Вестник

Московского государственного областного университета

Серия

Естественные науки

№4 / 2012

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. БИОЛОГИЯ

Агаева А.А. Влияние различных параметров на выход биомассы актиномицетов рода Nocardia 7
Белоусова Н.А. Вариабельность ритма сердца у школьников со сколиотической болезнью.. 11
Гаджиева Н.Ш., Гахраманова Ф.Х., Мурадов П.З., Султанова Н.Г., Исмаилов Р.К., Ахмедова Ф.Р. Грибы лекарственных растений, входящие во флору Азербайджана 15
Ганбаров Х.Г., Моджаррад Х.С., Мохаммад Реза Боняди. Идентификация молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus*, выделенных из спонтанных простокваш и изучение их кислото и желчеустойчивости 18
Иваченко Л.Е., Лаврентьева С.И., Кузнецова В.А. Активность каталаз, пероксидаз, амилаз, эстераз и рибонуклеаз сои в условиях температурного стресса 24
Исмайлова Х.Ю., Мяджиди М.Б., Иноземцев А.Н. Влияние флуоксетина на судорожные реакции у крыс линии Вистар с предрасположенностью к аудиогенным судорогам 32
Калюжный Е.А., Кузмичев Ю.Г., Михайлова С.В., Болтачева Е.А., Жулин Н.В. Динамика и характеристика биологического созревания сельских школьников Нижегородской области 37
Колотилова Н.Н. Научное наследие С.Н. Виноградского (к 60-летию выхода книги «Микробиология почвы») 42
Кузнецова В.А., Иваченко Л.Е. Влияние солей тяжелых металлов на активность пероксидаз культурной и дикорастущей сои на разных стадиях вегетации 44
Кулиева Р.М. Молекулярное тестирование форм сочетания β-талассемии и дефицита фермента Г6ФД у населения Азербайджана 49
Курбанова А.А. Вопросы разработки способов повышения микробиологической устойчивости хлеба при относительно длительном хранении 53
Салманов М.А., Танайи В.Х. Микробиологическая характеристика реки Шехерчай и Шехерчайского водохранилища 57
Сафиханова Х.М., Оруджева А.М., Рустамов Э.К. Гистопатологические изменения в жаберной ткани у сазана в результате воздействия сырой нефти высоких концентраций.... 62
Цветков И.Л., Поликарпова Л.В., Дроганова Т.С., Коничев А.С. Константа Михаэлиса как биохимический критерий внутривидовой дифференциации моллюсков 67

РАЗДЕЛ II. ХИМИЯ

Макаренков Д.А. Исследование гранулируемости многокомпонентных полидисперсных шихт на основе их структурно-деформационных характеристик 72
Макаренков Д.А., Назаров В.И. Особенности процесса гранулирования комплексных и органоминеральных удобрений в скоростных и тарельчатых грануляторах окатывания 81

РАЗДЕЛ III. НАУКИ О ЗЕМЛЕ. ЭКОЛОГИЯ

Брюхань А.Ф. Геоэкологическая интерпретация экологически чистых тепловых электростанций 89
Виноградов А.Ю. К вопросу о необходимости технического регулирования в инженерных изысканиях 92

Грядунов Д.А., Митрофанов Е.В., Бубненков Д.И. О применении комплексов беспилотных летательных аппаратов в системе многоуровневого экологического мониторинга.....95
Евдокимова В.П., Попова Л.Ф., Тюлева В.В., Бечина И.Н., Усачева Т.В. Особенности накопления железа и марганца в почвах городов Архангельской промышленной агломерации 99
Капитальчук И.П. Симметрийный анализ ландшафтной организации Днестровско-Прутского междуречья.....105
Лебедев В.В. Схема ранжирования факторов техногенного воздействия горнорудных предприятий на окружающую среду и человека.....110
Митрофанов Е.В. Шашнев И.В., Бубненков Д.И. О применении узкоспектральных вегетационных индексов для оценки состояния лесной растительности.....118
Никитина М.В., Попова Л.Ф., Репницына О.Н. Трансформация подвижных форм цинка и меди в почвах природных и промышленных ландшафтов г. Архангельска.....123
Осина Д.Е. Пространственное распределение подвижных форм тяжелых металлов в почвах города Калуги.....128
Панков С.А. Экологические риски хозяйственных решений по освоению Бешпагирского титан-циркониевого месторождения 135
Федотов А.Л. Возможности использования современных геостационарных спутников в географических исследованиях.....140

НАШИ АВТОРЫ 147

CONTENTS

SECTION I. BIOLOGY

A. Aghayeva. Effect of different parameters on the biomass yield of actinomycetes of the *Nocardia* genus....7
N. Belousova. Heart rate variability of schoolchildren with scoliosis....11
H. Hajiyev, F. Ghahramanova, P. Muradov, H. Sultanova, R. Ismailov, F. Ahmedova. Fungi of medical plants of Azerbaijan flora....15
Kh. Ganbarov, S. Mojarrad Xangah, M. Reza Bonyadi. Identification of lactic acid bacteria of the genus *Lactobacillus*, isolated from spontaneous sour clotted milk and investigation of their acid resistanece and bile tolerance....18
L. Ivachenko, S. Lavrent'eva, V. Kuznetsova. Activity of catalase, perocsedase, amilase, esterase and ribonuclease of soybean under conditions of temperature stress....24
Kh. Ismailova, M. Majidi, A. Inozemcev. Effect of fluoxetine on seizure reactions in Wistar rats with high predisposition to audiogenic seizures....32
E. Kalyuzhny, Yu. Kuzmichev, S. Mihaylova, E. Boltacheva, N. Zhulin. Dynamics and characteristics of biological maturation of rural schoolchildren in Nizhnii Novgorod region....37
N. Kolotilova. Scientific heritage of S.N. Winogradsky (60 years after publication of 'microbiology of soil')....42
V. Kuznetsova, L. Ivachenko. Influence of salts of heavy metals on peroxidase activity of glycine max and glycine soja at different stages of vegetation....44
R. Kuliyeva. Molecular testing of combined forms of β-thalassemia and G6FD ferment deficit among the people of Azerbaijan....49
A. Kurbanova. Development of methods for increasing microbiological stability of wheat under prolonged storage conditions....53
M. Salmanov, V. Tanayi. Microbiological characteristic of the Sheherchay river and Sheherchay reservoir....57
Kh. Safikhanova, A. Orudjeva, E. Rustamov. Histopathological changes in the carp gill tissue as a result of exposure to high concentrations of crude oil....62
I. Tsvetkov, L. Polykarpova, T. Droganova, A. Konichev. Michaelis constant as a biochemical criterion of intraspecific differentiation of river snails....67

SECTION II. CHEMISTRY

D. Makarenkov. Study of granulation of multicomponent polydisperse materials on the basis of their structural and deformation characteristics....72
D. Makarenkov, V. Nazarov. Features of the granulation process of complex and organic fertilizers in high-speed granulators and dish nodulizers....81

SECTION III. GEOGRAPHY

A. Bryukhan. Geo-eecological interpretation of green thermal power plants....89
A. Vinogradov. On the necessity of technical regulations of engineering survey....92
D. Gryadunov, E. Mitrofanov, D. Bubnenkov. Use of unmanned aerial vehicles in a system of multilevel environmental monitoring....95

V. Evdokimova, L. Popova, V. Tuleva, I. Bechina, T. Usacheva. Features of accumulation of iron and manganese in the soils of the cities of Arkhangelsk industrial agglomeration.....99
I. Kapitalchuk. Simmetry analysis of landscape organization in the Dniester-Prut interfluve.....105
V. Lebedev. Scheme for ranking factors of anthropogenic impacts of mining enterprises on the environment and humans 110
E. Mitrofanov, I. Shashnev, D. Bubnenkov. Application of narrowband vegetation indices for assessment of forest greenery.....118
M. Nikitina, L. Popova, O. Repnicina. Transformation of mobile forms of zinc and copper in the soils of natural and industrial landscapes in Arkhangelsk.....123
D. Osina. Geographical regularities of contamination of soils with heavy metals in Kaluga.....128
S. Pankov. Ecological hazards of economic decisions on beshpagir titanium-zirconium deposit development.....135
A. Fedotov. Use of modern geostationary satellites in geographical research 140

OUR AUTHORS..... 147

РАЗДЕЛ I. БИОЛОГИЯ

УДК 577.17.294

Агаева А.А.
Бакинский государственный университет (Азербайджан)

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ВЫХОД БИОМАССЫ АКТИНОМИЦЕТОВ РОДА *NOCARDIA*

A. Aghayeva
Baku State University, Azerbaijan

EFFECT OF DIFFERENT PARAMETERS ON THE BIOMASS YIELD OF ACTINOMYCETES OF THE NOCARDIA GENUS

Аннотация. В статье изучено действие начальной pH-, углеродной и алкановой сред на выход биомассы активных видов рода Nocardia, полученных из нефтезагрязненных почв различных территорий Апшеронского полуострова. Установлено, что развитие Nocardia зависит от источника углеводородов и от pH среды. Интенсивное развитие наблюдалось при оптимальных значениях pH в интервале для необработанной нефти – 4,5-7,7; для n-алканов – 6,0-7,0; для $C_{11}H_{24}$ - 5,5-5,7. По полученным результатам, отношение видов рода Nocardia к pH среды является ответом на эколого-географические условия.

Ключевые слова: Nocardia, pH, n-алканная среда, биомасса, липиды.

Abstract. We present the results of the effect of the initial pH, carbon and alkanoic media on the biomass yield of the active species of the genus Nocardia, derived from oil-contaminated soils of different areas of the Apsheron Peninsula. It was established that the development of Nocardia depends on the source of hydrocarbons and the pH of the medium. Intensive development for the untreated oil, n-alkanes and C11H24 was observed at the optimum pH in the range 4.5–7.7, 6.0–7.0 and 5.5–5.7, respectively. According to the results, the ratio of species of the genus Nocardia to the pH of the medium is a response to ecological and geographical conditions.

Key words: Nocardia, pH, n-alkane medium, biomass, lipids.

В настоящее время для биологической науки являются актуальными вопросы, связанные с проблемой регуляции процессов роста и биосинтеза биологически активных веществ с помощью фактора реакции среды (pH) [1, с. 72; 3; 8]. Многими исследователями выработаны современные представления о механизме биосинтеза нокардиеподобных микроорганизмов и их физиологической роли для собственных продуцентов [2; 5]. Как известно, изучение действия на начальный показатель pH среды считается важным и актуальным для оптимизации условий липидизации, а также окисления углеводородов нокардиями. С этой целью активные виды рода Nocardia как липидный продуцент, при разных значениях активной реакции среды (pH = 3,0-3,7-4,5-5,1-5,7-8,6) в стационарном положении, методами глубокого выращивания держались в термостате.

При значениях pH равных 3,0-3,7, в течение двух дней, развитие не так заметное. Только на 9-10-й день можно увидеть воздушный мицелий, похожий на сетку паука. При значениях pH

© Агаева А.А., 2012.

равных 4,5-8 тоже виден воздушный мицелий на 4-5-й день. Но при значениях pH равных 5,2-6,5 на 7-й день образуются воздушные и субстратные мицелии. По морфологически-культуральным признакам изучаемых видов рода **Nocardia на третий день посева и разви**тия на нейтральной среде появляется слабый воздушный мицелий, на 6-й день развивается субстратный мицелий. Воздушный мицелий видов рода Nocardia похож на сжатое тесто, из них в культурах *Nocardia citrea, N.flava, N.opaca, N.mycosym, N.rubra, N.amarae, N.oricalis* воздушный мицелий бывает темно-красного, белого, серого, темно-серого цвета. Но субстратный мицелий бывает темно-коричневого, белого, зеленоватого и черного цвета. При значениях pH равных 5,2-6,5 у видов рода *Nocardia* идет быстрая пигментация воздушного и субстратного мицелия. В связи с этим при развитии культур *Nocardia* значения реакции среды увеличиваются. На 10-й день ферментации самая высокая переменная pH выявляется при значениях pH= 3,0-3,7. В использованных средах (Сабуро, сусло-агар) в начальных значениях pH изменения бывают между 2,0 и 2,3. При значениях pH=4,5-5,2 среда нейтрализуется (7,0). При значениях pH=6,6-7,5 среда становится слабощелочной. Начальный показатель pH=0,3 увеличивается до единицы. При значениях pH=8,0 и 8,6 последний показатель pH слабо меняется до нейтрального [4; 6].

Действие начальной pH среды на выход биомассы изучаемых нами культур *Nocardia* исследовался выращиванием на питательной среде Чапек-Докса, в составе которого есть 2%-ные алканы, являющийся единственным источником углерода. Полученные за 10-дневный период ферментации результаты показаны в табл. 1. Опыты повторялись в одинаковых условиях в средах, имеющих в составе углерод, сырую нефть, керосин и N-алканы (C_{11}, H_{24}, C_{12}, H_{26}, C_{15}, H_{32}, C_{16}, H_{34}).

Итак, в результате исследований выяснилось, что развитие *Nocardia* зависит от источника углеводорода и pH среды. При наблюдении интенсивного развития, оптимальное значение pH для необработанной нефти было в интервале 4,5-7,7; для N-алканов – 6,0-7,0; для $C_{16}H_{34}$ – 5,5-7,5. Как видно из схемы

Таблица 1

Действие начальной pH углеродной и алканной среды на выход биомассы микроорганизмов рода Nocardia

№№	Виды рода Nocardia	начальная pH среды									
		Дни									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
11	Nocardia citrea	3,0 0 1,4	3,7 0 2,2	4,5 5,5 3,0	5,27,0 9,6	5,7 7,1 9,8	6,57,2 8,1	7,07,3 6,5	7,57,5 3,6	8,08,0 3,6	8,6 8,0 2,5
22	Nocardia flava	4,0 1,8	5,7 2,5	6,8 3,5	7,2 5,7	7,3 9,5	7,5 6,0	7,5 5,8	7,6 4,0	7,8 3,6	8,5 3,0
33	Nocardia opaca	5,6 2,3	5,7 4,8	7,0 6,8	7,2 7,0	7,3 12,0	7,5 13,0	7,5 10,5	7,8 9,2	7,8 8,0	8,2 4,0
44	Nocardia mycosym	6,6 2,0	6,7 4,1	7,3 6,2	7,3 11,8	7,4 12,3	7,5 12,8	7,6 9,0	7,7 7,0	7,5 4,5	8,4 3,7
55	Nocardia amarae	5,4 1,5	6,0 3,4	6,7 6,5	7,0 1,8	7,3 9,4	7,5 9,4	7,3 6,8	7,5 4,3	7,8 2,9	8,6 3,0
6	Nocardia rubra	5,2 4,7	5,7 2,0	7,0 10,8	7,2 11,2	7,3 10,4	7,5 10,4	7,2 7,0	7,6 5,0	7,8 3,1	8,5 2,5
7	Nocardia opichialis	5,0 32,0	6,0 4,3	7,0 6,5	7,2 11,2	7,2 11,2	7,3 11,1	7,5 9,5	7,8 6,5	8,0 4,4	8,2 4,0

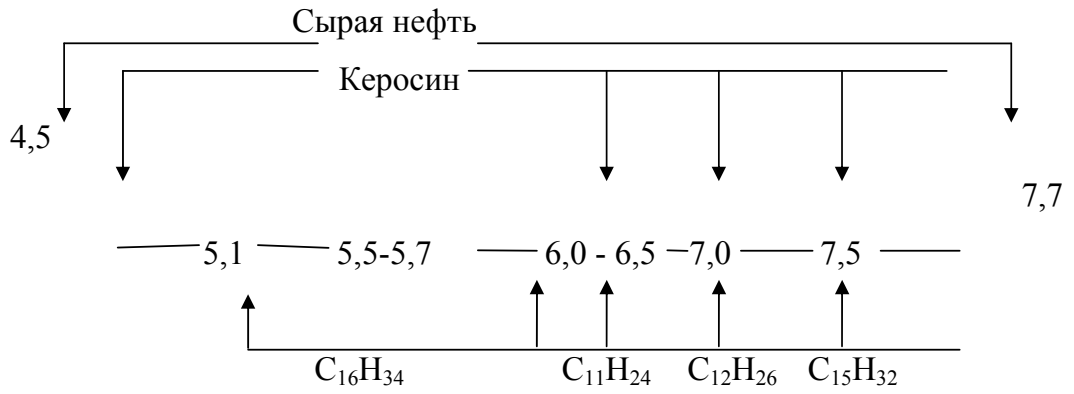


Рис. 1. Интервалы усвоения pH

(рис. 1), у N-алканов $C_{11}H_{24}$, где углеводородная цепь немного длиннее, эти значения доходят до 5,5-5,7. Линия усвоения pH сырой нефти более широкая 4,5-7,7; предел усвоения керосина находится между N-алканами и сырой нефтью в среднем положении, т.е. 5,1-6,5.

В результате проведенных опытов было выяснено, что с точки зрения выхода биомассы среди микроорганизмов рода *Nocardia* наблюдались более легкие и подходящие *N.rubra, N.amarae, N.mycosym* (последний показатель pH, биомасса г/л) при неоптимальных значениях начальной pH. Очень интересно, что выход биомассы сохраняется при значениях pH-3,0; 3,7; 8,0; 8,6. Действие высоких начальных значений pH среды на развитие культур *Nocardia* проявляется в низком накоплении биомассы. Для липидных образований в 2%-ном n-алканном, керосиновых, необработанных нефтяных средах оптимальных нефтяных средах оптимальный pH имеет одинаковые значения, т. е. 6,0-6,5. Но при значениях pH-3,7; 4,5; 8,0; 8,6 сухая биомасса в среднем доходит до 0,8-7,5. При значениях pH равных 7,0-7,5 количество накопленных липидов меньше, чем при значениях pH-5,1-6,5 [7]. Выясняется, что это соответствие у различных проактиномицетов рода *Nocardia* связано с наличием у них одинаковых ферментных связок, требуемых для аналогичных условий. Активность таких ферментов была пропорциональна скорости липидных обменов.

По стойкости к кислотам выявляется доминирование нокардий в кислых и загрязненных нефтью почвах или увеличение в кислых средах, а иногда уменьшение в малых количествах. Но не всегда это ожидание может оправдаться. Если актиномицеты рода *Nocardia* развиваются в широком интервале pH, то максимальная точка pH падает до нейтрального значения, а минимальная – на зону 3,5. При более высоких значениях pH, чем нейтральные, количественное преимущество и антагонистическое действие для актиномицетов *Nocardia* бывает сильнее, чем реакция почвы. Поэтому наименьшее количество микроорганизмов рода *Nocardia* в щелочных, нейтральных почвах больше зависит от последовательности смены значений pH. По нашим исследованиям, отношение к pH среды микроорганизмов рода *Nocardia* оценивается как ответ на географические условия их экологии. Для накапливания биомассы при выращивании в углеводородных средах выбранных культур *Nocardia*, для биосинтеза липидов в максимальном количестве, а также для усвоения углеродных источников значение pH=6,5-7,7 следует считать оптимальным.

Выводы

1. При нормальных оптимальных значениях начальных показателей pH, среди видов рода *Nocardia,* по выходу биомассы хорошо

соответствовали *Nocardia rubra, N.amarae, N.mycosym*.

2. **В начальных значениях pH среды действие** на развитие доминантных видов проявляетет себя в низких накапливаниях.

3. **Активность ферментов пропорциональна** скорости липидных обменных процессов.

4. Отношение видов рода *Nocardia* к значениям pH среды является ответом на эколого-географические условия.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Захарова И.Я., Павлова А.Н. Литические ферменты микроорганизмов. – Киев: Наукова думка, 1985. – 215 с.
2. Золотухин С.Н. Изменение литической активности морганеллезного бактериофага при хранении // Проблемы инфекционных и инвазионных болезней в животноводстве на современном этапе: материалы международной конференции (тез. докладов). – М.: МГАВМиБ им. Скрябина К.И., 1999. – С. 80.
3. Кудухашвили П.Г. Изучение литической активности актиномицетов, выделенных из почв Грузии / П.Г. Кудухашвили, М.А. Гурieладзе, Д.Т. Патарая // Прикладная биохимия и микробиология. – 2001. – № 3 (37). – С. 251.
4. Кузненко В.Д. Состав жирных кислот липидов стрептомицетов и их нокардиоподобных вариантов / В.Д. Кузненко, Т.П. Ефимов, В.А. Цыганов // Микробиология.– Т. 49, № 5. – 1980.– С. 751-755.
5. Коронелли Т.В. Липиды сапрофитных микобактерий: Автореф. дисс… д-ра биол. наук. – М., 1980. – 46 с.
6. Набатова М.Н. Эффективность использования литического фермента препарата лизорецифина в рационах репродуктивных самок норок // Тезисы докл. Ш межд. конф. «Актуальные проблемы биологии в животноводстве». – Боровск, 2000. – С. 174-176.
7. Расулзаде З.Д. Изучение ферментативной активности как показателя микробиологического статуса прибрежных почв Апшеронского полуострова при нефтяном загрязнении // Труды Института микробиологии НАНА. Т. 3. – Баку: «Элм», 2006. – С. 217-224.
8. Фархрудинов А.И. Результаты рекультивации нефтезагрязненных территорий с применением бактериального препарата / А.И. Фархрудинов, В.Г. Алехин, Л.А. Малышкина // Наука и образование XXI века: сборник тезисов. Ч. 1. – Сургут, 2001. – С. 55-56.

УДК 612.6

Белоусова Н.А.
Челябинский государственный педагогический университет

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА У ШКОЛЬНИКОВ СО СКОЛИОТИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ

N. Belousova
Chelyabinsk State Pedagogical University

HEART RATE VARIABILITY OF SCHOOLCHILDREN WITH SCOLIOSIS

Аннотация. Исследование было проведено в г. Челябинске для оценки вариабельности ритма сердца подростков препубертатного периода, страдающих сколиотической болезнью. Изучение вариабельности ритма сердца позволяет провести оценку состояния регуляторных систем организма. Полученные данные свидетельствуют о недостаточной регуляторной доле парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Результаты исследования позволяют сделать вывод о необходимости создания условий (коррекционных мероприятий – физкультурных и релаксационных) в образовательных учреждениях для подростков со сколиотической болезнью, которые позволяли бы компенсировать эти регуляторные отклонения.

Ключевые слова: выриабельности сердечного ритма, медленноволновый спектр, сколиоз.

Abstract. The research was performed in Chelyabinsk in order to assess heart rate variability of prepubertal children suffering from scoliosis. The study of heart rate variability allows an assessment of the state of the regulatory systems of the body. The data obtained indicate the lack of the regulatory lobe in the parasympathetic branch of the autonomic nervous system. The results of the study suggest the need to create special conditions (physical fitness programs and relaxation techniques) in educational institutions for adolescents with scoliosis, which would allow one to compensate for these regulation deviations.

Key words: heart rate variability, slow-wavelength spectrum, scoliosis.

Увеличение числа детей и подростков, имеющих отклонения в состоянии здоровья, в частности со стороны опорно-двигательного аппарата – одна из актуальных проблем нашего государства. Ухудшение здоровья детского населения связано не только с действием неблагоприятных факторов, но и с реальным снижением приоритета профилактической деятельности как в здравоохранении, так и в дошкольных учреждениях и школах.

Анализ литературных источников показывает, что исследования, связанные с изучением высокочастотных биоритмов, в частности вариабельности ритма сердца, позволяют провести оценку состояния регуляторных систем организма. Вместе с тем данный метод неинвазивен, абсолютно безопасен, общепризнан, а также имеет несомненно высокое прикладное значение, особенно в педиатрической практике [1]. При этом зарубежные исследователи рассматривают вариабельность сердечного ритма (ВСР) в основном, как показатель состояния симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы и используют в диагностике в процессе терапевтических, как правило, фармакологических воздействий. В тоже время в нашей стране, наряду с клиническим направлением, возникло и физиологическое понимание ВСР, как процесса активации различных регуляторных механизмов, обеспечивающих поддержание сердечно-сосудистого гомеостаза и адаптацию организма к изменениям условий окружающей среды.

Сегодня исследование ВРС активно внедряется как в научные исследования, так и в клиническую практику. Спектральный анализ колебаний показателей сердечно-сосудистой

© Белоусова Н.А., 2012.

системы активно используется в научных исследованиях [4; 5]. Одним из актуальных вопросов физиологии с момента обнаружения медленноволновых колебаний параметров кровообращения стал их генез. Учитывая тот факт, что как высокочастотные, так и низкочастотные колебания исчезают после денервации сердца, в частности, их нет у пациентов с трансплантированным сердцем [7] и при фармакологической блокаде вегетативных влияний, нейрогенная природа медленноволновых колебаний показателей кровообращения сомнений не вызывает.

В значительной степени разнятся данные по особенностям вегетативной регуляции и мощности колебаний в диапазонах спектра ритма сердца у детей с нарушениями осанки. Например, в исследованиях Е.В. Быкова с соавторами [2004], у большинства детей с 1 и 2 степенью сколиоза преобладали низкочастотные волны ритма сердца (47,2% мощности спектра), которые тесно связаны с симпатической нервной системой. Тогда как по данным А.В. Овечкина с соавторами [1991], в большинстве случаев (54% обследованных детей с искривлением позвоночного столба) наблюдалась ваготония, и только у 37% прослеживалось преобладание симпатических влияний на деятельность сердечно-сосудистой системы. Другие исследования [3] показали, что у детей в возрасте 8-15 лет с I и II степенью сколиотической болезни в 44% случаев наблюдалась эйтония, в 28% – преобладание симпатикотонии и в 28% – преобладание парасимпатической регуляции.

Цель настоящего исследования заключалась в оценке вариабельности ритма сердца подростков препубертатного периода, страдающих сколиотической болезнью.

Организация исследования

Обследование проводилось на базе МОУ СОШ № 19 г. Челябинска. Обследовано 54 подростка препубертатного периода со сколиозом I степени (девушек – 23, юношей – 31). Средний возраст обследуемых был 12,8 лет.

Методы исследования

Вариабельность ритма сердца оценивали на основании данных автоматического измерения на аппаратно-программном комплексе «Кардио-тест» (ООО «Нейрософт», г. Иваново). При определении показателей вариабильности сердечного ритма в покое регистрировали 300 кардиоинтервалов. Для оценки ВРС использовали методы статистической, математической и геометрической обработки результатов [1]. Данные спектрального анализа ритма сердца у испытуемых школьников интерпретировали согласно стандартам Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества электрофизиологии.

Результаты исследования

В табл. 1 представлены результаты фонового исследования временных и частотных компонентов ритма сердца у девочек и мальчиков со сколиозом и сколиотической болезнью.

У испытуемых школьников со сколиозом и сколиотической болезнью наблюдаются существенные различия между максимальными и минимальными значениями R-R интервалов, при допустимых уровнях коэффициента вариации (менее 20%). У девочек доминирующей частотой R-R min были значения в интервале 250–300 мс, а R-R max в пределах 800–1000 мс, что в целом находит отражение в уровне среднего арифметического данных параметров и в величинах RRNN. Однако суммарная доля других частот распределения указывает на неоднородность выборки и, по-видимому, свидетельствует о наличии различий в регуляторном обеспечении ритма сердца. Физиологической основой может являться степень выраженности и локализация искривления позвоночного столба, особенности психоэмоциональной устойчивости к учебной нагрузке, а также уровень адаптивных возможностей. Высокая разность между R-R min и R-R max, а также вариационный размах показателей, скорее всего, являются

Таблица 1

Временные и частотные компоненты динамического ряда R-R интервалов у испытуемых при фоновом исследовании

Показатель	Девочки		Мальчики	
	M±m	CV, %	M±m	CV, %
R-R min, мс	378,04 ±65,00	17,19	537,19 ± 86,83	16,16
R-R max, мс	948,74 ± 135,17	14,25	1098,90 ± 338,83	30,83
RRNN, мс	735,96 ± 79,50	10,80	732,77 ± 67,50	9,21
SDNN, мс	75,70 ± 22,33	29,50	75,77 ± 29,67	39,15
RMSSD, мс	70,65 ± 32,00	45,29	72,74 ± 42,00	57,74
pNN50, %	26,44	–	24,42	–
CV, %	10,28	–	10,01	–
ОМС, мс^2	5387,62 ± 2684,97	49,84	7342,23 ± 6396,06	87,11
ОНЧ, мс^2	1662,57 ± 865,81	52,08	1742,52 ± 1232,09	70,71
НЧ, мс^2	1737,83 ± 920,41	52,96	2190,90 ± 2802,66	127,92
ВЧ, мс^2	1987,22 ± 2004,39	100,86	3408,80 ± 4007,44	117,56
НЧ norm, %	54,56	–	51,36	–
ВЧ norm, %	45,44	–	48,64	–
НЧ / ВЧ, усл. ед.	1,48 ± 0,56	37,51	1,51 ± 1,30	85,87
ОНЧ, %	37,14	–	33,93	–
НЧ, %	33,35	–	32,59	–
ВЧ, %	29,51	–	33,48	–

компенсаторной регуляторной реакцией при сколиозе, что косвенно подтверждается сравнительной оценкой с аналогичными параметрами учащихся первой группы здоровья (R-R min 500-550 мс; R-R max 850-900мс) [2; 6].

Данные RMSSD, как величины квадратного корня из суммы квадратов разностных значений (Root Mean of Sum Saccessive Deviations), позволили выявить количество быстрого компонента вариабельности – дыхательные колебания длительности кардиоинтервалов по всему исследуемому вариационному ряду. Так, установлено, что у испытуемых школьников порядка 10–15 % записи на коротком участке ритмограммы связаны с автономным контуром регуляции ритма сердца, тогда как у абсолютно здоровых детей эти значения выше – 35-40% [4; 5]. Данные pNN50, варьирующие в пределах 26–29%, в сравнении со школьниками первой группы здоровья (pNN50 около 30–40%), [6] свидетельствуют о недостаточной регуляторной доле парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Проявление регуляторной активности автономного контура регуляции, выражающееся в процентах от общего числа интервалов, преимущественно доминирует в пределах от 0 % до 10 % и от 20 % до 30 %, что функционально может проявляться локализацией искривления в шейно-грудном отделе и, следовательно, изменением характера моторно-висцеральных взаимосвязей мышц туловища, имеющих рефлекторно-сегментарные связи с сердечно-сосудистой системой.

Заключение

Данные спектрального анализа ритма сердца у испытуемых школьников свидетельствуют о наличии регуляторных различий. В частности, крайне высокий уровень коэффициента вариации, находящийся в пределах 50–130 %, является отражением функциональных различий как в состоянии вегетативной нервной системы, так и организма в целом. Высокая внутригрупповая

вариабельность показателей спектрального анализа ритма сердца, являясь индикатором адаптационных реакций, как указывалось выше, вероятно, обусловлена индивидуальными особенностями реактивности центральных и периферических механизмов регуляции висцеральных систем в ответ на возникающее при сколиотической болезни изменение моторно-висцеральных взаимосвязей. Полученные данные позволяют сделать вывод о необходимости создания условий в образовательных учреждениях для подростков со сколиотической болезнью, которые бы позволяли компенсировать регуляторные отклонения. Это может быть включение в расписание занятий уроков лечебной физической культуры, физкультурных минуток, а также коррекционных мероприятий, имеющих релаксирующую направленность.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баевский Р.М. Современное состояние исследований по вариабельности сердечного ритма в России (по материалам Международного симпозиума «Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий», Москва, 27-30 апреля 1999 г.) / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Г.В. Рябыкина // Вестник аритмологии. – 1999. – № 14. – С. 71-75.
2. Галеев А.Р. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6-16 лет /А.Р. Галеев, Л.Н. Игишева, Э.М. Казин // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 4. – С. 54-58.
3. Могендович М.Р. Проблемы моторновисцеральной регуляции // Медицинские проблемы физической культуры. – Киев: Здоров'я, 1971. – С. 24–30.
4. Сабирьянов А.Р. Медленноволновые колебания показателей кровообращения у детей. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004. – 115 с.
5. Сабирьянова Е.С. Закономерности онтогенетической адаптации сердечно-сосудистой системы и уровней ее регуляции к комплексу факторов внешней среды у детей, проживающих в условиях села и города: дис. … докт. мед. наук. – Челябинск, 2010. – 339 с.
6. Шлык Н.И. Особенности вариабельности сердечного ритма у детей и подростков с различным уровнем зрелости регуляторных систем организма // Вариабельность сердечного ритма. Теоретические аспекты и практическое применение: тезисы докл. междунар. симп. – Ижевск, 2003. –С. 52-72.
7. Schreiner W. A beat-by-beat analysis of electrocardiograms from cardiac transplant recipients III / W. Schreiner, G. Laufer, M. Neumann, R. Lahoda, W. Premauer, F. Merksa, H. Teufelsbauer, W. Röthy, A. Laczkovics, E. Wolner // J. Biomed. Eng. – 1991. – Vol.13, N4. – P.313-320.

УДК 582.28

Гаджиева Н.Ш.[1], Гахраманова Ф.Х.[1], Мурадов П.З.[1], Султанова Н.Г.[2], Исмаилов Р.К.[3], Ахмедова Ф.Р.[4]

[1] Институт микробиологии НАН Азербайджана (г. Баку)
[2] Сумгаитский государственный университет (Азербайджан)
[3] Азербайджанский научно-исследовательский ветеринарный институт (г. Баку)
[4] Бакинский государственный университет (Азербайджан)

ГРИБЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ, ВХОДЯЩИЕ ВО ФЛОРУ АЗЕРБАЙДЖАНА

H. Hajiyev[1], F. Ghahramanova[1], P. Muradov[1], H. Sultanova[2] R. Ismailov[3], F. Ahmedova[4]

Institute of Microbiology of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku
[2] Sumgait State University, Azerbaijan
[3] Azerbaijan Scientific-Research Institute of Veterinary, Baku
[4] Baku State University, Azerbaijan

FUNGI OF MEDICAL PLANTS OF AZERBAIJAN FLORA

Аннотация. В результате проведенных исследований изучена микобиота 126 видов лекарственных растений, которые распространены в условиях Азербайджана. Установлено, что на исследованных растениях обнаружено 168 видов микромицетов, 7 из которых являются новыми для природы Азербайджана. Показано, что 103 вида относятся к паразитическим грибам, и они вызывают различные болезни (пятнистость, ржавчина, мучнистая роса, серая гниль и др.) лекарственных растений. По частоте встречаемости болезней самыми высокими показателями характеризовались листовые пятнистости (23-45%), вызываемые различными грибами рода Alternaria, Ascochyta, Phoma, Phyllosticta, Ramularia и Septoria.

Ключевые слова: микромицеты, лекарственные растения, биотрофы, грибные болезни, токсигенные грибы.

Abstract. Mycobiota of 126 species of medical plants widely spread in Azerbaijan is studied. 168 species of micromycete are found in investigated plants and 7 of them are new for Azerbaijan. It is shown that 103 species are parasitic fungi, which cause various diseases (leaf spot, rust, powdery mildew, gray rot, etc.) of medical plants. The most frequent was leaf spot disease (23%–45%), caused by various fungi of the genus Alternaria, Ascochyta, Phoma, Phyllosticta, Ramularia and Septoria.

Key words: micromycete, fungi, medical plants, biotrofy, fungal diseases, toxigenic fungi.

Возрастающее влияние человеческой деятельности на природную среду приводит к деградации растительного покрова и резкому сокращению естественных ресурсов многих ценных дикорастущих растений. Одновременно происходят быстрые и глубокие, иногда необратимые изменения растительного покрова, сокращаются запасы и ареалы многих дикорастущих растений, в том числе лекарственных и кормовых. Известно, что из 500000 видов растений около 80000 видов имеют лекарственное значение [2; 8], но всего около 0,5% из них прошли скрининг на выявление лекарственных свойств, при том, что около 4/5 части мирового населения принимают препараты растительного происхождения, а спрос на такие препараты увеличивается год от года. Высказано мнение, что в будущем в связи с обеднением биоразнообразия [7] использование лекарственных растений может существенно ограничиться. Вследствие интенсивной, нерациональной, недостаточно контролируемой заготовки сы-

© Гаджиева Н.Ш., Гахраманова Ф.Х., Мурадов П.З., Султанова Н.Г., Исмаилов Р.К., Ахмедова Ф.Р., 2012.

рья, эти растения являются особо уязвимой группой. Кроме того, хотя лекарственные растения обладают антифунгальной и антибактериальной активностью, они тоже подвергаются патологии [1], вызванной теми же грибами и бактериями. В результате все это отрицательно отражается на ресурсах лекарственных растений. Отметим и то обстоятельство, что некоторые лекарственные растения (например, клевер луговой - Trifolium pratense L.) имеют кормовое значение [6] и с этой целью широко используются. Изучение закономерности возникновения и распространения фитопатогенных свойств грибов по отношению к лекарственным растениям в этой связи также имеет значение.

В данной работе мы попытались исследовать микобиоту лекарственных растений, распространенных в условиях Азербайджана. В ходе исследований, проведенных в 2007-2011 г., из различных органов (вегетативных и генеративных) растений были взяты и проанализированы около 1000 образцов. Взятие образцов, выделение грибов в чистую культуру проводили согласно известному методу [5] в микологии, используемому и в других наших работах [3]. Идентификацию грибов проводили по определителю [9;10], который составлен по культурально-морфологическим и физиологическим признакам грибов.

