growth parameters and essential oil concentration increased with increasing the P levels. Application of 120 kg/ha P significantly increased the fresh and dry weights, plant height and flower numbers per plant. All P as compared with the control significantly enhanced the essential oil concentration. Moreover the role of phosphorus as a central and pivotal metabolic and regulatory nutrient element has been discussed.

**Keywords:** Mexican Marigold; phosphorus; essential oil; growth parameters.

#### Introduction

Asteraceae is the largest family of vascular plants with more than 23,000 species, rich in secondary metabolites and essential oils (EOs) (Negahban *et al.*, 2013). The genus *Tagetes*, with the common name of marigold, consists of 30-40 species that are endemic from Arizona to Argentina (Sefidkon *et al.*, 2004). Mexican marigold (*Tagetes minuta* L.) is an annual plant belongs to the Asteraceae family. It is native of grasslands and mountainous regions of South America including Argentina, Chile, Bolivia, Peru, and in the Chaco region of Paraguay (Negahban *et al.*, 2013). *T. minuta* grows wild from spring to early winter when it completes its life cycle (Babu and Kaul 2007).

*Tagetes minuta* L., a species native to southern South America, is used as a condiment, as a refreshing beverage, and for medicinal purposes. In recent years, there has been an increasing interest in using the herbal products of indigenous peoples. *Tagetes minuta* could be another new herb brought to the world market (Meshkatalasadat *et al.*, 2010). *Tagetes minuta* is commercially grown and harvested for its essential oils which are used in the flavor and perfume industry as "Tagetes Oil." The oil is used in perfumes, and as a flavor component in most major food products, including cola beverages, alcoholic beverages, frozen dairy desserts, candy, baked goods, gelatins, puddings, condiments, and relishes (Meshkatalasadat *et al.*, 2010).

*Tagetes* EO is used to treat chest infections, coughs and catarrh, dilating bronchi, facilitating the flow of mucus and dislodging congestion and can be used in cases of skin infections. It has a



healing effect on wounds, cuts, calluses and bunions (Negahban *et al.*, 2013, Meshkatalsadat *et al.* 2010).

In commercial medicinal plant production, the main objective is to produce high biomass yields per hectare with high levels of secondary metabolites. Nutritional requirements have a major effect on the yield and growth of all horticultural and agronomic crops (Saharkhiz and Omidbaigi, 2008). On the other hand the level of secondary metabolites in medicinal plants may be positively or negatively affected by the kind and amount of nutrient elements. Phosphate plays a central, pivotal metabolic and regulatory role on the nexus of several physiological and biochemical processes in plants, including photosynthesis, energy conservation, inter- and intracellular co-ordination of carbohydrate metabolism (Abel, 2002) and in energy transfer (Saharkhiz and Omidbaigi 2008).

Trivino and Johnson, (2000) have reported that total yield of volatile oil of (*Origanum majorana* L.) was increased by 50% as P was increased up to 3.0 mM in soil solution (Trivino and Johnson, 2000). Moreover, the fresh and dry weights were increased two-fold by P treatment as compared to the control. Ichimura *et al.*, (1995) observed that P significantly increased the fresh weight and essential oil concentration in Sweet basil (Ichimura *et al.*, 1995). Similar results have been noted with black cumin (*Nigella sativa*) and coriander (*Corianderum sativum*) by several workers. (Das *et al.*, 1991; Ughreja and Chundawat, 1992). The main objective of present study was to investigate the effects of different P levels on the yield and essential oil concentration of *Tagetes minuta* L.

## Materials and Methods

### Plant Material

The seeds of Mexican Marigold were provided by Zardband Pharmaceutical Company located in Tehran, Iran. The seeds were cultivated in Sadra town (Shiraz, Iran) in February 2010. Plants were grown in sandy loam soil. Some of the physiological characteristics of the soil are shown in Table 1. The experiment was arranged as a randomized completely block design (RCBD) with four replications. The treatment consisted of 4 phosphorus levels (0, 40, 80, 120 kg ha<sup>-1</sup>) as triple super phosphate.

Phosphorus was band-placed in two rows, 100 mm deep and 150 mm apart at each site. The seedlings of equal height and vigour were hand transplanted from the nursery bed to the field in mid-April. Each plot was of 2 m<sup>2</sup>. The seedlings were planted between the fertilizer bands in rows, 30 cm apart and there was 20 cm distance between every plant. All plots were furrow irrigated immediately after transferring the seedlings to the field.

Irrigation was carried out every day for one week to establish the seedlings in soil. Hoeing and mechanical weeding were done as needed.

Plant height, flower numbers per plant, chlorophyll content, shoot fresh and dry weight were measured at the full flowering stage.

Large foliar stalks were harvested with pruning-shears, leaving about 5 cm above the ground surface. The shoots and roots fresh weight and flower number were measured.

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

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

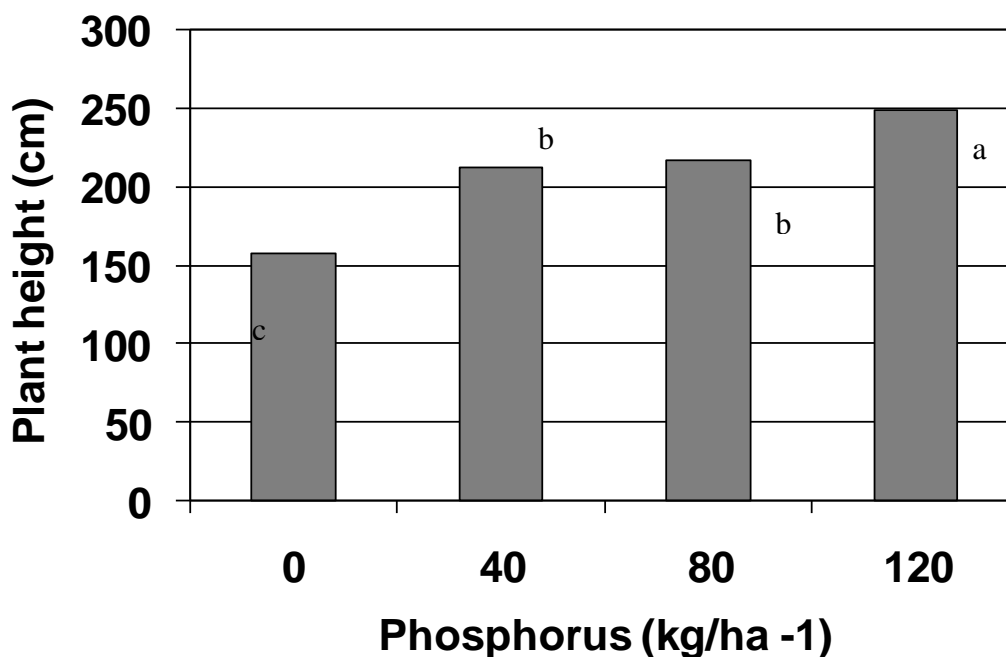
EC ds m <sup>-1</sup>	pH	OC <sup>a</sup> (%)	TN <sup>b</sup> (%)	P (mg kg <sup>-1</sup> )	K(mg kg <sup>-1</sup> )	Silt (%)	Sand (%)	Clay (%)
1.8	7.8	1.775	0.06	14	275	12	78	10
		<sup>a</sup> Organic matter (OC),		<sup>b</sup> Total Nitrogen (TN)				

### Results and Discussion

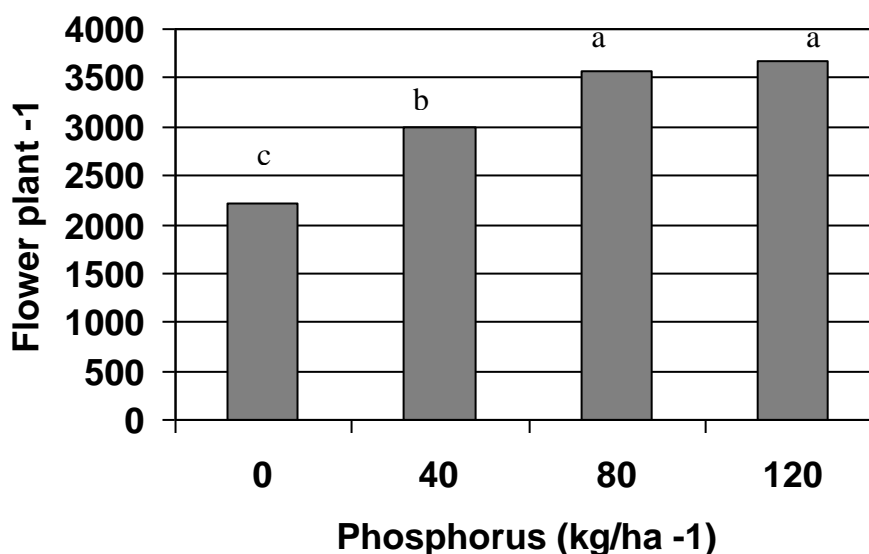
The statistical analysis showed that plant height, flower numbers per plant, fresh and dry weights and essential oil concentration increased significantly by soil P application as compared to control ( $P \leq 0.05$ ).