В проведенных исследованиях, начатых с 2007 г., на 130 видах лекарственных растений (травянистых и кустарниковых) обнаружены 168 видов грибов, 67,2% из которых относились к аноморфным (Deuteromycota), 12,5% к сумчатым (Ascomycota), 15,5% – к базидиальным (Bazidiomycota), 4,8% – к зигомицетным (Zycomycota) грибам. Установлено, что из обнаруженных 168 видов микромицетов – 8 (Alternaria amaranti (Peck) J.M. Hook , A.astragali Wangeline et E.G. Simmons, Botrytis anthophila Bond., B.geranii N.F. Buchw., Cladosporium albiziae S.N. Khan et B.M. Misra, Kabatiella caulivora Karak., Phyllosticta trifolii-montani Lobik., Ramularia achilleae-millefolii U. Braun et Rogerson) впервые зарегистрированы в природе Азербайджана. Наибольшее количество обнаруженных грибов (более 10 видов) отмечено на растениях в основном семейств Asteraceae, Rosaceae, Fabaceae, Liliaceae и др. Общим числом 110 видов микромицетов представлены на травянистых лекарственных растениях, 58 видов – на кустарниковых лекарственных растениях. Из травянистых лекарственных растений наиболее поражается грибами клевер луговоìй (Trifolium praténse), который, наряду с лекарственными свойствами, является ценным кормовым растением. В ходе исследований на T.praténse обнаружено 34 вида гриба, среди которых были и возбудители (Ascochyta trifolii Bond. et Trus, Botrytis anthophila Bond., B.cinerea Pers.:Fr., Fuzarium oxysporum Schl., F.sporotrichiella Bilai., F.solani Sor., Kabatiella caulivora Karak., Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary., S.trifoliorum Eriks Typhula trifolii Rostr., Uromyces trifolii-repentis Liro, Vertisillium dahliae Klebahn. и др.) опасных заболеваний. Среди кустарников аналогичными признаками характеризовались барбарис и гранат, в формировании микобиоты которых участвуют 28-30 видов грибов.

Обнаруженные в ходе исследований грибы охарактеризованы по эколого-трофическим аспектам, для них определены группы паразитов (биотрофы) и сапротрофов. К паразитам отнесены 103 вида, в том числе 7 видов ржавчинных, 8 мучнисторосяных и 73 вида анаморфных грибов, а 65 видов отнесены к сапротрофам, в том числе 35 видов следует отнести к «патогенным сапротрофам» из родов Alternaria, Botrytis, Cladosporium, Fuzarium и др., которые различаются между собой по степени патогенности. Распределение грибов по различным органам питающего растения носит неравномерный характер, но стебли и листья растений характеризуются более богатыми микобиотами (рис. 1).

Как результат развития паразитических грибов, зарегистрированы десятки типов патологий (пятнистость листьев и стеблей, фузариоз, ржавчина, мучнистая роса, серая, сухая и белая гниль, рак, увядания, плесневения, фомоз, переноспороз, головня, антракноз, склеротина, парша и др.) лекарственных растений. По частоте наиболее встречаемыми оказались листовые пятнистости (23-45%), вызываемые

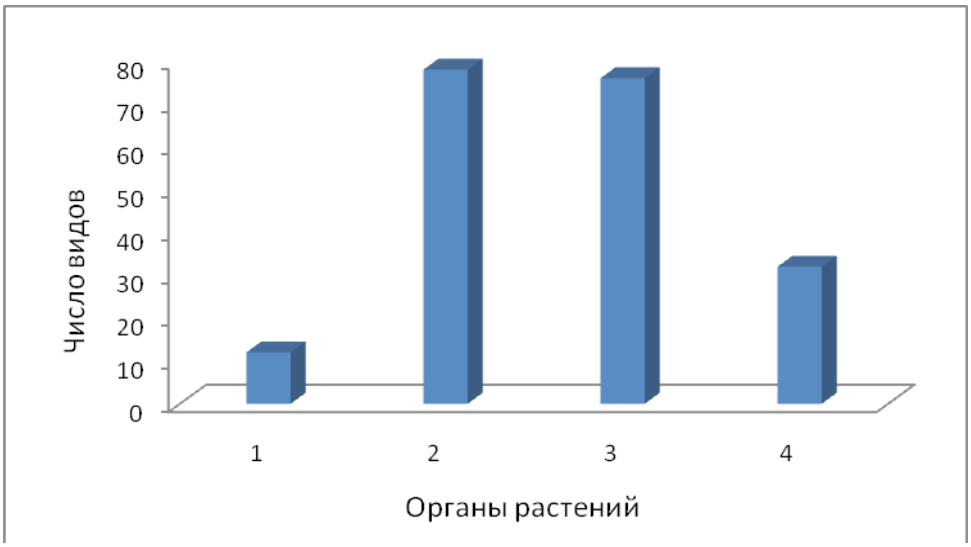


Рис. 1. Распространение грибов по органам растений
1 – корень 2 – стебли 3- листья 4 – цветки и плоды

различными грибами рода Alternaria, Ascochyta, Phoma, Phyllosticta, Ramularia и Septoria.

Учитывая тот факт, что лекарственные растения часто используются в микробиологическом аспекте не стерильным образом, в ходе исследований обнаруженные грибы были охарактеризованы по токсичности. Результаты показали, что среди грибов, обнаруженных на лекарственных растениях, имеются такие грибы, как Aspergillus flavus Link., A.fumigatus Fres, A. ochraceus Wilhelm, A. repens(Corda)Sacc., Penicillium citrinum Thom., P.cuslopium Westl., Fuzarium moniliforme Sheldon., F.oxysporium Schlecht. и др., токсичность которых достаточно известна [4]. Опасность этих грибов заключается в том, что их встречаемость по лекарственным растениям, характеризуется высокими количественными показателями, и даже некоторые входят в доминантное ядро конкретных видов лекарственных растений. Проведенное исследование показало, что лекарственные растения имеют характеристики местообитания микромицетов, среди которых немало возбудителей опасных заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Болезни культурных растений / под общей редакцией В.А. Павлюшина.– СПб, 2005.– 288 с.
2. Гринкевич Н.И. Лекарственные растения (Справочное пособие).– М.: Высшая школа, 1991.– 398 с.
3. Еюбов Б.Б. Общая характеристика микромицетов, вызывающих болезни сельскохозяйственных культур, возделываемых в условиях Азербайджана / Б.Б. Еюбов, Н.Ш. Гаджиева, Ф.Х. Гахраманова, А.А. Меджнунова // Вестник МГОУ, серия «Естественные науки».– 2011.– № 2.– С.106-108.
4. Зачиняев Я.В., Сергиенко С.С. Токсины микромицетов и их влияние на организм // Успехи медицинской микологии. Т. 6.– М.: НА Микологии, 2006. – С.101-104.
5. Методы экспериментальной микологии / под. ред. Билай В.И.– Киев: Наукова думка, 1982.– 500 с.
6. Новоселов М.Ю. Селекция клевера лугового (Trifolium pretense L.). –М., 1999.– 183 с.
7. Прохоров А.А. Экологические проблемы сохранения биологического разнообразия на примере генетических ресурсов ботанических садов России: Автореф. дисс. … докт. биол.наук. – Петрозаводск, 2004. – 46 с.
8. Редькина Н.Н. Оптимизация сохранения биологического разнообразия лекарственных растений на популяционной основе: Дисс. … докт. биол.наук. – Оренбург, 2009.– 334 с.
9. Databases // CBS-KNAW fungal biodiversity centre [сайт]. URL: http://www.cbs.knaw.nl/databases (дата обращения 10.08.2012).
10. Kirk P.M. Ainsworth & Bisby's Dictionary of Fungi / P.M. Kirk, P.F. Cannon, D.W. Minter, J.A. Stalpers et al. – CAB International, 2008.– 771 p.

УДК 576.8.095

Ганбаров Х.Г.[1], Моджаррад Х.С.[1], Мохаммад Реза Боняди[2]
[1] Бакинский государственный университет (Азербайджан)
[2] Тебризский медицинский университет (Иран)

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ РОДА *LACTOBACILLUS*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ СПОНТАННЫХ ПРОСТОКВАШ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ КИСЛОТО И ЖЕЛЧЕУСТОЙЧИВОСТИ

Kh. Ganbarov[1], S. Mojarrad Xangah[1], M. Reza Bonyadi[2]
[1] Baku State University, Azerbaijan
[2] Tabriz University of Medical Sciences, Iran

IDENTIFICATION OF LACTIC ACID BACTERIA OF THE GENUS *LACTOBACILLUS*, ISOLATED FROM SPONTANEOUS SOUR CLOTTED MILK AND INVESTIGATION OF THEIR ACID RESISTANECE AND BILE TOLERANCE

Аннотация. Идентификация молочнокислых бактерий, выделенных из спонтанных простокваш (простокваш домашнего приготовления), используемых в Иранском Азербайджане, была осуществлена с помощью метода ПЦР-анализ нуклеотидной последовательности гена 16S RNA. Восемь штаммов были идентифицированы как Lactobacillus plantarum, а семь штаммов были относены к виду Lactobacillus acidophylus. Изучение кислото- и желчеустойчивости выделенных штаммов молочнокислых бактерий показало, что при кислотности pH 2,5 два штамма являются чувствительными (10 – 20% выживание), 5 штаммов – толерантными (26 – 48% выживание), 6 штаммов – устойчивыми (52 – 76% выживание) и 2 штамма – более устойчивыми (84 – 86% выживание). По отношению к желчи два штамма оказались чувствительными (10 мин задержки роста), 3 штамма – толерантными (20 – 30 мин задержки роста), 6 штаммов – устойчивыми (40 – 50 мин задержки роста) и 4 штамма – более устойчивыми (60 мин задержки роста).

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, идентификация, ПЦР-анализ, секвенирование, ген 16s r РНК, кислотоустойчивость, желчеустойчивость.

Abstract. PCR-analysis of the nucleotide sequences of the 16S rRNA gene was used to identify lactic acid bacteria, isolated from dairy products (sour clotted milk) from the Azerbaijan region of Iran. Eight strains were identified as Lactobacillus plantarum and seven strains – as Lactobacillus acidophylus. The analysis of acid and bile tolerance of the strains isolated from sour clotted milk showed that at pH 2.5 two strains were sensitive (10%–20% survival), 5 strains – tolerable (26%–48% survival), 6 strains – resistant (52%–76% survival) and 2 strains – more resistant (84%–86% survival). As for the bile tolerance, two strains were sensitive (10 min delay in growth), 3 strains were tolerant (20–30 min delay), 6 strains were resistant (40–50 min delay) and 4 strains were more resistant (60 min delay).

Key words: lactic acid bacteria, identification, PCR-analysis, sequencing, 16S rRNA gene, acid tolerance, bile tolerance.

С древних времен значительное количество молока использовалось для производства традиционных кисломолочных продуктов. Наряду с промышленным производством, во многих странах мира, различные кисломолочные продукты получают в домашних условиях с применением спонтанной закваски (закваски с неизвестным микробным составом). Эти продукты используются не только как пищевые продукты, но и как лечебно-диетическое средство [1; 10; 16]. Производство кисломолочных продуктов связано с использованием молочнокислых бактерий. В последние десятилетия большое внимание уделяется поиску новых штаммов молоч-

© Ганбаров Х.Г., Моджаррад Х.С., Мохаммад Реза Боняди, 2012.

нокислых бактерий с целью использования их в производстве пробиотиков и получения антимикробных препаратов. В качестве пробиотиков обычно используют бактерии рода *Lactobacillus, Bifidobacterium, Enterococcus* и *Streptococcus* [1; 11]. Главным критерием для in vitro селекции пробиотических микроорганизмов является: устойчивость к кислотности и желчи, антибактериальная и антифунгальная активность [20; 22].

Идентификация молочнокислых бактерий по морфологии, физиологическим потребностям и биохимическому тесту недостаточно эффективны, так как многие бактериальные популяции имеют сходную потребность к питательным субстратам и растут в сходных условиях среды [18]. Метод ДНК/ДНК-гибридизация является «золотым стандартом» видовой идентификации, но трудоемкость и высокая стоимость не позволяет использовать его как рутинный метод. Альтернативным подходом является анализ последовательности ДНК [2; 7; 17]. На современном этапе – «секвенирование ДНК» недорогой и быстрый метод, позволяющий создавать общедоступные базы данных нуклеотидных последовательностей. Этот метод обладал высоким таксономическим разрешением, но необходимо подобрать генетические маркеры, позволяющие надежно дифференцировать молочнокислые бактерии до вида. Комитет по переоценке бактериальных видов рекомендует проведение анализа пяти генов, которые имеют достаточную информацию для определения видовой принадлежности микроорганизмов [2; 6; 21]. В настоящее время изучение нуклеотидной последовательности генов туф [5], pH_2S и rpoA [15], hsp60 [4] rpoB [3; 13] успешно применяется для идентификации бактерий, в том числе молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus.* Данный метод идентификации можно применять как к грамположительным, так и к грамотрицательным бактериям [14]. В данное время в качестве генетического маркера для идентификации молочнокислых бактерий широко используется ген 16S rRNA [12; 19].

Целью данной работы явилось изучение биохимических свойств и генетическая идентификация бактерий рода *Lactobacillus,* выделенных из спонтанных простокваш с территории Ирана и изучение их кислото- и желчеустойчивости.

Материалы и методы исследования

Выделение молочнокислых бактерий. Образцы простокваш домашнего приготовления собирали асептически в стерильную посуду и до обработки помещали в холодильник. Из отобранных образцов были приготовлены суспензии, и из каждой суспензии по 0,5 мл добавляли в жидкую «МРС»-среду следующего состава (г/л): глюкоза – 20, пептон – 8, дрожжевой экстракт – 4, K_2HPO_4 – 2, твин-80 – 1, диаммоний цитрат–2, натрий ацетат – 5, $MgSO_4$ – 2, $MnSO_4$ – 0,04, агар – 15. После инокуляции культуры инкубировали при 37^0C в течение 24 час. в аэробных условиях. Для быстрого выявления кислотоустойчивых молочнокислых бактерий смешанные культуры, выращенные в жидкой «МРС»-среде, переносили в буферный раствор с кислотностью pH 3 и поддержали в течении 2,5 часа. При этом кислоточувствительные штаммы погибали. Из обработанной таким образом культуры брали 10 мл и помешали в свежую жидкую «МРС»-среду для получения накопительной культуры. После 24 ч. инкубации 1 мл суспензии переносили в агаризованную «МРС»-среду, размазывали шпателем и инкубировали при 37^0C в микроаэрофильных условиях 48-72 час. Образующиеся колонии микроскопировали, окрашивали по Грамму и проверяли их каталазную активность [9].

Грамположительные и каталазанегативные штаммы переносили в жидкую «МРС» среду с 25% глицерином и 25% обезжиренным молоком и сохраняли при - 80^0C.

Выделение ДНК и определение нуклеотидной последовательности гена 16S r RNA. Хромосомальную ДНК бактериальных клеток изамировали по методу Kate Wilson [7]. Количество экстрагированной ДНК измеряли электрофотометрически на 1%-ном

агарозном геле, используя 40 мМ трис-ацетат буфер и 1мМ ЕДТА и этидий бромид (0,5 мг/мл).

ПЦР для 16S rRNA дальше дифференцировался рестрикционным анализом, используя ферменты Tag 1(DNA polymerase). Смесь содержала 150 нг DNK, 1Eg «Tag DNA polymerase» 0,2 мМ каждого ДНТФ, 1 мл. буфер, 1,5 мМ $MgCl_2$, 15н моль каждого праймера. Программа ПЦР амплификации осуществлялась при следующих условиях: денатурация при 95^0C за 4 мин, ренатурация при 59^0C за 55 сек, выпрямление ДНК при 72^0C за 5 мин. Ампликоны анализировались в 1%-ом агарозном геле с этидий бромидом (0,5мг/мл), ПЦР продуктов определяли по сравнению с цепью 1 кв ДНК. ПЦР программа была выполнена с применением амплификатора DNA Engine Tedrad 2 Cycler PTC-0,240 (Bio-Rad).

При очистке ПЦР продуктов использовали ферментативный метод (7). Реакцию секвенирования проводили с применением «Bid-Dye Terminator V 3.1 Cycle sequencing Kit» с последующим разделением фрагментов на автоматическом генетическом анализаторе «3730 x 1DNA Analyzar» (Applied Biosystems). Полученные нуклеотидные последовательности гена исследуемых культур сравнивали с последовательностью депонированной в NCBI Gen Bank 16S rDNA генома, присущего различным видам бактерий рода Lactobacillus [7].

Изучение кислотоустойчивости штаммов бактерий. Культуры штаммов молочнокислых бактерий выращивали в жидкой «MRS»-среде при 37^0C 24 ч., после чего переносили в буферный раствор с pH 2,5 и поддерживали 3 часа. Затем культуру выращивали на агаризованной «MPS» среде и подсчитывали количество выживших клеток молочнокислых бактерий [9].

Изучение желчеустойчивости штаммов бактерий. В жидкую «MPS»-среду, содержащую 0,3% бычьей желчи, вносили культуры штаммов бактерий и инкубировали при 37^0C. В качестве контроля использовали жидкую «MPS»-среду без желчи. Рост контролировали по оптической плотности при 600 нм на спектрофотометре «Genesystm S» [8; 9].

Результаты и их обсуждение

Из 4-х видов простокваши домашнего приготовления были выделены 15 штаммов бактерий. Микроскопическое исследование показало, что они имеют палочковидную форму. При окрашивании по Грамму они оказались грамположительными, а каталазный тест свидетельствовал об их каталазанегативности. Эти признаки характеризуют штаммы как представителей рода *Lactobacillus*.

Амплификация фрагмента гена 16S rRNA размером 1500 н.п. методом ПЦР 15-и штаммов представлена на рис.1. Нуклеотидная последовательность гена исследованных 8-ми штаммов была характерна (98%) для вида *Lactobacillus plantarum* (рис.1), а у 7 штаммов – была сходна (94%) с видом *Lactobacillus acidophylus* (рис.2). Таким образом, 8 штаммов по гену 16S rRNA была идентифицированы как *Lactobacillus plantarum*, а 7 штаммов – как *Lactobacillus acidophylus*. Уровень генетического родства гена 16S rRNA исследуемых штаммов 8, 46, 48, 49, 57, 60, 77, 88 по отношению *Lactobacillus plantarum* составил 98%. Нуклеотидная последовательность гена 16S rRNA штаммов 32, 44, 51, 64, 70, 71 и 82 была идентична с *Lactobacillus acidophylus*. Идентичность нуклеотидной последовательности гена 16S rRNA составила 94%.

Кислотоустойчивость является одним из основных свойств, показывающим жизнеспособность пробиотических (молочнокислых) бактерий) при попадании в кислую среду желудка [8]. После желудка эти бактерии попадают в двенадцатиперстную кишку, где контактируют с желчью. Следовательно, указанные бактерии должны быть устойчивыми к кислотности в желудке и желчи. Изучение кислотоустойчивости показало, что штаммы *Lacto-bacillus acidophylus* проявляют достаточную устойчивость к высокой кислотности среды. Так, выживаемость *Lactobacillus acidophylus* штаммов 64 и 70 составляла, соответственно, 84 и 86% (табл.). Устойчи-

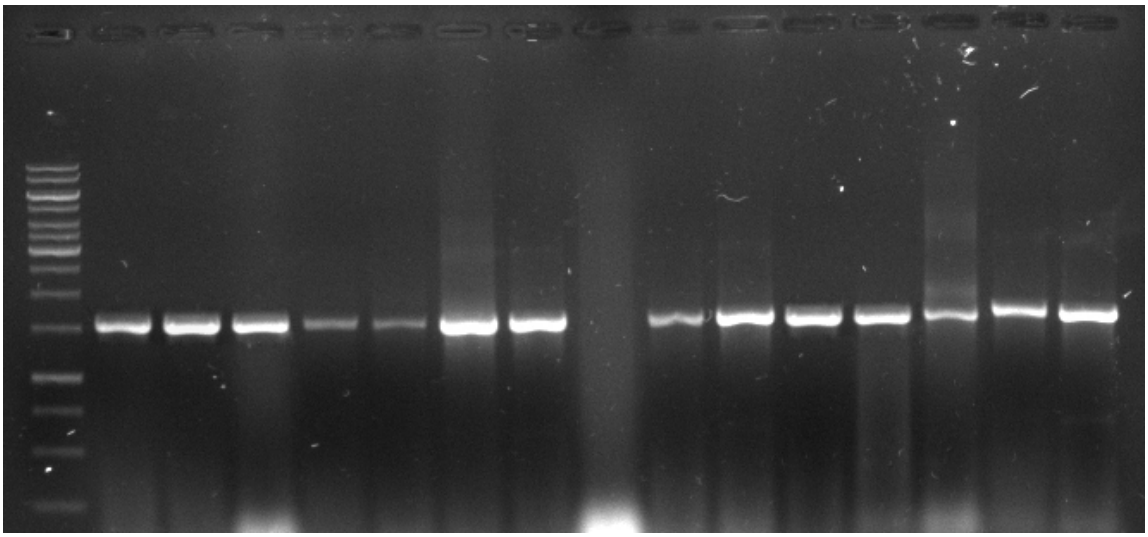


Рис. 1. Электрофорерограмма ПЦР продуктов амплификации фрагмента 16S rDNA гена для выделенных изолятов (штаммов) Lactobacillus plantarum

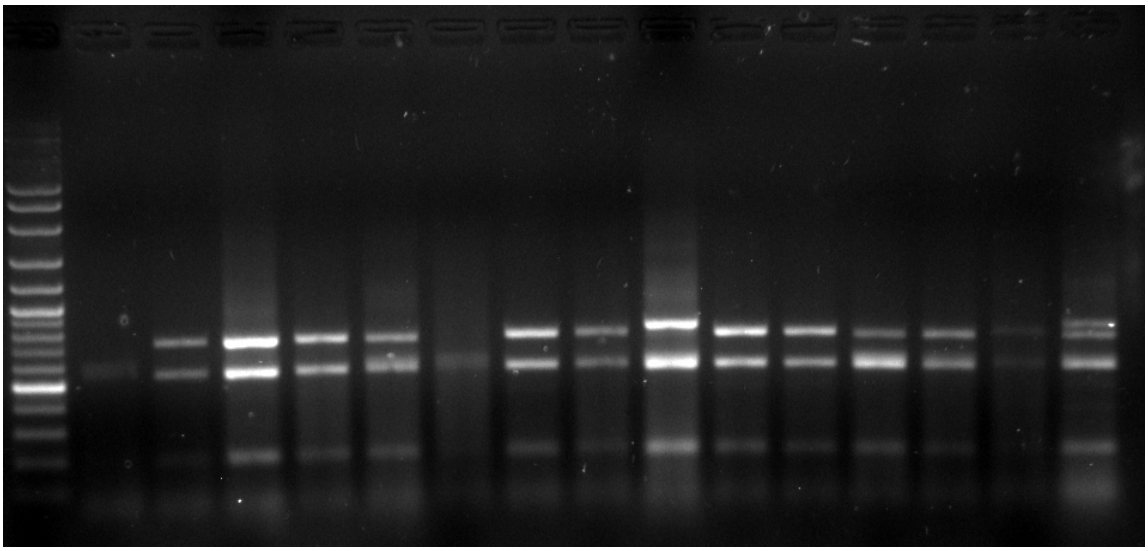


Рис. 2. Электрофорерограмма ПЦР продуктов амплификации фрагмента 16S rDNA гена для выделенных изолятов (штаммов) Lactobacillus acidophylus

вость к кислотности у штаммов *Lactobacillus plantarum* значительно варьировала, и выживаемость была в диапазоне от 5 до 58%. Наибольшую устойчивость проявляли штаммы *L. plantarum* 57 и 60, у которых выживаемость составляла, соответственно, 58 и 52% (табл.). Следовательно, устойчивость к кислотности среды у штаммов *L. acidophylus* была в 1,5 – 4,8 раза больше устойчивости штаммов *L. plantarum.*

Изучение толерантности молочнокислых бактерий к желчи показало, что у *Lactobacillus acidophylus* штаммов 44 и 51 время задержки роста составляло, соответственно, 40 и 30 мин., а у кислотоустойчивых штаммов 64, 70, 82 и 32 время задержки роста составляло, соответственно, 60, 60, 50 и 50 мин. (табл.). Такая же закономерность наблюдалась у штаммов *L. plantarum.* Так, у штаммов 57, 60, 77 и 48, проявляющих высокую кислотоустой-

Таблица

Устойчивость молочнокислых бактерий к кислотности и желчи

Виды бактерий	Штаммы бактерий	Выживаемость клеток при кислотности pH 2,5 (%)	Время задержки роста при 0,3% желчи (мин)
Lactobacillus acidophylus	32	69	50
	34	56	40
	51	48	30
	64	84	60
	70	86	60
	71	54	50
	82	76	50
Lactobacillus plantarum	8	10	10
	46	26	20
	48	45	40
	49	34	20
	57	58	60
	60	52	60
	77	48	50
	88	20	10

чивость, время задержки роста, составляло, соответственно, 60,60, 50 и 40 мин., а у слабокислотоустойчивых штаммов 8, 46, 88 и 49 время задержки роста составляло, соответственно, 10, 20, 10 и 20 мин.

Следовательно, у штаммов обладающих высокой устойчивостью к кислотности наблюдается низкая устойчивость к желчи, и наоборот, у штаммов, обладающих высокой устойчивости к желчи наблюдается низкая устойчивость к кислотности. Следует отметить, что кислотоустойчивость штаммов *Lactobacillus acidophylus* была в 1,5 – 4,8 раза выше, чем у *Lactobacillus plantarum*, а устойчивость к желчи у *L. plantarum* была в 1,5 – 3 раза выше, чем у *L. acidophylus.*

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ганбаров Х.Г., Джафаров М.М. Микробиология лечебных и диетических кисломолочных продуктов.– Баку, 2001.– 130 с.
2. Шевцов А.Б., Кушгулова А.Р., Кожахметов С.С. и др. Идентификация бактерий рода Lactobacillus на основе анализа фрагмента гена-бета-субъединиц рНК- полимеразы rpoB // Вестник МГУ, сер. «Биология».– 2011.– № 1.– С. 26-31.
3. Adekambi T., Drancourt M., Raoult D. The rpob gene as a tool for clinical microbiologists // Ttrends in Microbiology.– 2009.– Vol. 15, № 1.– P. 160-171.
4. Bolaiotta G., Fusco V., Ercolini D., Aponte M., Pepe O., Villani F. Lactobacillus strain diversity based on partial hsp 60 gene sequenees and design of PCR-restrition fraqment length polymorphism assays for species identification and differentiatim // Appl. Enirron. Microbiol.– 2008. – V. 74.– P. 208-215.
5. Chavagnat F., Haueter M., Jimeno I., Casey M. Comparison of partial tuf gene sequences for the identification of lactobacilli // FEMS Microbial. Let.– 2002. – V. 217.– P. 117-183.
6. Claesson M., Sinderen D., O. Toole P. The genus Lactobacillus genomic basis for understanding ist diversity // FEMS microbial. Let., 2007. – V. 269, № 1.– P. 22-28.
7. Delfederico L., Hollmann A. molecular identification and typing of Lactobacilli isolated from kefir grains // Jour. Diry Research.– 2006. – V. 173, № 2.– P. 20-27.
8. Gilliland S., Staley T. Importance of bile tolerance of Lactobacillus acidophilus used as a dietary adjunct // Jour. Diairy Scince.– 1984. – V.67, № 12.– P. 3045-3051.
9. Hyronimus B., Le M. Acid and bile tolerance of spore-forming lactic acid bacteria // Intern. J. of Food microbiol.– 2000. – V. 61, № 2-3.– P. 193-197.
10. Kao Y., Lin Y., Shyu Y. Identification of Lactobacillus spp. in probiotic products by real-time PCR and melting curve analysis // Food Research Int.– 2007.– V. 40, № 1.– P. 71-79.
11. Klein G., Pack A., Taxonomy and physiology of pro-

bictic lactic acid bacteria // Inter I Focd microbial.– 1998. – V. 41, № 2.– P. 103-125.
12. Ko K., Kin I., M.,KinI.W., Jung B., Kook Y. Identification of Bacillus anthracis by rpoB sequence analysis and multiplek PCR // J.Clinic. Microbiol.– 2003. – V. 41, № 7.– P. 2908-2914.
13. Morse R., Collins M., Hanlon K., Wallbanks S., Richardson P. Analysis of the beta subunit of DNA – dependent RNA polymerase does not support the hypothesis in forred from 168 r RNA analysis that Olnococcus olni is a tachytelic bacterium // Int. Syst. Bacteriol.–1996. – V. 46, № 4. – P. 1004-1009.
14. Morse R., Hanlon K., Collins M. Phylogenetic, amino acid content and indel analyses of the beta subunit of DNA- dependent RNA polymerase of Gram-positive and Gram-negativa bacteria // Int. J.Syst. Evol. Microbiol.– 2002. – V. 52. – P. 1477-1484.
15. Naser S., Dawyndt P., Hoste B., et al., Identification of Lactobacillus by phes and rpoA gene sequlnce analyses // Int. J. Seyst. Evol. Microbiol.– 2007. V. 57.– P. 2777-2788.
16. Pennacchia C., Ercolini D. Selection of Lactobacillus strains from fermented sausages for theiz potential use as probictiec // Meat Science.– 2004. – V. 67, № 2.– P. 309-317.
17. Posta P., Costa D. Detection of antimicrobial activities and bacteriacin structural genes in faecal enterococci of wild animals // Microbiol. Research.– 2007. – V. 162, № 3. – P. 257-263
18. Pot B., Tsakalidou E. Takonomy and metabolism of lactobacillus // Lactobacillus molecular biology from genomics to probiotics.– L.: Caister Academic Press, 2009. – P. 26-27.
19. Rantsion K., Comi G., Cocalin L. The rpoB gene as a torget for PSR –DGGE analysis to follow lactir acid Bacteriol population dynamics during ford fermentations // Food Microbiol.– 2004. – V. 21.– P. – 481-487.
20. Saavedra L., Taranto M. Homemade traditional cheeses for the isolation of probiotic Enterococcus faecium steains // Inter. I. Food Microbiol. – 2003, V. 88, № 2.– P. 241-245.
21. Stackebrandt E., Frederikson W., Garrity G.M. et al. Report of the ad hoc committee for the re-evaluation of the species definition in bacteriolopy // Int. J. Sost. Evol. Microbiol.– 2002. – V. 52.– P. 1043-1047.
22. Vizoso Pinto M., Franz C. Lactobacillus spp. with in vitro probiotik properties from human faeces and traditional fermented products // Ýnter. J. Food Microbiol.– 2006. V.109, № 3. – P. 205-214.

УДК 581.5 : 577.15

Иваченко Л.Е., Лаврентьева С.И., Кузнецова В.А.
Благовещенский государственный педагогический университет

АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗ, ПЕРОКСИДАЗ, АМИЛАЗ, ЭСТЕРАЗ И РИБОНУКЛЕАЗ СОИ В УСЛОВИЯХ ТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА

L. Ivachenko, S. Lavrent'eva, V. Kuznetsova
Blagoveshchensk State Pedagogical University

ACTIVITY OF CATALASE, PEROCSEDASE, AMILASE, ESTERASE AND RIBONUCLEASE OF SOYBEAN UNDER CONDITIONS OF TEMPERATURE STRESS

Аннотация. Исследовано действие температурного стресса на активность и множественные формы каталаз, пероксидаз, амилаз, эстераз и рибонуклеаз проростков культурной и дикорастущей сои. Показано, что дикорастущая соя, обладающая высоким адаптивным потенциалом, характеризуется повышенной удельной активностью и небольшим количеством множественных форм ферментов. Невысокая удельная активность ферментов культурной сои компенсируется увеличением их гетерогенности, что повышает устойчивость растения при температурном стрессе.

Ключевые слова: температурный стресс, ферменты, множественные формы, культурная соя, дикорастущая соя.

Abstract. The impact of temperature stress on the activity and multiple forms of catalase, perocsidase, amylase, esterase and ribonuclease of cultivated and wild soybean sprouts is investigated. It is shown, that wild soybean having a high adaptive potential is characterized by an increased specific activity and a small amount of multiple forms of enzymes. Low specific activity of enzymes in cultivated soybean is compensated for by an increase in heterogeneity, which improves the stability of the plant under conditions of temperature stress.

Key words: temperature stress, enzymes, multiple forms, Glycine max, Glycine soja.

В ответ на действие экстремальных температур при одновременном ослаблении синтеза обычных клеточных белков вследствие нарушений в белоксинтезирующем аппарате или в регуляции генной активности синтезируются белки теплового шока [1; 8]. Синтез их рассматривается как природа быстрой адаптации растительных клеток. Предполагается, что белки теплового шока составляют основу индуцированной теплоустойчивости, выполняя важные защитные, регуляторные и структурные функции. Значительный интерес представляет отзывчивость ферментов на изменение температуры. В связи с вышеизложенным, цель нашей работы – изучить влияние температурного стресса на энзиматическую активность проростков дикорастущей и культурной сои.

В эксперименте использовали семена культурной сои (Glycine max (L.) Merr.) сорта «Гармония» и дикорастущей сои (Glycine soja Sieb. et Zucc.) форму КА-1344, полученные из ГНУ ВНИИ сои РАСХН (г. Благовещенск, Амурская область). Для изучения влияния температуры на активность ферментов семена сои термостатировали при температуре 4°С, 10°С, 23°С, 37°С, 42°С и 45°С в течение 5 часов. Экстракты растворимых белков сои готовили из исследуемого материала (500 мг) путем гомогенизации на холоде с последующим центрифугированием. Содержание белка определяли по Лоури. Активность ферментов определяли соответствующими стандартными методами: каталазу – газометрическим [2], пероксидазу – по Бояркину [7], эстеразную активность по Ван Асперну, амилазу – фотоколориметрическим [2], рибонуклеазу – по методу Рассела. Удельную активность ферментов рассчитывали в единицах активности на мг белка. Электрофоретические спектры исследуемых ферментов выявляли

© Иваченко Л.Е., Лаврентьева С.И., Кузнецова В.А., 2012.

методом электрофореза на колонках 7,5%-го полиакриламидного геля. Выявление на геле зон с ферментативной активностью (форм ферментов) проводили соответствующими гистохимическими методами [4; 6; 10]. Поскольку стандартным критерием для характеристики множественных форм ферментов является их относительная электрофоретическая подвижность (Rf), разнокачественность сортов сои оценивали по выявленным формам ферментов согласно их Rf. Нумерация форм проведена от более высокоподвижных (к аноду) к низкоподвижным формам. Каждой форме ферментов было присвоено свое сокращенное обозначение в соответствии со значениями их Rf (для каталаз – К1-К8, пероксидаз – П1-П18, рибонуклеаз – Р1-Р12, эстераз – Э1-Э14, амилаз – А1-А10). Редко встречающиеся дополнительные формы обозначили условным знаком (*) [5].

Биохимические исследования проводили в лаборатории молекулярной биологии БГПУ в шести аналитических повторностях. Статистическую обработку материала и расчет коэффициентов корреляций проводили по методу Плохинского с помощью программы Microsoft Office Excel, 2007. Анализом энзиматической активности проростков дикорастущей и культурной сои при температурном стрессе установлены значительные отличия. При температуре 4°С в проростках дикорастущей и культурной сои выявлена сходная удельная активность каталаз (рис. 1).

При 10°С наблюдался первый максимум активности каталаз проростков дикорастущей сои, в то время как в проростках куль-

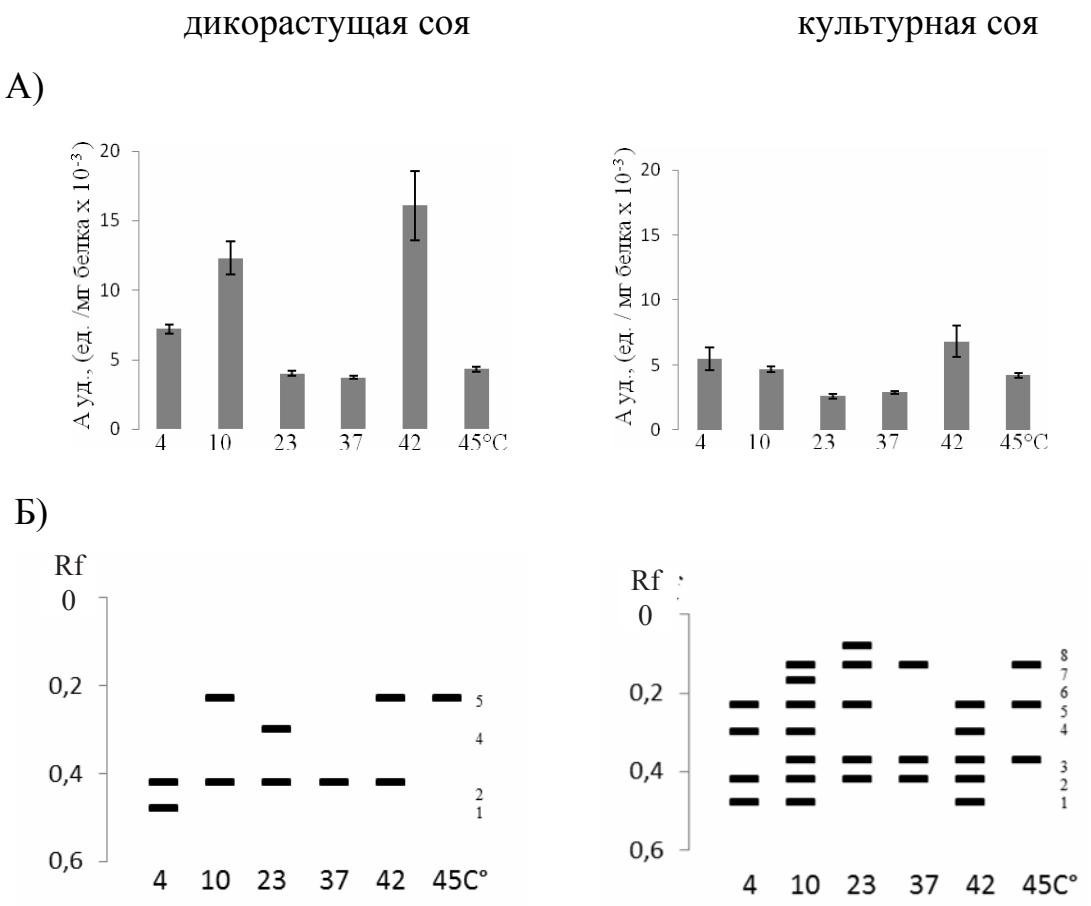


Рис. 1. Удельная активность (А) и схема энзимограмм каталаз (Б) проростков семян дикорастущей и культурной сои в условиях температурного стресса. Справа на энзимограммах указана нумерация выявленных форм фермента

турной сои – снижение активности каталаз и увеличение количества форм фермента до семи. В оптимальных условиях (23°С) в проростках как дикорастущей, так и культурной сои был обнаружен минимум активности фермента и по 2 и 5 форм соответственно. При температуре 37°С минимум удельной активности фермента сохранялся, но число множественных форм каталаз снижалось до 1 и 3 форм соответственно. Проращивание семян сои исследуемых образцов в условиях повышенной температуры (42°С) приводило к возрастанию удельной активности каталаз почти в пять раз в проростках дикорастущей сои и в два раза – в проростках культурной сои относительно оптимума. Причем при 42°С в семенах культурной сои выявлено 5 форм фермента. В результате исследований было установлено, что при температуре 45°С активность каталаз проростков сои снижалась до минимума. В проростках дикорастущей и культурной сои при всех температурах, за исключением 45°С, была выявлена форма К2, которая, видимо, является постоянной. При температуре 10°С и 42°С, кроме формы К2, установлена форма К5. Вероятно, эта форма способствует максимальному повышению активности фермента. Следует отметить, что в проростках дикорастущей сои при температуре 45°С была отмечена только одна форма – К5, которая, видимо, способна функционировать в стрессовых условиях. При темпера-

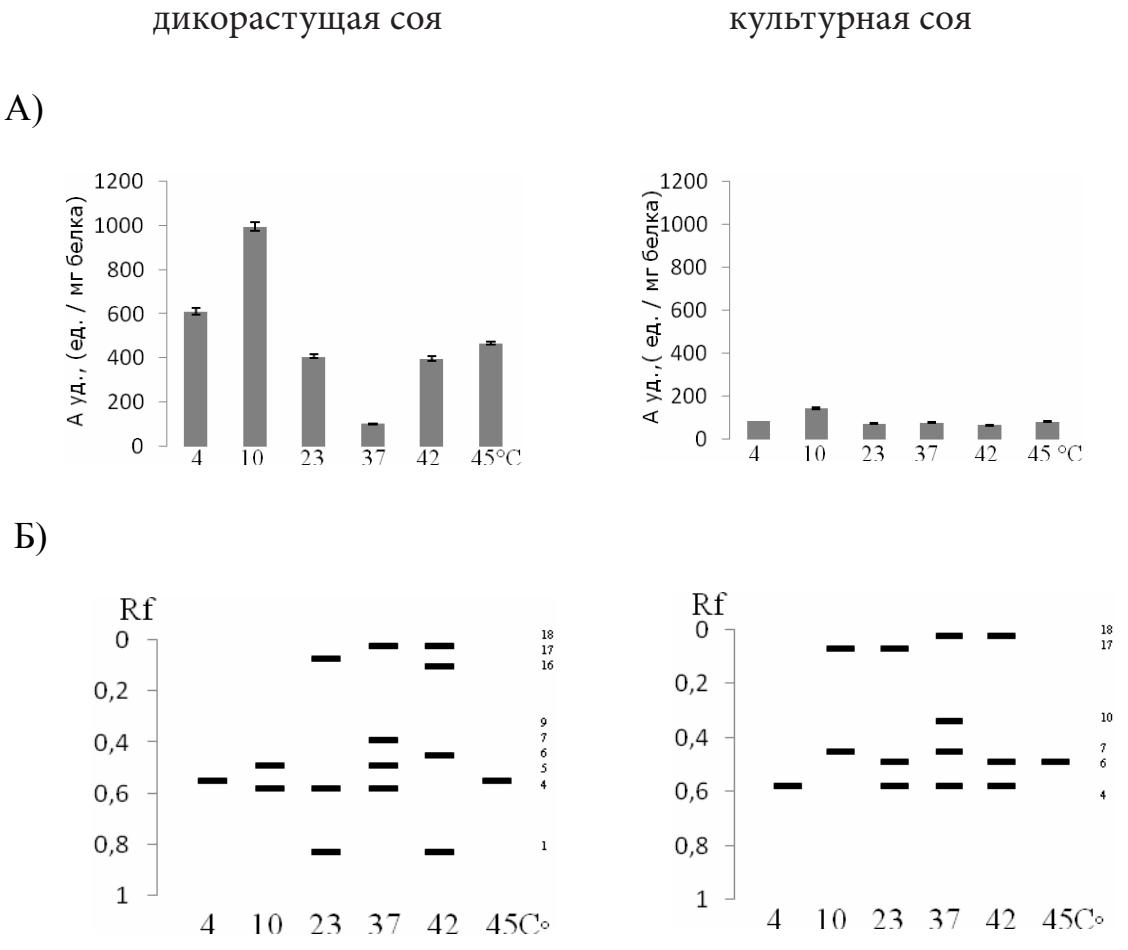


Рис. 2. Удельная активность (А) и схема энзимограмм пероксидаз (Б) проростков семян дикорастущей и культурной сои в условиях температурного стресса.
Справа на энзимограммах указана нумерация выявленных форм фермента

туре 4°С в семенах дикорастущей сои, кроме формы К2, была обнаружена дополнительная форма К1, которая, вероятно, также повышает адаптивный потенциал сои при холодовом стрессе. В проростках дикорастущей сои при температуре 23°С, кроме постоянной формы К2, была выявлена форма К4. Этот факт интересен, так как в проростках культурной сои комбинация формы К2 с К1, К5 и К4 приводила к повышению удельной активности каталаз при температурном стрессе (4°С, 10°С и 42°С).

Изучение влияния температуры на пероксидазную активность семян сои показало самую высокую активность фермента при температуре 10°С (рис. 2). При повышении температуры до 42-45°С активность пероксидаз проростков сои менялась незначительно, что можно объяснить процессами денатурации белков. Результаты исследования активности пероксидаз семян сои различного филогенетического происхождения показали, что фермент высокоактивен в семенах дикорастущей сои.

Методом электрофореза установлено, что при температуре 4°С и 45°С в проростках дикорастущей сои появилась только одна форма пероксидаз со средней электрофоретической подвижностью – П5, а в проростках культурной сои – форма П6. При других температурах выявлялись высокомолекулярные формы с низкой электрофоретической подвижностью, которые обусловливают более высокую активность фермента. Проращивание семян культурной сои при температуре 23°С, 37°С и 42°С приводило к возникновению дополнительных форм пероксидаз со средней электрофоретической подвижностью и невысокой активности фермента. Появление этих же форм со средней электрофоретической подвижностью семян дикорастущей сои, пророщенных при температуре 37°С, снижало активность фермента до минимума. При температуре 23°С и 42°С только в семенах дикорастущей сои были обнаружены формы с высокой электрофоретической подвижностью.

Проращивание семян сои в условиях температурного стресса показало, что удельная активность эстераз проростков семян дикорастущей сои при температуре от 4°С до 37°С почти в 2 раза выше, чем у культурной (рис. 3).

Причем максимум активности фермента в проростках дикорастущей сои наступал при температуре 37°С и сохранялся достаточно высоким в условиях повышенных температур (42°С и 45°С). Удельная активность эстераз проростков культурной сои при этих условиях достигала значений активности фермента дикорастущей сои. В условиях пониженных температур (4°С и 10°С) в проростках культурной сои активность эстераз крайне низкая, хотя в проростках дикорастущей сои фермент имел достаточно высокую активность. Причем следует отметить, что при минимальной активности эстераз в условиях пониженной температуры (4°С) было выявлено максимальное количество форм (6), что, видимо, повышает адаптивный потенциал сои в стрессовых условиях.

В проростках семян дикорастущей сои обнаружено 9 форм эстераз, имеющих специфическое распределение. Повышенное количество форм фермента, имеющих различную электрофоретическую подвижность, было отмечено при 42°С (5) и 45°С (6). При температурном стрессе (4°С, 10°С, 42°С и 45°С) была выявлена форма Э12, а при 45°С – Э7. Для сорта Гармония установлено более высокое количество форм эстераз. При проращивании семян в условиях температурного стресса было обнаружено 12 форм фермента. Наиболее встречаемой являлась форма Э8 (кроме 42°С). При повышении температуры до 45°С происходило увеличение количества форм фермента до 5. Анализ изменения количества форм эстераз проростков сои в условиях температурного стресса показал, что самыми адаптивными являются формы Э3 и Э8 в проростках дикорастущей сои и формы Э4, Э8 и Э11 в проростках культурной сои. Причем форма Э4 проявлялась в проростках дикорастущей сои только при повышенной температуре, а в проростках культурной сои встречалась в различных условиях. Кроме того, установлено, что если в условиях температурного стресса в проростках культурной сои отсутствовала форма Э4, то появля-

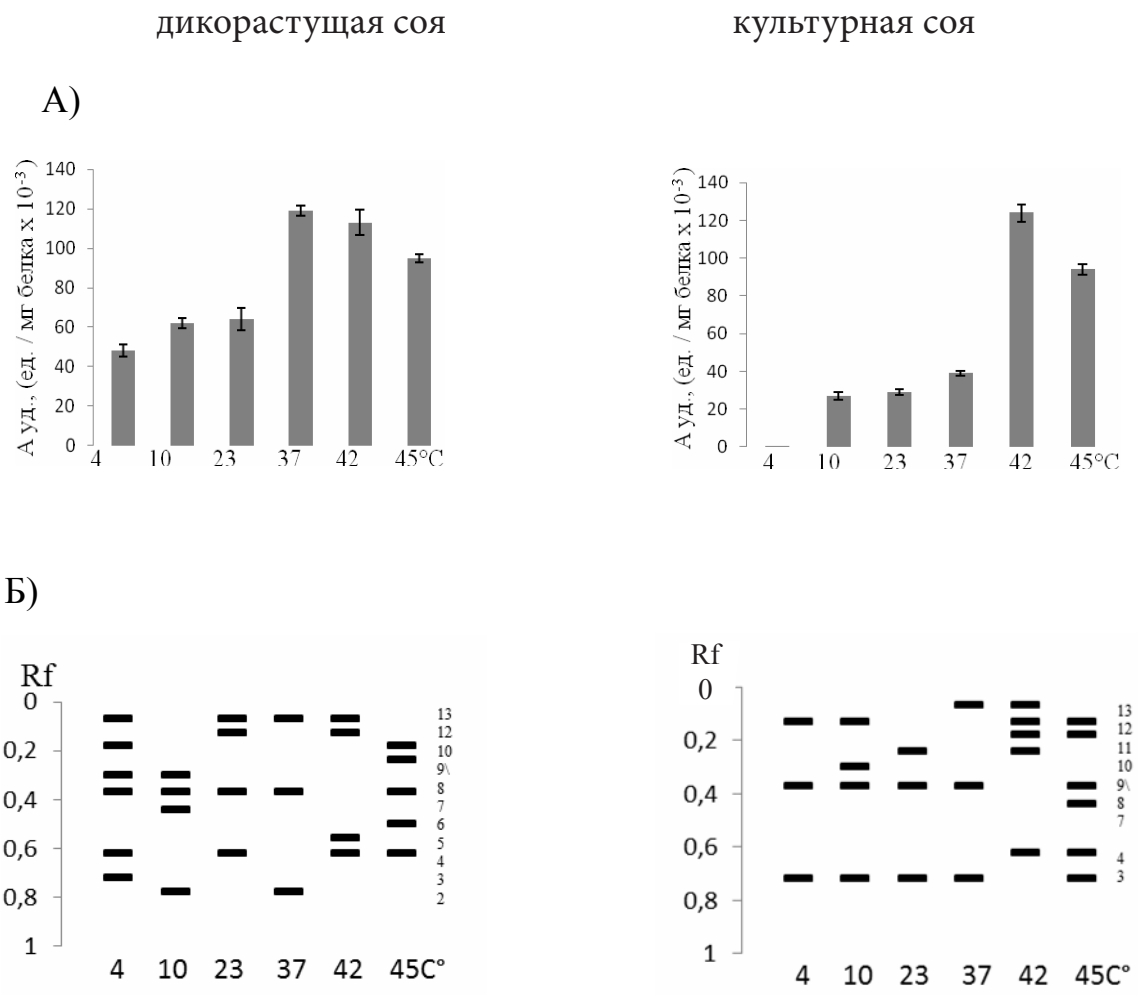


Рис. 3. Удельная активность (А) и схема энзимограмм эстераз (Б) проростков семян дикорастущей и культурной сои в условиях температурного стресса. Справа на энзимограммах указана нумерация выявленных форм фермента

лась высокоподвижная форма Э2. Форма Э9 проявлялась в условиях холодового стресса. Форма Э11 в проростках дикорастущей сои была обнаружена при тепловом стрессе, а в проростках культурной сои при проращивании в условиях 4°С и 45°С. Значительный интерес вызывал анализ проявления формы Э12 с низкой электрофоретической подвижностью. Эта форма была отмечена в проростках дикорастущей сои как при повышенной, так и при пониженной температуре, а в проростках культурной сои – при оптимальных условиях и температуре 42°С.

При изучении влияния температуры на удельную активность амилаз проростков сои было выявлено, что при нормальных условиях удельная активность фермента дикорастущей сои в 2,5 раза выше, чем культурной (рис. 4).

В условиях пониженных температур (4°С) наблюдалось незначительное повышение удельной активности амилаз проростков культурной сои, тогда как для дикорастущей в этих же условиях удельная активность фермента постепенно повышалась, достигая первого пика активности при 23°С. Но максимально активен фермент при температуре 42°С. Проращивание семян сои при температуре 45°С вызывало снижение удельной активности амилаз культурной и дикорастущей сои, так как, по-видимому, при повыше-

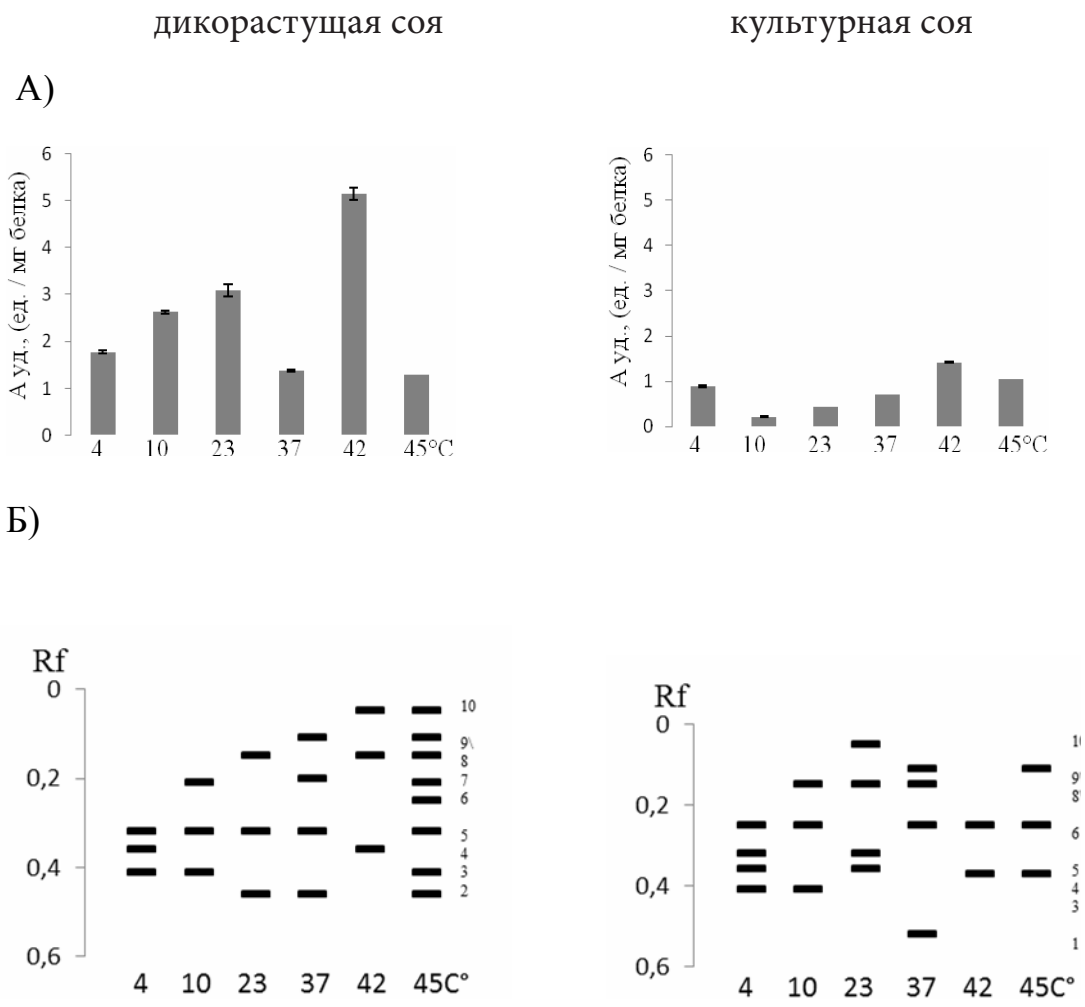


Рис. 4. Удельная активность (А) и схема энзимограмм амилаз (Б) проростков семян дикорастущей и культурной сои в условиях температурного стресса. Справа на энзимограммах указана нумерация выявленных форм фермента

нии температуры происходила инактивация форм β-амилаз сои [9].

В проростках дикорастущей сои установлено 9 форм амилаз, 8 из которых обнаружены при температуре 45°С. При других температурах проростки сои содержали всего 3-4 формы амилаз. Во всех исследованных образцах выявлена форма А5 (кроме 42°С, где выявлена форма А4). Кроме того, в условиях повышенной температуры обнаружены дополнительные формы А6 и А8, которые широко проявились в проростках культурной сои. В проростках сои сорта Гармония в условиях температурного стресса установлено 8 форм амилаз, что меньше, чем в проростках дикорастущей сои. Причем количество форм амилаз проростков сои, выросших при разных температурах, выявлено всего по 2-4 в образце. Форма А5 проявилась только в оптимуме и при невысокой температуре. Значительный интерес вызвала форма А4, которая проявлялась при сильном стрессе. Установлено, что комбинация форм А4 с А8 либо с А6 приводила к увеличению активности амилаз, а следовательно, происходит повышение адаптивного потенциала сои.

Значительные различия установлены при изучении влияния температуры на активность рибонуклеаз семян дикорастущей и культурной сои. Наивысшую удельную ак-

тивность фермент проявлял при нормальной температуре (23°С) в семенах дикорастущей сои (рис. 5). Понижение температуры до 10°С, как и повышение до 45°С приводило к снижению активности рибонуклеаз в 2 раза, что, видимо, связано с увеличением синтеза стрессовых белков, в том числе белков теплового шока и снижением гидролиза РНК. В семенах культурной сои, наоборот, при нормальной температуре была выявлена самая низкая активность фермента. Причем изменение температуры в пределах от 10°С до 37°С не вызывало изменения удельной активности рибонуклеаз сои. В условиях теплового шока происходило незначительное увеличение активности фермента, что можно объяснить процессами денатурации рибонуклеаз. Следует отметить, что снижение температуры до 4°С привело к повышению активности рибонуклеаз в 2 раза по сравнению с нормальной температурой (23°С). Анализ показал, что в условиях температурного стресса удельная активность рибонуклеаз семян дикорастущей сои снижалась, следовательно, ее адаптивный потенциал падал, что, видимо, связано с увеличением числа белков-стрессоров.

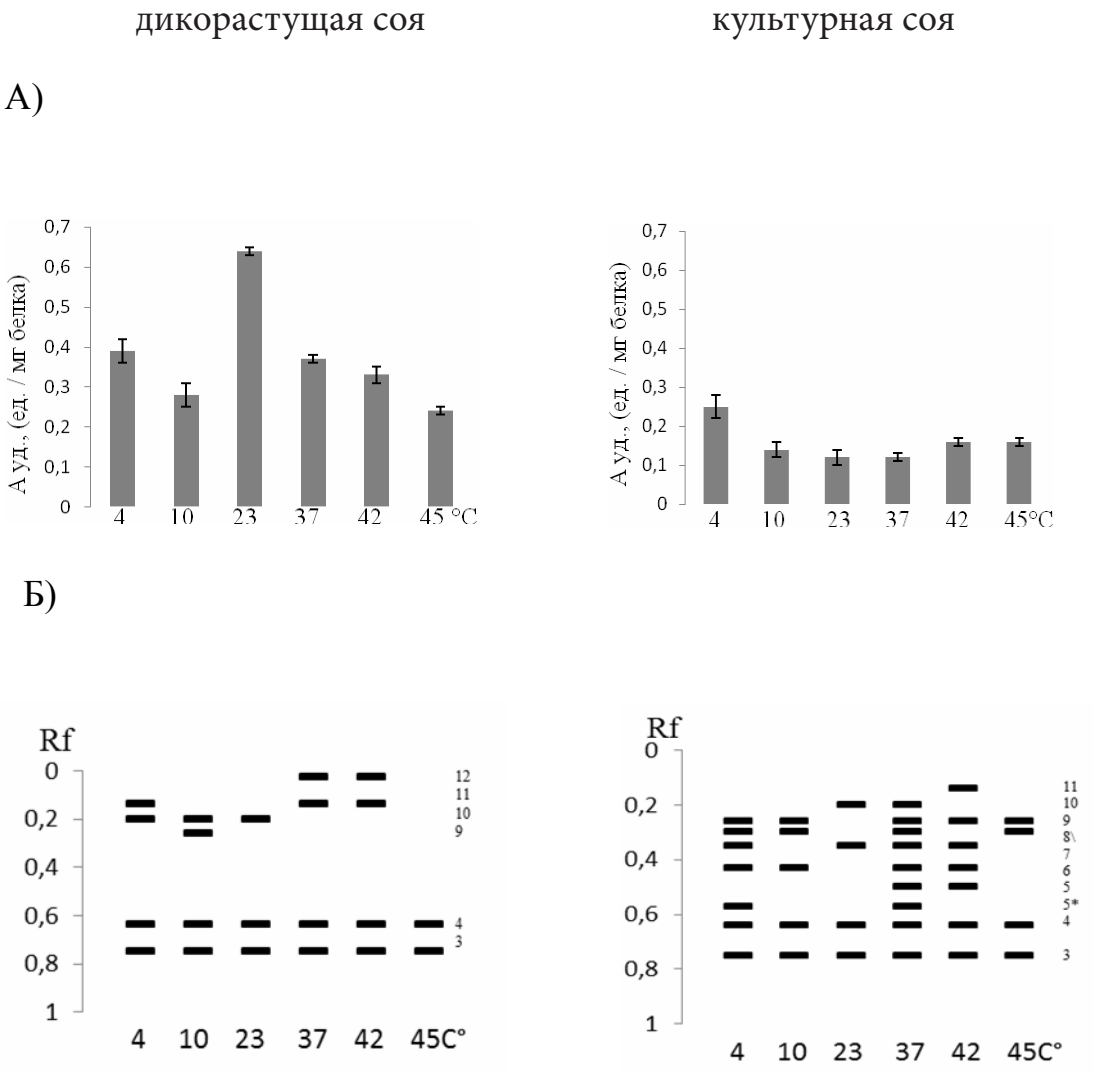


Рис. 5. Удельная активность (А) и схема энзимограмм рибонуклеазаз (Б) проростков семян дикорастущей и культурной сои в условиях температурного стресса.
Справа на энзимограммах указана нумерация выявленных форм фермента

Методом электрофореза было установлено большее количество форм рибонуклеаз семян культурной сои. Следует отметить стабильное присутствие двух форм фермента (Р3 и Р4) с высокой электрофоретической подвижностью во всех исследуемых образцах. Наличие этих же низкомолекулярных форм рибонуклеаз нами было обнаружено при ранее проведенных экспериментах [3]. На основании высокой электрофоретической подвижности рибонуклеаз установлено, что фермент в семенах сои имеет невысокую молекулярную массу. В проростках семян дикорастущей сои были обнаружены по 1-2 дополнительные формы рибонуклеаз, отсутствующие в образцах, полученных при проращивании сои в условиях 45°С. В проростках культурной сои повышенное число форм фермента выявлено при температуре 37°С, что, видимо, связано с активацией метаболических процессов. Снижение температуры до 4°С привело к увеличению числа множественных форм рибонуклеаз сои, что соотносится с повышением удельной активности фермента. Повышение температуры до 45°С привело к уменьшению форм рибонуклеаз проростков сои, что, возможно, связано с их денатурацией. Появление новых форм рибонуклеаз в проростках культурной сои, возможно, указывает на повышение ее адаптивного потенциала в условиях измененной температуры.

Таким образом, установлено, что адаптивный потенциал дикорастущей сои связан с повышением удельной активности каталаз, пероксидаз, амилаз, эстераз и рибонуклеаз, а культурной – с появлением в ее семенах дополнительных множественных форм исследованных ферментов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гарбуз Д.Г. Исследование механизмов термоустойчивости: эволюция генетических локусов и мутагенез / Д.Г. Гарбуз и др. // Динамика генофондов: материалы отчетной конференции памяти Ю.П. Алтухова. – М., 2007. – С. 118-121.
2. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков и др. – Л.,1987. – 430 с.
3. Иваченко Л.Е. Активность и множественные формы рибонуклеазы в семенах районированных сортов сои Амурской области / Л.Е. Иваченко, В.И. Шаройко, С.А. Лескова // Сб. научн. тр. «Проблемы экологии Верхнего Приамурья» (Вып. 5). – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2000. – С. 58-65.
4. Иваченко Л.Е. Методы изучения полиморфизма ферментов сои / Л.Е. Иваченко и др. – Благовещенск: изд-во БГПУ, 2008. – 142 с.
5. Иваченко Л.Е. Ферменты как маркеры адаптации сои к условиям выращивания: монография. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2011. – 192 с.
6. Левитес Е.В. Генетика изоферментов растений. – Новосибирск: Наука, 1986. – 145 с.
7. Малый практикум по физиологии растений / под ред. А.Т. Мокроносова.– М.: Изд-во МГУ, 1994. – 184 с.
8. Панасенко О.О. Структура и свойства малых белков теплового шока / О.О. Панасенко, М.В. Ким, Н.Б. Гусев // Успехи биологической химии. – 2003. – Т. 43. – № 1. – С. 59-98.
9. Norbi S.W. Further Studies on the Electrophoretic Patterns of the Multiple Forms of Amylase in Soybean Seeds / S.W. Norbi, R.W. Rinne // Crop Sc. – 1985. – V. 25. – № 6. – P. 990-994.
10. Wendel J.L. Visualization and interpretation of plant isozymes / J.L. Wendel, N.F. Weeden // In. D.E. Soltis and P.S. Soltis (eds.), Isozymes in plant biology. – Portland: Dioscorides Press, 1989. – P. 5-45.

УДК 591.18

Исмайлова Х.Ю.[1], Мяджиди Мохаммед Багхер оглы[2], Иноземцев А.Н.[3]
[1] Институт физиологии им. А.И. Караева НАН Азербайджана (г. Баку)
[2] Исламский университет «Азад» (г. Тебриз, Иран)
[3] Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

ВЛИЯНИЕ ФЛУОКСЕТИНА НА СУДОРОЖНЫЕ РЕАКЦИИ У КРЫС ЛИНИИ ВИСТАР С ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬЮ К АУДИОГЕННЫМ СУДОРОГАМ

Kh. Ismailova[1], M. Majidi[2], A. Inozemcev[3]
[1] A.I. Karaev Institute of Physiology of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku
[2] Islamic Azad University, Tebriz, (Iran)
[3] M.V. Lomonosov Moskow State University

EFFECT OF FLUOXETINE ON SEIZURE REACTIONS IN WISTAR RATS WITH HIGH PREDISPOSITION TO AUDIOGENIC SEIZURES

Аннотация. Однократное введение селективного блокатора обратного захвата серотонина флуоксетина крысам-самцам линии Вистар с предрасположенностью к аудиогенным судорогам позволило изучить влияние повышенного уровня серотонина на проявление судорожной активности. Показано, что у судорожно-чувствительных животных препарат приводил к ослаблению выраженности судорожных реакций. Полученные результаты свидетельствуют о возможных противосудорожных эффектах исследуемого препарата у крыс линии Вистар с различным исходным уровнем моноаминов головного мозга.

Ключевые слова: крысы-самцы линии Вистар, флуоксетин, аудиогенные судорожные реакции.

Abstract. Single administration of serotonin selective reuptake inhibitor (fluoxetine) to male Wistar rats with high predisposition to audiogenic seizures made it possible to study the effect of serotonin on seizure activity. It was shown that in the seizure-sensitive rats characterized by high predisposition to audiogenic seizures, this drug decreased the strength of seizure reactions. The results indicate possible anti-seizure effects of the studied drug in Wistar rats with different original brain monoamines levels.

Key words: male Wistar rats, fluoxetine, audiogenic seizure reactions.

Судорожные расстройства относятся к числу наиболее распространенных заболеваний центральной нервной системы (ЦНС). Судорожные припадки, развивающиеся при действии сильного звука у лабораторных животных (аудиогенная эпилепсия), используются в качестве модели судорожных состояний человека. Интенсивный эпилептиформный припадок клонико-тонического типа, формирующийся в ответ на звук у крыс, позволяет изучить механизмы как возникновения патологической судорожной активности, так и противосудорожного эффекта новых лекарственных препаратов. С другой стороны, известно, что в патогенезе вызванной звуком судорожной реакции важная роль принадлежит моноаминергическим системам мозга [4]. При этом наиболее значимым нейротрансмиттером на мозговом уровне выступает серотонин, который является важным биохимическим фактором формирования множества физиологических и психологических процессов, а нарушение в его содержании или рецепции может привести к психоэмоциональным расстройствам [7]. Именно дефицит серотонина приводит к нарушению синаптической передачи в нейронах ЦНС и формиру-

© Исмайлова Х.Ю., Мяджиди М.Б., Иноземцев А.Н., 2012.

ет депрессивные состояния и повышенную тревожность. В связи с этим многие используемые в лечебной практике анксиолитики и антидепрессанты нацелены на повышение серотониновой нейротрансмиссии. Среди препаратов, вмешивающихся в интрасинаптический обмен серотонина, ведущая роль отводится селективным ингибиторам обратного захвата серотонина, таким, как флуоксетин [14]. Механизм его действия заключается в угнетении функции и количества серотонинового транспортера, осуществляющего обратный перенос высвободившегося из нервных окончаний медиатора в клетку. В результате этого угнетения происходит увеличение концентрации серотонина в синаптической щели и усиление серотонинергической нейротрансмиссии. Уже через 1 час после применения препарата во многих отделах мозга отмечается повышение уровня экстраклеточного серотонина [6].

С другой стороны, в настоящее время известно несколько линий лабораторных животных, у которых в ответ на звуковой раздражитель с достаточным постоянством возникает генерализованный судорожный припадок (линии КМ, WAG/Rij, DBA/2j) [12]. Однако среди крыс других генетических линий, широко используемых в различных нейрофизиологических и биохимических экспериментах, отмечается некоторый процент животных с аудиогенными судорогами [8]. В частности, из общей популяции крыс линии Вистар лишь 20% животных в ответ на действие звонка впадали в тонико-клонические судороги, сопровождающиеся иногда вокализацией. Учитывая вышеизложенное, представляло интерес изучить влияние селективного ингибитора обратного захвата серотонина – флуоксетина на проявления судорожного припадка у крыс линии Вистар с повышенной чувствительностью к аудиогенным стрессовым воздействиям. Аудиогенная судорожная активность у крыс используется как модель для анализа физиологических и биохимических механизмов эпилепсии и поиска способов профилактики и лечения этой болезни [2].

Методика исследования

Исследование проведено на крысах-самцах линии Вистар массой 250 - 300 г. Предварительно животных тестировали на аудиогенность и неаудиогеность, выявляли склонность или отсутствие склонности к аудиогенным судорогам (электрозвонок 90-110 дб в течение 2-х мин. в звукоизолированной камере). При явном развитии эпилептоподобного статуса звук немедленно выключали. Это ограничение длительности звукового раздражителя предотвращает смертность животного и развитие больших субдуральных кровоизлияний [5]. У одной части животных – их было большинство, в ответ на включение звонка появлялась либо короткая ориентировочная реакция, либо поведение существенно не изменялось. У другой части животных – в ответ на сильное звуковое раздражение регистрировались все стадии судорожного припадка (1 – сильное моторное возбуждение, безудержно-манежный бег, прыжки; 2 – клонические судороги в позе “на животе”; 3 – клонико-тонические судороги с падением животного на бок; 4 – тонические судороги всей мускулатуры) [10]. В наших экспериментах вторая, третья и четвертая стадии припадка представлялись обобщенно в виде признака “клинико-тонические судороги”, сопровождавшиеся иногда вокализацией. В эксперименты брали крыс, у которых при повторных 3-4-кратных воздействиях на них звуком наблюдались эти реакции. Различие животных по врожденной предрасположенности к судорогам послужило основанием их деления их на судорожно-чувствительных (СЧ) и судорожно-толерантных (СТ).

Из общего числа (111) были отобраны 29 СТ и 27 СЧ к акустическому стрессу крыс. Обе группы животных были подразделены на экспериментальные и контрольные. Животным экспериментальной группы (СТ (п=15), СЧ (п=14) вводили флуоксетин (Pharme science, Montreal, Canada) в дозе 25 мг/кг в желудок через зонд за 1 час до опыта. Контрольные крысы (СТ (п=14), СЧ (п=13)

получали соответствующий объем растворителя – дистиллированной воды. В течение двух дней перед основными экспериментами по 5 мин. ежедневно животных брали в руки, чтобы уравнять их реакцию к этому раздражителю. Крыс содержали по шесть-семь особей в клетке в стандартных условиях вивария Института физиологии им. А.И. Караева НАНА при свободном доступе к воде и корму. Эксперименты проведены в соответствии с международными правилами гуманного обращения с животными и утверждены соответствующим комитетом Института. Для обработки результатов применяли непараметрический U-критерий Вилкоксона-Манн-Уитни, а также t-критерий Стьюдента. Математические расчеты производили с помощью пакета статистических программ "Statistica for Windows ".

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение влияния флуоксетина на чувствительность животных к действию акустического стрессового раздражителя показало, что если у контрольных СЧ крыс в ответ на стрессовый раздражитель в 100% случаях отмечались приступы безудержного манежного бега с прыжками, как один из признаков судорожного припадка, переходившего в 70% случаях в клонико-тонические судороги (рис.1), то через 1 час после однократного введения флуоксетина картина судорожного состояния резко изменилась. У опытных крыс в ответ на стрессовый раздражитель отмечалось ослабление судорожных манифестаций: только в 60% случаях ($p<0,05$) наблюдались приступы манежного бега и не регистрировались клонико-тонические судороги. Более того, влияние флуоксетина проявлялось и в виде достоверного увеличения латентного времени двигательного возбуждения по сравнению с контрольной группой животных ($93.8 \pm 12,3$ и $49.6 \pm 9,2$ сек. соответственно) ($p<0,5$) (рис. 2).

Острое введение флуоксетина крысам с предрасположенностью к судорожной активности вызывает заметное ослабление выраженности судорожных припадков. Известно, что в патогенезе вызванной звуком судорожной реакции важная роль принадлежит врожденным особенностям метаболизма мозга [4]. В ранее проведенных исследованиях биохимический анализ содержания моноаминов в мозге выявил у СТ (не предрасположенных к аудиогенным судорогам) к стрессу крыс повышенное содержание НА и пониженное содержание 5-НТ, а у СЧ животных, характеризующихся повышенной предрасположенностью к аудиогенным судорогам – повышенное содержание 5-НТ и ДА, тем самым указывая на важное значение баланса активности 5-НТ- и КА-систем в поддержании нормального поведения животных и на связь некоторых врожденных особенностей поведения с дисбалансом активности этих систем [1]. Тем не менее, выявлено, что эпилептические судороги развиваются на фоне дефицита 5-НТ в головном мозге [9]. В наших же экспериментах, возможно, что у СЧ крыс уровень 5-НТ в структурах головного мозга недостаточно высок, чтобы воспрепятствовать развитию судорог, и его искусственное повышение с помощью флуоксетина ослабляет судорожную активность.

Повышенный уровень 5-НТ в головном мозге у СЧ крыс, по нашему мнению, свидетельствует о том, что он носит компенсаторный характер и способствует снижению эпилептической активности у СЧ крыс, у которых, видимо, отсутствуют гены, определяющие толерантность по отношению к стрессорным стимулам. На существование такого рода генов, определяющих стрессорную устойчивость, косвенным образом указывают результаты исследования Унгара [13], обнаружившего существование низкомолекулярного пептида – амелитина в головном мозге у крыс, который способствовал повышению устойчивости животных (снижение эпилептической активности) к воздействию аудиогенных стрессорных сигналов. Отсутствие же эпилепсии у СТ к стрессу крыс, характеризующиеся исходным сниженным содержанием 5-НТ в мозгу, возможно, обусловлено

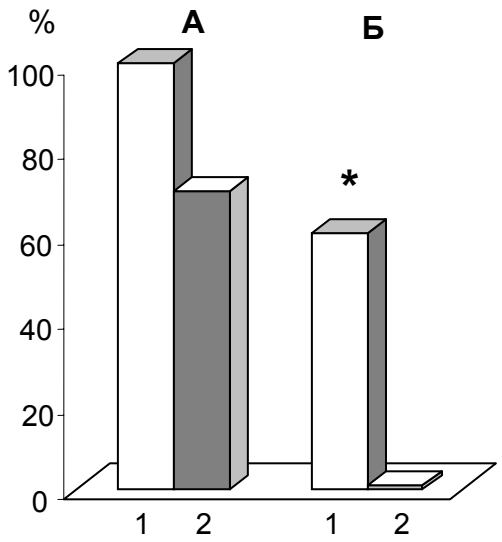


Рис. 1. Манифестация фаз судорожного припадка (%) у судорожно-чувстительных крыс под влиянием флуоксетина. А – контрольные животные; Б – экспериментальные животные. 1. манежный бег+прыжки; 2. клонико-тонические судороги. Достоверность различий данных между контролем и опытом по t-критерию Стьюдента: * $p < 0,05$.