The data demonstrated that soil P fertilization had a significant effect on the plant height, flower numbers per plant, fresh weigh, dry weight and essential oil concentration with respect to control (Figures 1, 2, 4, 5, 6). However, dry weight significantly increased with increasing P level up to 120 kg /ha (Fig 5). Chlorophyll content decreased with increasing P level up to 80 kg /ha. However, it increased significantly in 120 kg /ha (Fig 3).

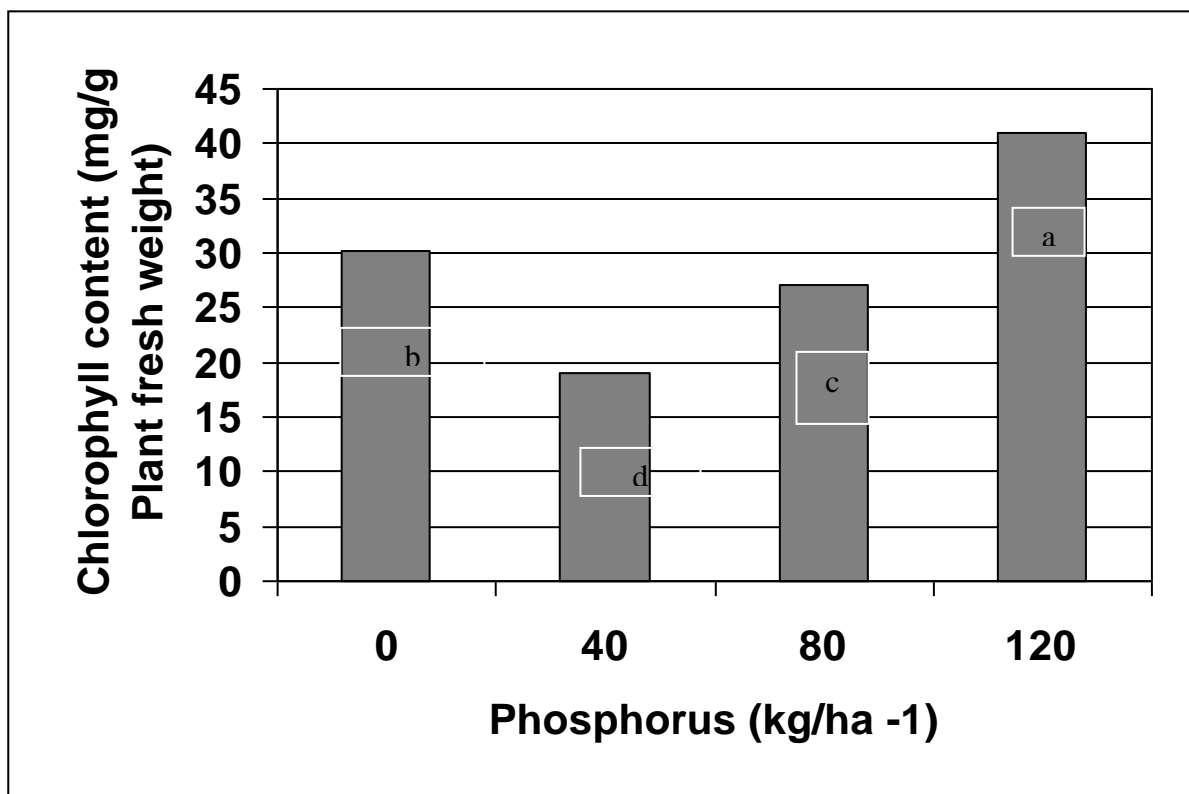
No further response was obtained with higher P rate. In the present study, the lowest and highest amounts of essential oil was recorded with 0 and 120kg P/ha<sup>-1</sup> respectively.



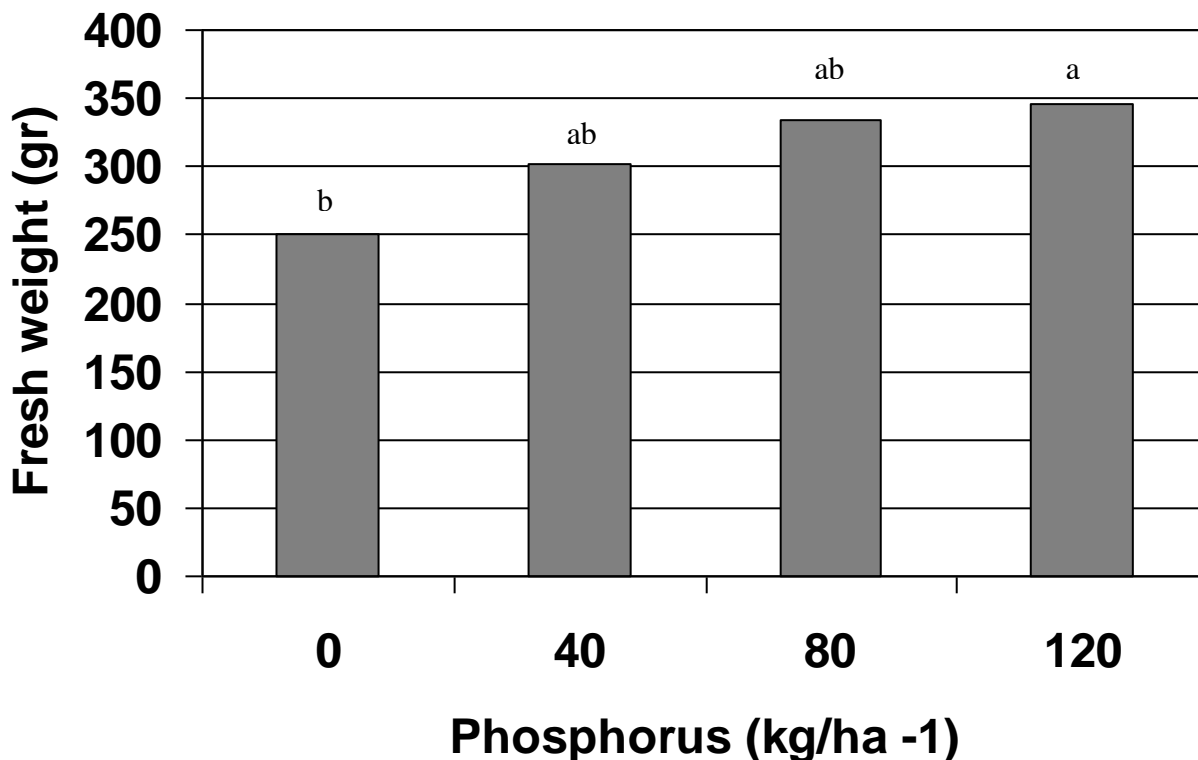
**Fig. 1:** Effect of phosphorus on the plant height of *Tagetes minuta* L. at  $P \leq 0.05$ . Means followed by the same letter are not significantly different, as indicated by DNMRT.



**Fig. 2:** Effect of phosphorus on the flower numbers of *Tagetes minuta* L. at  $P \leq 0.05$ . Means followed by the same letter are not significantly different, as indicated by DNMRT.

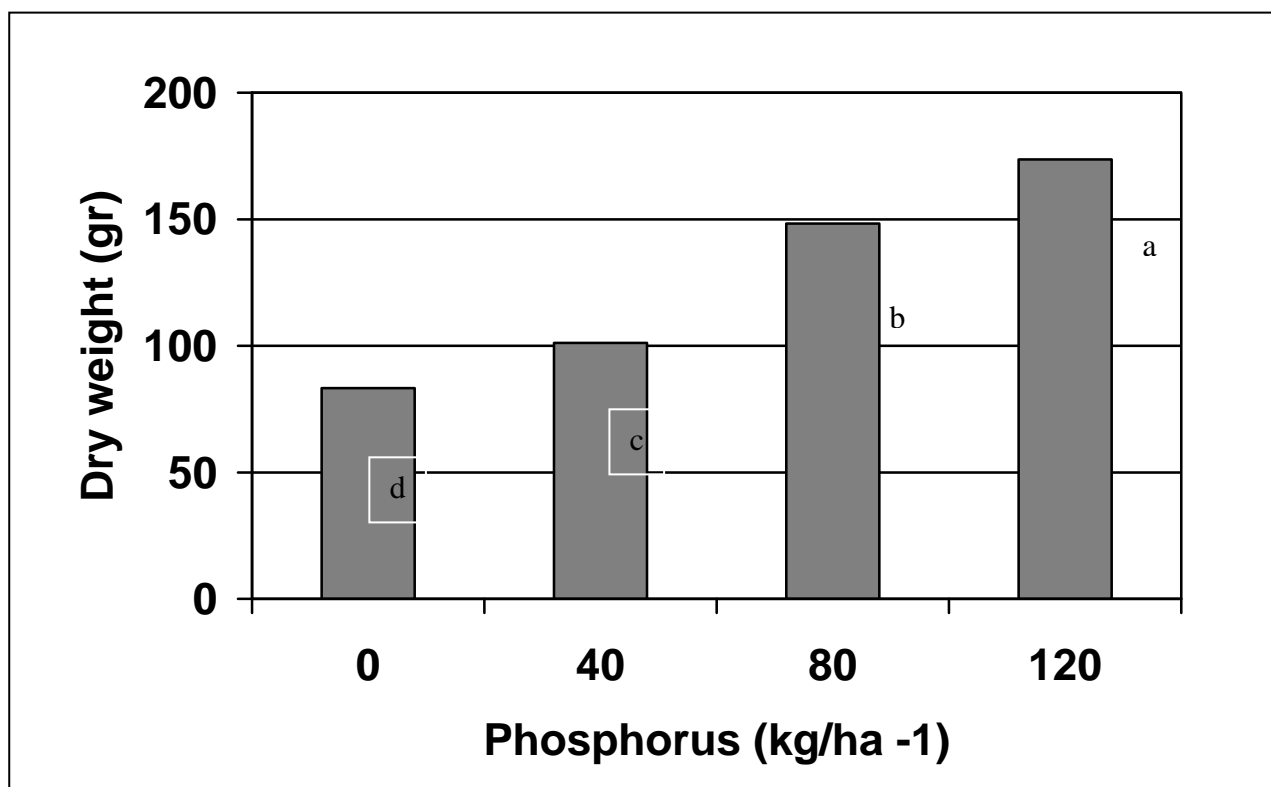


**Fig. 3:** Effect of phosphorus on the chlorophyll content of *Tagetes minuta* L. at  $P \leq 0.05$ . Means followed by the same letter are not significantly different, as indicated by DNMRT.