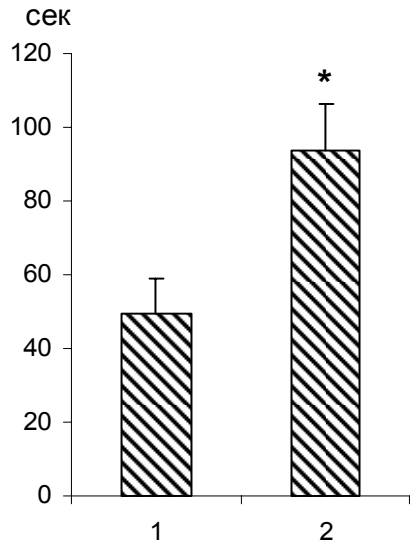


Рис. 2. Латентный период начала двигательного возбуждения (сек) у судорожно-чувствительных крыс под влиянием флуоксетина. А - контрольные животные (n=13); Б – экспериментальные животные (n=14). Достоверность различий данных между контролем и опытом по t-критерию Стьюдента: *$p<0,05$.

тем, что у неаудиогенных (отсутствие склонности к аудиогенным судорожным припадкам) крыс в отличие от аудиогенных отмечается повышенная активность генетического аппарата нервных клеток, содержащих повышенный уровень в них молекул РНК [3]. Выраженная противосудорожная активность флуоксетина, по мнению многих исследователей [11], свидетельствует о том, что активация серотонинового рецептора 5-HT_{1A} вызывает мембранный гиперполяризационный ответ, обусловленный повышенной натриевой проводимостью, оказывая при этом противосудорожный эффект на свободно подвижных крысах. Считается, что антипанический эффект флуоксетина основан на его способности избирательно блокировать обратный захват 5-НТ пресинаптической мембраной, что приводит к повышению этого медиатора в синапической щели и усилению 5-НТ-ергического действия в ЦНС, ответственного за развитие противотревожного эффекта.

Учитывая вышеизложенное, можно предположить, что ослабление выраженности судорожных припадков у СЧ крыс под влиянием острого введения флуоксетина, возможно, связано с различным характером влияния повышенного уровня серотонина на серотониновые рецепторы, имеющие пониженный уровень экспрессии в нервных клетках у СЧ животных. Такой характер экспрессии серотониновых рецепторов обусловлен значительным исходными уровнем серотонина в нервных клетках этих животных. Таким образом, предполагается, что у крыс линии Вистар исходный уровень биогенных аминов головного мозга обусловливает противосудорожные эффекты исследуемого препарата.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Исмайлова Х.Ю., Агаев Т.М., Семенова Т.П. Индивидуальные особенности поведения (моноаминергические механизмы).– Баку: Изд-во “Нурлан”, 2007.– 228 с.
2. Кузнецова Г.Д. Аудиогенные судороги у крыс разных генетических линий // Журнал высшей нервной деятельности.– 1998.– Т. 48, № 1.– С. 143-152.

3. Кулагин Д.А., Болондинский В.К. Нейрохимические аспекты эмоциональной реактивности и двигательной активности крыс в новой обстановке // Успехи физиологических наук.– 1986.– Т. 17, № 1.– С.92- 109.
4. Маликова Л.А., Федотова И.Б., Наркевич В.Б. и др. Содержание моноаминов и их основных метаболитов в структурах мозга крыс линии Крушинского-Молодкиной при действии нового антиконвульсанта леветирацетама // Журнал высшей нервной деятельности.– 2008.– Т. 25, № 4.– С. 323-326.
5. Меерсон Ф.З., Мамалыга Л.М. Защитное действие адаптации к гипоксии при аудиогенной эпилепсии и его пролонгирование с помощью фармакологических средств // Патологическая физиология и общая патология.– 1994.– № 2.– С. 120-123.
6. Шишкина Г.Т. Нейроадаптивные изменения в мозге при действии блокаторов обратного захвата серотонина // Российский физиологический журнал.– 2007.– Т. 93, № 11.– С.1245-1251.
7. Den Boer J.A. Social anxiety disorder/social phobia: epidemiology, diagnosis, neurobiology, and treatment // Comp.Psychiatry.– 2000, v. 41, № 6.– P.405-414.
8. Jobe P.C., Mishra P.K., Ludvig N., Dalley J.M. Genetic models of the epilepsies. Epilepsy Models, Mechanisms and Concepts. Ed. A. Schwartzkruin. – Cambridge Univ. Press. – 1993.– 140 p.
9. Jobe P.C. Common pathogenic mechanisms between depression and epilepsy: an experimental perspective // Epilepsy Behaviour.– 2003. V. 4, Suppl. 3.– P.14-24.
10. Laird II H. E., Jobe P.C. The genetically epilepsyphone rat. In: Jobe PC and Laird II H. E. (Eds) // Neurotransmitters and epilepsy.– Clifton: Humana Press.–1987.– P. 57-94.
11. Okuhara D.Y, Beck S.G. 5-HT1A receptor linked to inward-rectifying potassium current in hippocampal CA3 pyramidal cells // Journal Neurophysiol.–1994. – V.71.– P. 2161–2167.
12. Ross K.S., Coleman G.R // Ibid.– 2000. V.24, № 6.– P. 639-653.
13. Ungar G. Is there a chemical memory trace? // Isr. J. Chem.– 1975. – V.14.– P. 160-176.
14. Wong D.T., Perry K.W., Bymaster F.P. Case history the discovery of fluoxetine hydrochloride (Prozac) // Nat. Rev. Grug Discov.– 2005. – T.4, № 9.– C. 764-774.

УДК 612.655

Калюжный Е.А., Кузмичев Ю.Г., Михайлова С.В., Болтачева Е.А., Жулин Н.В.
Арзамасский государственный педагогический институт им. А.П. Гайдара

ДИНАМИКА И ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКОГО СОЗРЕВАНИЯ СЕЛЬСКИХ ШКОЛЬНИКОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

E. Kalyuzhny, Yu. Kuzmichev, S. Mihaylova, E. Boltacheva, N. Zhulin
A.P. Gaydar Arzamas State Pedagogical Institute

DYNAMICS AND CHARACTERISTICS OF BIOLOGICAL MATURATION OF RURAL SCHOOLCHILDREN IN NIZHNII NOVGOROD REGION

Аннотация. По результатам профилактических медицинских осмотров в 2011/12 гг. изучена динамика и особенности биологического созревания 2767 сельских школьников Нижегородской области. Установлено, что за последние 45 лет уровень биологического созревания статистически значимо вырос и приближается к нормам возрастных показателей городских школьников на начало 21 века, отличается вариабельностью возрастной структуры стадий вторичных половых признаков. Разработаны и представлены современные стандарты определения биологического возраста.

Ключевые слова: сельские школьники, биологический возраст, число постоянных зубов, зубной возраст, выраженность вторичных половых признаков, половое созревание, половая формула.

Abstract. Using the results of preventive medical examinations in 2011–2012, we studied the dynamics and characteristics of biological maturation of 2767 rural schoolchildren in the Nizhnii Novgorod region. It was found that over the past 45 years, the level of biological maturation has significantly increased and approaches the age standards of urban schoolchildren at the beginning of the XXI century; nevertheless, this level differs by the age structure variability of different stages of secondary sexual characteristics. Modern standards for determining biological age are developed and presented.

Key words: rural school children, biological age, number of permanent teeth, dental age, severity of secondary sexual characteristics, sexual maturation, sexual formula.

Актуальность

Комплексная оценка физического развития школьников предусматривает определение биологического возраста (БВ), т.е. достигнутого уровня морфофункционального развития индивида, определенного относительно сверстников (средних возрастно-половых нормативов) [5, с. 17; 6, с. 51]. Необходимость определения БВ обусловлена тем, что индивидуальные темпы биологического созревания школьников неодинаковы. Учащийся, биологический возраст которого соответствует паспортному или опережает его, обычно успешен в освоении школьной программы. Значительная часть детей с замедленным уровнем биологического развития испытывает трудности при обучении в школе, особенно на начальной ступени. В ходе учебных занятий у них наблюдается выраженное снижение работоспособности и преждевременное утомление. У школьников с ускоренным биологическим развитием часто выявляются дисгармоничность роста и развития [1, с. 77-78]. Напряжение, которое дети с крайними вариантами биологического созревания испытывают при обучении, отражается в ухудшении показателей их здоровья.

© Калюжный Е.А., Кузмичев Ю.Г., Михайлова С.В., Болтачева Е.А., Жулин Н.В., 2012.

Диагностика крайних вариантов развития при проведении регулярных медицинских профилактических осмотров у детей способствует раннему выявлению отклонений в развитии, ряда заболеваний. Поэтому, даже при отсутствии болезней, группа здоровья по комплексной оценке у ребенка с крайними вариантами (отставание или опережение) определяется как вторая (II). Кроме того, знание биологического возраста ребенка обязательно при решении вопросов гигиенического, спортивного и т.д. нормирования различных видов деятельности [3, с. 28].

Цель исследования

Изучить динамику и особенности биологического созревания сельских школьников Нижегородской области и представить современные стандарты определения биологического возраста.

Материалы и методы

Исследование проведено по результатам профилактических медицинских осмотров с комплексной оценкой здоровья[1], в т. ч. по программе автоматизированного компьютерного диагностического обследования (АКДО), 2767 учащихся СОШ Нижегородской области (1354 мальчиков и 1413 девочек) в возрасте 6,5 - 17,5 лет с сентября 2011 г. по апрель 2012 г. Критерии включения: учащиеся 1-11 классов сельских СОШ. Критерии исключения: 1) дети с органическими поражениями, 2) период обострения хронических заболеваний.

Число постоянных зубов (ЧПЗ) определял сертифицированный стоматолог. Выраженность вторичных половых признаков (ВПП) оценивалась сертифицированными по системе АКДО педиатрами с определением половой формулы (ПФ) и балла половой зрелости (БПЗ) [3, с. 38-39]. Развитие вторичных половых признаков оценивали по общепринятой методике с использованием половой формулы Ах0-4, Р0-5, L0-2, V0-2, F0-3 для мальчиков и Ма0-3, Р0-3, Ах0-3, Ме0-3 для девочек, где Ах – оволосение подмышечных впадин, Р – оволосение лобка, L – рост щитовидного хряща, V – изменение тембра голоса, F – оволосение лица, Ма – развитие молочной железы, Ме – становление менструальной функции [3, с. 29-31]. Динамику ВПП сопоставили с данными осмотров, проведенных в 1966/67 гг. (Матвеева Н.А. с соавт., 1971) [7, с. 15-18]. Провели сопоставление полученных стандартов сельских школьников 2011/12 гг. с аналогичными для школьников Н. Новгорода (2002 г.) [4, с. 40-44], в табл. 2, 4, 5 в скобках представили нормативные данные для школьников Н. Новгорода. По результатам обследования создана персонифицированная база данных, статистическая обработка проведена с использованием программ офисного пакета «EXCEL 2003» и «Биостат» [2, с. 94-95].

Результаты и их обсуждение

У школьников 6,5 до 10-12 лет информативным критерием биологического развития является определение числа постоянных зубов (ЧПЗ). Во многих возрастных группах у девочек ЧПЗ статистически значимо выше, чем у мальчиков (табл.1). Исходя из практики принятия за возрастную норму ЧПЗ в диапазоне «средняя±СО (у)», представили стандарт определения БВ у школьников этой возрастной группы до появления у них вторичных признаков полового созревания (табл. 2). Отметили схождение показателей по обеим группам, как у мальчиков, так и девочек, при наличии незначительных расхождений.

К моменту начала полового созревания (10-12 лет) ведущую роль в диагностике биологического возраста приобретает уровень полового созревания, выражаемый половой формулой. Анализ динамики показателей развития вторичных признаков полового развития (у мальчиков сопоставимы только по признакам Р и Ах) у сельских школьников за последние 45 лет 1966/67 г. [4] и 2012 г. выявил ускорение выраженности их проявления,

[1] Приказ МЗ РФ № 621 от 30.12.2003 г. «О комплексной оценке состояния здоровья детей»

Таблица 1

Статистика ЧПЗ у сельских школьников 6,5 – 12,5 лет

Возраст, лет	Число постоянных зубов, M±δ				P по полу
	N=757	Мальчики	N=761	Девочки	
7	131	8,1±1,90	138	9,1±2,86	P=0,000
8	115	11,2 ±2,98	100	12,6±2,90	P=0,000
9	139	13,5 ±2,87	125	15,6±3,04	P=0,000
10	111	15,9±3,69	119	16,7±3,61	P=0,098
11	138	18,1±4,08	140	18,0±4,42	P=0,850
12	123	22,9±4,53	139	24,0±3,33	P=0,025

Таблица 2

Число постоянных зубов у сельских школьников с вариантами биологического возраста

возраст, годы	Число постоянных зубов у сельских школьников с вариантами биологического возраста					
	Мальчики			Девочки		
	Отстает	Соответствует	Опережает	Отстает	Соответствует	Опережает
6,5	0 – 1	2 – 8 (2 – 8)	≥9	0 – 1	2 – 10 (2 – 10)	≥11
7	≤4	5 – 11 (6 – 11)	≥12	≤5	6 – 12 (8 – 12)	≥13
8	≤7	8 – 14 (8 – 13)	≥15	≤8	9 – 15 (10 – 14)	≥16
9	≤9	10 – 16 (10 – 15)	≥17	≤12	13 – 19 (12 – 16)	≥20
10	≤12	13 – 19 (12 – 20)	≥20	≤13	14 – 23 (12 и более)	≥24
11	≤13	14 – 22 (15 – 24)	≥23	≤14	≥15 (12)	
12	≤16	≥17 (21)		-		

в большей степени выраженное у мальчиков (табл. 3). У них появление ВПП сместилось на 1 год ранее (12 лет), а верхняя граница БПЗ с 14 лет стала нижней (табл. 3). Первые проявления ВПП у отдельных мальчиков отметили в 10 лет 4 месяца в виде изменения тембра голоса и в 10 лет 5 месяцев в виде оволосения на лобке. У девочек нет смещения возраста появления ВПП, но диапазон балла половой зрелости стал шире за счет смещения его границ вправо (табл. 3). Первые пубертатные изменения у девочек – развитие молочных желез отметили в 8 лет 11 месяцев. Средний возраст появления Me у сельских девушек в 2011/12 гг. составил 13,4±0,85 лет, наиболее раннее наступление менархе зафиксировано в 11 лет 2 месяца, позднее – в 15 лет 4 месяца. В период же 1966/67 гг. средний возраст Me приходился на период 14-15 лет. В группе обследованных учащихся не выявлены девочки (до 8 лет) и мальчики (до 9 лет) с преждевременным половым созреванием.

Таблица 3

Динамика показателей развития вторичных половых признаков у сельских школьников

Возраст, лет	♂				♀			
	1966/67 г.		2012 г.		1966/67 г.		2012 г.	
	ПФ	*БПЗ*	*\ ПФ*	*БПЗ*	*ПФ*	*БПЗ*	*ПФ*	*БПЗ*
9	$Ax_0 P_0$	0	$Ax_0 P_0$	0	$Ax_0 P_0 Ma_0$ Me-	0	$Ax_0 P_0 Ma_0$ Me-	0
10	$Ax_0 P_0$	0	$Ax_0 P_0$	0	$Ax_0 P_0 Ma_0$ Me-	0	$Ax_0 P_0 Ma_0$ Me-	0
11	$Ax_0 P_0$	0	$Ax_0 P_0$	0	$Ax_0 P_0 Ma_{0-1}$ Me-	0-1,2	$Ax_0 P_{0-1} Ma_{0-1}$ Me-	0-1,5
12	$Ax_0 P_0$	0	$Ax_0 P_0$	0	$Ax_0 P_{0-1} Ma_1$ Me-	1,2-1,5	$Ax_1 P_{1-2} Ma_{1-3}$ Me-	1,9-4,8
13	$Ax_0 P_0$	0	$Ax_0 P_{0-1}$	0-1,1	$Ax_1 P_{1-2} Ma_{1-2}$ Me-	1,9-3,4	$Ax_{1-2} P_{1-3} Ma_{1-3}$ Me±	1,9-5,3
14	Ax_0-$_1 P_1$	1,1-2,1	$Ax_{1-2} P_{1-2}$	2,1-4,2	$Ax_{1-2} P_{1-2} Ma_{2-3}$ Me±	3,1-5,0	$Ax_2 P_{2-3} Ma_{2-3}$ Me+	3,8-5,3
15	$Ax_{1-2} P_{1-2}$	2,1-4,2	$Ax_2 P_{2-3}$	4,2-5,3	$Ax_2 P_{2-3} Ma_{2-3}$ Me+	3,8-5,3	$Ax_{2-3} P_3 Ma_3$ Me+	5,3-5,7
16	$Ax_{1-2} P_{2-3}$	3,2-5,3	$Ax_{2-3} P_{2-3}$	4,2-6,3	$Ax_{2-3} P_{2-3} Ma_3$ Me+	4,0-5,7	$Ax_{2-3} P_3 Ma_3$ Me+	5,3-5,7
17	$Ax_{2-3} P_{2-3}$	4,2-6,3	$Ax_{2-3} P_{2-3}$	4,2-6,3	$Ax_{2-3} P_{2-3} Ma_3$ Me+	4,0-5,7	$Ax_{2-3} P_3 Ma_3$ Me+	5,3-5,7

Последовательность возрастного появления вторичных половых признаков у сельских школьников нижеследующая. *У мальчиков* – оволосение на лобке (P_1 - 12,8±0,08 лет), оволосение подмышечных впадин (Ax_1 - 13,6±0,11 лет). Наряду с ускоренными темпами полового развития у ряда подростков отметили его задержку: среди 14-летних P_0 – установлен у 16,8%, P_1 –18,4%, P_2–55,2%, P_3– 9,6%; Ax_0–26,4%, Ax_1–21,6%, Ax_2–48,0%, Ax_3 – 4,0%; среди 15-летних P_0 - 9,0%, P_1 – 10,8%, P_2 – 40,5%, P_3 – 39,6%; Ax_0 – 10,8%, Ax_1 – 16,2%, Ax_2 – 39,6%, Ax_3 – 33,4%. *У девочек* - развитие молочных желез (Ma_1 - 11,4±0,09 лет), оволосение на лобке (P_1 - 12,1±0,08 лет), оволосение подмышечных впадин (Ax_1 - 12,8±0,10 лет). У девочек выраженность признаков Р и Ах начинает появляться раньше, чем у мальчиков, только на 7 и 10 месяцев соответственно, что отличает их от городских школьников, для которых установленная разница от 1 до 2 лет [1, с.100-101]. По результатам проведенного анализа представлены стандарты полового созревания для определения биологического возраста сельских школьников (табл. 4, 5). Отмечается фактическое сближение значений БПЗ у сельских школьников с городскими сверстниками.

Заключение

Уровень биологического созревания сельских школьников за истекшие 45 лет статистически значимо вырос и имеет тенденцию к сближению к таковому для городских школьников на начало XXI века. Современные сельские школьники Нижегородской области характеризуются высокой вариабельностью наступления стадии появления вторичных половых признаков и их выраженности. Разработаны и представлены в виде стандартов дифференцированные критерии определения биологического возраста сельских школьников по числу постоянных зубов и выраженности вторичных признаков полового созревания.

Таблица 4

Стандарты полового развития сельских мальчиков

Возраст	ПФ нормального развития	Отставание	БПЗ нормального развития	Опережение
11 лет	от $V_0P_0L_0Ax_0F_0$ до $V_1P_1L_0Ax_0F_0$	0 - 1,8		>1,8
12 лет	от $V_0P_0L_0Ax_0F_0$ до $V_1P_1L_0Ax_1F_0$	0 - 2,8 (0 – 1,8)		>2,8
13 лет	от $V_1P_0L_0Ax_0F_0$ до $V_2P_2L_1Ax_2F_0$	<0,7	0,7 - 6,2 (0,7 – 6,3)	>6,2
14 лет	от $V_1P_1L_0Ax_0F_0$ до $V_2P_3L_2Ax_2F_1$	<1,8	1,8 - 9,5 (2,9 – 9,5)	>9,5
15 лет	от $V_1P_3L_1Ax_1F_0$ до $V_2P_5L_2Ax_3F_2$	<5,6	5,6 - 14,3 (5,7 – 14,3)	>14,3
16, 17 лет	от $V_2P_4L_2Ax_2F_1$ до $V_2P_5L_2Ax_4F_3$	<10,0	≥10,0 (10,6)	

Таблица 5

Стандарты полового развития сельских девочек

Возраст	ПФ нормального развития	Отставание	БПЗ нормального развития	Опережение
10 лет	от $M_0P_0Ax_0Me_0$ до $Ma_1P_1Ax_0Me_0$	0 -1,5 (0 – 2,7)		>1,5
11 лет	от $M_1P_0Ax_0Me_0$ до $Ma_2P_1Ax_0Me_0$	<1,2	1,2 - 2,7 (1,2 – 2,7)	>2,7
12 лет	от $M_1P_0Ax_0Me_0$ до $Ma_2P_2Ax_2Me_1$	<1,2	1,2 - 5,9 (1,5 – 7,0)	>5,9
13 лет	от $M_2P_1Ax_0Me_0$ до $Ma_3P_2Ax_2Me_1$	<2,7	2,7 - 7,1 (3,0 – 11,6)	>7,1
14 лет	от $M_2P_2Ax_2Me_0$ до $Ma_3P_3Ax_3Me_2$	<3,8	≥3,8 (5,0)	
15 лет	от $M_2P_2Ax_2Me_1$ до $Ma_3P_3Ax_3Me_3$	<5,9	≥5,9 (11,6)	

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гигиена детей и подростков: руководство к практическим занятиям: учебное пособие / под ред. проф. В.Р. Кучмы. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 560 с.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
3. Оценка физического развития детей и подростков: учебное пособие / Е.С. Богомолова и др. – Н.Новгород: Издательство НГМА, 2006. – 260 с.

4. Оценочные таблицы физического развития детей и подростков Нижнего Новгорода: методические указания / Е.С. Богомолова и др. – Н. Новгород: ООО «КиТиздат», 2004. – 57 с.
5. Руководство по амбулаторно-поликлинической педиатрии / под ред. А.А. Баранова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 608 с.
6. Руководство по школьной медицине. Медицинское обеспечение детей в дошкольных, общеобразовательных учреждениях и учреждениях начального и среднего профессионального образования / под ред. чл-кор. РАМН проф. В.Р. Кучмы.– М.: Издательство Научного центра здоровья детей РАМН, 2012. – 215 с.
7. Физическое развитие и некоторые функциональные показатели сердечно-сосудистой системы у сельских школьников: методические указания / сост. Н.А. Матвеева, И.И. Мясникова, Л.И. Лозовская и др. – Горький: Изд-во «Горьковская правда», 1971. – 48 с.

УДК 579

Колотилова Н.Н.
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ С.Н. ВИНОГРАДСКОГО (К 60-ЛЕТИЮ ВЫХОДА КНИГИ «МИКРОБИОЛОГИЯ ПОЧВЫ»)

N. Kolotilova
M.V. Lomonosov Moscow State University

SCIENTIFIC HERITAGE OF S.N. WINOGRADSKY (60 YEARS AFTER PUBLICATION OF 'MICROBIOLOGY OF SOIL')

Аннотация. Вклад великого русского микробиолога С.Н. Виноградского в развитие естествознания связан с открытием хемосинтеза как нового способа существования, с введением элективных сред как методологической основы изучения разнообразия микроорганизмов, с выделением первых свободноживущих азотфиксирующих бактерий, с выявлением сущности основных круговоротов элементов, катализируемых микроорганизмами, с разработкой методологии микробиологии почвы и созданием экологической микробиологии. Книга С.Н. Виноградского «Микробиология почвы» была издана в 1949 г. во Франции и в 1952 г. в СССР, оказав основополагающее влияние на формирование нескольких поколений отечественных микробиологов. 25 мая 2012 на Украине открыт первый в мире памятник С.Н. Виноградскому.

Ключевые слова: С.Н. Виноградский, хемосинтез, экологическая микробиология.

Abstract. The contribution of the great Russian microbiologist S.N. Winogradsky in the development of science is associated with the discovery of chemosynthesis as a new way of existence; with the introduction of elective media as the methodological basis of the study of diversity of microorganisms; with the isolation of the first free-living nitrogen-fixing bacteria; with the identification of the cycles of main elements in nature, catalyzed by microorganisms; with the elaboration of methodological principles of soil microbiology; and with the creation of environmental microbiology. Winogradsky's book 'Soil Microbiology' was published in 1949 in France and in 1952 in the USSR. The book exerted a significant influence on the generations of Russian microbiologists. The first monument to Winogradsky was unveiled on May 25, 2012 in Ukraine.

Key words: S.N. Winogradsky, chemosynthesis, ecological microbiology.

Сергей Николаевич Виноградский (1856-1953) – великий русский микробиолог, оказавший большое влияние на развитие естествознания XX в. [2; 4]. Открытие Виноградским хемосинтеза как нового способа существования живых организмов, основанного на окис-

© Колотилова Н.Н., 2012.

лении неорганических соединений, сразу поставило вопрос о существовании на Земле второго источника образования органического вещества, – в отличие от фотосинтеза, не зависящего от света. Открытие в конце XX в. экосистем, основанных на первичной продукции хемосинтезирующих микроорганизмов, в глубоководных гидротермах океана и так называемой подземной биосфере, стало свидетельством огромных масштабов и значения хемосинтеза в природе. Следствием открытия хемосинтеза стало и развитие исследований по термодинамике энергодающих реакций у микроорганизмов.

В конце XIX в. Виноградский сформулировал важнейший методологический принцип – принцип элективности, благодаря которому на протяжении XX в. были выделены основные физиологические группы микроорганизмов и сложилось представление об их биоразнообразии. В 1896 г. в речи «О роли микробов в круговороте жизни» Виноградским была сформулирована концепция о катализируемых микроорганизмами циклах элементов (C, N, S), обусловливающих существование земли как «единого организма»; согласно современным взглядам взаимосвязь этих циклов является основой существования биосферы. Работы Виноградского посвящены участию микроорганизмов в наиболее крупномасштабных природных процессах: разложении целлюлозы, азотфиксации, нитрификации и т. д.

В 1920-х г. Виноградским были сформулированы методологические принципы микробиологии почвы как самостоятельной ветви науки, а в конце жизни сформулированы основы новой науки – экологии микроорганизмов. Еще при жизни работы С.Н. Виноградского были признаны классическими и были востребованными. В 1946 г. он переработал и тематически скомпоновал свои основные работы, объединив их в однотомное собрание трудов «Микробиология почвы. Пятьдесят лет исследований». В 1949 г. книга была издана во Франции [5], а в 1952 г. в СССР [1]. Книга состоит из 10 частей, отражающих основные направления исследований Виноградского: 1 – «Первые автотрофы» (в эту часть вошли первые работы Виноградского по хемосинтезу у серобактерий и железобактерий); 2 – «Морфология бактерий» (работы, убедительно опровергнувшие концепцию плеоморфизма в микробиологии и доказавшие существование определенной морфологии и наличие вида у бактерий); 3 – «Нитрификация»; 4 – «Анаэробное усвоение азота»; 5 – «Мочка льна»; 6 – «Методы почвенной микробиологии»; 7 – «О разложении целлюлозы в почве»; 8 – «Азотобактер»; 9 – «Исследования симбиотической азотфиксации»; 10 – «Общие положения. Основы экологической микробиологии. Заключение».

Книга была переведена на русский язык крупными отечественными микробиологами Л.Д. Штурм, В.Л. Мехтиевой, М.П. Корсаковой, Н.Н. Сушкиной и И.Л. Работновой под общей редакцией академика А.А. Имшенецкого. Неоценимую роль в подготовке издания сыграл крупнейший отечественный микробиолог, последователь традиций Виноградского, академик Б.Л. Исаченко (1871-1948). Издание книги было осуществлено с огромными сложностями политического и экономического характера, но значение его трудно переоценить. Книга стала настольным руководством нескольких поколений российских микробиологов, продолживших традиции С.Н. Виноградского, способствовала формированию научной школы Виноградского в России.

В 2003 г. имя С.Н. Виноградского было присвоено Институту микробиологии РАН, в 2011 г. были возобновлены Чтения имени С.Н. Виноградского [3], а 25 мая 2012 г. на Украине в Городке (на территории бывшего поместья С.Н. Виноградского) открыт первый в мире памятник великому ученому (скульптор Н. Обезюк, архитектор Н. Босенко, автор проекта В.Шендеровский, спонсор д.м.н. Н. Гуменюк).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Виноградский С.Н. Микробиология почвы. Проблемы и методы. 50 лет исследований. – М.: АН СССР, 1952. – 792 с.

2. Заварзин Г.А. Три жизни великого микробиолога. Документальная повесть о Сергее Николаевиче Виноградском / под. ред. и с коммент. Н.Н. Колотиловой. – М.: ЛИБРОКОМ, 2009. – 240 с.
3. Заварзин Г.А. Эволюция прокариотной биосферы: микробы в круговороте жизни. 120 лет спустя: чтение им. С.Н. Виноградского / ред. Колотилова Н.Н. – М.: МАКС Пресс, 2011. – 144 с.
4. Dworkin M. Sergei Winogradsky: a founder of modern microbiology and the first microbial ecologist // FEMS Microbiology Rev. – 2012. – V. 36. – P. 364-379.
5. Winogradsky S.N. Microbiologie du sol. Problemes et methodes. Cinquante ans de recherches. – Paris: Masson et Cie, 1949. – 768 p.

УДК 581.5:577.15

Кузнецова В.А., Иваченко Л.Е.
Благовещенский государственный педагогический университет

ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗ КУЛЬТУРНОЙ И ДИКОРАСТУЩЕЙ СОИ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ВЕГЕТАЦИИ

V. Kuznetsova, L. Ivachenko
Blagoveshchensk State Pedagogical University

INFLUENCE OF SALTS OF HEAVY METALS ON PEROXIDASE ACTIVITY OF GLYCINE MAX AND GLYCINE SOJA AT DIFFERENT STAGES OF VEGETATION

Аннотация. Исследовано действие сульфатов меди, цинка, кадмия и свинца на активность и множественные формы пероксидаз культурной и дикорастущей сои на стадии первого тройчатого листа и в период цветения. Выявлены изменения активности фермента на различных стадиях вегетации. Наибольшее количество множественных форм пероксидаз выявлено в фазу цветения для культурной сои. Пероксидазную активность можно, в перспективе, использовать как биохимический тест на устойчивость сои к воздействию тяжелых металлов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, пероксидаза, активность, множественные формы, соя.

Abstract. The effect of sulfates of copper, zinc, cadmium and lead on the activity and multiple forms of peroxidase of cultivated and wild soybean in the first trifoliate leaf stage and the flowering period is investigated. An inverse relationship of the activity of the enzyme at various stages of vegetation is established. The increased quantity of multiple forms of peroxidase is revealed in the flowering phase for cultivated soybean. The peroxidase activity can be used as a biochemical test for resistance of soybean to the influence of heavy metals.

Key words: heavy metals, peroxidase, activity, multiple forms, soybean.

Одной из важнейших проблем в экологии растений является изучение ответной реакции растений на действие солей тяжелых металлов (ТМ), которые при повышенных концентрациях являются токсикантами. Данная проблема имеет не только практическое значение, связанное с возрастающим загрязнением окружающей среды ТМ, но и с исследованием механизмов адаптации растений. Среди тяжелых металлов наиболее распространенными токсикантами являются кадмий и свинец, тогда как медь и цинк относятся к биогенным элементам. Поступая в клетки, ТМ приводят к нарушениям метаболизма, вызывая окислительный стресс,

© Кузнецова В.А., Иваченко Л.Е., 2012.

что лежит в основе высокой токсичности ТМ [6]. Поэтому в наших исследованиях были выбраны широкораспространенные ТМ: кадмий, свинец, медь и цинк.

Одним из методов тестирования состояния окружающей среды является метод биохимического тестирования. К биохимическим тест-системам, пригодным для оценки токсического воздействия разнообразных соединений относятся, прежде всего, ферменты, как универсальные катализаторы и регуляторы обменных процессов в живой природе [2]. Разнообразие токсических веществ и широкий круг ферментов, способных участвовать в их детоксикации, затрудняет поиск ферментов-индикаторов. Обнаружение «универсальных» тест-ферментов крайне важно для быстрого и доступного определения состояния окружающей среды и процессов, происходящих в живых системах. Среди факторов, определяющих выбор тест-ферментов, первостепенное значение имеют широта их распространения и достаточно высокий уровень активности у организмов, доступность и надежность определения их каталитической активности и высокая чувствительность к разнообразным токсическим воздействиям [7]. По изменению ферментативной активности при влиянии различных факторов пероксидаза является перспективным тест-ферментом [5]. Пероксидазную активность можно использовать для изучения биохимической адаптации сои к экстремальным воздействиям факторов среды [2].

Амурская область является основным регионом возделывания сои в России. Расширение посевных площадей этой ценной культуры неизбежно приведет к размещению ее на почвах, загрязненных ТМ. В связи с этим актуальными являются исследования, которые позволят оценить влияние загрязнения почвы ТМ на развитие сои, ее адаптацию к измененным условиям выращивания. В связи с вышеизложенным, мы поставили перед собой цель изучить влияние солей тяжелых металлов на активность и множественные формы пероксидаз дикорастущей и культурной сои. Материалом для исследований служила культурная (Glycine max (L.) Merr.) (сорт Соната) и дикорастущая соя (Glycine soja Sieb. et Zucc.), семена которых были получены из ГНУ ВНИИ сои РАСХН (г. Благовещенск). На первом этапе исследования сою проращивали в тепличных условиях на почве с полей с. Садового Тамбовского района с внесением сульфатов тяжелых металлов (меди, цинка, кадмия и свинца). В почву вносили сульфаты каждого металла отдельно в концентрациях, в два раза превышающих ОДК и в десять раз превышающих содержание металла на 1 кг почвы. Опыт длился 17 дней (до появления первого тройчатого листа) и 41 день (до периода цветения). Контролем служили образцы сои, выращенные на почве без внесения тяжелых металлов.

Для приготовления экстрактов растворимых белков навеску исследуемого материала (500 мг) гомогенизировали в фарфоровых ступках в течение 15 мин на холоду с ацетатным буфером (pH 4,7). Полученный экстракт центрифугировали при 3000 об/мин в течение 15 мин. Осадок отбрасывали, а надосадочную жидкость фильтровали через мельничный газ и использовали для определения активности пероксидаз сои фотоэлектроколориметрическим методом по Бояркину в модификации Мокроносова [4]. Белок определяли методом Лоури. Электрофоретические спектры пероксидаз выявляли методом электрофореза на колонках 7,5%-го полиакриламидного геля с последующим окрашиванием зон [3]. Поскольку стандартным критерием для характеристики множественных форм ферментов является их относительная электрофоретическая подвижность (Rf), влияние тяжелых металлов на множественные формы пероксидаз сои оценивали по выявленным формам согласно их Rf [1].

В результате проведенных исследований установлено, что удельная активность пероксидаз в контрольных образцах культурной и дикорастущей сои на изученных стадиях вегетации подвержена определенным изменениям (рис. 1, 2). При проращивании сои сорта Соната с внесением в почву сульфатов цинка, меди и свинца в исследуемых концентрациях

активность пероксидаз увеличивается незначительно по сравнению с контролем на этапе формирования первого тройчатого листа и значительно возрастает в период цветения (рис. 1). Следует отметить, что сульфат кадмия вызывает незначительное повышение активности пероксидаз в период формирования тройчатого листа и в период цветения при концентрации этой соли 2 ОДК.

При проращивании дикорастущей сои с внесением в почву солей сульфата цинка и кадмия в исследуемых концентрациях активность пероксидаз увеличивается незначительно по сравнению с контролем (рис. 2) на этапе формирования первого тройчатого листа и в период цветения, за исключением образцов, выращенных на почве с содержанием сульфата цинка в концентрации 46 мг/

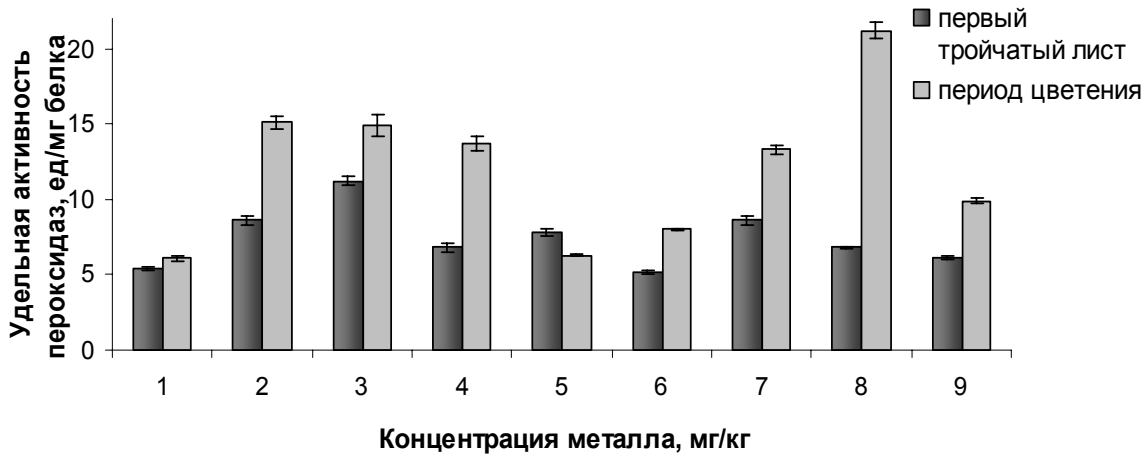


Рис. 1. Влияние солей тяжелых металлов на удельную активность пероксидаз культурной сои на разных стадиях вегетации (1 – контроль, 2 – $ZnSO_4$ (15 мг/кг), 3 – $ZnSO_4$ (2 ОДК), 4 – $CdSO_4$ (0,2 мг/кг), 5 – $CdSO_4$ (2 ОДК), 6 – $CuSO_4$ (1,6 мг/кг), 7 – $CuSO_4$ (2 ОДК), 8 – $PbSO_4$ (2,75 мг/кг), 9 – $PbSO_4$ (2 ОДК))

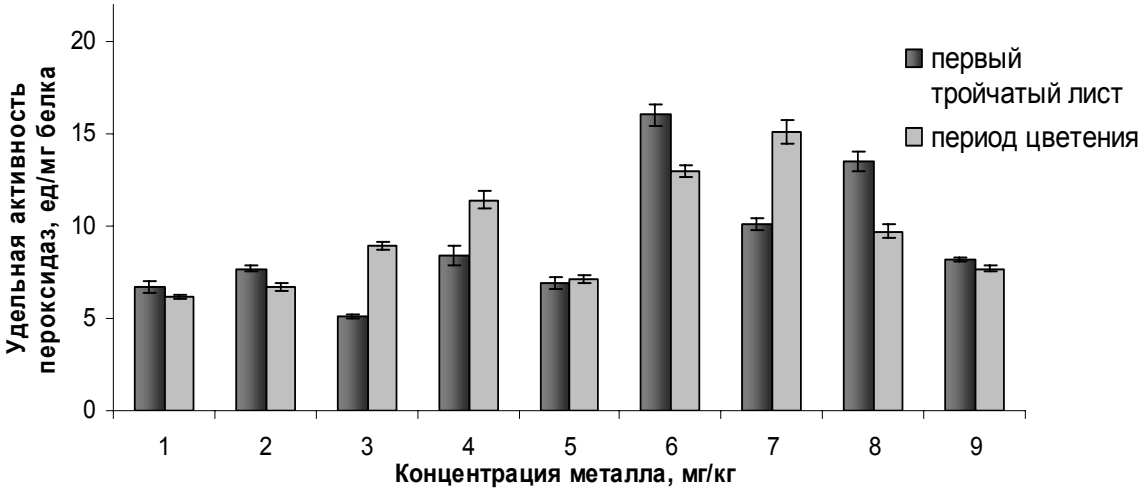


Рис. 2. Влияние солей тяжелых металлов на удельную активность пероксидаз дикорастущей сои на разных стадиях вегетации (1 – контроль, 2 – $ZnSO_4$ (15 мг/кг), 3 – $ZnSO_4$ (2 ОДК), 4 – $CdSO_4$ (0,2 мг/кг), 5 – $CdSO_4$ (2 ОДК), 6 – $CuSO_4$ (1,6 мг/кг), 7 – $CuSO_4$ (2 ОДК), 8 – $PbSO_4$ (2,75 мг/кг), 9 – $PbSO_4$ (2 ОДК))

кг на стадии первого тройчатого листа, где активность фермента была минимальна. При внесении сульфата меди различной концентрации активность пероксидаз значительно возрастает по сравнению с контролем на всех этапах вегетации. Соли свинца в концентрации 2,75 мг/кг увеличивают активность пероксидаз по сравнению с контролем в период формирования тройчатого листа и в период цветения, а использование этой соли в концентрации 12 мг/кг приводит к незначительному повышению пероксидазной активности по сравнению с контролем.

Сравнивая энзимограммы пероксидаз в период формирования первого тройчатого листа и в период цветения, следует отметить увеличение количества форм фермента в период цветения (рис. 3, 4).

В контроле у дикорастущей сои выявлено по четыре стабильные формы, а для культурной сои в фазе цветения установлено пять форм пероксидаз. Высокой встречаемостью выделились формы с невысокой электрофоретической подвижностью (П18, П17, П13 и П9).

При внесении солей тяжелых металлов появляются формы с высокой и средней электрофоретической подвижностью, особенно у дикорастущей сои. У культурной сои в период формирования первого тройчатого листа выявлено угнетение форм пероксидазы при внесении солей кадмия высокой концентрации (2 ОДК) и свинца. В период цветения в листьях культурной сои, выращенной с добавлением соли цинка и свинца (2 ОДК), установлено максимальное количество форм (– шесть форм). В листьях дикорастущей сои в этих образцах обнаружено минимальное количество форм.

Таким образом, установлено, что внесение исследуемых солей ТМ в почву вызывает увеличение пероксидазной активности в фазе цветения культурной сои, за исключением сульфата кадмия в высокой и сульфата меди в минимальной концентрациях. Соли ТМ в большинстве вариантов повышают пероксидазную активность дикорастущей сои на стадии формирования первого тройчатого листа. Выявлена интересная закономерность как для культурной, так и для дикорастущей

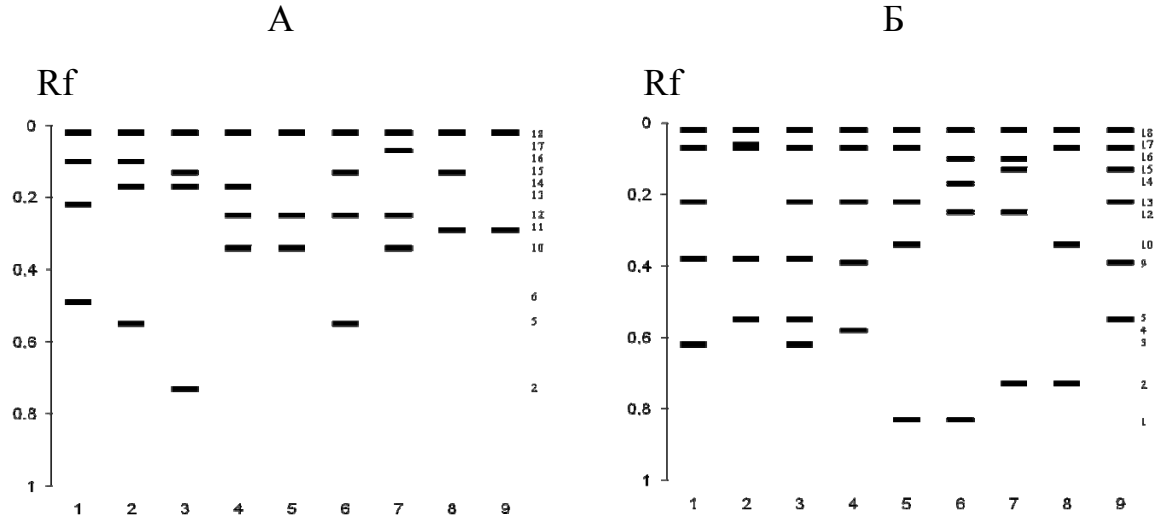


Рис. 3. Схемы энзимограмм пероксидаз культурной сои в период формирования первого тройчатого листа (А) и в период цветения (Б), выращенной в почве с внесением солей тяжелых металлов (1 – контроль, 2 – $ZnSO_4$ (15 мг/кг), 3 – $ZnSO_4$ (2 ОДК), 4 – $CdSO_4$ (0,2 мг/кг), 5 – $CdSO_4$ (2 ОДК), 6 – $CuSO_4$ (II) (1,6 мг/кг), 7 – $CuSO_4$ (II) (2 ОДК), 8 – $PbSO_4$ (2,75 мг/кг), 9 – $PbSO_4$ (2 ОДК)); П1–П18 – формы пероксидаз

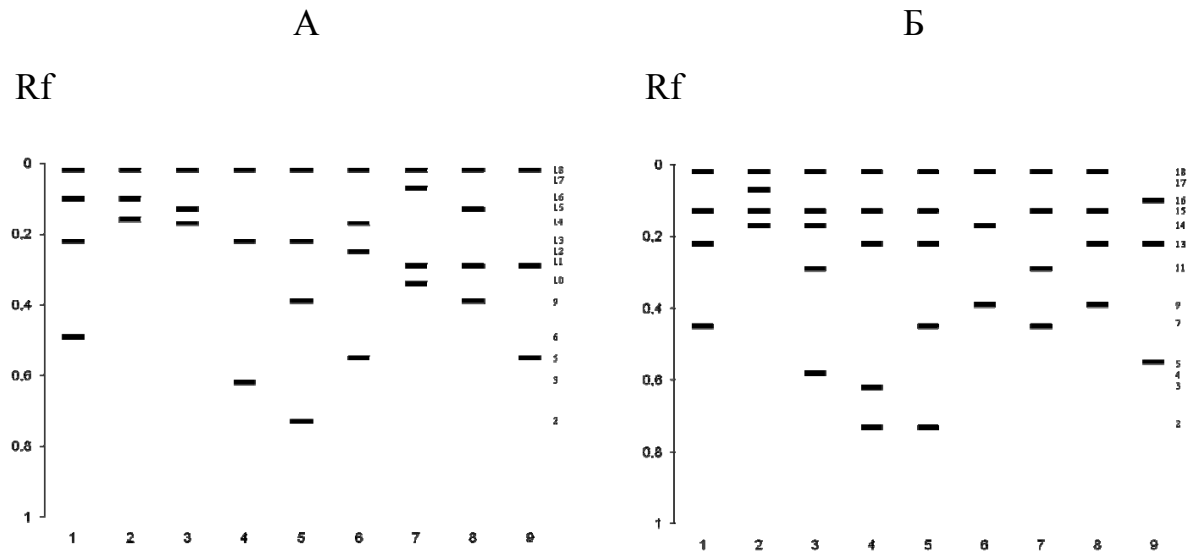


Рис. 4. Схемы энзимограмм пероксидаз дикорастущей сои в период формирования первого тройчатого листа (А) и в период цветения (Б), выращенной в почве с внесением солей тяжелых металлов (1 – контроль, 2 – $ZnSO_4$ (15 мг/кг), 3 – $ZnSO_4$ (2 ОДК), 4 – $CdSO_4$ (0,2 мг/кг), 5 – $CdSO_4$ (2 ОДК), 6 – $CuSO_4$ (1,6 мг/кг), 7 – $CuSO_4$ (2 ОДК), 8 – $PbSO_4$ (2,75 мг/кг), 9 – $PbSO_4$ (2 ОДК))

сои: если в фазу первого тройчатого листа удельная активность пероксидаз повышена, то в стадии цветения она снижается, и наоборот. Соли биогенных металлов цинка и меди оказывают менее значительное влияние на удельную активность пероксидаз, чем соли наиболее токсичных металлов кадмия и свинца. Фазы развития сои различаются по количеству множественных форм пероксидаз. Наибольшее количество форм выявлено в фазу цветения у культурной сои. Пероксидазную активность в перспективе можно использовать как биохимический тест на устойчивость сои к воздействию тяжелых металлов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Иваченко Л.Е. Методы изучения полиморфизма ферментов сои. – Благовещенск: изд-во БГПУ, 2008. – 142 с.
2. Иваченко Л.Е. Ферменты как маркеры адаптации сои к условиям выращивания: монография. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2011. – 192 с.
3. Левитес Е.В. Генетика изоферментов растений. – Новосибирск: Наука, 1986. – 145 с.
4. Малый практикум по физиологии растений /под ред. А.Т. Макроносова. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 184 с.
5. Рогожин В.В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 240 с.
6. Степанок В.Б. Влияние сочетания соединений тяжелых металлов на урожай сельскохозяйственных культур и поступление тяжелых металлов в растениях // Агрохимия. – 2000. – № 1. – С. 74-80.
7. Хочачко П. Биохимическая адаптация / П. Хочачко, Дж. Сомеро. – М.: Мир, 1988. – 568 с.

УДК 575.1

Кулиева Р.М.
Бакинский государственный университет (Азербайджан)

МОЛЕКУЛЯРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ФОРМ СОЧЕТАНИЯ β-ТАЛАССЕМИИ И ДЕФИЦИТА ФЕРМЕНТА Г6ФД У НАСЕЛЕНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА

R. Kuliyeva
Baku State University, Azerbaijan

MOLECULAR TESTING OF COMBINED FORMS OF β-THALASSEMIA AND G6FD FERMENT DEFICIT AMONG THE PEOPLE OF AZERBAIJAN

Аннотация. Молекулярное тестирование геномной ДНК от больных с сочетанием β-талассемии и дефицита Г6ФД позволило нам идентифицировать два известных Средиземноморских молекулярных типа фермента: Г6ФД B (-) 563 C-T и Г6ФД A (-) 376 A-G/202 G-A в сочетании с мутацией β-глобинового гена - β^0- IVS-2-1 G-A. Своевременное выявление носителей β-талассемии и гемизиготного носительства дефицита Г6ФД, а также их сочетания, с установлением генотипа мутаций позволит специалистам в дальнейшем провести квалифицированное лечение клинических проявлений и профилактику заболевания в виде медико-генетического консультирования, включая претанальную диагностику гелюлитических анемий.

Ключевые слова: глюкозо-6-фосфат дегидрогеназа (Г6ФД), фетальный гемоглобин (HBF), этилен диамин тетраацетат (ЭДТА), полимеразно-цепная реакция (ПЦР), Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ).

Abstract. The molecular testing of genomic DNA from sick people with the combination of β-thalassemia and glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6FD) deficit made it possible to identify two well-known Mediterranean molecular types of ferment: G6FD – B (-) 563 C – T and G6FDA (-) 376 A – G 202 G – A in combination with mutation of β-globin gene, i.e., β0 – IVS – 2 – 1 G – A. The modern exposure of β-thalassemia carriers and the hemizygote carriage of G6FD deficit and also their combined forms with establishing of mutations' genotypes will enable the specialists later to conduct the qualified treatment of clinical manifestation and the prophylaxis of illness in the form of medical and genetic consulting, including prenatal diagnostics of anaemia.

Key words: glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6FD), fetal hemoglobin (HBF), ethylene diamine tetraacetate (EDTA), polymerase chain reaction (PCR), World Health Organization (WHO).

Многочисленные исследования гемоглобино- и энзимопатий в Азербайджане позволили выявить значительную долю их сочетаний ввиду насыщенности эндемических зон различными мутантными аллелями гемоглобина и эритроцитарных ферментов [1-2]. Частота распространения β-талассемии составляет 9-13%, структурно-аномального гемоглобина S – 3%, дефицита фермента глюкозо-6-фосфат дегидрогеназы (Г6ФД) – 13-15%, доходя в отдельных регионах до 36,2% [3-4]. Определенный вклад в генетическую гетерогенность наследственных дефектов вносят компаунды – носители дефекта, получившие два разных мутантных аллеля по одному локусу от своих родителей. Их удельный вес среди таких больных возрастает по мере распада изолятов, что приводит к дальнейшему нарастанию фенотипического многообразия моногенно наследуемых дефектов [7; 9; 10]. В связи с изложенным представляется актуальным своевременное выявление носителей подобных дефектов с целью предупреждения и адекватного лечения клинических осложнений.

© Кулиева Р.М., 2012.

Материалы и методы

Материал для исследований собран во время экспедиций в г. Гянджа и Бардинский район Республики Азербайджан, а также в двух учебных заведениях г. Баку. Обследованию подвергались главным образом школьники и студенты, среди которых значительную часть составили уроженцы различных районов Азербайджана. Также для анализов использовали кровь больных из ЦРБ Бардинского района. Для выявления гемоглобинопатий было обследовано 541 человек, из них в клиниках и школах г. Гянджа – 248, в Бардинском районе - 195 и в г. Баку – 98 человек.

Для осаждения эритроцитов 2-3 мл гепаринизированной крови из вены центрифугировали 15 мин при 2000g с последующим трехкратным промыванием в физиологическом растворе (20 мин. при 5000g) при 4^0C. Гемолизаты [1, с. 20] готовили на холодной бидистиллированной воде с последующим замораживанием (-20^0C) и оттаиванием при комнатной температуре. Гемоглобиновые фракции выявляли методом аналитического изоэлектрофокусирования на полиакрилмидно-амфолиновых пластинках при pH 3,5-9,5 и 5,5-8,5 на Multifor 2117 с последующим денситометрированием гелей на лазерном денситометре 2202 фирмы LKB (5). Критериями диагностики гетерозиготной β-талассемии являлись повышение уровней HbA_2 до 4-8% (норма 2,5-3,5%) и фетального гемоглобина (HbF) до 3-8% (норма 1-2%) [11].

Активность фермента Г6ФД в гемолизатах эритроцитов измеряли по программе ВОЗ спектрофотометрически в реакционной смеси следующего состава: 0,1 М Трис-HCL буфер, 0,5 мМ ЭДТА, 10 мМ MgCL pH 8,0, 0,2 mM НАДФ Na и гемолизат. Инкубацию проводили в течение 10 мин при 25^0C. Реакцию начинали 50 мкл 0,6 мМ Г6Ф Na [6].

Рестрикционный анализ геномной ДНК проводили с использованием буфера следующего состава: 25 мкл ДНТ, 1,5 мкл буфер и 1 мкл рестриктаза Mbo II. Термостатирование проводили при температуре 37°C в течение ночи. В качестве маркера использовали x174 Hae III рестрикцию. Результаты рестрикции образца геномной ДНК, обработанной рестриктазой Mbo II, проверяли путем электрофореза на 3% агарозном геле. Режим электрофореза - U=200V, Ý=80 mA. Для окрашивания фрагментов ДНК использовали водный раствор этидиум бромида [8; 9]. Структура используемых олигонуклеотидных праймеров представлена в табл. 1.

Тестирование мутаций β-талассемии проводили с использованием следующего температурного режима – 30 сек. 55°C, 1 мин. 72°C и 30 сек. 92°C. ПЦР состояла из 30 циклов. Результат ПЦР проверяли путем электрофореза амплификата на 2,0% агарозных пластинках.

Результаты и обсуждение

Генетический скрининг недостаточности фермента Г6ФД среди обследованных школьников, студентов и больных выявил гемизиготное состояние у 20 лиц мужского пола и гетерозиготное, а также гомозиготное состояние дефицита фермента у 18 лиц женского пола. Фенотипическая и генная частота дефицита фермента среди жителей Бардинского района и г. Гянджа соответственно составила 4,62%, 0,0462 и 2,43%, 0,9243 (в долях единицы). Генетический скрининг гемоглобинопатий и недостаточности фермента Г6ФД среди обследованного контингента выявил сочетание гетерозиготного носительства β-талассемии и гемизиготного носительства недостаточности Г6ФД у двух лиц мужского пола. У первого пациента А.А. с сочетанием гетерозиготного носительства β-талассемии и гемизиготного носительства дефицита Г6ФД, уровни HbA_2 и HbF были повышены и составили соответственно 4,6%, 3,2%. Активность фермента Г6ФД была «0». Для выявления типа мутации гена Г6ФД с гемизиготным состоянием и «0» активностью фермента геномную ДНК выделяли из венозной крови пациента А.А. Геномную ДНК обработали рестриктазой Mbo II. В качестве маркера использовали расщепленный x174 Hae III. Результаты рестрикции образца геномной ДНК, обработанной рестриктазой

Таблица 1

№	Praymer	Нуклеотидная последовательность
15	ARMS constant	CAA TGT ATC ATG CCT CTT TGC ACC
16	And β	GAG TCA AGG CTG AGA GAT GCA GGA
30	Common	ACC TCA CCC TGT GGA GCC AC
31	Common	CCC CTT CCT ATG ACA TGA ACT TAA
38	Fr 8/9 M (+G)	CCT TGC CCC ACA GGG CAG TAA CGG CAC ACC
39	Fr 8/9 N	CCT TGC CCC ACA GGG CAG TAA CGG CAC ACT
40	İVS-110 M (G-A)	CTG ATA GGC ACT GAC TCT CTC TGC CTA TTA
41	İVS-110 N	ACC AGC AGC CTA AGG GTG GGA AAA TAC ACC
46	İVS-1-6 M (T-C)	TCT CCT TAA ACC TGT CTT GTA ACC TTC ATG
49	İVS-2-1 M (G-A)	AAG AAA ACA TCA AGG GTC CCA TAG ACT GAT
77	İVS-2-1 N	AAG AAA ACA TCA AGG GTC CCA TAG ACT GAC
54	Codon 8 M (-AA)	ACA CCA TGG TGC ACC TGA CTC CTG AGC AGG
55	Codon 8 N	ACA CCA TGG TGC ACC TGA CTC CTG AGC AGA

Mbo II, проверяли путем электрофореза на 3% агарозном геле.

Известно, что при обработке геномной ДНК рестриктазой Mbo II фрагмент ДНТ длиной 514 п.о. в норме расщепляется на два фрагмента длиной 394 и 120 п.о. В нашем эксперименте фрагмент ДНТ длиной 514 п.о. под влиянием рестриктазы Mbo II был расщеплен на три фрагмента длиной 276, 120 и 118 п.о. Полученный результат позволяет нам идентифицировать Средиземноморский тип дефицита фермента – Г6ФД В (-). Средиземноморский тип дефицита фермента Г6ФД происходит при замене аминокислоты цитозин на аминокислоту гунин в позиции 563 внутри гена Г6ФД (Г6ФД В (-) 563 С-Т).

У второго пациента К.Ф. с сочетанием гетерозиготного носительства β-талассемии и гемизиготного носительства дефицита с «0» активностью Г6ФД, уровни HbA_2 и HbF были также повышены и соответственно составили 5,4%, 3,3%. Активность фермента Г6ФД была «0». В результате обработке фрагмента геномной ДНК, выделенной из крови больного К.Ф. длиной 109 п.о. рестриктазой NlaIII, при электрофорезе выявляется два фрагмента ДНК длиной 46 и 63 п.о., что свидетельствует о наличие замены нуклеотида гуанин на нуклеотид аденин в позиции 202 внутри гена Г6ФД. Данная замена приводит к замене кодона GTG на кодон ATG. В следствие этой замены кодонов после транскрипции внутри фермента происходит замена аминокислоты валин на аминокислоту метионин. Выявленная мутация соответствует Средиземноморскому типу мутации – Г6ФД А (-). Данному типу мутации Г6ФД А (-) характерна также дополнительная замена нуклеотида аденин на нуклеотид гуанин в позиции 376 внутри гена (AAT-GAT). Под влиянием рестриктазы Fok1 фрагмент ДНК длиной 90 п.о. расщепляется на два фрагмента длиной 58 и 32 п.о. Таким образом, внутри гена Г6ФД идентифицировано две мутации: замена нуклеотида аденин на нуклеотид гуанин в позиции 376 и замена нуклеотида гуанин на нуклеотид аде-

нин в позиции 202 внутри гена Г6ФД (Г6ФД А (-) 376 A-G/202 G-A) [5; 9].

Тестирование мутаций β-талассемии проводили с использованием пяти различных синтетических олигонуклеотидных зондов (праймеров) на следующие мутации β-талассемии – IVS-110 (G-A), IVS-2-1(G-A), IVS-1-6 (T-C), Codon 8 (-AA), Fr 8/9 (+G), идентифицированные ранее у населения Азербайджана [4; 7; 10]. В результате тестирования мутаций β-талассемии у пациентов с сочетанием дефицита фермента Г6ФД и β-талассемии в обоих случаях удалось идентифицировать следующую мутацию – замена гуанина на аденин первого нуклеотида большого интрона β-глобинового гена (β^0- IVS-2-1; G-A). Замена гуанина на аденин первого нуклеотида большого второго интрона β-глобинового гена на месте контакта со вторым экзоном приводит к нарушению транскрипции, в частности к нарушению сплайсинга (процессинга) β-полипептидной цепи. В следствии данной мутации отсутствует наличие нормальной β-полипептидной цепи и, следовательно, наблюдается заболевание с β^0-фенотипом.

Таким образом, больные с сочетанием гетерозиготного носительства β-талассемии и гемизиготного носительства дефицита Г6ФД с «0» активностью имели следующий генотип: Больной А.А. – Г6ФД В (-) 563 C-T/ β^0- IVS-2-1; G-A и Больной К.Ф. – Г6ФД А (-) 376 A-G/202 G-A/ β^0- IVS-2-1; G-A. Следовательно, своевременное выявление носителей β-талассемии и гемизиготного носительства дефицита Г6ФД, а также их сочетанных дефектов с установлением генотипа мутаций позволит специалистам в дальнейшем провести квалифицированное лечение клинических проявлений и профилактику заболевания в виде медико-генетического консультирования, включая пренатальную диагностику.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аскерова Т.А., Мовсум-заде К.М., Кичибеков Б.Р. Выявление сочетанных форм гемоглобино- и энзимопатий среди новорожденных // Вопросы медицинской химии.– 1993.– № 6.– С. 51-54.
2. Мовсум-заде К.М., Расулов Э.М, Аскерова Т.А. Исследование генетической гетерогенности Г6ФД-недостаточности и β-талассемии в Азербайджане // Изв.АН Азерб.ССР. Серия биол. наук.– 1980.– № 5.– С. 99-106.
3. Мовсум-заде К.М., Расулов Э.М, Цаликова Т.П. Распространение эритроцитарных энзимопатий пируваткиназы, глюкозофосфатизомеразы, глутатионредуктаазы и глутатионпероксидазы у населения Азербайджана // Вести АМН СССР.– 1984.– № 7.– С. 48-51.
4. Расулов Э.М., Ифраимова З.Н., Ширинова И.Л. Молекулярные формы талассемии у населения двух регионов Азербайджанской ССР // Азмед-журнал.– 1990.– № 9.– С. 28-31.
5. Aksoy M., Kutlar A., Kutlar F., et al. Survey on hemoglobin variants, β-thalassemia, G6FD deficiency and haptoglobin types in Turks from western Thrace // J.Med.Genet. – 1995. V. 22.– P. 288-290.
6. Beutler E. Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency and red cell glutathione peroxidase // Blood.– 1977, V. 79.– P.467-469.
7. Fyodorov A.P., Rasulov E.M., Nasyrova F., et al. Molecular analysis of β-thalassemia in two Soviet populations / 8th World Congress on Human Genetics, USA, Washington, 1991.
8. Maniatis T., Phrig E., Sembruk D. Methods of genetic engineering. Molecular cloning, in Russia, translation from English.– M.: 1984.– 231p.
9. Movsum-zade K.M., Tsalikova T.P., Turgieva D.A. Detection of mutations in G6PD gene in Azerbaijan / 25th Silver Jubilee FEBS Meeting.– Copenhagen, Denmark, 1998.– p.156.
10. Rasulov E.M., Mamedov K. Yu., Haji-zade B. et al. Thalassemia mutant gene geographical distribution in Azerbaijan population / European Association of Gynaecologists and Obstetrians, 6th Meeting.– Moscow, 1991.– P. 101-102.
11. Westmeier R. Electrophoresis in Practice. A Guide to Methods and Applications of DNA and Protein Separation (Third Edition).– New York, 2000. – 356 p.

УДК 576·809+630:576·8+576·809+641·4

Курбанова А.А.
Азербайджанский государственный экономический университет (г. Баку)

ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ХЛЕБА ПРИ ОТНОСИТЕЛЬНО ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ

A. Kurbanova
Azerbaijan State Economic University, Baku

DEVELOPMENT OF METHODS FOR INCREASING MICROBIOLOGICAL STABILITY OF WHEAT UNDER PROLONGED STORAGE CONDITIONS

Аннотация. Проведены исследования состава микробиота образцов пшеница и муки импортной и местного производства, и выпекаемых из них хлеба с целью нахождения приемлемых способов предотвращения микробной порчи хлеба при более или менее длительных сроках хранения. Микробиологические анализы показали, что сырье хлеба и сам хлеб больше всего загрязняются спорообразующими бактериями, палочками «картофельной болезни» и плесневыми грибками. Их роль в порче хлеба достаточно велика при различных условиях и сроках хранения. Выявлено, что применение натриевой соли гидроацетатной кислоты, пропионовой кислоты, УФ-лучей, озона к тесту и поверхности хлеба сильно задерживает рост вредных для хлеба микроорганизмов и продлевает сроки его сохранения в хорошем качественном состоянии.

Ключевые слова: микробиота, сырья, хлеб, микробиологическая устойчивость, микробное заражение, хранение.

Abstract. We have studied the microbiotic composition of imported and local wheat and flour samples as well as of baked bread samples in order to prevent microbic spoilage of bread under more or less prolonged storage conditions. Microbiological analyses showed that primary products and bread itself often become 'polluted' with spore-forming bacteria, 'potato disease' bacilli and mould. Their role in bread spoiling and hardening is rather great in various terms and periods of storage. It was found that use of sodium salt of hydroacetirc acid, proprionic acid, UV rays and ozone for dough and baked bread results in slowing the further growth of detrimental microorganisms and prolongs the storage period in a good qualitative state.

Key words: microbiota, primary products, bread, microbic spoiling, microbiological stability, storage.

Анализ материалов профильной научной литературы позволяет сделать вывод, что одной из существенных естественных причин черствости, порчи и непригодности для употребления хлеба является высокий уровень загрязнения хлеба и его исходного сырья спорообразующими и другими вредными микроорганизмами во время производства, транспортировки и хранения [1; 5; 7; 9; 16]. Решение вопросов достижения высокой микробиологической устойчивости зерна, муки, теста и хлеба, продления сроков их хранения в доброкачественном состоянии является одной из важнейших задач научно-исследовательских организаций и санитарно-гигиенических служб пищевой промышленности в любой стране. И особенно тех стран, которые в известной степени зависимы от импорта пшеницы и муки, в которых каждодневное обеспечение растущего городского населения доброкачественным хлебом становится проблематичным.

Важные шаги в этом направлении предпринимаются в Республике Азербайджан по линии расширения и углубления соответствующих микробиологических исследований и усиления санитарно-эпидемиологического и государственного надзора за зерновым и мукомольным производством, при закупке и хранении зерновых продуктов, в хлебопекарной и хлеботор-

© Курбанова А.А., 2012.

говой отраслях хозяйства. В свете этих задач за последние годы нами были проведены исследования для определения состава и количества микроорганизмов в смывах образцов как привозимой в нашу страну, так и местного производства пшеницы и муки, а также выпекаемых из них хлеба в крупных хлебопекарных предприятиях г. Баку. Основная цель этих исследований состояла в изучении уровней опасности микробиотов сырья и готовой продукции хлеба для нахождения эффективных средств и способов, которые позволили бы повысить микробиологическую устойчивость хлеба при более или менее длительных сроках его сохранения в обычных условиях.

Методика

Материалами для исследования служили образцы местной пшеницы и муки, привозимой из Казахстана, которые содержались в зерно- и мукохранилищах г. Баку, а также из партий хлеба, выпускаемых в крупных городских хлебопекарнях и специально изготовляемых нами в лабораторных условиях. При этом с промежутком через 14-16 часов, 2-3, 4-5 и более суток производства хлеба устанавливались его органолептические, механические (пористость поверхности и внутренней массы) и деформационные свойства, а также другие физико-химические и биохимические показатели (сырость, кислотность, количество клейковины, ферментативная активность), которые в той или иной мере зависимы от уровня и состава микробного поражения хлеба и которые способствуют отчасти к росту микроорганизмов в его массе. В этих целях были применены общепринятые микробиологические, физико-химические и биохимические методы исследования [2; 3; 15; 17].

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенные микробиологические анализы показали, что пшеница – как импортная, так и местная, характеризуется достаточно высоким уровнем загрязнения различными видами спорообразующих бактерий и микроскопических грибков. В обследованных образцах зерна их количество составило 1,5±0,05 и 300±11,1 тысяч/г соответственно. По числу бактерий и микроскопических грибков и их спор образцы импортной пшеницы оказались более обсемененными ими, что можно объяснить наличием в них сравнительно более высокой влажности и меньшей кислотности.

Микробиологические показатели разных сортов привозной и местной муки также оказались далеко не идентичными. В образцах первого сорта импортной муки число спорообразующих бактерий не превышало 0,5±0,002 тыс/г, тогда как количество плесневых и дрожжевых грибков доходило до 100±3,8 тыс/г, а во втором сорте – до 200±7,5 тыс/г. По этим показателям аналогичные сорта муки местного производства можно считать менее загрязненными. Интересные результаты были полученные при обследовании муки по уровню заражения спороносящими бактериями, так называемой «картофельной болезни». Активность таких бактерий является важным показателем микробиологической и санитарно-гигиенической характеристики муки, теста и хлеба самых различных условий производства [16]. Нами было специально исследовано заражение муки и хлеба бактериями подобного рода (Bac.subtilis, Bac. cererus, Bas. mesentericus и т. д.) и плесневыми грибками по двум уровням колониеобразующих единиц (КОЕ $\leq 10^3$ и $>10^3$). Оказалось, что в местных сортах муки и особенно производимых в некоторых южных районах Азербайджана, где картофельные хозяйства имеют достаточно большие масштабы, уровень заражения подобными микроорганизмами сравнительно высок. Как показали наши наблюдения, отдельные штаммы Bac.subtilis (штаммы 121-44, 30-78, 541 и т.д.) вызывают более высокие уровни заражения муки и хлеба даже при небольших сроках хранения в условиях относительно невысокой влажности.

Чтобы предотвратить или уменьшить заражение хлеба микроорганизмами, вы-

зывающими его черствость и порчу при хранении в длительных сроках, необходимы, по-видимому, комплексные меры защиты, в которых сочетались бы физические, химические и другие средства и факторы, препятствующие интенсивному росту нежелательных процессов. В последние годы немало специалистов в отдельных странах работают над решением разных вопросов микробиологической защиты хлеба [5; 6; 10; 11; 14]. Как нам кажется, для нахождения более эффективных средств и способов, повышающих микробиологическую устойчивость хлеба и его сырья необходимо: во-первых, более точное определение основных источников микробного заражения сырья и хлеба, проведение и расширение комплексных идентификационных исследований по выявлению опасных для сырья и хлеба микробных вредителей; во-вторых, широкое применение на всех звеньях цепи производства сырья и хлебопечения высокотехнологических и эффективных антимикробных методов и средств, рекомендуемых учеными-специалистами данной области .

Хорошо известно, что различные закваски и дрожжи, применяемые для развития теста, по-разному влияют на сроки поддержания хлеба в доброкачественном состоянии. Скорость развития черствости и степень непригодности пшеничного хлеба, по нашим наблюдениям, очень зависимы от правильного выбора тестовых бродильных средств. При их удачном выборе, как показали лабораторные и другие исследования, можно отодвинуть время развития черствости и заплесневения хлеба в 2-3 раза [4; 8; 12; 13]. Добавление к заквaскам или тесту определенных концентраций пропионовой кислоты или натриевой соли гидроацетатной кислоты (обычно 2-5%-ные растворы) положительно влияет на устойчивость защиты хлеба от микробной порчи. Важными способами продления сроков сохранения хлеба, по данным ряда специалистов и по нашим данным, являются озонирование, облучение УФ-лучами, электроимпульсная антисептиризация зерна, муки и теста и, возможно, готового к продаже хлеба. Таким образом, наши и другие многочисленные исследования показывают, что проблема долгого сохранения хлеба в пригодным для употребления состоянии решаема, и результаты исследований в этом направлении имеют для всех отраслей хлебопроизводства важное прикладное и социальное значение.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Афанасьева О.В. Микроорганизмы – вредители хлебопекарного производства. – М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1997. – 210 с.
2. Богатырева Т.Г. и др. Пути повышения микробиологической чистоты хлеба, хлебобулочных и макаронных изделий, методы контроля. – М.: ЦНЦИТЭИ хлебопродуктов, 1994. – 40 с.
3. Быкова С.Б., Шевелева С.А. Ускоренные методы микробиологического контроля качества пищевых продуктов в системе критических контрольных точек при анализе опасных факторов // Вопросы питания. – 2000. – № 4. – С. 43-49.
4. Виталская А.В., Шин М.П. Действие мезафильных молочнокислых бактерий на устойчивость пшеничного хлеба // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1980. – № 1. – С. 29-31.
5. Кветный Ф.М. Производство хлеба длительного хранения // Хлебопродукты.– 2000.– № 2.– С. 23-27.
6. Кузнецова Л.С. Новые технологии антимикробной защиты поверхности пищевых продуктов // Пищевая промышленность. – 2001. – № 4. – С. 68-73.
7. Курбанова А.А. Вопросы микробиологического исследования хлебных изделий / Сб. статей по экологии, философии и культуре. – Баку, 1997. – С. 82-85.
8. Курбанова А.А. Некоторые характеристики и условия заражения хлеба и хлебных изделий плесневыми грибами / Материалы V научно-практической конференции. – Баку, 1998. – С. 113-115.
9. Курбанова А.А. Микрофлофа муки, хлеба, теста и мучных сладостей / Материалы конференции, посвященной 80-летию Национального НИИ медицинской профилактики. – Баку, 2002. – С. 28-30.
10. Курбанова А.А. Необходимость улучшения микробиологического и биохимического контроля в хлебопекарных предприятиях / Тезисы докладов IV Международной научной-технической конференции «Техники и технология пищевых производств». – Могилев, 2004. – С. 57.

11. Курбанова А.А. Исследование микробиологической устойчивости хлеба и хлебобулочных изделий при длительном хранении /Тезисы докладов V Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств». – Могилев, 2005. – С. 88-89.
12. Курбанова А.А. Исследование микробиологического состояния и его влияние на оплесневение хлеба // Труды Института микробиологии НАН Азербайджана. Т. IV. – Баку: Элм, 2007. – С. 155-158.
13. Курбанова А.А. Влияние загрязнения бактериальными спорами на микробиологическую устойчивость хлебобулочных изделий при их хранения // Журнал аграрных наук Азербайджана. – 2007. – № 1-2. – С. 57-68.
14. Люшинская И.И., Поташина В.С., Попова Э.К. Способы предотвращения плесневения хлеба // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1984. – № 5. – С. 36-38.
15. Моик И.В. Термо- и влагометрия пищевых продуктов. – М., 1988. – 343 с.
16. Поландова Р.Д., Боготырева Т.Г., Атаев А.А. Картофельная болезнь хлеба: проблемы и современные способы предупреждения // Хлебопечение России. – 1998. – № 4. – С.13-16.
17. Шумилин К.В. Новые озон-ультрафиолетовые установки для обеспечения высокой микробиологической чистоты // Пищевая промышленность. – 1999. – № 10. – С. 44-46.