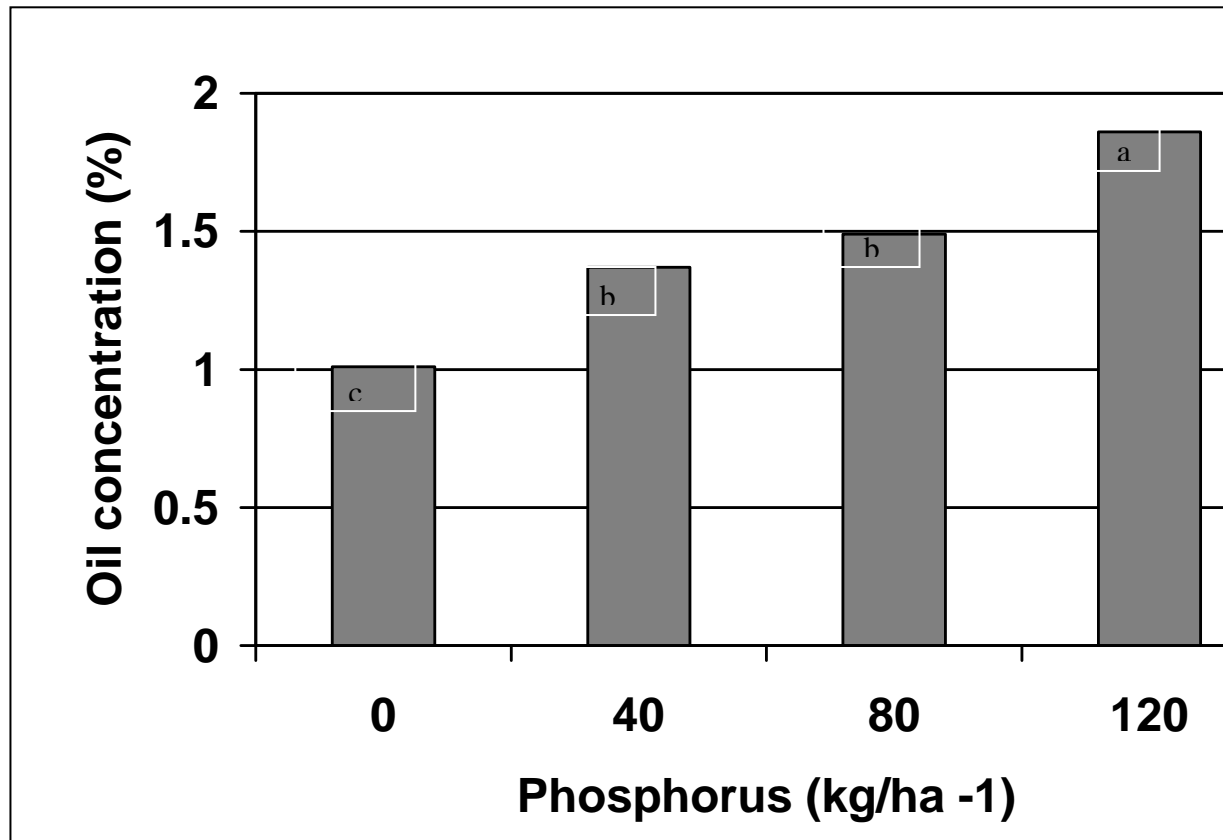


**Fig. 4:** Effect of phosphorus on the fresh weight of *Tagetes minuta* L. at  $P \leq 0.05$ . Means followed by the same letter are not significantly different, as indicated by DNMRT.





**Fig. 5:** Effect of phosphorus on the dry weight of *Tagetes minuta* L. at  $P \leq 0.05$ . Means followed by the same letter are not significantly different, as indicated by DNMRT.



**Fig. 6:** Effect of phosphorus on the essential oil concentration of *Tagetes minuta* L. at  $P \leq 0.05$ . Means followed by the same letter are not significantly different, as indicated by DNMRT.

The data of this investigation showed that all growth parameters, except chlorophyll content, were positively affected by phosphorus application. Phosphorus significantly increased fresh and dry matter, flower numbers, plant height and essential oil concentration. The total dry matter is an important criterion for crop production. The most effective P rate was 120 kg/ha and increasing the amount of phosphorus to 120 kg/ha did not significantly affect either the morphological characteristics or essential oil concentration in Mexican Marigold. These results are similar to those of Salardini *et al.*, (1994) and Saharkhiz and Omidbaigi (2008) with pyrethrum (*Tanacetum cinerariifolium*) who reported that application of 100 kg P/ha significantly increased achenes and pyrethrin yield for this crop (Salardini *et al.*, 1994). They are also in agreement with the data of Nikolova *et al.*, (1999) who showed P fertilization increased the essential oil concentration of chamomile (Nikolova *et al.*, 1999) and with Nilbe *et al.*, (2005) who observed increasing biomass of chamomile (Nilbe *et al.*, 2005). It is well documented that phosphorus is an essential element in reproductive and vegetative growth of plants (Marschner, 1986) and thus, the vegetative growth and flower numbers stimulation and increased by applied P was expected in our study. Phosphorus is also known to have multifarious cellular functions in plants, including: signalling and transmembrane metabolic flux and therefore, the secondary metabolism is modulated by these mechanisms (Ram *et al.*, 2003). In conclusion, it appears that P is a crucial nutrient element for Mexican Marigold cultivation. Therefore, it is strongly recommended that on sites low in available P, the crop be supplied with adequate P. Furthermore, the authors suggest that the influence of P soil addition on the growth, chemical composition and biochemical indices of Mexican Marigold be thoroughly studied on locations with wide range of climatology, physical and chemical properties and mineralogical characteristics.

#### References:

1. Abel, S., C.A. Ticconi and C.A. Delatorre, 2002. Phosphate sensing in higher plants. *Physio plant*, 115: 1-8.
2. Anonymous, 1996. European Pharmacopoeia, 3rd Edition.
3. Babu, K.G.D., and V.K. Kaul, 2007. Variations in quantitative and qualitative characteristics of wild marigold (*Tagetes minuta* L.) oils distilled under vacuum and at NTP. *Industrial Crops and Products*., 26: 241-250.
4. Das, A.K., M.K. Sadhu and M.G. Som, 1991. Effect of N and P levels on growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.) Hort. J., 4: 41-7.
5. Ichimura, M., M. Ikushima, T. Miyazaki and M. Kimura, 1995. Effect of phosphorus on growth and concentration of mineral elements and essential oils of sweet basil leaves. *Acata. Hort.*, 396: 195-202.
6. Meshkatsadat, M.H., J. Safaei-Ghomi, S. Moharramipour, and M. Naseri., 2010. Chemical characterization of *Tagetes minuta* L. cultivated in south west of Iran by nano scale injection. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*., 5 (1): 101-106.
7. Negahban, M., K. Msaada, E. Tafazoli and A. Zakerin, 2013. Effect of Foliar Application of Diammonium Phosphate on Morphological Characteristics and Constituents of Essential Oil of Mexican Marigold (*Tagetes minuta* L.). *MAPSB*., 7(1): 11-18.
8. Nikolova, A., A.K. Kozhuharova, V.D. Zheljazkov and L.E. Craker, 1999. Mineral nutrition of Chamomile (*Chamomilla recutita* L.). *Acta Hort*. 502: 203-208.
9. Nilbe, C.M., C.M. Vieira, A. Néstor, Z. Heredia and J.M. Siqueira, 2005. Biomass production of chamomile capitula as a result of nitrogen and phosphorus. *Hort Braz*, 23(1): 32-37.
10. Ram, M., R. Singh, D. Ram and R.S. Sangwan, 2003. Foliar application of phosphate increased the yield of essential oil in menthol mint (*Mentha arvensis*). *Aus J. Agri. Exper.*, pp: 1263-1268.
11. Sefidkon, F., S. Salehyar, M. Mirza and M. Dabiri, 2004. The essential oil of *Tagetes erecta* L. occurring in Iran. *Flavour and Fragrance Journal*., 19, 579-581.
12. Saharkhiz, M.J., and R. Omidbaigi, 2008. The Effect Of Phosphorus on the Productivity of Feverfew (*Tanacetum parthenium* (L.)Schultz Bip). *AENCI*., 2(2): 63-67.
13. Salardini, A.A., K.S.R. Chapman and R.J. Holloway, 1994. Effect of basal and side dressed phosphorus on the achene yield and pyrethrins concentration in the achenes of Pyrethrum (*Tanacetum cinerariifolium*) and on soil and plant phosphorus. *Aust. J. Agric. Res.*, 45: 231-41.

14. Singh, B., and V. Singh, 2002. Crop productivity and variation in chemical composition of *Tagetes minuta* L. essential oil and absolute during crop maturity in Mid-Hill of western Himalayan region. *Journal of Essential oil-Bearing Plant.*, 5: 30-37.
15. Trivino, M.G. and C.B. Johnson, 2000. Season has a major effect on the essential oil yield response to nutrient supply in *Origanum majorana*. *J. of Hort Sci & Bio.*, 75(5): 520-527.
16. Ughreja, P.P. and B.S. Chundawat, 1992. Nutritional studies in coriander (*Coriandrum sativum* L.).II. Effect on growth and production. *Gujarat Agric. Univ. Res. J.*, 17: 87-93.

Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation  
 Russian Journal of Biological Research  
 Has been issued since 2014.  
 ISSN: 2409-4536  
 Vol. 2, No. 2, pp. 100-112, 2014

DOI: 10.13187/ejbr.2014.2.100

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

UDC 61

### Controlled Properties of Osteotropic Biomins Implant Material for Various Clinical Applications (Literature Review and Own Results)

<sup>1</sup>Nataliia Ulianchych<sup>2</sup>Oleg Mishchenko<sup>3</sup>Igor Kondratets<sup>4</sup>Nataliia Zaitseva

<sup>1</sup> Frantsevich Institute for Problems of Materials Sciences of National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

<sup>2</sup> Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine

<sup>3</sup> Private dental practice of Kremenchug, Ukraine

<sup>4</sup> Sumy State University, Ukraine

#### Abstract

Investigation of the properties, structure, composition and remodeling of bone defined success of bioactive ceramics based on calcium phosphate (CPC) use for bone regeneration. Hydroxyapatite and  $\beta$ -tricalcium phosphate -  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  are most biocompatible from the large number of calcium phosphates. Calcium phosphate ceramics has absolute biocompatibility and ability to participate in the process of reparative osteogenesis, integrate with the bone, serves as building blocks for the regenerate. This review provides information about application of  $\beta$ -tricalcium phosphate in form of "Biomim".

**Keywords:** bone; calcium phosphate; Biomim material.

Д.Ф. Вильямс и Р. Роуф в своей работе «Имплантаты в хирургии» писали: "Безусловно, на нынешней стадии развития имплантационной хирургии мы еще не владеем знаниями, достаточными для того, чтобы обеспечить полную гармонию между имплантатом и окружающими его тканями. Тем не менее, ключ к успеху в этой области, которая все более расширяется и где все больше используются новые имплантаты, а на вооружение хирургами берутся новые и новые технические средства – это правильное понимание взаимодействия между тканью и имплантатом" [1].

Эта фраза из изданной еще в 1978 году книги остается актуальной и сегодня. Более глубокое понимание механизма взаимодействия имплантат – ткани создает новые возможности для ученых-материаловедов в обеспечении специфических биологических отзвучий имплантационного материала. Для создания биоматериалов необходимо межотраслевое сотрудничество между материаловедами, медиками и биологами, поскольку речь идет о потребности в правильном понимании взаимодействия между тканью и имплантатом. Медики должны четко сформулировать требования к биоматериалам для конкретных клинических применений, а материаловеды должны четко понимать, что является следствием того или другого изменения свойств материала. Вместе с тем, к сожалению, все еще сохраняется тенденция параллельного развития таких

направлений, как имплантология и биоматериаловедение. Именно поэтому, врачи до сих пор активно используют трансплантаты, часто и не догадываясь о возможностях синтетических остеотропных материалов, которые сегодня в Украине используются не более чем на 10 % от имеющегося потенциала. В свою очередь, при создании материалов, которые используют для восстановления костной ткани, а также функций пораженных участков кости, прежде всего, необходимо понимание процессов минерального обмена костной ткани в организме, а также изучение ее строения и свойств [2-5].

Кость – это активно функционирующий и непрерывно изменяющийся на протяжении жизни орган. При этом костная ткань является натуральным керамико-органическим композиционным материалом, состоящим из коллагена (20 вес.%), фосфата кальция (69 вес.%) и воды (9 вес.%) [6]. Костный минерал (фосфат кальция) состоит из наноразмерных кристаллов гидроксилapatита (ГАП) –  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  и аморфного фосфата кальция [6-9].

Кристаллу апатита присуща вариабельность: ионы кальция и фосфора могут замещаться на 1÷3-х валентные катионы и анионы, а гидроксильные группы, которые входят в его кристаллическую структуру, - на фтор, хлор или карбонатную группу (карбонат-ион по обыкновению легко входит в структуру апатита, занимая там три положения и вызывая изменение свойств кристалла). Вообще же введение любого иона, прежде всего, изменяет растворимость кристалла, что и служит причиной изменений в минеральном обмене организма. Так, например, при частичном замещении иона гидроксида на ион фтора или же иона кальция на ион магния или стронция, снижается растворимость кристаллов и на первом этапе минеральная плотность кости увеличивается. Тем не менее, эти кристаллы уже практически не берут участия в минеральном обмене, "оседая" в кости и, в конечном итоге, приводя ее к «охрупчиванию». В свою очередь, карбонат-ионы увеличивают растворимость ГАП и, например, в кристаллах эмали зуба, приводят к кариесу. Кроме того, изменение соотношения кальция к фосфору (Ca/P) в решетке апатита, искажает его структуру и приводит к усилению резорбции таких кристаллов. В организме происходит постоянный ионный обмен путем диффузии между минеральным компонентом костной ткани (КТ), межклеточной жидкостью и плазмой крови, благодаря чему костная ткань служит депо минеральных солей организма и особенно кальция [10, 11].

Подытоживая вышесказанное, можно выделить основные факторы, которые влияют на минеральный обмен в организме и которые можно экстраполировать и на процессы взаимодействия его жидкостей с остеотропными имплантатами. Итак, это: размер кристаллов; их дефектность; тип замещений; фазовые и элементные микропримеси, степень насыщения жидкостей организма, выделившимися ионами. Учитывая, что все эти факторы зависят от растворимости минеральной составляющей костной ткани, необходимо создавать остеотропные материалы с регулируемой растворимостью, а для этого важны такие свойства материала как: химический состав, фазовый состав, дисперсность, морфология частиц, пористость. Соответственно, даже если используются материалы одного класса, они будут отличаться микроструктурой, физико-химическими свойствами и характером взаимодействия с живой тканью.

Исследование свойств, структуры, состава кости, механизма ее ремоделирования определили успех использования биоактивной керамики на основе фосфатов кальция (КФК) для восстановления КТ. В практике передовой хирургии и стоматологии КФК используется почти во всех операциях на костной ткани для заполнения костных дефектов, которые возникли при удалении опухоли или в результате травмы, сращивания костей, восстановления поврежденной структуры костной ткани [1, 9, 12-17].

Из большого числа фосфатов кальция наиболее биосовместимыми являются две фазы фосфата кальция – ГАП и  $\beta$ -трикальцийфосфат  $-\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  ( $\beta$ -ТКФ) [9, 18]. В процессе изготовления ГАП и  $\beta$ -ТКФ существует много параметров, которые определяют изменение их конечных свойств и, как следствие, качество биоматериала. При одном и том же химическом составе можно получить материал, в котором будут присутствовать, вместе с биосовместимыми фазами и несовместимые фазы или же материал с минимальной способностью к взаимодействию с физиологической средой. Знание процессов, которые происходят при синтезе материала, и способность управлять

ими дают возможность получить материал с заданными свойствами. Кроме того, врачу в каждом клиническом случае необходимо иметь представления о том, какими свойствами должен владеть материал, чтобы он мог обеспечить нужный уровень взаимодействия с тканями именно для конкретного клинического случая.