УДК 579.02

Салманов М.А., Танайи В.Х.
Институт микробиологии НАН Азербайджана (г. Баку)

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКИ ШЕХЕРЧАЙ И ШЕХЕРЧАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

M. Salmanov, V. Tanayi
Institute of Microbiology of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku

MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE SHEHERCHAY RIVER AND SHEHERCHAY RESERVOIR

Аннотация. Впервые определена микробиологическая характеристика р. Шехерчай и созданного в 2004 г. на её долине Шехерчайского водохранилища в сезон 2009 г. Определено общее число микроорганизмов воды и грунта, количественно-качественный состав сапрофитных и некоторых физиологических групп бактерий. Установлено, что верхнее течение реки во всех сезонах года остаётся экологически стабильным. В тоже время в среднем участке она локально обогащается аллохтонным органическим веществом у населённых пунктов. До впадения в водохранилище вода восстанавливает свою стабильность, и увеличение степени сапробности не отмечается. В водохранилище развитие микробиоты тесно связано с абиотическими факторами региона и среды. Сезонное изменение численности и физиологической активности микрофлоры ярко выражается в воде, а в грунтах генерация микроорганизмов происходит слабее и плавно. Воды в реке и в водохранилище мезосапробны и мезотрофны.

Ключевые слова: фитопланктон, бактериопланктон, перифитон, аллохтон, первичная продукция, биогенные элементы.

Abstract. Microbiological characteristics of the Sheherchay river and the Sheherchay reservoir formed in the river bed in 2004 were determined for the first time for the seasonal changes of 2009. The total number of water and soil microorganisms, quantitative and qualitative composition of the saprophytic and some physiological groups of bacteria are assessed. It is shown that the upper reaches of the river are environmentally stable in all seasons. At the same time, the middle part of the river is locally enriched with allochthonous organic matter from human settlements. Before inflowing into the water reservoir, water becomes stable and the increase in the saprobic degree is not observed. In the reservoir, the development of microbiota is closely related to abiotic factors of the region and the environment. Seasonal changes in the number and physiological activity of microorganisms is most strongly manifested in the water, whereas the generation of microorganisms in the soil is less pronounced. Water in the river and the reservoir is mesosaprobic and mesotrophic.

Key words: phytoplancton, bacterio-plancton, destruction, allochthon, primary production, biogenic elements.

Река Шехерчай и созданное в 2004 в ее долине одноименное водохранилище расположены в провинции Урмия Иранской Исламской Республики. Будучи типичной горной рекой, она берет свое начало в горной гряде Загрос на высоте свыше 3500 м. Она является одной из пяти основных рек бассейна озера Урмия и формируется за счет талых и родниковых вод 16 мелких рукавов водосборной площади. Площадь бассейна реки составляет 743 км^2, из них 314 км^2 относится к средней части ее течения. Верхнее течение реки мало населено и поэтому экосистема в этой части реки относительно стабильна, так как лишена источников антропогенного воздействия. Зона верхнего, частично среднего ее течения характеризуется прохладным континентальным климатом, где река покрывается льдом в среднем на 145-155 дней при температурах воздуха, охлажденного до –32-35^{o}C. Шехерчайское водохранилище площадью 330 км^2 создано на нижнем русле реки, на высоте 1580 м. Ложе водохранилища – узкое каме-

© Салманов М.А., Танайи В.Х., 2012.

нистое ущелье со скалистыми берегами. Объем воды в нем – 215 млн м^3, из них 200 млн м^3 – полезный. Река Шехерчай по всему течению служит источником пресной воды для населения, а Шехерчайское водохранилище используется как один из источников питьевой воды для жителей г. Урмия. В нижнем бьефе предусмотрено орошение свыше 12 тыс. га посевных площадей сельского хозяйства и обеспечение местного населения питьевой водой. Водохранилище относится к водоемам руслового характера.

Материалы и методы

Сбор образцов воды и наблюдения велись посезонно в 2009 г. (февраль, май, август и ноябрь). Для сбора образцов воды и грунта, а также измерения прозрачности pH, концентрации растворенного в воде кислорода, t°C и др. параметров на реке было назначено 6 станций, а на водохранилище – 3. Кроме того, каждый раз образцы брались и в нижнем бьефе. Образцы воды отбирались стерильной стеклянной бутылкой батометра Ю.И. Сорокина [10], а донные отложения (грунт) стерильным шпателем. Прямой подсчет бактерий определялся методом А.С. Разумова [5], а в донных отложениях – способом С.Н. Виноградского [1]. Сапрофитные и физиологические бактерии выращивались на соответствующих питательных средах, составы которых указаны в лабораторных руководствах В.И. Романенко, С.И. Кузнецова [8] и А.Г. Родиной [6]. Также определялись некоторые физико-химические показатели воды.

Обсуждение полученных результатов

Установлено, что общее число микроорганизмов по прямому подсчету колеблется в больших пределах как по сезонам, так и участкам (табл. 1). Выявлено, что в воде и в грунтах минимальное количество микроорганизмов отмечается в зимнее время, а максимальное – осенью. Во всех сезонах общее число микроорганизмов возрастает по течению вниз. Согласно таблице, до населенного пункта Силвана, частично и в зоне верхнего течения до селения Банд, вода сравнительно чиста. Возрастание численности бактерий в весенне-осенние периоды, по всей вероятности, связано со смыванием аллохтонной микрофлоры почв водосборных площадей дождевой и талой водами. В связи с большим наклоном и быстрым течением воды на каменистом, с многочисленными порогами русле, в реке почти отсутствует формировавшийся ил. Для анализа брали почти мягкие наилки со дна участков, изолированных от основного потока воды. Если исключить попадание перифитонной микрофлоры в воду реки Шехерчай как зимой так и летом, то можно полагать, что вода в ней до участка Силвана находится исключительно в экологически стабильном состоянии. Примечательно еще и то, что весенне-осенние показатели численности микрофлоры в воде и грунтах почти идентичны. Кроме того, температура воды, содержание растворенного кислорода в ней также почти одинаковы. Поэтому можно полагать, что в весенне-осенних сезонах абиотические факторы в воде и в грунтах р. Шехерчай остаются стабильными.

В Шехерчайском водохранилище физико-химические свойства воды заметно отличаются от таковых речной воды. Во-первых, увеличивается прозрачность воды, что создает благоприятное условие для вегетации фитопланктона и генерации бактериопланктона. Показатели зимнего сезона, когда водохранилище покрывается льдом в устьевом участке (станция 1), по количеству микроорганизмов почти вдвое превосходит таковые в средней и предплотинной частях водохранилища (табл. 2). Характерно, что кроме среднесуточной величины первичной продукции фотосинтеза фитопланктона, все показатели микробиологических анализов в воде станции 1 (устье р. Шехерчай) оказываются максимальными по сравнению с данными, полученными в центральной и предплотинной частях водохранилища. Это, по-видимому, связано с поступлением в него органических и минеральных веществ аллохтонного характера.

Таблица 1

Изменение общего числа микроорганизмов в воде (млн/мл) и грунтах (млрд/г) р. Шехерчай по сезонам 2009 г.

№	Пункт-станции	В воде				В грунтах			
		зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень
1.	Верх с. Бардасу	0,40	1,1	1,2	2,0	0,3	0,6	1,3	0,8
2.	Ниже с. Бардасу	0,45	1,4	1,4	2,2	0,4	1,0	1,6	1,3
3.	Силвана	0,60	2,0	–	2,6	0,8	1,3	1,8	1,6
4..	Верх. течен. у сел. Банд	0,70	2,8	1,5	3,0	1,0	1,6	2,1	1,8
5.	Выход с. Банд	0,90	3,0	2,0	3,3	1,2	2.1	2.3	2,0
6.	Устье водохр.	1,10	3,3	2,6	3,4	1,6	2.3	2,6	2,2
Среднее		0,70	2,5	1,8	2,7	0,9	1,5	2,0	1,6

Таблица 2

Изменение общего числа микроорганизмов воды (млн/мл) и грунта (млрд/г) Шехерчайского водохранилища по сезонам 2009 г.

№	Станции	В воде				В грунтах			
		зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень
1.	Устье реки	1,3	3,4	2,1	3.2	1,4	2,4	2,1	1,3
2.	Середина	0,6	1,9	1,6	2,4	1,1	2,0	1,6	1,0
3.	Предплотинная часть	0,8	2,0	1,7	2,1	1,2	1,9	1,3	1,2

Сравнение среднесезонных и среднегодовых количеств микроорганизмов в воде и грунтах в реке и водохранилище дало почти одинаковые результаты. Как указано выше, в отличие от физических качеств вод в реке и водохранилище, в численности микроорганизмов резких колебаний или отличий не наблюдается. Можно полагать, что поступившие в среднем и предустьевом участках аллохтонное органическое вещество большей частью минерализуется в реке по течению до водохранилища. Если основным органическим субстратом в речной воде является аллохтонное вещество и оно минерализуется в верхнем бьефе, то надо признать, что в самом водохранилище источником энергетического материала является автохтонное органическое вещество, образующееся фотосинтезом фитопланктона.

Для определения степени сапробности, характера присутствующих в воде и грунтах органических веществ, глубину их минерализации-распада изучен количественно-качественный состав сапрофитных бактерий как в реке, так и в водохранилище посезонно. Выявлено, что количество сапрофитных бактерий сильно колеблется по сезонам года (табл. 3). Как видно из таблицы, в зимний сезон количество сапрофитов в воде в 10-15 раз меньше таковых весной и летом соответственно. В общей численности микроорганизмов в воде, по прямому подсчету, зимний показатель оказался меньше летне-весеннего лишь в 2 раза. В донных отложениях количество сапрофитных бактерий варьируется в пределах 1,4 (зима) – 2,7 млн/г (лето). Как видно, разница между минимальным и максимальным значениями оказалась двукратной. Таким образом, судя по резкому изменению численности сапрофитных бактерий в один и тот же период в воде и в грунтах (на одних и тех же пунктах-станциях), можно предположить, что зимою, в период покрытия воды льдом, открытая подпитка воды аллохтонным органическим веществом почти прекращается. А в донных отложениях органического вещества, причем

его трудно минерализуемых компонентов, всегда оказывается гораздо больше, чем в воде [4; 9]. В тоже время процентное соотношение спорообразующих форм выросших колоний сапрофитных бактерий к общей их численности, с одной стороны, может определить степень сапробности, тип трофики водоема и глубину распада энергетического материала как в воде, так и в грунтах [3; 4]. Как видно из табл. 3, самый большой процент спорообразующих форм из выросших сапрофитов отмечается в зимние месяцы. Кроме того, путем сравнения соотношения числа сапрофитных бактерий к общей численности микроорганизмов по прямому подсчету, также можно оценить чистоту воды [2; 7].

В отличие от реки, в водохранилище количество сапрофитных бактерий изменяется по сезонам года более плавно и как в воде, так и в донных отложениях распределяется почти равномерно (табл. 4). Характерно, что как в р. Шехерчай, так и в Шехерчайском водохранилище отмечается резкое возрастание количества сапрофитных бактерий в воде от зимы к весне. Если в воде реки и водохранилища зимнее среднесезонное число сапрофитных бактерий увеличивается весной 12-15 раз, то в донных отложениях весенние показатели превосходят зимние лишь в 2 раза. В тоже время процент спороносных форм выросших сапрофитных бактерий в воде на 10% меньше. Поэтому можно предполагать, что орга-

Таблица 3

Изменение количества и процента споровых форм сапрофитных бактерий в воде (тыс/мл) и грунтах (млн/г) р. Шехерчай по сезонам 2009 года

Пункт станции	В воде								В грунтах							
	зима		весна		лето		осень		зима		весна		лето		осень	
	К[1]	П[2]	К	П	К	П	К	П	К	П	К	П	К	П	К	П
1.	0,1	92	2,0	81	2,5	73	1,8	82	0,9	96	2,0	83	2,6	78	1,6	86
2.	0,12	89	2,2	80	2,8	66	2,0	80	1,1	92	2,2	82	2,4	76	1,3	85
3.	0,2	86	2,4	76	3,6	71	2,2	81	1,3	90	2,6	80	–	–	1,6	83
4.	–	–	3,0	78	3,9	68	2,6	80	1,6	90	3,1	76	2,6	73	2,2	80
5.	0,3	91	3,6	76	4,4	62	3,1	80	–	–	3,4	78	3,3	70	3,1	80
6.	0,3	88	4,1	70	4,6	60	3,3	76	2,1	88	3,8	74	3,5	70	3,3	74
Ср.	0,2	88	2,8	74	3,6	68	2,5	80	1,4	90	2,6	80	2,7	70	2,0	82

Примечание: К – количество;
П – процент (%) споровых форм.

Таблица 4

Изменение количества и процента споровых форм сапрофитных бактерий в воде (тыс/мл) и в грунтах (млн/г) Шехерчайского водохранилища по сезонам 2009 г.

Пункт станции	В воде								В грунтах							
	зима		весна		лето		осень		зима		весна		лето		осень	
	К	П[1]	К	П	К	П	К	П	К	П	К	П	К	П	К	П
1.	0,3	92	3,0	86	3,2	76	2,3	92	1,3	96	2,6	86	3,2	80	1,8	86
2.	0,2	93	2,3	84	3,0	74	2,2	80	1,0	96	2,1	84	3,0	79	1,6	81
3.	0,3	94	2,0	87	2,6	75	2,0	78	1,2	94	1,6	91	3,0	81	1,7	78

*Примечание:*1 – см. табл. 3

ническое вещество в воде минерализуется прежде, чем в донных отложениях.

Кроме вышеизложенного, в воде и в грунтах одновременно определено численное распределение бактерий из физиологических групп – аэробных целлюлозо разлагающих, азотфиксирующих, денитрифицирующих *Clostridium pasteurianum* и сульфатредуцирующих. В воде реки и воде хранилища целлюлозоразлагающие (аэробы) выделялись из всех образцов, количество которых не превышало 100 в 1 мл. В тоже время в водохранилище возрастание числа целлюлозоразлагающих легко определяется в летне-осенние месяцы, когда они составляют концентрацию свыше 1000/мл. В грунтах реки Шехерчай число целлюлозоразлагающих, в среднем, в 10 раз меньше таковых в грунтах водохранилища и составляет 500-600/г. Весьма слабо развит свободноживущий аэробно азотфиксирующий – *Azotobacter*. Из образцов речных вод в 50% не удалось отметить наличие этих бактерий. А в водохранилище *Azotobacter* легко выделялся в количестве 60-80/мл из прибрежных вод, где отмечается развитие высшей водной растительности. Характерно, что в водохранилище отмечается сравнительно широкое распределение анаэробно-азотфиксирующих – *Cl. pasteurianum*. Будучи анаэробными по дыханию, они легко выделялись даже из образцов поверхностных слоев воды. Так, в водохранилище, в районе 1 станции, летом они составляли 1000/мл. Интересно, что в придонной воде увеличение числа *Cl. pasteurianum* не наблюдалось. Денитрификаторы в воде р. Шехерчай отмечались лишь в летний период в количестве 10/мл. В воде Шехерчайского водохранилища основным биотопом денитрифицирующих бактерий являются донные отложения. Максимум этих бактерий отмечается летом, когда их концентрация составляет 100 тыс/г.

Примечательно, что в отличие от *Cl. pasteurianum* и денитрифицирующих, сульфатредуцирующих в воде р. Шехерчай отметить не удалось. В грунтах реки они отмечались в 4-х из шести в летний период. Количество этих строго анаэробных в речных донных отложениях не превышает 90-110/г. В воде Шехерчайск ого водохранилища сульфатредуцирующие отмечались лишь в воде придонных слоев. Причем с возрастанием глубин увеличивалась и численность этих бактерий. Например, в воде 1-ой станции (с глубиной 3 м) обнаружено 9/мл, а в районе 2 и 3 станций, с глубинами 34 и 61 м, число бактерий составляет 100 и 160/мл соответственно.

В заключение можно констатировать, что верхнее течение реки Шехерчай экологически стабильно. Подвергаясь антропогенному воздействию на среднем участке, она восстанавливается путем самоочищения по течению. Исходя из численности микробиоты воды и грунта, р. Шехерчай можно отнести к олиготрофным водоемам. В Шехерчайском водохранилище общее число всей микробиоты не превышает показателей водоемов мезотрофного типа. В водохранилище развитие бактериопланктона и бактериобентоса сбалансировано, и в его бассейне нет стационарно-антропогенновлияющих источников. В газово-килородном режиме напряжения не отмечались. Также не наблюдалось в водохранилище «цветение воды» и процессы антропогенного эвтрофирования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Виноградов С.Н. Почвенная микробиология: лабораторное руководство.– М.: изд-во АН СССР, 1952.– 180 с.
2. Горбенко Ю.А. О наиболее благоприятном количестве «сухого питательного агара» в средах для культивирования сапрофитных микроорганизмов // Микробиология.–1961. Т. 30. Вып. 1.– С. 168-172.
3. Кузнецов С.И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах.– М.: изд-во АН СССР, 1952.– 300 с.
4. Кузнецов С.И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность.– Л.: «Наука», 1970.– 440 с.
5. Разумов А.С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха // Микробиология.–1932. Т. 1.– С. 131-146.
6. Родина А.Г. Методы водной микробиологии.– Л.: «Наука», 1965.– 354 с.
7. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах.–Л.:«Наука»,1985.– 295 с.

8. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: лабораторное руководство. – М.: «Наука», 1974.– 194 с.
9. Салманов М.А. Вопросы экологической безопасности трансграничных рек Азербайджана // Мат. lll конф. РЭЦ Кавказа.– Тбилиси, 2003.– С. 210-216.
10. Сорокин Ю.И. Вопросы методики отбора проб при изучении водной микробиологии // Океанология.–1962. Т. ll, Вып. 5.– С. 188-197.

УДК 597:504.4.054

Сафиханова Х.М., Оруджева А.М., Рустамов Э.К.
Институт физиологии им. А.И. Караева НАН Азербайджана (г. Баку)

ГИСТОПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЖАБЕРНОЙ ТКАНИ У САЗАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЫРОЙ НЕФТИ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ

Kh. Safikhanova, A. Orudjeva, E. Rustamov
A.I. Karaev Institute of Physiology of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku

HISTOPATHOLOGICAL CHANGES IN THE CARP GILL TISSUE AS A RESULT OF EXPOSURE TO HIGH CONCENTRATIONS OF CRUDE OIL

Аннотация. Показано воздействие высоких концентраций сырой нефти 100, 300, 500 мг/л с месторождения «Нефтяные камни» на клетки жаберной ткани куринского сазана. Нарушения были отмечены как в состоянии первичных ламелл, так и в организации вторичных ламелл. В зависимости от концентрации и экспозиции, наиболее ранними сдвигами в организации жаберной ткани были отрыв дыхательного эпителия от кровеносного комплекса вторичных ламелл, что приводило к геморрагии в жабрах и увеличение числа эпителиальных клеток. Кроме того, наиболее общие нарушения: гипертрофия эпителиальных клеток, разрыв целостности эпителиальной оболочки ламелл, телангиэктазия, стасис (аневризм).

Ключевые слова: гистопатология, структура жабр, сырая нефть, куринский сазан.

Abstract. The effect of high concentrations of crude oil (100, 300, 500 mg/l) from the 'Oil Rocks' field on the cells of the gill tissue of Kura carp is shown. Violations were found in the state of the primary lamellae and in the organization of secondary lamellae. Depending on the concentration and exposure, the earliest changes in the organization of the gill tissues were characterized by the separation of respiratory epithelium of the blood complex of secondary lamellae, leading to hemorrhages in the gills and an increase in the number of epithelial cells. In addition, the most common violations were hypertrophy of the epithelial cells, epithelial membrane integrity gap lamellae, telangiectasis, stasis (aneurysm).

Key words: histopathology, structure of gills, crude oil, Kura carp.

Сырая нефть является одним из наиболее часто встречающихся органических загрязнителей водной среды. В случаях её присутствия в концентрациях выше предельно допустимых, она становится крайне опасной для живых организмов, включая рыб [3; 7; 8; 18; 20]. Токсические концентрации сырой нефти в природе происходят как во время её выхода на поверхность суши или дна водоёма так и, чаще всего, во время добычи нефти и её транспортировки [4]. Жабры рыб, представленные тонкими многочисленными выростами, имеющими огромную площадь (свыше 90 % от общей поверхности тела рыб), находятся постоянно в тесном контакте с водой [1; 21]. Вследствие постоянного контакта с окружающей средой, жабры

© Сафиханова Х.М., Оруджева А.М., Рустамов Э.К., 2012.

являются главной мишенью водных загрязнителей и основным местом их поглощения. В связи с этим происходят нарушения ряда физиологических процессов, что естественно приводит к сдвигам в структуре дыхательной поверхности жабр, выражающиеся в изменениях её гистологического строения [2; 5; 13; 19]. Объектом исследования были куринские сазаны, являющиеся одним из видов распространённых промысловых рыб Каспия. В настоящее время во многих рыборазводческих хозяйствах сазан выращивается до товарного вида. Целью работы было изучение воздействия сырой нефти высоких концентраций на жаберную ткань сазана.

Материал и методика

Работа проводилась на молоди сазана (Cyprinus carpio), выращенной на Хыллинском рыбоводном заводе (Нефчалинский район, Азербайджан). Возраст подопытных рыб 6 месяцев, вес – 33,1- 41,6 г, длина – 19,5-25,4 см. Все рыбы (120 особей) содержались в ёмкостях объёмом 200 л с проточной водой при температуре 21-23°, их кормили олигохетами и мотылём в достаточном количестве. Для проведения гистопатологических опытов рыб брали из одной партии и распределяли по специальным аэрируемым рыбоводным ваннам объёмом 40 л по группам, каждая из которых состояла из 15 особей. Одна группа – контрольная, содержалась в воде без добавления сырой нефти. Остальные группы рыб содержались в загрязнённой воде с концентрацией сырой нефти 100, 300, 500 мл/л в течение 5, 10 и 15 суток. Сырая нефть была с месторождения «Нефтяные камни». Нарушения, имеющие место в жаберной ткани, изучались с помощью гематоксилин-эозиновой методики. Жабры заливали в парафин, затем резали на роторном микротоме (Leica 2245), срезы толщиной 7 мкм окрашивали двумя красителями: гемотоксилином по Майеру и эозином. Изучение окрашенных срезов проводили под световым микроскопом NU2 (Carl Zeiss, Jena), фотографирование – цифровой камерой Canon J-9.

Результаты

Жаберный аппарат у сазана, как и у других костистых рыб, представлен четырьмя парами жаберных дуг. Каждая жаберная дуга несет на себе два ряда лепестков, или первичных ламелл. Каждая первичная ламелла несёт на себе поочерёдно расположенные лепесточки, или вторичные ламеллы. Первичные и вторичные ламеллы покрыты оболочкой из эпителиальных клеток. Именно эпителиальные клетки вторичных ламелл, выполняющие основную функцию жабр – газовый обмен, называются дыхательным эпителием. Морфологическая организация как вторичных, так и первичных ламелл у контрольной группы рыб какой-либо выраженной патологии не имела (рис. 1), не считая изредка встречающиеся незначительные утолщения эпителиального слоя вторичных ламелл и их соприкосновение. Следует отметить, что вторичные ламеллы, расположенные на дистальном конце первичных ламелл, большей частью являются слитными между собой.

На пятые сутки воздействия сырой нефти при концентрации 100 мг/л в жаберной ткани у испытуемых рыб наблюдается отрыв дыхательного эпителия от поверхности отдельных вторичных ламелл (рис. 2), увеличение числа эпителиальных клеток на поверхности лепесточков – гиперплазия, которая происходит как вдоль ламеллы, так и на её вершине (clubbing). При воздействии сырой нефти в концентрации 300 мг/л в те же сроки (5 суток) отмечается процесс усиления гиперплазии, гипертрофия дыхательных эпителиальных клеток и слияние вершинок отдельных вторичных ламелл (рис. 3). При дальнейшем повышении концентрации сырой нефти в воде до 500 мг/л в жаберной ткани подопытных рыб было отмечено усиление неконтролируемой пролиферации эпителиальных клеток как первичных, так и вторичных ламелл, увеличение числа разрывов эпителиальной оболочки, инфильтрация форменных элементов крови, отмечается появление эозинофилов в межламелярном пространстве. Наблюдается

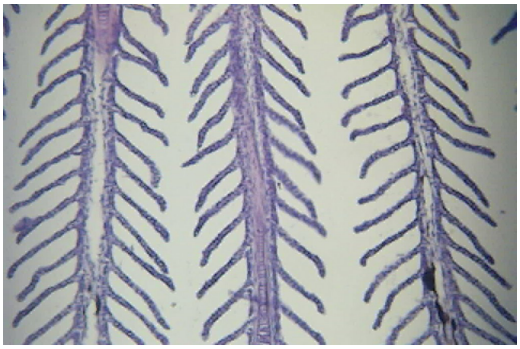


Рис. 1. Нормальная организация жабр у контрольной группы рыб

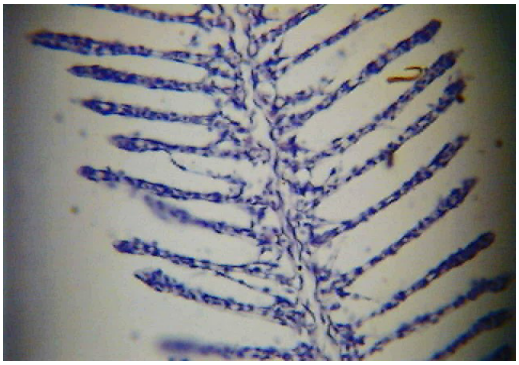


Рис. 2. Отрыв дыхательного эпителия

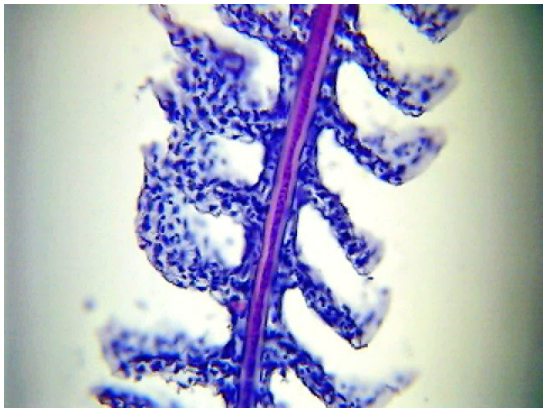


Рис. 3. Гиперплазия вторичных ламелл

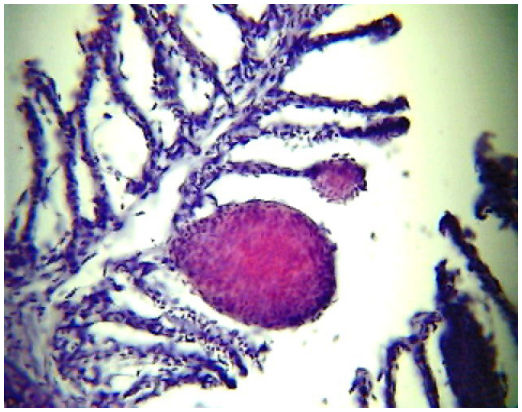


Рис. 4. Аневризм (Стасис)

также увеличение числа слияний соседних вторичных ламелл.

Воздействие сырой нефти в течение 10 суток проявило следующую картину. При её концентрации 100 мг/л в жаберной ткани отмечается гипертрофия клеток респираторного эпителия, как локальная гиперплазия эпителиальных клеток, так и тотальная, охватывающая целиком всю поверхность жаберных лепесточков; слияние нескольких лепесточков между собой и отдельные случаи геморрагии во вторичных ламеллах. При концентрации сырой нефти 300 мг/л к вышеперечисленным нарушениям прибавляются, не считая усиления выраженности патологии относительно воздействия 100 мг/л, расстройства сосудистой системы, проявляющиеся в виде отёков и застоя крови – аневризмы (рис. 4). При концентрации сырой нефти 500 мг/л – гиперплазия и пролиферации охватывают достаточно большое число как первичных, так и вторичных ламелл, разрыв и отшелушивание эпителиальных клеток с поверхности лепесточков; геморрагию. Следует отметить, что наряду с увеличением числа эпителиальных клеток на лепесточках и утолщением стенок первичных ламелл, в жаберной ткани некоторых особей отмечены, наоборот, утоньшение эпителиального слоя и укорочение длины лепесточков. Сохраняется инфильтрация форменных элементов крови.

На 15 сутки нахождения рыб в воде, загрязнённой сырой нефтью при концентрации 100 мг/л, в жаберной ткани были отмечены нарушения, включающие: усиленное разрастание эпителиальных клеток с погру-

жением в них лепесточков и их сплошное слияние; отшелушивание эпителиальных клеток с поверхности лепесточков и искривление вторичных ламелл. При увеличении концентрации сырой нефти до 300 мг/л число искривлённых лепесточков возрастает; отмечается присутствие мест некроза ткани; отшелушивание эпителиальных клеток, значительное число искривлённых и анормальных лепесточков. При концентрации 500 мг/л наблюдается сплошное поражение жаберной ткани. В самой ткани отмечены многочисленные искривления и утолщения вторичных ламелл, отшелушивание дыхательного эпителия, оголение (исчезновение дыхательного эпителия с поверхности лепесточков).

Обсуждение

В настоящем исследовании было изучено воздействие высоких концентраций сырой нефти (м/р «Нефтяные камни») на жаберную ткань молоди куринского сазана. Изменения в жаберной ткани рыб считаются наиболее показательной реакцией организма на загрязнённость окружающей среды [8; 19]. Первой реакцией жаберной ткани на воздействие поллютанта у исследованных рыб было: отрыв дыхательного эпителия от поверхности ряда вторичных ламелл и разные формы гиперплазии. Как и у сазана, у трахинотуса (Trachinotus carolinus) первой отмеченной патологией при воздействии острых концентраций одного из производных сырой нефти явился отрыв дыхательного эпителия с поверхности вторичных ламелл [19].

Другая работа, проведённая на молоди зелёного эпинефелуса (Epinephelus coioides) по воздействии высоких концентраций взвешенных частиц (рассматривалась плотность этих частиц в воде как один из важных параметров качества воды [10]) на жаберную ткань, показала нарушения в организации жаберной ткани, как и в настоящем эксперименте: отторжение респираторного эпителия, гиперплазия и уменьшение (редукция) эпителиального слоя [9]. Ранней реакцией жабр на токсикант (хлорпродуцирующий оксидант) являлось отторжением (отставание) эпителиального слоя от поверхности вторичных ламелл (от пиллярных клеток), что было также отмечено и у лейостомуса (Leiostomus xanthurus). Как отмечается в работе, данная форма реакции не была приурочена к какому-либо одному месту на вторичных ламеллах, а охватывала почти всю поверхность вторичной ламеллы [14].

При воздействии высоких концентраций сырой нефти (300, 500 мг/л) в жаберной ткани сазана имели место сильные изменения, такие, как искривление и аномальность вторичных ламелл, их слияние, появление разного рода разрастания эпителиального слоя на поверхности обеих ламелл или их оголение. Сходные изменения в жаберной ткани молоди сазана показало при воздействии на неё очень высоких концентраций хрома и времени его воздействия. В жаберной ткани этих рыб отмечалось: утолщение дыхательного эпителия особенно на концах вторичных ламелл (clabling); слияние соседних вторичных ламелл (fusion); скручивание вторичных ламелл (curling); отторжение эпителиального слоя (lifting) и некроз ткани [16]. Такие же сильные изменения были обнаружены в жабрах при воздействиях острых концентраций одного из производных нефти – дизельного топлива. Так, у ханоса (Chanos chanos) в жаберной ткани наблюдаются: лифтинг эпителиального слоя с поверхности вторичных ламелл, их слияние, отёк, анормальная форма вторичных ламелл, гипертрофия клеток жаберной ткани, а также застой крови на дистальных концах вторичных ламелл (telangiestasiya) и отшелушивание эпителиальных клеток [11]. Как видно из полученных данных и из литературных источников, наиболее часто встречающемся нарушением в жаберной ткани при действии поллютанта является лифтинг – отхождение эпителиальной оболочки от поверхности вторичных ламелл. Затем по частоте следуют: слияние вторичных ламелл, их гиперплазия и внутренний отёк. Предполагается, что упомянутые повреждения являются основной реакцией жабр на гидрокарбонаты [17; 19]. Все эти изменения

нарушают газовый обмен и вызываются высокими дозами загрязнителя [19] и в основном они рассматриваются как защитная реакция организма [12]. Предполагается, что стасис или застой крови в жаберных капиллярах проявляется при очень высоких концентрациях поллютантов, например, производных нефти и приводит к нарушению как газового, так и ионного обмена, что в конечном итоге может привести к смерти организма [6]. По мнению ряда авторов, такие патологии, как некроз, полная потеря дыхательного эпителия вторичных ламелл, считаются, как правило, необратимыми [15; 19].

Таким образом, изменения (нарушения), найденные в жаберной ткани сазана в результате воздействия одноразовых высоких концентрациях сырой нефти, позволяют оценить степень её действия в зависимости от времени воздействия. Кроме того, несмотря на неспецифичность повреждений, гистологический анализ на рыбах позволяет иметь достаточно действенный инструмент для оценки качества окружающей среды, особенно, после случающихся по разным причинам выбросов или утечки сырой нефти и её продуктов в открытые акватории.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аминева В.А., Яржомбек А.А. Физиология рыб. – М: Лёгкая и пищевая промышленность, 1984. – 200 с.
2. Джомерт С.Р., Касимов Р.Ю., Рустамов Э.К. Кратковременное воздействие сырой нефти на печёночную и жаберную ткани бычка-песочника Neogobius fluvitalis Palla // Известия АН Грузия. Серия биол. А, 2009б. Т. 35б, № 5-6. – С. 457-465.
3. Касимов Р.Ю., Рагимова Н.Г., Рустамов Э.К. Влияние нефтяного загрязнения на рыб Каспийского моря. I. Ранние этапы развития // Известия АН Азербайджана – 2000. – № 4-6. – С. 138-151.
4. Мехтиев А.Ш., Гюль А.К. Техногенное загрязнение Каспийского моря. – Баку: «Элм», 2006. – 180 с.
5. Рустамов Э.К., Касимов Р.Ю., Рагимова Н.Г. Влияние нефтяного загрязнения на рыб Каспийского моря. II. Поздние этапы развития // Известия АН Азербайджана.– 2000.– № 4-6.– С. 183-191.
6. Ahmad I., Pacheco M., Santos M.A. Naphthalene-induced differential tissue damage association with circulating fish phagocyte induction // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2003. – v. 54(1). – P. 7-15.
7. Akaishi F.M., de Assis H.C., Jakobi S.C, Eiras-Stofella D.R., St-Jean S.D., Courtenay S.C., Lima E.F., Wagener A.L., Scofield A.L., Ribeiro C.A. Morphological and neurotoxicological findings in tropical freshwater fish (Astyanax sp.) after waterborne and acute exposure to water soluble fraction (WSF) of crude oil // Arch Environ Contam Toxicol. – 2004. – V. 46(2). – P. 244-253.
8. Au D.W.T. The application of histo-cytopathological biomarkers in marine pollution monitoring: a reiew // Marine Pollution Bulletin. – 2004, v.48. – P. 817-834.
9. Au D.W.T., Pollino C.A., Wu R.S.S., Shin P.K.S.., Lau S.T.F., Tang J.Y.M. Chronic effects of suspended solids on gill structure, osmoregulation, growth, and triidothyronine in juvenile green grouper Epinephelus coioides // Marine ecology progress series. – 2004. – V. 266. – P. 255-264.
10. Total suspended solids // Canadian Environmental Quality Guidelines, Environment Canada. – Ottawa: CCREM (Canadian Council of Resource and Environment Ministers), 1987.
11. Hesni M.A., Savari A., Sohrab A.D., Mortazavi M.S. Gill histopathological changes in milkfish (Chanos chanos) exposed to acute toxicity of diesel oil // World Applied Sciences Journal. – 2011. – V. 14(10). – P. 1487-1492.
12. Mallatt J. Fish gill structural changes induced by toxicants and other irritants: a statistical review // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 1985. – V. 42(4). – P. 630-648.
13. Mataqueiro M., Nakaghi S., Souza P., Cruz C., Oliveira G., Urbinati E. Histolopathological changes in the gill, liver and kidney of pacu (Piaractus mesopotamicus, Holmberg, 1887) exposed to various concentrations of trichlorfon // J. Appl. Ichthyol. – 2008, v. 25. – P. 124-127.
14. Middaugh D.P., Burnet L.E., Couch J.A. Toxicological and physiological responses of the fish, Leiostomus xanthurus, exposed to chlorine produced oxidants // Estuaries. – 1980. – V. 3 (2). – P. 132-141.
15. Pacheco M., Santos M.A. Biotransformation, genotoxic and histopathological effects of environmental contaminants in European eel (Anguilla Anguilla L.) // Ecotoxicology and Environmental Safety.– 2002. V. 53(3). – P. 331-347.
16. Parvathi K., Sivakumar P., Sarasu C. Effects of chromium on histological alterations of gill, liver and kidney of fresh water teleost, Cyprinus carpio (L.) // Journal of Fisheries International. – 2011. – V. 6(1). – P. 1-5.