КФК обладает абсолютной биосовместимостью и способностью принимать участие в процессе репаративного остеогенеза, интегрироваться с костью, служить строительным материалом для регенерата [9, 12, 14-17, 19-21]. Учитывая, что жидкости организма перенасыщены раствором ГАП, КФК в своем составе имеет только физиологические ионы, которые не могут вызывать иммунные реакции организма. Участие КФК в образовании кости реализуется за счет вклада ионов кальция и фосфора в процесс остеогенеза [1, 12, 22, 23]. Природа биологической активности ГАП пока далека от своего окончательного объяснения. Существует множество концепций взаимодействия КФК с костной тканью. Некоторые взгляды противоречивые, некоторые дополняют друг друга, вызвано это тем, что при взаимодействии КФК с физиологической средой проходят довольно сложные процессы их взаимодействия. Скорость и характер этих взаимодействий зависят от таких свойств КФК как растворимость, ее кинетика, пористость, размер и распределение пор, фазовый состав, наличие нанопор, состояние поверхности, ее морфология, состав, энергия, заряд и др. Замещение же КФК костной тканью, скорее всего, проходит по типу участия минеральной компоненты в ремоделировании КТ. При выделении ионов кальция и фосфата образуются зоны пересыщения, которые влияют на клеточную активность: активизируется остеокластная активность, а за ней и остеобластная, ионы же и протеины из жидкой среды адсорбируются на поверхности керамики. Приостанавливается этот процесс в случае, если остеобласты перекрыли доступ остеокластам к КФК (вот почему так важна пористость и различия в растворимости фаз КФК).

Учитывая вышесказанное, создан, исследован и введен в клиническую практику широкий ассортимент имплантационных материалов из КФК, фирменное название "Биоин". Проведенные многочисленные исследования показали, что использование биоактивной КФК в костной хирургии, разрешает получить быструю и надежную фиксацию имплантата при костной пластике, с последующим замещением ее на полноценный регенерат. Такой вывод подтверждается как доклиническими исследованиями так и многолетней клинической практикой. Очень показательными являются наблюдения за восстановлением и наращиванием костной ткани челюстей при подготовке кости к имплантации металлических корневых имплантатов, при установлении которых состояние регенерата оценивалось не только рентгенологически, но и визуально.

КФК в хирургической практике применяется в виде порошка, гранул, плотной и пористой керамики (рис. 1).



Рис. 1. Образцы гранул и керамики Биоина

Материал легко стерилизуется и может сохраняться продолжительное время. Рациональное использование биоминера разрешает значительно повысить эффективность существующих методов восстановления костной ткани. Но, вместе с тем, при имеющемся ассортименте форм и видов пластических материалов на основе КФК для каждого из них должны быть определенные четкие показания, основанные на данных о биологических эффектах, которые возникают в области имплантации этих материалов в костную ткань животных или человека [17].

При использовании плотной керамики из стехиометрического ГАП, формируется непосредственная биохимическая связь имплантата с живой костью без образования фиброзной капсулы, а скорость резорбции такой керамики существенным образом замедляется [24]. Использование  $\beta$ -ТКФ обусловлено тем, что эти вещества при взаимодействии с внутренней средой организма быстрее резорбируются и превращаются в биологический ГАП. Они имеют растворимость выше, чем у ГАП, и, кроме того, их кристаллическая структура отличается от структуры минерального компонента, что, ускоряет резорбцию и, таким образом, высвобождение ионов кальция и фосфата [6, 9].

Важной характеристикой ГАП является стехиометрия его состава, которую принято выражать соотношением Ca/P. Отклонение от стехиометрии изменяют свойства материала в сторону увеличения растворимости и, следовательно, резорбции.

Вследствие высокой биосовместимости Биоминер может использоваться при довольно разных заболеваниях. Кроме операций на костной ткани, материал прекрасно ведет себя и в мягких тканях. Причем, как при имплантации в костную ткань, в разные ее участки, так и в мягкие ткани необходимы материалы с разным характером взаимодействия с окружающими тканями. При использовании материала для восстановления костной ткани свойства имплантата определяются размерами дефекта кости, степенью поражения (сохранилась ли кортикальная кость), локализацией дефекта (какое кровоснабжение возле дефекта), величиной нагрузки, которую должен нести имплантат, возрастом пациента. Результат операции будет зависеть от правильного подбора свойств имплантированного изделия.

Существует несколько способов изменения свойств КФК: регулирование фазового состава; изменение морфологии частиц; изменение удельной поверхности; синтез новых ион-замещенных ортофосфатов кальция; наноструктурирование КФК.

Изменение фазового состава является самым распространенным методом повышения растворимости КФК. Сейчас для заполнения костных полостей используется преимущественно двухфазная керамика ГАП и  $\beta$ -ТКФ с разными соотношениями [6,7-9, 25]. Растворимость стехиометрического ГАП значительно ниже растворимости  $\beta$ -ТКФ, поэтому изменение соотношения фаз изменяет растворимость материала. Бифазные материалы могут быть получены как механическим смешением компонентов, так и термической обработкой нестехиометрического ГАП при температуре выше 800°C. Второй метод более эффективный, менее затратный, фазы при его использовании распределяются равномерно. По разным литературным данным, растворимость такого материала находится в пределах растворимостей компонентов или превышает растворимость  $\beta$ -ТКФ [8, 24, 26], а, по результатам наших исследований, растворимость композита ГАП-  $\beta$ -ТКФ значительно превышает растворимость стехиометрических ГАП и  $\beta$ -ТКФ. Это можно объяснить тем, что стехиометрические структуры более стойкие, чем те, которые создаются при перекристаллизации нестехиометрического ГАП. Новообразованные структуры фаз ГАП и  $\beta$ -ТКФ имеют изменения в параметрах кристаллической решетки. Изменение соотношения фаз тоже влияет на растворимость материала. Это свойство двухфазной КФК важно при замещении регенератом, ведь более быстрая резорбция фазы  $\beta$ -ТКФ приводит к увеличению поверхности керамики при сохранении прочности каркаса из ГАП.

Регулирование свойств КФК за счет увеличения удельного веса и изменения морфологии частичек в некоторой степени связаны, так как изменения некоторых параметров синтеза приводят одновременно к изменению обоих свойств. При синтезе КФК образовывается осадок из наночастиц, а для предотвращения повышения степени кристалличности и агломерации используются ингибиторы роста кристаллов и диспергаторы, которые влияют и на морфологию частичек (рис. 2).



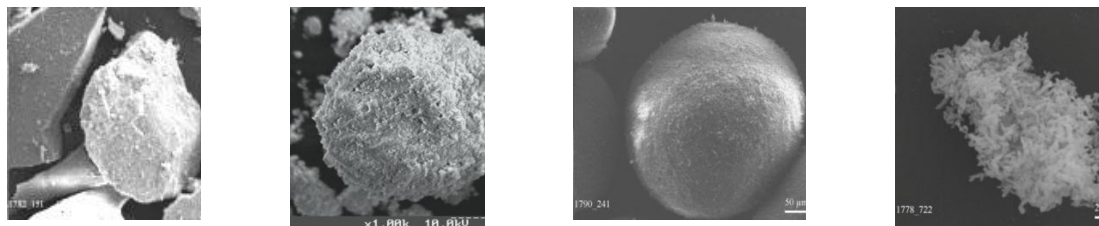


Рис. 2. Микрофотографии частичек КФК с разными морфологией, растворимостью, удельной поверхностью и спекаемостью

Эти порошки имеют разное использование: имплантация в костные дефекты; пероральное применение для нормализации минерального обмена в организме; использование в качестве носителя лекарственных препаратов; изготовление керамики и гранул, нанесение покрытия и имплантация в мягкие ткани.

Сочетание разных частиц КФК с различной растворимостью и использованием шликеров и коллоидных растворов с КФК разрешают получать разные виды плотной и пористой керамики (рис. 3):

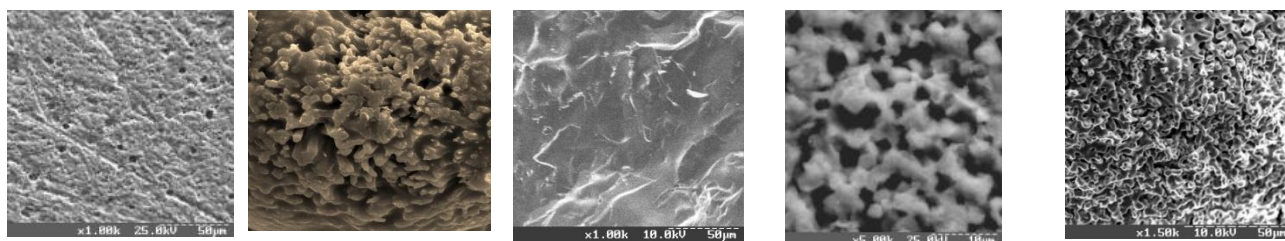


Рис. 3. Микрофотографии поверхностей пористой и плотной керамик с разным распределением пор за размерами

Очень распространенным методом придания специфических свойств КФК есть введение разных ионов в структуру ГАП, которые также влияют и на морфологию его кристаллов. Наиболее распространенными являются замещения ионов кальция на магний и серебро, фосфатов-ионов на карбонатные и силикат-ионы, ионов  $\text{OH}^-$  на карбонат ионы и ионы  $\text{F}^-$ .

Введение серебра в состав КФК придает ей асептические свойства, что очень актуально на сегодняшний день, ведь много бактерий стойких к антибиотикам, и, кроме того, антибиотики подавляют репаративные процессы. КФК с серебром оказывает содействие угнетению стафилококков и других болезнетворных бактерий и более эффективному восстановлению костной ткани при наличии инфекции, и в частности при кистах и даже некоторых стадиях остеомиелита.

Введением карбонат-ионов получают карбонатгидроксилапатит, растворимость которого выше, чем у чистого ГАП. Много исследователей считают перспективным использование именно карбонатгидроксилапатита из-за его повышенной растворимости, но влияние карбонат-ионов на ход репаративных процессов еще не определен однозначно, а его количество повышено именно в патологических зонах. Также введение в структуру ионов фтора сначала считалось перспективным из-за стабильности фторгидроксилапатита (ФГАП) и фторапатита (ФАП). Замещение гидроксильных ионов на ион фтора приводит к снижению растворимости ГАП и укреплению его структуры, но введение его в минеральный компонент нарушает метаболические процессы.

В свою очередь, высокую активность Si-КФК связывают с образованием на поверхности материала силанольных –  $\text{SiOH}$ -групп, которые с ионами кальция и фосфата создают синергетический эффект из-за влияния на репаративные процессы. Наши исследования Si-КФК в эксперименте на костной ткани показали однозначное усиление репаративных процессов [8].



Единственным недостатком синтетических материалов является отсутствие живых клеток, которые бы могли придать им остеоиндуктивные свойства. Но и эту проблему можно решить, повышая активность керамики с использованием нанотехнологий и объединения ее с живыми клетками организма. Именно такие имплантаты и относятся к костным имплантатам третьего поколения [3-5, 7, 27].

В последние годы активно проводятся исследования наноструктурированной КФК. Многочисленные исследования показали, что наноструктурированные материалы (включительно с керамикой, металлами и полимерами) усиливают клеточную деятельность живого организма. Микро/наноразмерность материалов (меньше размера клеток) делает их "биоинтерактивными" с клетками и тканями, что приводит к эффекту катализатора, который запускает биологические процессы. Развитие этого биопроцесса приводит к конверсии размерного эффекта в костное образование. Ниже на рис. 4 показано влияние Биомина, структурированного нанокремнекислотными трубками, на клоногенную активность стволовых стромальных клеток (ССК) костного мозга человека *in vitro*. При этом количество выросших колоний и эффективность клонирования увеличились в 63 раза относительно контроля и в 31 раз в сравнении с культивированием в присутствии ксенотрансплантата.

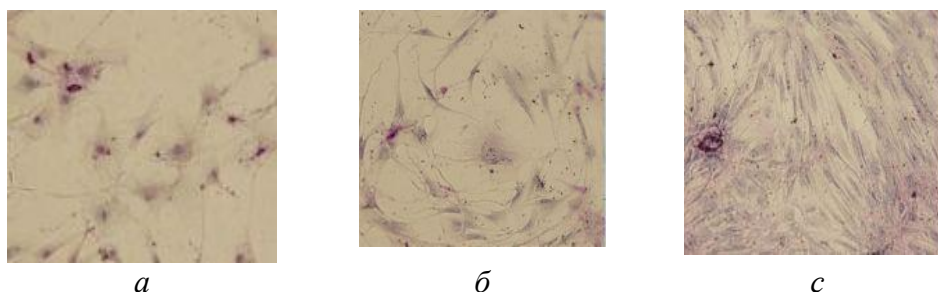


Рис. 4. Эффективность клонирования ССК костного мозга человека *in vitro* на: а – контрольной основе; б – ксенотрансплантате; с – наноструктурированном Биомине

В этой ситуации Биомин проявил остеоиндуктивные свойства (исследование проводилось в лаборатории иммунологии УНДІ травматологии и ортопедии АМН Л.Г. Панченко и Т.А. Алексеевой).

Продолжительные (12 и больше лет) наблюдения не выявили каких-нибудь отрицательных изменений в кости, образованной при участии КФК. Вместе с тем, нужно отметить, что при наличии больших дефектов, когда в дефект помещается 90 об.% довольно плотной КФК, тогда как в натуральной кости ее должно быть не более 40 об.%, нельзя надеяться на полную перестройку КФК, но и остеопороза в пораженной кости уже не будет, а костно-керамический композит будет значительно прочнее кости.

Использование некоторых разновидностей Биомина в стоматологии представлено на рис. 5, 6, 7, 8а, 8б.

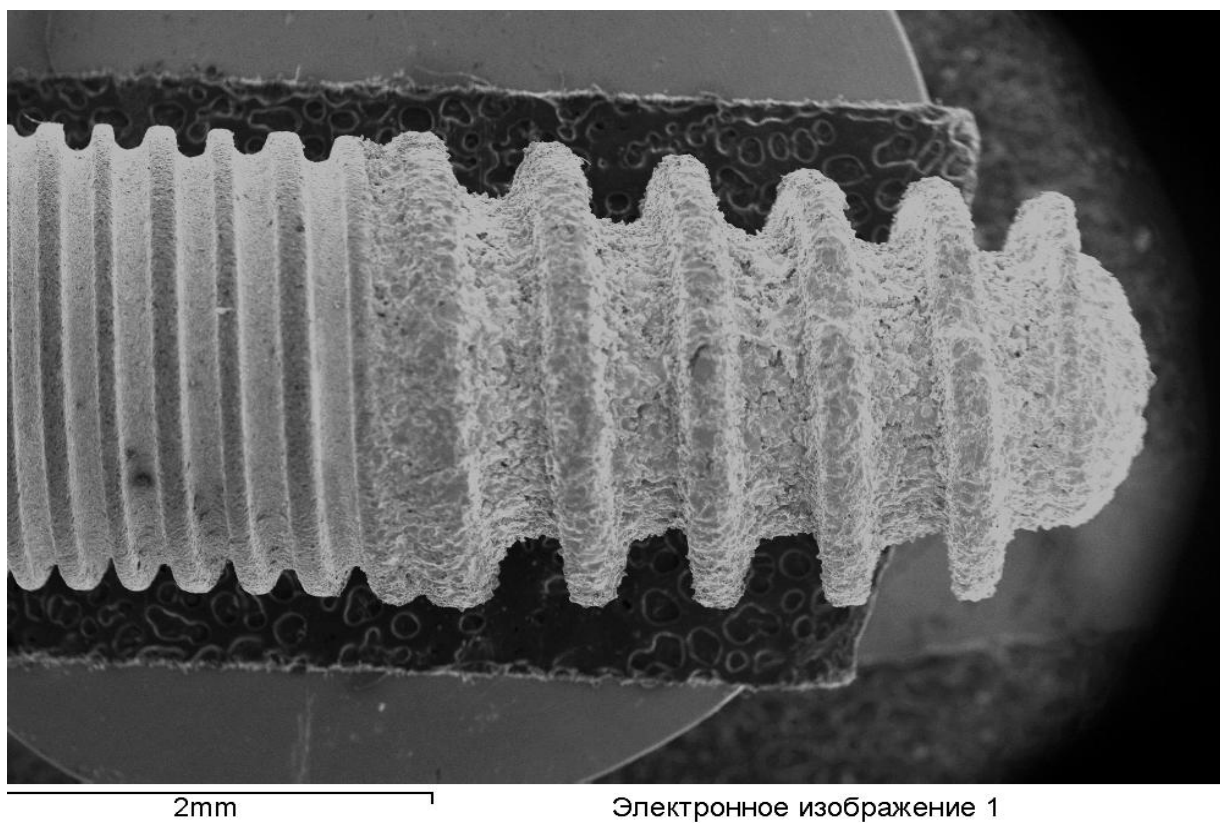


Рис. 5. Дентальный имплантат с гидроксилпатитовым покрытием (Биомин)