17. Prasad M.S. SEM study on the effects of crude oil on the gills and airbreathing organs of climbing perch Anabas testudineus // Bulletin of Environmental Contamination Toxicology. – 1991. – V. 47(6). – P. 882-889.
18. Salamat N., Zarie M. Using of fish Pathological alterations to assess pollution: a review // World journal of fish and marine sciences. – 2011. V. 4(3). – P. 223-231.
19. Santos T., Gomes V., Passos J., Rocha A, Salaroli R, Ngan P. Histopathological alterations in gills of juvenile Florida pompano Trachinotus carolinus (Perciformes, Carangidae) following sublethal acute and chronic exposure to naphthalene // Pan-American Journal of Aquatic Sciences. – 2011. V. 6(2). – P. 109-120.
20. Schwaiger J, Wanke R., Adam S., Pawert M., Honnen W., Triebskorn R. The use of histopathological indicators to evaluate conminantrelated stress in fish // Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery. – 1997. V. 6. – P. 75-86.
21. Wilson J.M., Laurent P. Fish gill morphology: inside out // Journal of experimental zoology. – 2002. V. 293. – P. 192-213.

УДК 577.151.05+ 575.857

Цветков И.Л., Поликарпова Л.В., Дроганова Т.С., Коничев А.С.
Московский государственный областной университет

КОНСТАНТА МИХАЭЛИСА КАК БИОХИМИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ВНУТРИВИДОВОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ МОЛЛЮСКОВ

I. Tsvetkov, L. Polykarpova, T. Droganova, A. Konichev
Moscow Regional State University

MICHAELIS CONSTANT AS A BIOCHEMICAL CRITERION OF INTRASPECIFIC DIFFERENTIATION OF RIVER SNAILS

Аннотация. Исследован характер изменчивости константы Михаэлиса (Km) кислой фосфатазы и ДНКазы у пресноводного моллюска живородки речной (*Vivivparus viviparus* L.), собранного в естественных водоемах Московской области. Эта изменчивость была использована нами в качестве маркера дифференциации при анализе причин межпопуляционного полиморфизма моллюсков. Кластерный анализ позволил верифицировать избранный дифференциатор и предположить, что он указывает не столько на территориальную удаленность популяций и возможность их взаимопроникновения, сколько на зависимость от условий обитания в соответствующих водоемах. Показано, что обитание моллюсков в сходных условиях приводит к увеличению степени сходства Km даже у полностью изолированных популяций.

Ключевые слова: кислая фосфатаза, дезоксирибонуклеаза, константа Михаэлиса, внутривидовой полиморфизм, пресноводный моллюск.

Abstract. We studied the character of the Michaelis constant (KM) variability of acid phosphatase and DNase in river snails (Vivivparus viviparus L.) collected in the natural waters of the Moscow region. This variability was used as a differentiation marker in order to analyze the reasons of interpopulation polymorphism in this molluscan family. Cluster analysis allowed us to verify the chosen differentiator and to assume that it refers not only to the territorial remoteness of populations and the possibility of their interpenetration but also to their dependence on the environmental conditions in the corresponding reservoirs. It was shown that the degree of KM similarity increases among completely isolated populations living in similar conditions.

Key words: acid phosphatase, deoxyribonuclease, Michaelis constant, intraspecific polymorphism, freshwater snail.

© Цветков И.Л., Поликарпова Л.В., Дроганова Т.С., Коничев А.С., 2012.
Работа выполнена на средства гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых МД1168.2011.4.

Биохимические параметры гидробионтов уже давно применяются для описания патологических изменений в организме вследствие неблагоприятных воздействий среды. Среди этих параметров качественный состав белков, липидов, полисахаридов, количество РНК, концентрация определенных ключевых метаболитов, но ведущую позицию в характеристике метаболизма заслуженно занимают ферменты. Активность и множественные формы различных ферментов считаются важнейшими диагностическими признаками для выявления системных заболеваний в медицине и ветеринарии, а также служат маркерами стресс-реакции животных при токсическом воздействии на них [5]. Однако аналогичным образом выявить и интерпретировать реакцию в природных популяциях практически невозможно. Само существование статистически достоверной нормы для биохимического маркера, в частности активности определенных ферментов в популяциях, может быть сомнительным, не говоря уже о выявлении отклонений от этой нормы вследствие изменений условий обитания.

Решение этой проблемы заключается в использовании совершенно иных биохимических параметров, более относящихся к генетически обусловленной структуре фермента, чем к особенностям его функционирования в различных условиях среды, а следовательно, характеризующего не столько стресс-реакцию организма, сколько историю существования популяции в новых или постоянно меняющихся условиях обитания. Традиционно относятся к таковым, в первую очередь, наборы множественных форм ферментов (в том числе изозимов и аллозимов, отражающих определенное сочетание генов и их аллелей). Но последние, чаще всего, высоко консервативны, по крайней мере, у близко расположенных популяций и тем более внутри отдельной популяции.

На основании результатов проведенных нами исследований мы предлагаем новый критерий внутривидовой дифференциации, отражающий реакцию на условия обитания, а именно константу Михаэлиса (Km), которая позволяет с высоким разрешением изучать индивидуальную изменчивость внутри популяций и межпопуляционный полиморфизм в природных экосистемах [3; 4]. Изучение процесса возникновения изменчивости на биохимическом уровне и ее направленности в связи с определенными условиями обитания является целью данной работы.

Материалы и методы

Материалом служили моллюски живородки речной (*Viviparus vivparus* L.), которые собирались в различных водоемах Московской области в июле-августе 2011 г. Станции сбора располагались на правом берегу реки Вязь (Пушкинский р-он, с. Тишково, станция № 1), на правом берегу реки Мжуть (Можайский р-он, пос. Колычево, станция № 2), в ручье возле лесного массива на окраине дачного посёлка севернее Фрязино (станция № 3) и по берегам искусственной запруды на реке Любосеевка (ст. «Фрязино-Пассажирская» Ярославской ж/д, станция № 4).

Группу особей, собранных в одном месте, препарировали индивидуально. Из пищеварительной железы каждого моллюска получали экстракт водорастворимых белков путем гомогенизации с 10-кратным объемом 0,15M NaCl и последующим центрифугированием при 10000 g и 4°C для освобождения от клеточного дебриса. Концентрацию белка в полученных экстрактах определяли методом Лоури [9], активность кислой фосфатазы (КФ) – спектрофотометрически с *p*-нитрофенилфосфатом в качестве субстрата в 50 мМ ацетатном буфере (оптимальный pH 4,0) [8], активность дезоксирибонуклеазы (ДНКазы) – самостоятельно разработанным методом с флюоресцентно-меченым олиго-дцДНК в качестве субстрата в 50 мМ ацетатном буфере (оптимальный pH 4,2) [6].

Km ферментов определяли с серией растворов субстрата концентрацией от 0,01 мМ до 2 мМ для КФ и от 0,1 до 4 мкМ для ДНКазы. Установленную таким образом зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата линеаризовали по

методу Лайнуивера-Берка (с использованием MS Excel). Это преобразование позволяет наиболее точно установить величины максимальной скорости реакции и Km [1].

Характер внутривидовой (межпопуляционной) дифференциации моллюсков выявляли с помощью метода кластерного анализа (с использованием Statistica 6.0), используя для этого значения Km ферментов, полученные во всех повторных измерениях для всех проанализированных особей вне зависимости от принадлежности к определенной выборке.

Результаты и обсуждение

Активность ферментов живородки различается у отдельных особей столь значительно, что использовать этот биохимический параметр непосредственно в качестве дифференциатора оказалось невозможно. В тоже время величины Km для тех же особей оказались более однородными внутри выборок, а между выборками достоверно отличались друг от друга (см. табл.). Эти отличия и были нами использованы для количественной характеристики сходства особей моллюсков, собранных на разных станциях сбора материала (см. рис.).

Важно отметить, что объединение определенных вариаций в кластеры, которое совпадает с выборками особей из популяций на соответствующих станциях сбора моллюсков (по 6 шт. с каждой), т. е. данными *a priopi,* объективно указывает на правомерность примененного нами метода оценки генетической близости и адекватность использованного биохимического критерия. Действительно, особи с 1 по 6 (Var 1–Var 6), собранные на станции 1, формируют свой кластер на дендрограмме, а особи с 7 по 12 (Var 7–Var 12), собранные на станции 2, – другой. Генетическая близость особей внутри одной популяции очевидна и не требует доказательств, однако, что наиболее важно в нашем случае, она дает возможность верифицировать статистический метод и биохимический критерий, примененный нами для ее оценки.

В тоже время взаимоотношения между кластерами – группами особей из отдельных популяций, характер их дифференциации на дендрограмме требует дополнительного обсуждения. В частности, наиболее интересны причины генетической близости особей, собранных на станциях 1 и 4 (реки Вязь и Любосеевка, соответственно), весьма удаленных друг от друга географически и не имеющих единого водотока, по которому могли бы мигрировать моллюски. Кроме того, полиморфизм особей по величинам Km КФ и ДНКазы в обоих водоемах сравнительно низок – отдельные особи практически не отличаются между собой (Var. 1, 3 и 5, Var. 2 и 4, Var. 19, 20, 23 и 24 – см. рис. 2), что должно указывать на последствия прохождения популяции через «бутылочное горло» естественного отбора (а именно стабилизирующего отбора) и может свидетельствовать о вероятном неблагополучии существования живородки в этих водоемах. Это предположение не исключает

Таблица

Статистические данные о Km ферментов живородки речной

Станция сбора	Кислая фосфатаза			ДНКаза		
	Km, 10^{-3} М	Средняя ошибка ±m	Коэфф. Стьюдента t	Km, 10^{-6} М	Средняя ошибка ±m	Коэфф. Стьюдента t
1	0,092	0,001	67,439	0,428	0,008	87,391
2	0,519	0,011	48,004	0,973	0,039	64,105
3	0,203	0,003	71,321	0,683	0,016	84,201
4	0,074	0,001	121,639	0,380	0,006	52,348
Результаты достоверны с вероятностью $p \geq 0,99$ ($t_{st}=2,807$)						

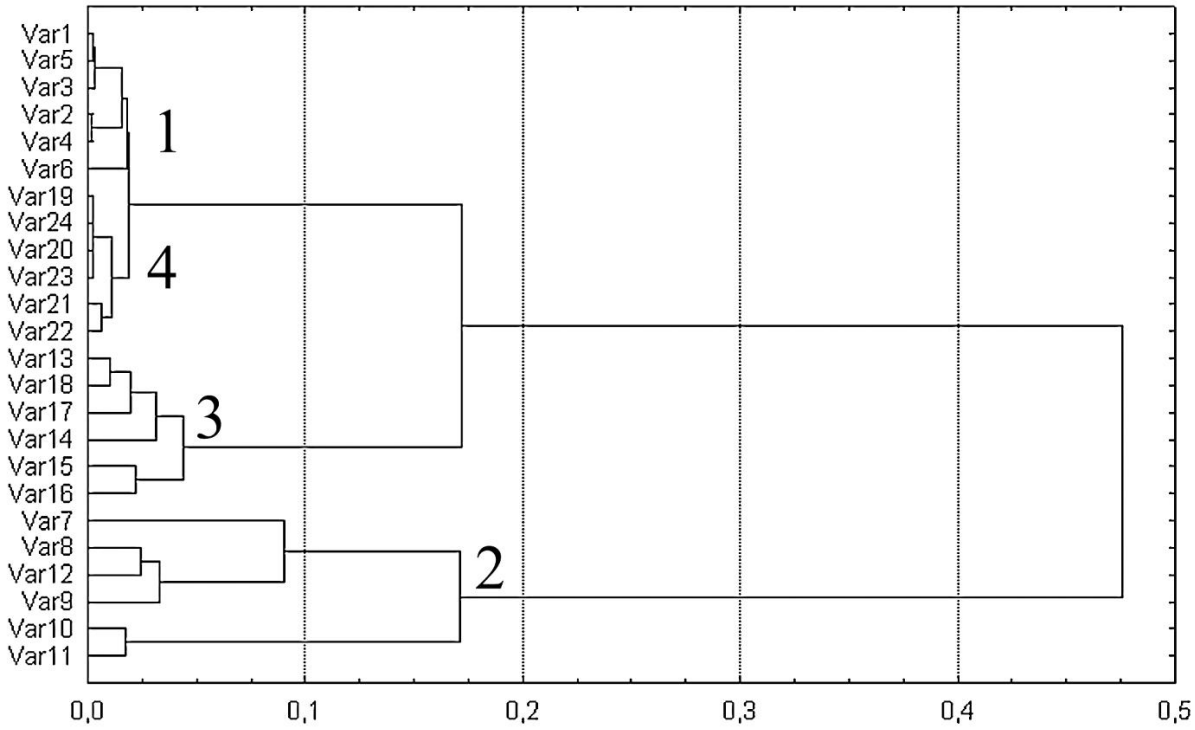


Рис. Дендрограмма распределения особей живородки речной (Var 1–Var 24), собранных на четырех разных станциях (1–4).
По горизонтали – эвклидово расстояние между кластерами

высокой генетической изменчивости в рассматриваемых популяциях. Как известно, стабилизирующий отбор как раз и является механизмом накопления изменчивости в природных популяциях, однако фенотипически, судя по биохимическому критерию полиморфизма, популяции на станциях 1 и 4 остаются однородными, по крайней мере, в момент их наблюдения.

Анализ дифференциации других кластеров указывает на прямо противоположные явления. Кластеры 2 и 3 сильно удалены от остальных и друг от друга, одновременно внутри них обнаруживается гораздо больше различий между отдельными вариантами (особями), что указывает на высокий полиморфизм и явно выраженный процесс межпопуляционной дифференциации живородки, обитающей в реке Мжуть (станция 2) и безымянном ручье на окраине г. Фрязино (станция 3). В этих водоемах условия обитания моллюсков совершенно иные, отличные друг от друга и от рек Вязь и Любосеевка. Даже относительная географическая близость станций 3 и 4 (г. Фрязино) мало отразилась на характере объединения в группы собранных на этих станциях особей и близости их между собой. Особенно заметно отличается от других станция 2, внутри которой степень различий между отдельными особями превышает таковую для целых групп (см. рис. 1). Причиной тому может служить непостоянство условий обитания моллюсков, что вполне характерно для небольших водоемов с малой «буферной емкостью» в отношении, например, химических загрязнителей или перепадов температуры, а также наличия и качества кормовой базы. Ввиду таких особенностей в популяциях моллюсков, вынужденных приспосабливаться к действию всевозможных факторов среды из-за постоянной привязанности к очень узкой акватории, появляются различные внутривидовые формы, которые отличаются своими био-

химическими стратегиями адаптации, а следовательно, метаболическим статусом и его параметрами, в том числе структурно-функциональными характеристиками ферментов [7]. Такие эволюционные изменения можно рассматривать как начальные признаки дизруптивного отбора – процесса, благоприятствующего двум или нескольким крайним вариантам изменчивости, но препятствующего существованию промежуточного, усредненного состояния признака [2].

Заключение

Установленный нами факт внутривидовой дифференциации моллюсков по биохимическому параметру – константе Михаэлиса (Km) и ДНКазы (характеризующий постоянство или переменчивость условий обитания и практически не связанный с экспансией вида на смежные акватории) подтверждает гипотезу о возможности исследовать микроэволюционные процессы с использованием биохимических маркеров-дифференциаторов. Данный метод пока не может непосредственно использоваться для характеристики и мониторинга качества среды обитания моллюсков, так как необходимы дальнейшие исследования с применением молекулярно-генетических дифференциаторов и анализ внутривидовой изменчивости в связи с воздействием на биоту каких-либо загрязняющих веществ или иных неблагоприятных факторов. Однако сам подход к такого рода исследованиям уже продемонстрирован выше и может послужить базой для планирования экспериментальной работы по изучению механизмов адаптивной изменчивости и видообразования в природных гидробиоценозах в условиях все возрастающей техногенной нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Березин И.В., Мартинек К. Основы физической химии ферментативного катализа. – М.: Высшая школа, 1977. – 280 с.
2. Константинов А.В. Основы эволюционной теории: учебное пособие для вузов / 2-е изд., испр. – Минск : Вышэйшая школа, 1979. – 400 с.
3. Поликарпова Л.В., Цветков И.Л., Коничев А.С. Константа Михаэлиса кислой фосфатазы, как критерий антропогенного влияния на внутривидовую дифференциацию леща (Abramis brama) в Рыбинском водохранилище // Мат. IV Всерос. конф. по водной экотоксикологии, посв. памяти Б.А. Флерова: «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы» (Борок, 24-29 сентября 2011 г.). – Ч. 1. – Борок: Изд-во ИБВВ им. И.Д. Папанина, 2011.– С. 203-207.
4. Поликарпова Л.В. Константа Михаэлиса кислой фосфатазы как критерий внутривидовой дифференциации гидробионтов открытых водоемов Московской области // Сб. науч. тр. Междунар. заоч. науч.-практ. конф.: «Наука сегодня: теоретические аспекты и практика применения» (Тамбов, 28 октября 2011 г.). – С. 98-100.
5. Цветков И.Л., Коничев А.С. Экологическая биохимия гидробионтов. – М.: Изд–во МГОУ, 2006. – 104 с.
6. Цветков И.Л., Поликарпова Л.В., Коничев А.С. Новый метод количественного определения активности дезоксирибонуклеазы с использованием флуоресцентно-меченых олигонуклеотидов в качестве субстрата // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2012. – № 3. – С. 46–51.
7. Хочачка П., Сомеро Д. Стратегия биохимической адаптации / пер. с англ. – М.: Мир, 1977. – 398 с.
8. Heinonen J.K., Lahti R.A. A new and convenient colorimetric determination to the assay of inorganic pyrophosphatase // Anal. Biochem. – 1981. – Vol. 113. – № 2. – P. 313–317.
9. Lowry O.H., Rosenbrought N.J., Farr A.L., Rangal R.L. Protein measurement with the Folin Phenol Reagent // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 193. – № 2. – P. 265–275.

РАЗДЕЛ II. ХИМИЯ

УДК 66.0992.002.237

Макаренков Д.А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)
(Университет машиностроения)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНУЛИРУЕМОСТИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОЛИДИСПЕРСНЫХ ШИХТ НА ОСНОВЕ ИХ СТРУКТУРНО-ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

D. Makarenkov
Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI)

STUDY OF GRANULATION OF MULTICOMPONENT POLYDISPERSE MATERIALS ON THE BASIS OF THEIR STRUCTURAL AND DEFORMATION CHARACTERISTICS

Аннотация. В работе проведены исследования гранулируемости класса многокомпонентных полидисперсных материалов, содержащих в своём составе вторичные материальные ресурсы. Определены такие критерии, характеризующие изменение структурно-деформационных свойств, как число формуемости, пластическая прочность, число комкуемости. На основании полученных значений числовых параметров предложены методы гранулирования данных материалов: компактирование, прессование, окатывание, скоростное окатывание, таблетирование, проходное прессование.

Ключевые слова: процесс гранулирования, критерии гранулируемости, связующее, механическое воздействие, структура гранулы.

Abstract. We have studied granulation of a class of multicomponent polydisperse materials containing secondary materials. We have determined the criteria characterizing the change in structural and deformation properties, such as formability, plastic strength and lump formation. Using the obtained values of the numerical parameters, we have proposed the methods of granulation of these materials, i.e., compacting, pressing, nodulizing, high-speed granulation, pelletization, and throughput pressing.

Key words: granulation process, criteria of granulation, binder, mechanical influence, granule structure.

Гранулирование многокомпонентных полидисперсных (МП) шихт в зависимости от их структуры, внешних физико-химических факторов воздействия (температуры, типа связующего, механоактивации) происходит по различным механизмам гранулообразования, соответственно, конечный продукт получается разным по своей структуре. Для достижения оптимальных прочностных характеристик конечного материала необходимо и можно воздействовать на структурообразование МП шихт следующими методами: применение физико-химического фактора управления при помощи комбинированных добавок; использование методов механоактивации шихты для увеличения дисперсности материала; совместное

© Макаренков Д.А., 2012.

использование тонкоизмельченных вяжущих веществ и микрозаполнителей.

Технологическая необходимость гранулирования МП шихт и материалов, содержащих в своем составе вторичные материальные ресурсы (ВМР), приводит к необходимости определения их реологических и структурно-деформационных свойств, что в итоге определяет тип процесса их гранулирования. Для проведения комплексных исследований были выбраны группы МП шихт, содержащие в своем составе значительную часть вторичных материальных ресурсов, отличающихся своим минералогическим составом и наличием пластичных компонентов, улучшающих сцепляемость отдельных частиц агломерата. Это такие МП шихты, как: стеклообразующие и эмалевые шихты и золошлаковые отходы; органоминеральные удобрения на основе торфа и соединений азота, фосфора и калия; на основе пористых наполнителей (перлит и др.) и термолабильных материалов (ферментные препараты и др.); отходы растительного происхождения (древесные опилки); углеродсодержащие адсорбенты на основе ВМР (пирокарбон); пылевидная глина.

В работе [6] была предложена классификация традиционных материалов и шихт по компрессионным параметрам, что позволило рекомендовать методы их гранулирования. Используя аналогичный подход для определения гранулируемости МП материалов на основе отходов, были исследованы свойства этих материалов, характеризующие возможность их уплотнения, а также определены типы связующих. Необходимо отметить, что при гранулировании формируется дисперсная структура, характеризуемая определенной пористостью, плотностью упаковки кристаллических блоков, формирующих гранулу. На качество гранул влияет прочность фазовых контактов между блоками, их количество и вид дефектов отдельных блоков и гранулы в целом. Характер сформировавшейся структуры гранул определяет их механическую прочность и другие структурно-деформационные характеристики.

Способность материала сопротивляться деформациям, возникающим в процессе гранулирования, определяется набором характеристик шихты, такими, как её вязкость, упругость, пластичность, а также прочностными свойствами. Соответственно, гранулируемость МП может оцениваться такими физико-химическими свойствами, как коэффициент внутреннего трения f, сыпучесть порошков, адгезионные свойства порошков их пластическая прочность. Рассмотрим некоторые из этих параметров. Определяющими параметрами при процессе гранулирования МП являются те, которые характеризуют способность материала к изменению объема под действием внешних нагрузок. Реологические свойства таких систем характеризуются кинетикой нарастания предельного напряжения сдвига возникающей в них структуры при её формировании. Одним из критериев, характеризующим кинетику структурообразования при малых скоростях деформации пластичных МП систем, является параметр пластической прочности P_m. При этом ее можно измерять при малых деформациях и малых градиентах скорости, оценивая пластическую прочность всей системы [1]. Для её определения использовался прибор – конический пенетрометр, описание конструкции которого приведено в работе [4] (см. рис. 1).

Принцип работы прибора следующий: чашка с исследуемой шихтой помещается на стол, закрепленный на штоке, и при поднятии стола с помощью винтовой пары конус погружается в шихту. Конус и индикатор соединены между собой пластиной. Конус может свободно перемещаться по вертикали до наступления предельного состояния (момент равновесия сил P_m и F). После этого конус, погружаемый в шихту, поднимается вместе с движением стола. Начало момента поднятия конуса фиксируется на индикаторе с помощью пластины. Физический смысл деформационного состояния системы следующий: в процессе погружения конуса поверхность контакта между конусом и шихтой растет. При этом увеличивается сопротивление по-

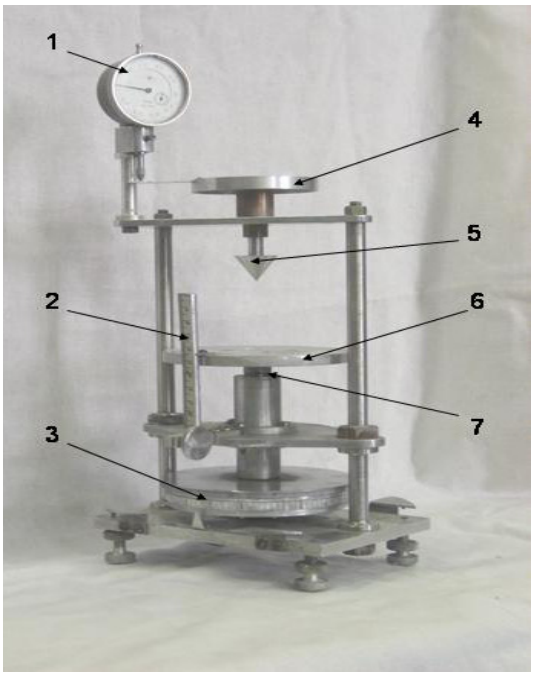


Рис. 1. Общий вид конического пенетрометра:
1 – индикатор; 2 – измерительная шкала;
3 – поворотный круг; 4 - соединительная пластина;
5 – конус; 6 – подъемный стол; 7 – винт

гружению конуса. Эти силы сопротивления вызваны напряжениями сдвига. При конечном (предельном) погружении конуса на глубину h нагрузка F будет уравновешена силой P_m, называемой пластической прочностью или прочностью структуры при малых скоростях деформации. Величину P_m вычисляли по предельному погружению конуса h, вызванного нагрузкой F, как проекция действующей на конус силы F на образующую конуса L и отнесенную к единице площади соприкосновения конуса с шихтой. Величина пластической прочности рассчитывается по формуле

$$P_м = K\alpha \cdot \frac{F}{h^2} \qquad (1)$$

где K_α – константа конуса, зависящая только от угла при его вершине. При измерении глубины погружения конуса в миллиметрах она рассчитывается по формуле

$$K_\alpha = \frac{1}{\pi} \cdot \cos\frac{2\alpha}{2} \cdot ctg\frac{\alpha}{2} \qquad (2)$$

где α – угол при вершине конуса: F – нагрузка, равная массе конуса, кг; h – предельная глубина погружения, см.

Была исследована пластическая прочность стеклообразующих, стекольных и эмалевых шихт и золошлаковых отходов: ЭСГ-26, Т-16, ЭСП-210, ЭСП-212, ЭСП-117, С-2, органоминеральных удобрений, отходов растительного происхождения. Установлено, что пластическая прочность зависит от химического состава МП шихт. Минералогический состав шихт оценивалась по числу формуемости

$$E_ф = (G_{гс}+G_{пл})/(G_{ом}+G_{sio2}), \qquad (3)$$

где $G_{гс}$, $G_{пл}$, $G_{ом}$, G_{sio2}, соответственно количество гигроскопичных, пластичных компонентов, оксидов металлов и количество песка.

Установлено, что пластичность этих шихт уменьшается с увеличением количество оксидов металлов и оксида кремния. При увеличении значения $E_ф$ от 1,1 до 2,2 степень уплотения МП достигается при меньших нагрузках. Таким образом, уже в начальной стадии процесса гранулирования шихт можно сделать вывод о том, как целесообразнее вести гранулирование. В результате анализа минералогического состава компонентов определяются диапазоны пластической прочности, и может быть рекомендован метод гранулирования. На рис. 2. представлена зависимость P_m от влажности W МП шихт.

Экстремальный характер зависимости P_m= f(W) для шихт ЭСГ-26 и Т-16 можно объяснить следующим образом. В диапазоне влажностей (1-5)% жидкая фаза равномерно распределяется по поверхности шихты и, соответственно, увеличивается число контактов между частицами. Это приводит к возникновению капиллярно-адсорбционных сил связи, что увеличивает пластическую прочность. Экстремум на кривых соответствует максимальной прочности структурных связей при данных условиях обработки. При полном развитии адсорбционных контактов структура массы становится кон-

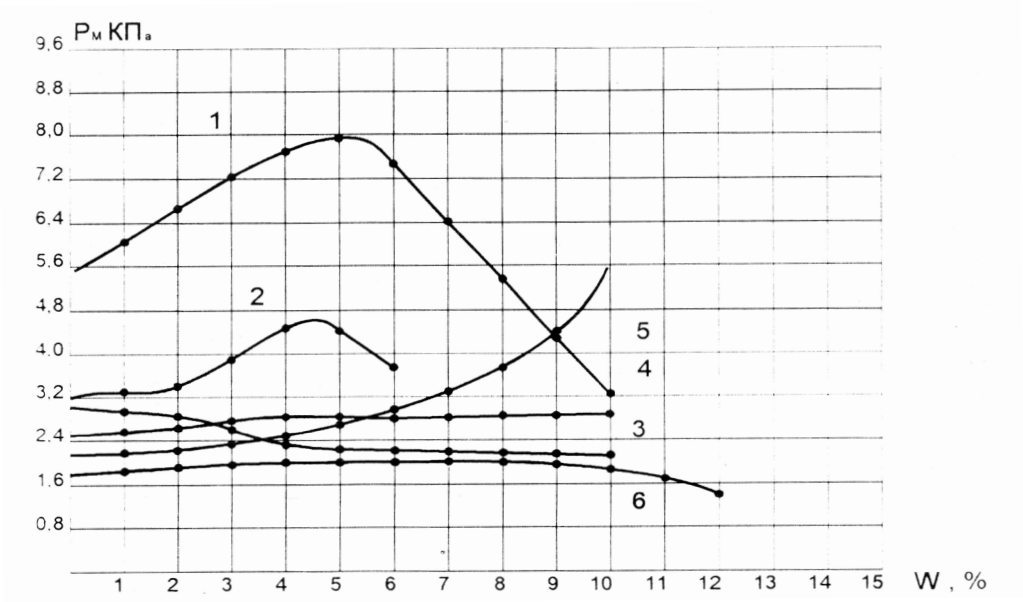


Рис. 2. Зависимость изменения пластической прочности МП шихт от влажности:
1– ЭСГ-26; 2–Т-16; 3– ЭСП-210; 4–ЭСП-210; 5–ЭСП-217; 6– С-2

денсационно-связной и характеризуется максимальным значением P_m. Увеличение количества жидкости приводит к тому, что уменьшаются силы молекулярного взаимодействия и материал становится подвижным в своем объеме. Следовательно, оптимальной влажностью является точка перехода и гранулирование материала следует вести в условиях наибольшего проявления межчастичных связей. Значение влажности, при которой достигаются максимальные значения P_m, позволяют рекомендовать гранулировать данный материал методом компактирования на валковых прессах, либо окатыванием с последующей сушкой.

Небольшой рост P_m для других шихт объясняется неравномерным распределением влаги связующего, из-за многокомпонентности шихты и наличия в шихте гигроскопичных компонентов. Поэтому для получения плотнопрочных гранул необходимо подобрать тип связующего и рекомендовать процесс компактирования. Необходимо отметить, что анализ кривых изменения P_m позволяет не только определить метод гранулирования, но и рекомендовать тип связующего. Вышеуказанные МП шихты состоят из большого количества разнородных по физико-химическим свойствам компонентов, характеризуются различным содержанием упругих, хрупких, пластичных веществ, и поэтому выбор групп вяжущих, пленкообразующих и химических связующих является актуальной задачей [3].

Также была определена зависимость P_m от времени хранения, так как в производственном процессе на первой стадии проводится смешение шихт, а на второй – компактирование (рис. 3). Необходимо отметить, что при подготовке шихты к процессу компактирования проходит длительное время. Это приводит к слеживанию материала, его разупрочнению вследствие испарения связующего и рассеивания энергии, затраченной на получении заданной структуры. Из рис. 3 видно, что для шихт с небольшой влажностью (Т-16, ЭСП-212) величина $P_м$ изменяется в первые 6 часов хранения, а затем пластическая прочность материала не меняется. Рост $P_м$ шихты ЭСГ-26 объясняется повышенным содержанием влаги (более 12%) в шихте.

В качестве связующего использовался лигнопан Б-3 (пластификатор на основе побочных продуктов переработки древесины),

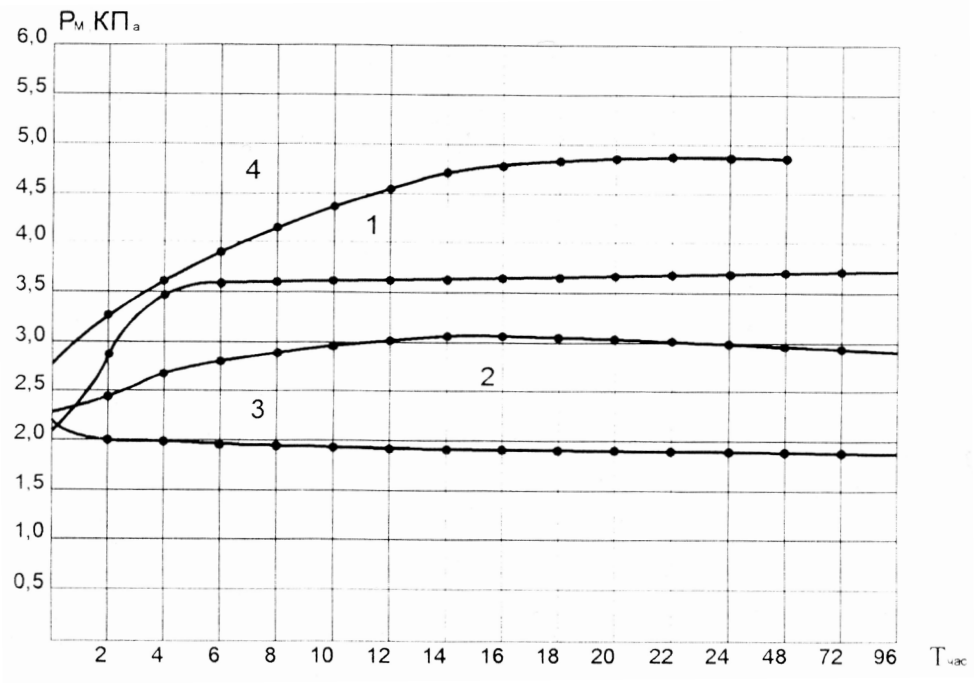


Рис. 3. Зависимость изменения пластической прочности стекольных и эмалевых шихт от времени хранения и влажности: 1- Т-16 (W=6%)% 2-ЭСП-212 (W=5)%; 3- ЭСП-117 (W=12%); 4- ЭСГ-26 (W=12%)

содержащий 30% сухих веществ, обладающих вяжущими свойствами. Его использование для гранулирования МП шихт более предпочтительно по сравнению с водой, так как полученные прессовки обладают повышенными прочностными свойствами. При длительном хранении прочность материала уменьшается, так как происходит деструкция твердых солевых мостиков, образующих каркас гранулы. Это приводит как к разупрочнению частиц шихты, так и затвердеванию связующего в виде отдельных от шихты агломератов, что может привести к получению компактированного материала с большим количеством просыпи.

Особенностью процесса гранулирования таких смесей, как органоминеральные удобрения (ОМУ), заключается в том, что по структурно-деформационным свойствам эти удобрения занимают промежуточное положение между минеральными удобрениями и грунтами. Развитие нового класса удобрений на основе местных ресурсов требует усовершенствования способов их гранулирования. Так как в ОМУ содержится значительное количество низинного торфа при влажности 45%, то для определения метода гранулирования были определены диапазоны значений P_m в зависимости от времени хранения подготовленной шихты и числа оборотов смесителя, в котором она предварительно подготавливалась. По полученным номограммам определены критические значения P_m (рис. 4).

На основании номограмм можно подобрать для требуемой пластической прочности необходимую влажность, при которой целесообразнее вести процесс гранулирования. Установлено, что для максимального проявления межчастичных связей компонентов ОМУ и получения прочных гранул необходимо подсушивание материала, так как используемый торф имеет $W_{исх}$=45%, что приводит к уменьшению значения P_m от 9кПа до 5 кПа. Определены оптимальные диапазоны влажности, составляющие (10÷20)%, при которых получаются прочные гранулы. На основании полученных данных разработан процесс получения гранулированных ОМУ методом окатывания в барабане и скоростном лопастном грануляторе. В зависимости

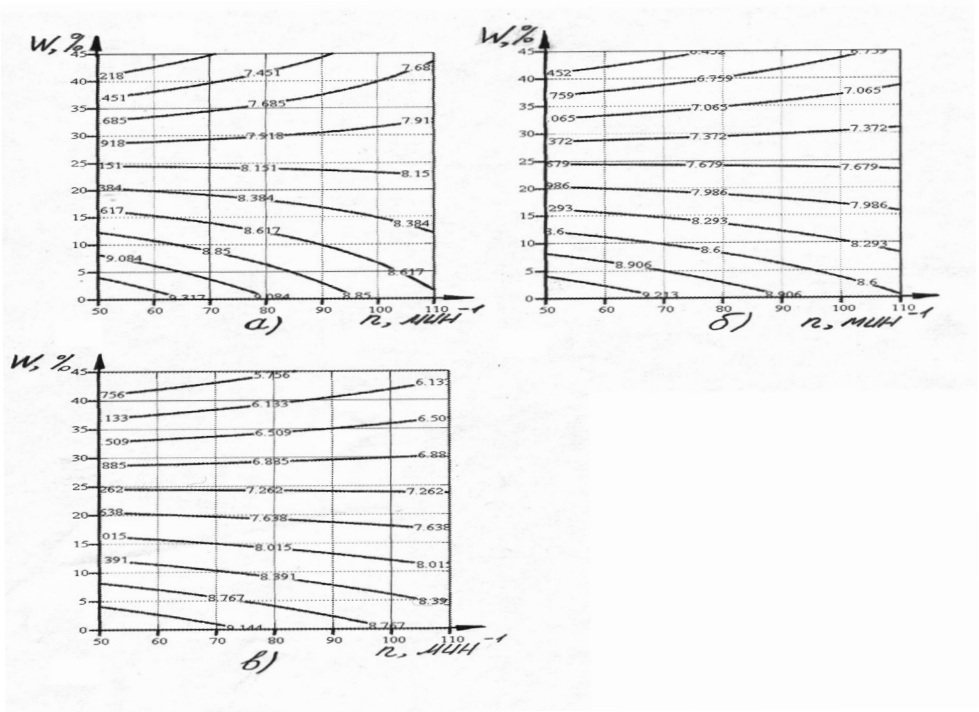


Рис. 4. Характер изменения пластической прочности P_m органоминерального удобрения от влажности шихты *W*, от частоты вращения барабана с шарами *n* при постоянном времени хранения (*а*) – $T_{хр}$ = *72 часа*; *б*) – $T_{хр}$ = *36 часов; в*) – $T_{хр}$ = *1 час*): цифры при кривых значения P_m в кПа

от требований к гранулометрическому составу ОМУ могут быть реализованы оба метода. Полученные данные были использованы при разработке технологии гранулирования ОМУ применительно к условиям ОАО «Буйский химический завод» [5].