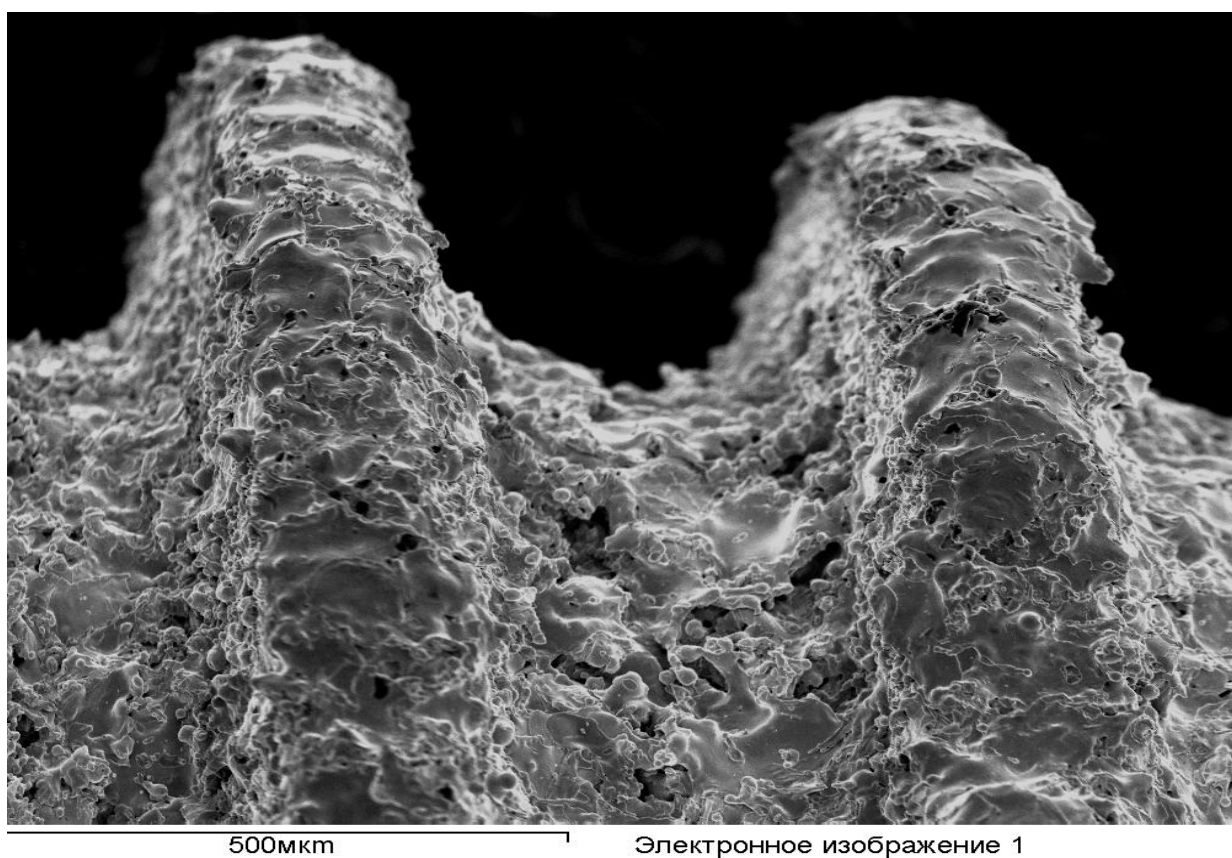


Рис. 6. Дентальный имплантат с гидроксилпатитовым покрытием (Биомин)



Рис. 7. Томограмма гайморовой пазухи после проведенной операции: открытый синусифтинг. Аугментация материала Биомин. 6 месяцев после операции.



Рис. 8а. Радикулярная киста нижней челюсти слева. Состояние до лечения

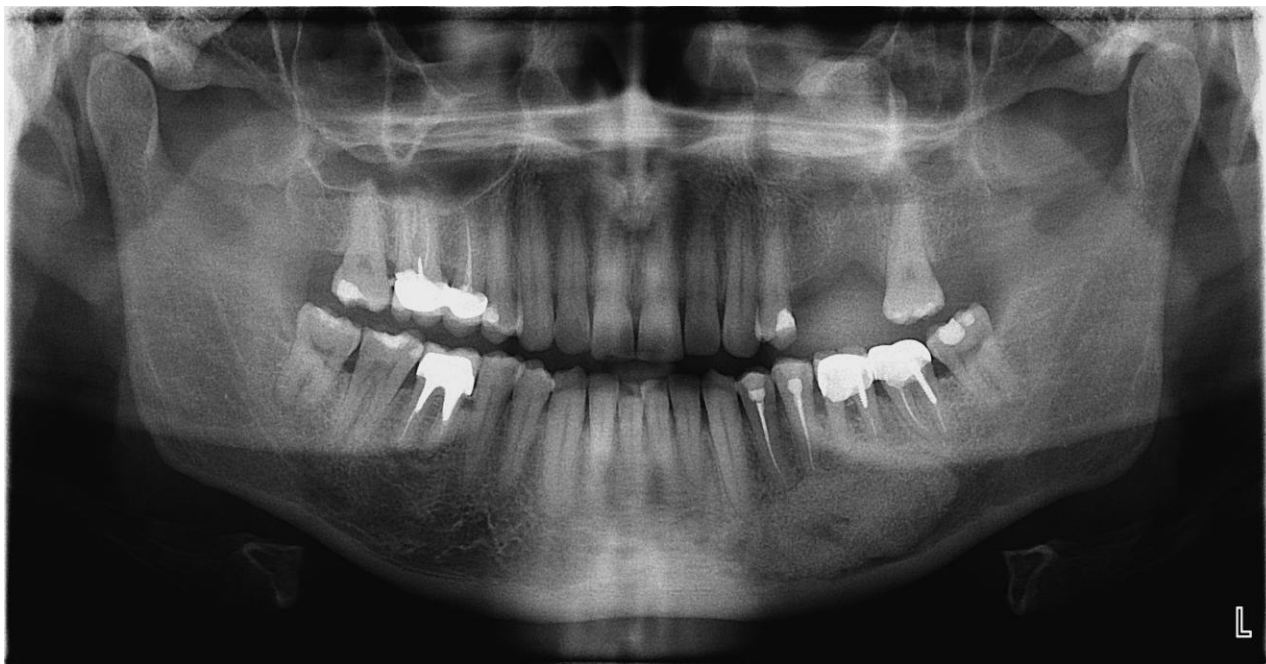


Рис. 86. Радикулярная киста нижней челюсти слева. Состояние через 1 год после цистэктомии. Аугментация материала Биомин

Анализ исследований применения Биомина в эксперименте и клинике подтверждает, что в процессе взаимодействия КФК с организмом можно выделить такие основные этапы:

1) образование непосредственных биохимических связей между керамическими элементами с Биоминим и костной тканью, в результате чего формируется костно-керамический композит, прочность которого не уступает кости;

2) обеспечение непрерывности процесса транспортировки вещества КФК (при участии остеокластов и остеобластов) от керамических элементов к новообразовавшейся кости, в результате чего количество Биомина и размеры керамических элементов уменьшаются, а объем новообразованной кости возрастает. Интенсивность этого процесса зависит как от физиологических показателей, так и свойств керамики, и он может длиться от нескольких месяцев до нескольких и больше лет, заканчиваясь полным преобразованием костно-керамического комплекса в полноценную кость.

Таким образом, преимуществами Биомина являются: высокая биологическая совместимость (благодаря аналогии с минеральным компонентом костной ткани); апирогенность (вследствие отсутствия иммунной реакции организма); интеграция имплантата с костной тканью без образования фиброзной капсулы; постепенное замещение материала полноценной костной тканью; легкая сохранность и возможность многократной стерилизации; отсутствие опасности передачи инфекции; достаточное количество и разнообразие форм, возможность регулирования свойств; хорошая васкуляризация в порах имплантата; отсутствие этических сложностей и религиозных ограничений.

#### Примечания:

1. Вильямс Д.Ф., Роуф Р. Имплантаты в хирургии. М.: «Медицина». 1978.
2. *Эндопротезы суставов человека: материалы и технологии* / под ред. Н.В. Новикова, О.А. Розенберга, Й. Гавлика. К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2011. 528 с.
3. Larry L. Hench, Ian Thompson. Twenty-first century challenges for biomaterials/J R Soc Interface. 2010 August 6; 7(Suppl 4): S379–S391.
4. Hench, L. L. & Polak, J. M. Third-generation biomedical, materials. Science 2002, 295, 1014–1017.



5. Tao Lu, Yuqin Qiao and Xuanyong Liu. Surface modification of biomaterials using plasma immersion ion implantation and deposition/ *Interface Focus* (2012) 2, 325–336.
6. Баринов С.М., Комлев В.С. Биокерамика на основе фосфатов кальция. М.: Наука, 2005. С. 16.
7. Баринов С.М. Керамические и композиционные материалы на основе фосфатов кальция для медицины. // *Успехи химии*. 2010. 79 (1). С. 15-32.
8. Вересов А.Г., Путляев В.И., Третьяков Ю.Д. Химия неорганических биоматериалов на основе фосфатов кальция. // *Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева)*, 2004, т. XLVIII, № 4. С. 52-64.
9. Takafumi Kanazawa. *Inorganic Phosphate materials. Materials science monographs*, 52. 1989.
10. Ньюман У., Ньюман М. Минеральный обмен кости. М.: Издательство иностранной литературы. 1961.
11. Брик А.Б., Ульянов Н.В., Кеннер Ж.Х. ЭПР примеси кристаллических фаз в биоминералах и их синтетических аналогах. // *Минералогический журнал*. т.23, 2001, С. 23-37.
12. LeGerous R.Z., LeGerous J.P. Calcium Phosphate Biomaterials: Preparation, Properties, and Biodegradation. *Encyclopedic Handbook of Biomaterials and Bioengineering*. 1995; Part A. V2. 1429-1463.
13. Бойматов М.Б., Григорьян А.С., Рудько В.Ф. и др. Применение биогенного композиционного материала на основе гидроксилатапатита для устранения внутрикостных полостей. // *Стоматология*. 1992. № 3-6. С. 51-52.
14. Малышкина С.В., Дедух Н.В., Грунтовский Г.Х., Кладченко Л.А., Потапчук А.М., Ульянов Н.В. Морфологические особенности перестройки костной ткани при пластике дефектов гидроксилатапатитной керамикой. // *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1998. № 3. С. 110–114.
15. Frentzen M., Osborn J. Использование гранул пористого гидроксилатапатита в хирургическом лечении прогрессирующего пародонтита. // *Квинтэссенция*. Ежегодник. 1992. С. 15-32.
16. Воложин А.И., Дьякова С.В., Топольницкий О.З., Ульянов С.А., Воложина С.А. и др. Клиническая апробация препаратов на основе гидроксиатапатита в стоматологии. // *Новое в стоматологии, специальный выпуск*. 3/93: 29-31.
17. K.de Groot, Rh.D. Application of Porous Bioceramics in Surgery. *Materials Technology* 1993; 8: 1/2: 12-15.
18. Boretos J.W. Advances in Bioceramics. *Advanced Ceramic Materials* 1987; 2: 1: 15-22.
19. Леонтьев В.К., Воложин А.И., Андреев Ю.Н., Курдюмов С.Г. и др. Применение новых препаратов - гидроксиапола и колапола – в клинике (первые итоги) // *Стоматология*. 1995. № 74 (5). С. 69-71.
20. Арсеньев П.А., Саратовская Н.В. Синтез и исследование материалов на основе гидроксиатапатита кальция. // *Стоматология*. 1996. № 6. С. 74-75.
21. Орловский В.П., Курдюмов С.Г., Сливка О.И. Синтез, свойства и применение гидроксиатапатита кальция. // *Стоматология*. 1996. №5.
22. Ульянов Н.В., Толстопятков Б.О., Проценко В.В., Лихнякевич Т.Г. Использование керамических имплантатов из КЕРГАПа для устранения костных дефектов верхней конечности. // *Вісник ортопедії, травматології та протезування*. 2000. №1. С. 57-59.

23. Бондарчук В.И., Попов В.А., Брусско А.Т., Ульянович Н.В., Лихнякевич Т.Г. Экспериментальное обоснование применения синтетического керамического гидроксилатапата для пластики костных дефектов. // Проблемы остеологии. Том 3, № 4, 2000. С. 79-80.
24. K. de Groot. Ceramics based on calcium phosphates. *Ceramics in Surgery*. Edited by P. Vincenzini, 1983, p.79-87.
25. Слущкий Л., Ветра Я. Биологические вопросы биоматериаловедения. Рига, 2001.
26. R.Z. Le Geros In the book: *Monographs in Oral Science* (ed.: Н.М. Myers) Karger A.G. edition (Basel, 1991), Vol. 15.
27. Путляев В.И. Современные биокерамические материалы // Соросовский образовательный журнал. 2004. №1. С. 44-50.

### References:

1. Vil'yams D.F., Rouf R. *Implantaty v khirurgii*. М.: «Meditsina». 1978.
2. *Endoprotezy sustavov cheloveka: materialy i tekhnologii / pod red. N.V. Novikova, O.A. Rozenberga, I. Gavlika*. К.: ISM im. V. N. Bakulya NAN Ukrainy, 2011. 528 s.
3. Larry L. Hench, Ian Thompson. Twenty-first century challenges for biomaterials/*J R Soc Interface*. 2010 August 6; 7(Suppl 4): S379–S391.
4. Hench, L. L. & Polak, J. M. Third-generation biomedical, materials. *Science* 2002, 295, 1014–1017.
5. Tao Lu, Yuqin Qiao and Xuanyong Liu. Surface modification of biomaterials using plasma immersion ion implantation and deposition/*Interface Focus* (2012) 2, 325–336.
6. Barinov S.M., Komlev V.S. *Biokeramika na osnove fosfatov kal'tsiya*. М.: Nauka, 2005. S. 16.
7. Barinov S.M. *Keramicheskie i kompozitsionnye materialy na osnove fosfatov kal'tsiya dlya meditsiny*. // *Uspekhi khimii*. 2010. 79 (1). S. 15-32.
8. Veresov A.G., Putlyayev V.I., Tret'yakov Yu.D. *Khimiya neorganicheskikh biomaterialov na osnove fosfatov kal'tsiya*. // *Ros. khim. zh. (Zh. Ros. khim. ob-va im. D.I. Mendeleeva)*, 2004, t. KhLVIII, № 4. S. 52-64.
9. Takafumi Kanazawa. *Inorganic Phosphate materials*. Materials science monographs, 52. 1989
10. N'yuman U., N'yuman M. *Mineral'nyi obmen kosti*. М.: Izdatel'stvo inostrannoi literatury. 1961.
11. Brik A.B., Ul'yanchich N.V., Kenner Zh.Kh. *EPR primesi kristallicheskikh faz v biomineralakh i ikh sinteticheskikh analogakh*. // *Mineralogicheskii zhurnal*. t.23, 2001, S. 23-37.
12. LeGeros R.Z., LeGeros J.P. *Calcium Phosphate Biomaterials: Preparation, Properties, and Biodegradation*. *Encyclopedic Handbook of Biomaterials and Bioengineering*. 1995; Part A. V2. 1429-1463.
13. Boimatov M.B., Grigor'yan A.S., Rud'ko V.F. i dr. *Primenenie biogenogo kompozitsionnogo materiala na osnove gidroksilapatita dlya ustraneniya vnutrikostnykh polostei*. // *Stomatologiya*. 1992. № 3-6. S. 51-52.
14. Mal'yshkina S.V., Dedukh N.V., Gruntovskii G.Kh., Kladchenko L.A., Potapchuk A.M., Ul'yanchich N.V. *Morfologicheskie osobennosti perestroiki kostnoi tkani pri plastike defektov gidroksilapatitnoi keramikoi*. // *Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie*. 1998. № 3. С. 110–114.

15. Frentzen M., Osborn J. Ispol'zovanie granul poristogo gidroksilapatita v khirurgicheskom lechenii progressiruyushchego parodontita. // Kvintessentsiya. Ezhegodnik. 1992. S. 15-32.
16. Volozhin A.I., D'yakova S.V., Topol'nitskii O.Z., Ul'yanov S.A., Volozhina S.A. i dr. Klinicheskaya aprobatsiya preparatov na osnove gidroksiapatita v stomatologii. // Novoe v stomatologii, spetsial'nyi vypusk. 3/93: 29-31.
17. K.de Groot, Rh.D. Application of Porous Bioceramics in Surgery. Materials Technology 1993; 8: 1/2: 12-15.
18. Boretos J.W. Advances in Bioceramics. Advanced Ceramic Materials 1987; 2: 1: 15-22.
19. Leont'ev V.K., Volozhin A.I., Andreev Yu.N., Kurdyumov S.G. i dr. Primenenie novykh preparatov - gidroksiapola i kolapola – v klinike (pervye itogi) // Stomatologiya. 1995. № 74 (5). S. 69-71.
20. Arsen'ev P.A., Saratovskaya N.V. Sintez i issledovanie materialov na osnove gidroksiapatita kal'tsiya. // Stomatologiya. 1996. № 6. S. 74-75.
21. Orlovskii V.P., Kurdyumov S.G., Slivka O.I. Sintez, svoistva i primenenie gidroksiapatita kal'tsiya. // Stomatologiya. 1996. №5.
22. Ul'yanchich N.V., Tolstop'yatov B.O., Protsenko V.V., Likhnyakevich T.G. Ispol'zovanie keramicheskikh implantatov iz KERGAPa dlya ustraneniya kostnykh defektov verkhnei konechnosti. // Visnik ortopedii, travmatologii ta protezuvannya. 2000. №1. S. 57-59.
23. Bondarchuk V.I., Popov V.A., Brusko A.T., Ul'yanchich N.V., Likhnyakevich T.G. Eksperemental'noe obosnovanie primeneniya sinteticheskogo keramicheskogo gidroksilapatita dlya plastiki kostnykh defektov. // Problemy osteologii. Tom 3, № 4, 2000. S. 79-80.
24. K. de Groot. Ceramics based on calciumphosphates. Ceramics in Surgery. Edited by P. Vincenzini, 1983, p.79-87.
25. Slutskii L., Vetra Ya. Biologicheskie voprosy biomaterialovedeniya. Riga, 2001.
26. R.Z.Le Geros In the book: Monographs in Oral Science (ed.: H.M. Myers) Karger A.G. edition (Basel, 1991), Vol. 15.
27. Putlyaev V.I. Sovremennye biokeramicheskie materialy // Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal. 2004. №1. S. 44-50.

УДК 61

**Регулируемые свойства остеотропного имплантационного материала Биомин для различных клинических применений (обзор литературы и собственные результаты)**

<sup>1</sup> Наталья Владимировна Ульянич

<sup>2</sup> Олег Николаевич Мищенко

<sup>3</sup> Игорь Викторович Кондратец

<sup>4</sup> Наталья Владимировна Зайцева

<sup>1</sup> Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины, Украина 03680 м. Киев, 142, ул. Кржижаневського, 3

<sup>2</sup> Запорожский государственный медицинский университет, Украина

<sup>3</sup> Частная стоматологическая практика г. Кременчуг, Украина

<sup>4</sup> Сумский государственный университет, Украина

**Аннотация.** Исследование свойств, структуры, состава кости, механизма ее ремоделирования определили успех использования биоактивной керамики на основе

фосфатов кальция (КФК) для восстановления костной ткани. Из большого числа фосфатов кальция наиболее биосовместимыми являются две фазы фосфата кальция – ГАП и  $\beta$ -трикальцийфосфат  $-Ca_3(PO_4)_2$ . Кальций-фосфатная керамика обладает абсолютной биосовместимостью и способностью принимать участие в процессе репаративного остеогенеза, интегрироваться с костью, служить строительным материалом для регенерата. В обзоре дана информация об использовании ТКФ в виде препарата «Биомин».

**Ключевые слова:** костная ткань; фосфат кальция; материал Биомин.