Отходы растительного происхождения, такие, как древесные опилки, являются сложной реологической системой, содержащей такие органические вещества, как целлюлозу, лигнин. Ранее, в работе [8] установлено, что при нагреве происходит деструкция этих компонентов, инициирующих пластификацию шихты. Поэтому для определения гранулируемости данных МП было проведено исследование по определению пластической прочности в зависимости от температуры. Установлено, что в зависимости от типа МП значения P_m находятся в диапазоне от 1,00 кПа до 3,00 кПа. Полученные данные приведены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что в диапазоне температур от 50°С до 150°С пластическая прочность березовых опилок изменяется незначительно, но с дальнейшим повышением температуры рост пластической прочности значительно увеличивается. Это связано с тем, что температуры, при которой происходит размягчение лигнина и гемицеллюлозы, которых в лиственных породах содержится больше, чем в хвойных, составляют порядка (140-170)°С [7]. Пластическая прочность сосновых опилок с ростом температуры в исследуемых пределах (50÷200)°С практически не изменяется. Пластическая прочность опилок из ДСП в диапазоне температур от 50°С до

Таблица 1

Значения P_m, кПа древесных опилок в зависимости от типа отходов и температуры

T, ^{0}C	березовые опилки	сосновые опилки свежие	сосновые опилки из бруса	опилки ДСП
50	1,75	1,50	1,30	1,20
100	1,85	1,40	1,30	1,80
150	2,00	1,50	1,55	1,00
200	3,00	1,55	1,25	1,10

100°С увеличивается, а затем снижается. Это можно объяснить тем, что входящие в состав ДСП химические соединения вначале размягчаются, и служат связующими веществами, а с дальнейшим ростом температур начинается деструкция соединений, а соответственно и падение пластической прочности. На основании проведенных исследований и практического использования отходов растительного происхождения в виде топливных пеллет для их гранулирования рекомендован метод прессования на роторных прессах с плоской или кольцевой матрицей.

Оценка гранулируемости пористых материалов и наполнителей в бетоны на основе перлита, содержащих в своем составе до 70% двуокиси кремния, возможна после подбора типа связующего. Особенностью данных материалов является высокое водопоглощение до (300-900)% масс и насыпной плотностью до (70-80) кг/м^3. Гранулируемость пористых материалов определяли через критерий $К_1$, характеризующий компрессионные свойства материала:

$$К_1 = \frac{\gamma/\gamma_0}{Р_{пл}} \qquad (4)$$

где γ – текущая плотность материала; γ_0 – начальная плотность материала; $Р_{пл}$ – давление уплотнения, соответствующее началу упругопластической деформацию. Были проведены комплексные исследования его гранулируемости методами компактирования и окатывания. На первой стадии пористые порошки из пылевидного состояния переводят в зернистые, используя операции смешения со связующим и окатывания. В результате среда из бесструктурной «переходит» в конденсационносвязанную и приобретает сыпучесть. На первой стадии пористые порошки из пылевидного состояния переводят в зернистые, используя операции смешения со связующим и окатывания. На второй стадии исследовалось гранулируемость перлита методом компактирования. Установлено, что применение комплексного связующего позволяет получать прессовки из перлита в диапазоне давлений от 10 МПа до 150 МПа при влажности 45% при прочности прессовок (0,4-0,7)МПа и плотности до 1200 кг/м^3. На основании проведенных экспериментов установлено, что для гранулирования пористых материалов методом компактирования необходимо на первой стадии осуществлять подачу связующего пневматическими форсунками для ведения процесса смешения в пленочном режиме.

Особенностью гранулирования термолабильных материалов, таких, как лактозим, абомин, ферментные препараты является наличие как гигроскопичных компонентов, так и компонентов с низкой температурой плавления. Поэтому для определения метода гранулирования были подобраны добавки на основе крахмального клейстера, обладающие связующими свойствами, не ухудшающие распадаемость гранул и характеризующиеся инертностью по отношению к основному материалу. Исходный состав материала, его физико-химические и структурно-деформационные свойства приведены в работе [1]. Гранулируемость таких материалов оценивалась через критерий $К_2$, характеризующий прочностные свойства материала

$$К_2=\sigma/Р_{пл}, \qquad (5)$$

где σ – прочность гранул на раскалывание, МПа.

В результате прочность гранул составила от 1,5 МПа до 2,5 МПа при плотности прессовок 1600 кг/м^3 при давлениях прессования до 6 МПа и концентрации связующего от 2 до 4%. Установлено, что при такой прочности обеспечивается сохранность прессовок при транспортировании, а использование связующего в виде крахмального клейстера позволяет получать прессовки с высокой плотностью при малых давлениях прессования.

Порошки на основе ферментных препаратов исследовали на предмет их гранулирования с учетом их «активности» и термолабильных свойств. В связи с этим гранулирование осуществлялось при диспергировании связующего на поверхность порошка в объеме

смесителя. Для интенсификации процесса и поддержании температурного режима были использованы мешалки Z-образной и рамочной формы, что обеспечивает перенос смешиваемых компонентов в радиальном, тангенциальном и вертикальном направлениях. Благодаря такому движению мешалок происходит равномерное распределение связующего в объеме материала. Возможность гранулирования ферментных препаратов характеризуется степенью комкуемости [2]:

$$K = ММВ/ (МКВ - ММВ) , \quad (6)$$

где К – степень комкуемости,%; МКВ – максимальная капиллярная влагоемкость, ММВ-максимальная молекулярная влагоемкость. Для ферментных препаратов при влажности материала до 2% показатель К=(0,3-0,6). В результате для гранулирования данного материала был рекомендован метод скоростного окатывания. По результатам исследования гранулируемости многокомпонентных шихт и материалов автором была составлена табл. 2, учитывающая закономерности уплотнения и упрочнения структуры и рекомендовано оборудование для гранулирования.

Таблица 2

Классификация процессов агломерации и гранулирования многокомпонентных материалов и шихт с ВМР

Способ структурообразования	Перерабатываемый материал	Механизм взаимодействия частиц	Основные аппараты
1	2	3	4
1. Стихийная агломерация	Полидисперсные сырьевые смеси для производства (вторичная дисперсная структура)	Межмолекулярные, кулоновские и электрические силы	Бункеры
1.1.При транспортировке	Модифицированная вторичная дисперсная структура (агломерация на активных центрах частиц – бессистемная)	Молекулярные, кулоновские и электрические силы. Взаимодействие адсорбционных слоев воды	Элеваторы, шнеки, системы пневмотранспорта, течки
1.2. При хранении	Агломераты неправильной формы с «низкими» структурно-деформационными характеристиками	Кулоновские и межмолекулярные силы. Силы механического зацепления. Взаимодействие адсорбционных слоев влаги. Капиллярные силы	Шихтовальные склады, бункера
2. Гранулирование методом компактирования сухих порошков	Керамические массы, известьсодержащие материалы, древесные и растительные отходы, стекольные и эмалевые шихты	Межмолекулярные, электрические, кулоновские силы, силы механического зацепления, твердофазное химическое взаимодействие	Прессы: - валковые; - брикетные; роторные прессы: - с кольцевой и цилиндрической матрицей
3. Гранулирование порошков в присутствии технологических связок	–	–	–
3.1. Перемешивание	Сухие сырьевые смеси для производства: стекла, керамики, цементного клинкера, легких заполнителей (пермаит, перлит); ОМУ	Межмолекулярные и капиллярные силы, поверхностное натяжение	Шнеки, инерционные смесители, барабанные аппараты, виброгрануляторы

1	2	3	4
3.2. Грануляция окатыванием	Сырьевые смеси для производства: цементного клинкера, стекла, огнеупорных масс, керамзита, аглопорита, зольного гравия, ОМУ, водорастворимые удобрения, ферментные препараты, БАДы (абомин, лактозим), пористые материалы	Капиллярные и молекулярные силы, поверхностное натяжение пленок жидкости, адгезионные и когезионные силы в мостиках связующего, химические реакции,	Грануляторы: - тарельчатые; - виброгрануляторы; - турбогрануляторы
3.3. Гранулирование методом компактирования	Сырьевые шихты для производства керамики, стекла, фосфогипс, углеродсодержащие адсорбенты, пористые материалы наполнители (TiO_2, тальк); древесные и растительные отходы; ферментные препараты, глинистые массы	Капиллярные и молекулярные силы, поверхностное натяжение пленок жидкости, адгезионные и когезионные силы в мостиках связующего, твердофазное химическое взаимодействие	Прессы: - валковые; - штемпельные; Рроторные прессы: - с кольцевой матрицей; - с цилиндрической матрицей; таблетмашины
3.4. Пластическое формование	Керамические массы, стекольные шихты, глинистые массы	Образование жидкофазных и твердофазных мостиков между частицами, твердофазное химическое взаимодействие	Дырчатые вальцы, шнековые грануляторы
4. Гранулирование методом прессования	Стекольные и эмалевые шихты, металлические порошки	Рекристаллизация и рост зерен, химическое взаимодействие, образование твердофазовых мостиков спекания	Валковые прессы с гладкой поверхностью; брикетные прессы

Проведенный анализ гранулируемости большой группы МП и материалов на основе отходов позволяет определить диапазоны влажности (от 1% до 40%), при которых получаются плотнопрочные прессовки или гранулы. Так, для стеклообразующих и эмалевых шихт приоритетным методом гранулирования является прессование на гладких валках при $W_{исх}$ от 4 до 6%; гранулы органоминеральных удобрений целесообразнее получать в скоростном грануляторе окатывания при $W_{исх}$ от 10 до 20%; пеллеты из отходов растительного происхождения получают при использовании роторных прессов с кольцевой и цилиндрической матрицей при $W_{исх}$ от 10 до 18%; пористые материалы необходимо гранулировать в несколько стадий методом компактирования при $W_{исх}$ от 10 до 20%. Термолабильные препараты гранулируют методами таблетирования и скоростного окатывания при использовании комплексных связующих при $W_{исх}$ от 1 до 6%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баринский Е.А. Исследование и разработка процесса утилизации промышленных и коммунальных отходов методом гранулирования при получении эмалей и удобрений: дис… канд. техн. наук. – М., 2006. – 280 с.
2. Витюгин В.М. Исследование процесса гранулирования окатыванием с учетом свойств комкуемых дисперсий: дис… канд. техн. наук. – Томск, 1975. – 313 с.
3. Генералов М. Б. Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии: учебное пособие для вузов. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002. – 592 с.

4. Горбатов А.В. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов. – М: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 237 с.
5. Куликова Т.В. Испытание современных видов удобрений в лесных питомниках Ленинградской области // ОАО «Буйский химический завод» [сайт]. URL: http://www.bhz.kosnet.ru/Rus/Stat/_stats.html (дата обращения: 06.08.2012).
6. Макаренков Д.А. Исследование процесса компактирования и окатывания дисперсных сред с регулируемыми реологическими характеристиками: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2000. – 260 с.
7. Модин Н.А., Ерошкин А.Н. Брикетирование измельченной древесины и древесной коры. – М: Лесная промышленность, 1971. – 112 с.
8. Назаров В.И., Макаренков Д.А., Булатов И.А. Исследование процесса гранулирования дисперсных отходов на роторных прессах с плоской матрицей // Вестник МИТХТ. – 2010. – Том V, № 6. – С. 13-16.

УДК 66.0992.002.237

Макаренков Д.А., Назаров В.И.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ) (Университет машиностроения)

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СКОРОСТНЫХ И ТАРЕЛЬЧАТЫХ ГРАНУЛЯТОРАХ ОКАТЫВАНИЯ

D. Makarenkov, V. Nazarov
Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI)

FEATURES OF THE GRANULATION PROCESS OF COMPLEX AND ORGANIC FERTILIZERS IN HIGH-SPEED GRANULATORS AND DISH NODULIZERS

Аннотация. Проведены исследования процесса гранулирования комплексных органоминеральных удобрений методами окатывания на тарельчатом и скоростном грануляторе. Установлен механизм гранулирования многокомпонентных удобрений применительно к скоростному гранулятору. Механизм гранулирования материала рассмотрен с точки зрения движения «пакета» частиц в аппарате. Определены углы наклона лопаток гранулятора, влияющие на время пребывания материала в аппарате.

Ключевые слова: гранулятор, удобрения, механизм взаимодействия, «пакет» частиц, угол наклона, лопатка.

Abstract. We have studied the process of granulation of complex organomineral fertilizers in a dish nodulizer and high-speed granulator. The mechanism of granulation of multicomponent fertilizers, as applied to the high-speed granulator, is established. The mechanism of granulation of a material is considered from the point of view of movement of a 'package' of particles in the device. Tilt angles of the shovels in the granulator, affecting of the time of the material stay in the device, are found.

Key words: granulator, fertilizers, interaction mechanism, 'package' of particles, tilt angle, shovel.

Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур достигается за счёт повышения плодородия почв. Одним из методов, направленных на воспроизводство почв, является внесение удобрений. Эксплуатация земель за последние десятилетия сопровождалось нарушением агротехнических и экологических требований. К тому же снизились объемы и номенклатура применяемых удобрений, а те количества, которые вносятся, зачастую не обеспечивают потребности для возделываемых культур. При таких условиях актуальным является получение максимальной отдачи от вносимых под сельскохозяйственные культуры

© Макаренков Д.А., Назаров В.И., 2012.

удобрений. Производители, используя уже известные рецептуры минеральных удобрений, модернизируют их (например, известково-аммиачная селитра), и разрабатывают новые органоминеральные удобрения (ОМУ) на основе местных ресурсов. В составе таких удобрений содержатся соли азота, фосфора и калия, органическая часть – торф, сапропель, а также золы и шламы с производства сульфата магния. Основным методом их получения в гранулированном виде является окатывание на тарельчатых или скоростных грануляторах. При этом в качестве связующего часто используются растворы таких микроэлементов, как железо, бор, марганец, медь, соединения кальция, цинка и кобальта. Многокомпонентность шихты и разные физико-химические свойства исходных компонентов и гранулометрический состав требуют комплексного подхода к выбору технологии гранулирования органоминеральных удобрений.

В работе [9], установлено, что гранулированное комплексное удобрение на основе мочевины, суперфосфата и хлорида калия можно получать без ввода связующих в процессе теплового воздействия на порошковый материал, движущийся по тарели. При тепловом гранулировании смесь одновременно с окатыванием на тарельчатом грануляторе подвергается локальному тепловому воздействию. При этом образуется жидкая фаза, которая является связующим веществом при агломерации частиц. Перспективным методом получения минеральных удобрений является метод окатывания при получении гранулированного CAN (кальций-аммиачная селитра) [10]. На основе традиционной аммиачной селитры, полученной приллированием на тарельчатом грануляторе с использованием твердой фазы, содержащей порошковые карбонаты кальция, магния, сульфаты и фосфаты аммония и жидкой составляющей, получают укрупненные гранулы с $d_{гр}$ = (3-5) мм.

Авторами были проведены исследования и установлено, что на тарельчатом грануляторе можно добиться более высокой производительности, используя двухстадийный процесс [8]. Сначала исходную смесь порошкообразного продукта увлажняли и одновременно гранулировали в смесителе с активными органами при влажности (12-40)%. Количество вводимой влаги составляло (40-70)% от общего содержания вводимого связующего. Затем смесь, состоящую в основном из микрогранул (центров гранулообразования), перегружали на тарельчатый гранулятор, который снабжен отбойной регулирующей пластиной. Гранулирование осуществляли при скорости вращения тарели, превышающей критическую. Это обеспечивает веерное движение гранул на большей поверхности тарели. При этом связующее вводилось в количестве (7-20) % масс. В результате использования значительной части рабочей поверхности дна тарели, большей удельной плотности и поверхности «орошения» связующим движущихся гранул и больших скоростей движения частиц материала через факел распыла процесс гранулирования осуществляется интенсивней. За счет оптимального соотношения между количеством связующего подаваемого в предгранулятор и на тарель, и высоких уплотняющих нагрузок, обеспечивается получение прочных гранул ОМУ.

На тарельчатых грануляторах, как в одностадийном, так и при двустадийном процессе, можно гранулировать широкий класс дисперсных продуктов. Процесс образования влажных гранул может рассматриваться с позиций капиллярного механизма, независимо от количества влаги. Это процессы влажного гранулирования (при $W_{исх}$= (15-40)%) с последующей сушкой гранулированного продукта. При движении потока частиц по плоской или цилиндрической поверхности гранулятора происходит сближение частиц до расстояния, на котором проявляется действие различных сил. При влажном гранулировании удобрений на частицу воздействуют капиллярно-адсорбционные силы сцепления между частицами, вызванные действием отрицательного гидростатического воздействия жидкой фазы в порах (капиллярах) и натяжения жидкостных пленок в месте контакта частиц (пленочные контакты).

Образование подвижной фазы на поверхности кристаллов минеральных солей возможно при условии, когда влажность шихты W превышает определенный предел $W_{кр}$ ($W > W_{кр}$). Это условие является критерием, устанавливающим нижнюю границу действия капиллярного механизма, так как только подвижная жидкость способна образовывать стягивающие мениски. Данное предположение подтверждается графическими зависимостями прочности гранул от их влажности, приведенными ранее в работе [6], которые имеют экстремальный характер, и при увеличении количества связующего прочность гранул стремится к минимуму.

Применительно к органоминеральным удобрениям авторами установлено, что чем прочнее связь воды с поверхностью материала (выше гигроскопичность образца) тем, соответственно, меньше подвижность воды на поверхности материала. При этом уменьшается выход товарной фракции гранул и увеличивается количество некондиционного «ретура». Дальнейшее уплотнение материала происходит в условиях управляемого структурообразования под действием адгезионных сил, обусловленных точечными поверхностными дефектами кристаллической решетки, которые возникают при соударении частиц между собой и о лопатки аппарата. Чем тоньше слой подаваемого связующего, обволакивающий частицу, тем сильнее проявляется действие молекулярных сил сцепления. Пористая структура гранул ОМУ после снятия нагрузки стремится поглотить выжатую воду, создавая отрицательное давление, сжимающее стенки капилляров. В итоге растут силы адгезии. Необходимая прочность гранул ОМУ обеспечивается, если связующее обладает высокой адгезией к агломерируемому твердому и собственной высокой когезионной прочностью. Таким образом, при влажной грануляции на тарели, на процесс гранулообразования ОМУ в основном влияют силы поверхностного натяжения жидкой фазы и ее адгезии к гранулообразующим частицам.

Также авторами был рассмотрен механизм гранулообразования ОМУ при использовании турболопастного скоростного гранулятора, что связано с возможностью определения путей, направленных на увеличение выхода «товарной» фракции, применительно к условиям завода-изготовителя (ОАО «Буйский химический завод»). Ранее было показано, что ряд марок ОМУ лучше гранулировать на турболопастном скоростном грануляторе [7]. Ряд этих удобрений выпускают в виде мелкокристаллической крупки. Однако водорастворимое удобрение, а также калимагниевое органическое удобрение пролонгированного действия и комплексное минеральное удобрение для основной заправки торфяных субстратов (КМУС) лучше выпускать в гранулированном виде (см. табл.).

Необходимо отметить, что гранулометрический состав удобрения «Растворин» не регламентируется, так как оно используется виде водного раствора и к потребителю должно поступать в виде мелкой крупки (гра-

Таблица

Состав разных типов ОМУ

Показатели	Тип ОМУ		
	Водорастворимое удобрение (Растворин)	Калимагниевое удобрение	КМУС
внешний вид	Смесь гранул и порошка		
NPK, %	10÷5÷20		12÷14÷23
массовая доля оксида кальция и магния, %	–	9÷28	–
pH, 1% раствора связующего, не менее	5,0	6,0	5,0

нул с диаметром менее 1 мм), при влажности не более 1%. Назначение калимагниевого удобрения и КМУСа состоит в том, чтобы обеспечивать целевыми компонентами сельскохозяйственные культуры на всей стадии их вегетативного роста, и поэтому оно должно обладать пролонгированным действием. В связи с этим удобрения должны поставляться в виде гранул с размером частиц 1÷4 мм. В связи с высокими требованиями к качеству готовой продукции, по физико-химическим (однородность, усвояемость удобрений), потребительским свойствам (форма гранул, выход товарной фракции) были проведены комплексные исследования по получению гранул методом окатывания на грануляторе-смесителе турболопастном горизонтальном (ТЛСГ).

Исследования выявили многостадийность процесса гранулообразования: смешение, агломерирорвание, дезинтегрирование, уплотнение гранул и окончательное формообразование. Высокие скорости перемещения частиц относительно неподвижного корпуса (5÷20 м/с), перемешивающих лопаток (бил) и друг друга обусловливают высокие динамические нагрузки на формируемые гранулы, перераспределение связующего в потоке частиц при кратковременности процесса. Знание законов движения частиц в гранулируемом объеме и действующих на них сил, а также влияние режимно-конструктивных параметров является необходимым условием для описания процесса гранулообразования. ТЛСГ представляет собой неподвижный горизонтальный цилиндрический аппарат с размещенным внутри валом, снабженным лопатками. Конструктивная схема размещения лопаток в ТЛСГ представлена на рис. 1.

Лопатки имеют прямоугольную форму с плоской или криволинейной поверхностью. Их угол наклона можно изменять от 0^0 до 90^0. Частота вращения лопастного вала может регулироваться в пределах (150-1500) мин$^{-1}$.

При гранулировании ОМУ в скоростном грануляторе используется несколько комбинаций типов сырья: 1) порошкообразные продукты и связующее; 2) заводской ретур (мелкая фракция ОМУ (0,1-0,5мм) или микроэлементной добавки, а также увлажненный торф и мелкодисперсные порошки; 3) предварительно перемешанные и механоактивированные ОМУ на основе торфа до заданной пластической прочности, ретур и мелкодисперсные добавки. Процесс грану-

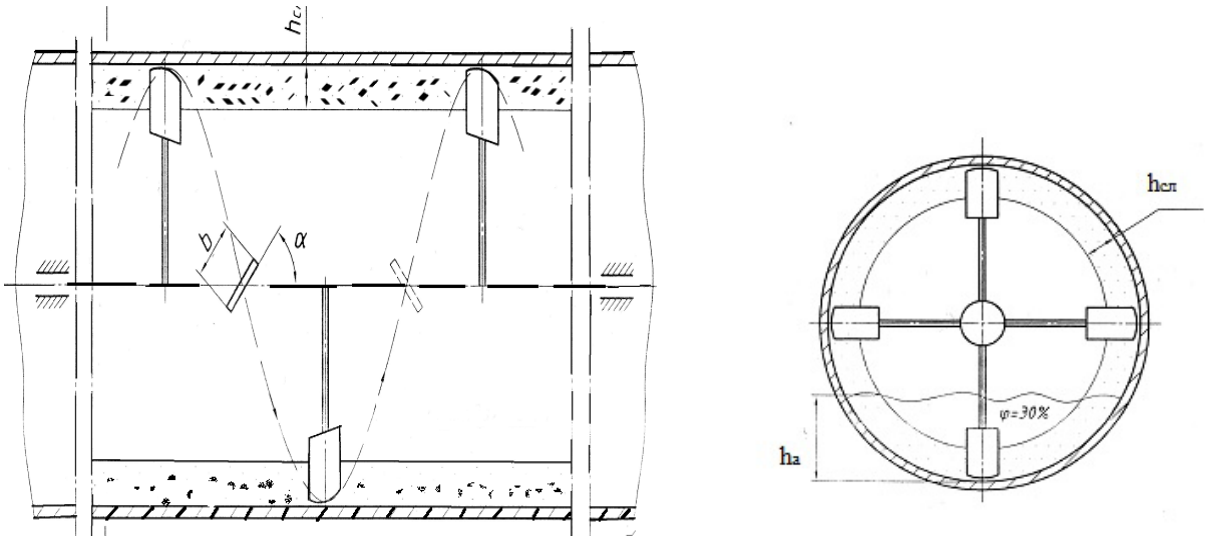


Рис. 1. Условная схема размещения лопаток на валу гранулятора и траектория движения частиц: $h_{сл}$ – высота слоя частиц; h_1 – высота засыпки материала b- -ширина лопатки; α – угол наклона лопатки; φ- объемное содержание материала в грануляторе (30%)

лирования осуществляется в динамическом слое, перемещающемся по спирали на внутренней цилиндрической поверхности аппарата. Материал, перемещающийся в слое, можно представить в виде совокупности «пакетов» частиц. Размер «пакета» частиц определяется геометрическими размерами и формой лопатки. Образование гранулированной структуры и кинетику гранулообразования на основе системного подхода можно представить следующим образом.

Структура исходных дисперсных систем, таких, как органоминеральные удобрения, определяет тип процесса гранулирования. Вновь сформированная дисперсная структура характеризуется определенной пористостью, плотностью упаковки кристаллических блоков, формирующих гранулу, и их концентрацией. На качество гранул влияет прочность фазовых контактов между блоками, их количество и вид дефектов отдельных блоков и гранулы в целом. Характер сформировавшейся структуры гранул определяет их механическую прочность, гигроскопичность и другие структурно-деформационные характеристики. Структура гранулы, получаемая при влажном окатывании, представляет собой пористую зернистую оболочку, образованную друзами более мелких частиц, в виде кристаллитов. Такая дисперсно-связанная структура формируется в результате уплотнения несвязанных дисперсных систем и представляет собой смесь, состоящую из твердых частиц сырьевого материала и некоторого количества воды. Её формирование происходит во время окатывания при добавлении определенного количества связующего к порошку (окатывание, компактирование), или при удалении избытка влаги (дезинтеграция, сушка). Прочность образованной гранулы обеспечивается молекулярными и капиллярными силами.

Структурно-фазовые превращения, изменяющие тип структуры и соответствующие физико-механические свойства, происходят в отдельных, активных зонах контакта твердых частиц. Указанная трехфазная система, полученная на стадии подготовки шихты, содержит твердые частицы основного вещества, жидкость и воздух.

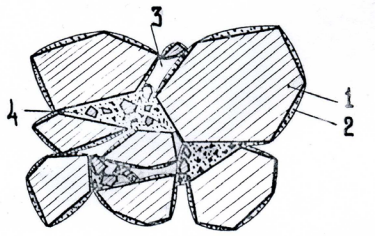


Рис. 2. Структурная модель гранулируемой массы:
1 – грубодисперсные каркасные зерна;
2 – сольватные оболочки; 3- защемленный воздух;
4 – иммобилизованная жидкость.

Структурная модель гранулы представляет собой каркас из частиц твердой фазы, окруженных сольватными оболочками. Контакт частиц осуществляется по углам и ребрам, так как на этих участках происходит утончение оболочек и увеличение сил электростатического притяжения. В порах каркаса находятся иммобилизованная жидкая фаза и воздух. Величина сил электростатического притяжения совместно с внешним деформирующим воздействием может оказаться настолько значительной, что произойдет полное вытеснение сольватных оболочек. Соединение частиц будет осуществляться за счет электростатических сил, связанных жидкостной оболочкой. В процессе подготовки шихты жидкостные оболочки и иммобилизованная жидкая фаза сгущаются частицами коллоидных и близким к ним размеров, образующимися в результате поверхностного диспергирования жидкой фазы. Образуется пластифицированная коагуляционная структура. При наличии кристаллической фазы и физико-химического взаимодействия в местах контакта зерен возможно образование пересыщенных растворов. Это приводит к кристаллизации вещества на поверхности частиц и срастанию кристаллов.

Полученные системы являются термодинамически неустойчивыми из-за неравномерности срастания кристаллов. Следовательно, на стадии подготовки шихты при выдаче рекомендаций по условиям ведения

процесса гранулирования особое внимание необходимо уделить кинетике развития структур. Кинетика гранулообразования ОМУ в движущимся динамическом слое ТЛСГ рассматривается постадийно, основываясь на фундаментальных положениях законов роста частиц [1; 4; 5]. Например, для комбинации из порошкообразного сырья и связующего процесс гранулообразования условно протекает в несколько стадий. Наиболее продолжительная – это стадия зародышеобразования, которая занимает до 70% от общего времени гранулирования. Рост гранул оценивается по величине критической массы и концентрации связующего. Вторая – переходная стадия, во время которой протекает стихийная агломерация. Затем следует стадия интенсивного роста размера гранул (15% времени гранулирования). На последней стадии, когда всё связующее израсходовано на образование плотных гранул, происходит упрочнение гранул. Таким образом, общее время процесса гранулирования в скоростном грануляторе будет равно времени протекания этих стадий

$$\tau_{общ} = t_з + t_{аг} + t_{ир} + t_{упр}, \qquad (1)$$

где $t_з$ – время зародышеобразования гранул; $t_{аг}$ – время агломерирования; $t_{ир}$ – время интенсивного роста гранул; $t_{упр}$ – время упрочнения гранул.

Процесс гранулообразования происходит при взаимодействии «пакетов» частиц между собой, движущихся по спиральной траектории (рис. 1). Длину пути по такой траектории и скорости движения частиц можно определить, используя следующие физические представления о механизме взаимодействия лопаток со смесью. Схема взаимодействия «пакета» с лопаткой представлена на рис. 3.

Введем в рассмотрение систему координат OZXY. Ось вращения лопатки направлена по оси OY. Ось OX расположим в плоскости лопасти.

Угол наклона лопатки от горизонтали, совпадающей с осью вращения вала, равен α. Лопатки равномерно вращаются вокруг

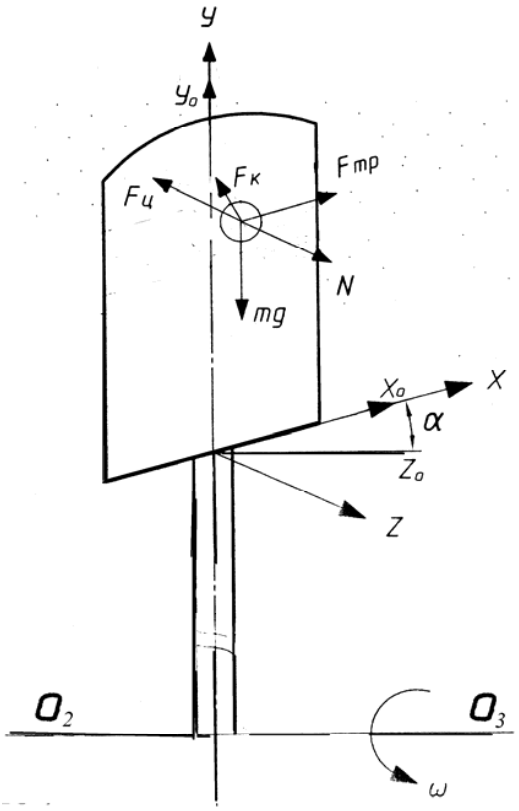


Рис. 3. Расчетная схема действующих сил на «пакет» частиц: mg – сила тяжести; $\bar{F}_{тр}$ – сила трения скольжения; $\bar{F}_ц$ – центробежная сила; N – нормальной реакции плоскости лопатки от действия смеси; $\bar{F}_к$ – кориолисовая сила инерции

горизонтальной оси O_2O_3 с угловой скоростью ω. Лопатки захватывают «пакеты», которые прижимаются к ней, вследствие центробежной силы, из нижней части барабана и транспортируют их в верхнюю часть. Там они «сходят» с лопатки, и осуществляется свободный полет с некоторой скоростью по цилиндрической поверхности до встречи со следующей лопаткой. Поскольку в динамическом слое находится определенное количество связующего, то за счет агломерирования мелкодисперсных порошков происходит их укрупнение. Внутри стесненного слоя происходит веерообразный разлет укрупненных частиц. Взаимодействие пакета частиц будем рассматривать в двух системах координат. Это неподвижная (инерциональная) $OX_0Y_oZ_0$ и система координат, жестко связанная с ло-

паткой OXYZ. Начало обеих систем координат выберем в точке пересечения вала роторного гранулятора O_2O_3 со стержнем лопатки радиусом $R_в$. Условно считаем, что лопатка вращается вокруг оси OZ_o, а плоскость лопатки отклонена от горизонтали на угол α. При этом обе системы координат имеют правую ориентацию. Система OXYZ изображена в начальный момент времени. Лопатка вращается вокруг оси O_2O_3 с угловой скоростью ω. Система координат OXYZ жестко связана с лопаткой и является неинерциональной.

При разработке математической модели использовался тензорный метод, а также метод матриц преобразования однородных координат [2]. Движение пакета частиц можно принять одномерным и происходящим по плоской траектории. Для упрощения заменим «пакет» частиц материальной точкой (с массой равной массе «пакета» частиц) и составим дифференциальное уравнение её движения в форме второго закона Ньютона. В общем виде движение смеси происходит за счет взаимодействия веса «пакета» частиц $\bar{G}_п$, сил трения скольжения $\bar{F}_{тр}$, центробежной $\bar{F}_ц$, нормальной реакции плоскости лопатки от действия смеси и кориолисовой силы инерции $\bar{F}_к$. Уравнение движения «пакета» частиц в векторном виде имеет вид:

$$\bar{G}_п + \bar{F}_{тр} + \bar{F}_ц + \bar{N} + \bar{F}_к = \bar{R}; \qquad (2)$$

сила трения равна

$$\bar{F}_{тр} = \bar{N} \cdot f, \qquad (3)$$

где f- коэффициент трения смеси о лопатку;

нормальная реакция плоскости лопатки от пакета частиц определяется по зависимости

$$\bar{N} = \bar{F}_ц - \bar{G}_п \cdot \cos\alpha; \qquad (4)$$

центробежная сила рассчитывается по формуле

$$F_ц = m \cdot \dot{a}^2 \cdot R_л, \qquad (5)$$

где $\dot{a}^2$ – угловое ускорение частицы, рад/с,

тогда уравнение (2) с учетом (3) и (5) примет вид

$$F_{тр} = (m \cdot \dot{a}^2 \cdot R_л - G_п \cos\alpha) f; \qquad (6)$$

вес пакета частиц определяется по формуле

$$G_п = mg, \qquad (7)$$

где m- масса пакета, кг;

величина $F_к = -m \cdot \dot{a}_к$,

где $\dot{a}_к$ – кориолисово ускорение.

В результате проектирования векторов на подвижные оси координат получается система двух дифференциальных уравнений движения «пакета» частиц по лопасти, а также выражение для нормальной реакции плоскости лопасти. Дифференциальные уравнения решены при использовании программы «Rotor v.2» [3]:

$$\ddot{x} = g \cdot \cos\alpha + x\omega^2 \sin^2\alpha - 2y\omega \cdot \sin\alpha + \frac{1}{m} F_{тр\,x} \qquad (8)$$

$$\ddot{y} = y \cdot \omega^2 + 2 \cdot \dot{x} \cdot \omega \cdot \sin\alpha + \frac{1}{m} F_{тр\,y} \qquad (9)$$

$$N^* = \frac{1}{m} N = g \cdot \sin\alpha - x \cdot \omega^2 \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha + 2\dot{y} \cdot \omega \cdot \cos\alpha \qquad (10)$$

При заданных граничных условиях решение системы позволяет определить изменение во времени скорости пакета частиц и план скоростей в каждый момент времени. Величина нормальной реакции на пакет смеси со стороны лопасти позволяет рассчитать момент сопротивления вращению лопасти, что позволяет определить потребляемую гранулятором мощность. С использованием данной программы «Rotor v.2» получена траектория движения «пакетов» частиц в ТЛСГ при различных углах наклона лопаток (рис. 4).

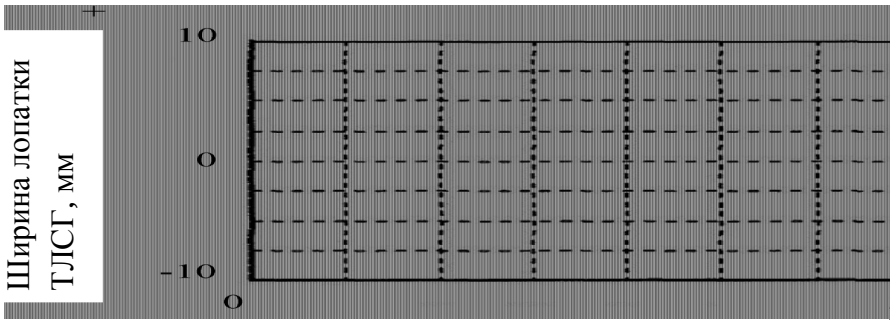


Рис. 4. Длина лопатки ТЛСГ, мм

Из рис. 4 видно, что с увеличением угла наклона от 5^0 до 30^0 уменьшается траектория движения до следующей лопатки и, соответственно, уменьшается время пребывания материала в аппарате. Таким образом, изменяя угол наклона лопаток, можно влиять на качество гранулируемого материала.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- проведены исследования процесса гранулирования комплексных органоминеральных удобрений (CAN и ОМУ) методами окатывания на тарельчатом и скоростном грануляторе;

- прочность получаемых гранул зависит как от природы связующего, так и от свойств компонентов исходного сырья;

- описан механизм гранулирования многокомпонентных удобрений применительно к скоростным грануляторам окатывания;

- получена система дифференциальных уравнений, характеризующая движение «пакета» частиц в ТЛСГ;

- при использовании программы «Rotor v.2» полученные данные, позволяющие определить траекторию движению «пакета» частиц;

- установлено, что угол наклона лопатки влияет на траекторию движения «пакета» частиц и его время пребывания в аппарате, в результате чего на выходе из аппарата получается полидисперсный материал с низким выходом товарной фракции.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Генералов М. Б. Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии: учебное пособие для вузов. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002. – 592 с.
2. Ершов М.Ю. Обобщение и развитие научных представлений о механизме приготовления сырых песчано-глинистых смесей, оптимизация его энергетических, технологических параметров и конструкций смесителей: дис… докт. техн. наук. – М., 2004. – 363 с.
3. Ершов М.Ю., Филонов Д.В. Программа расчета роторных рабочих органов смесителей формовочных материалов (ROTOR v.2). – Свидетельство Роспатента об официальной регистрации программы для ЭВМ № 200061749 от 16.08.2000 г.
4. Кафаров В.В. Системный анализ процессов химической технологии / В.В. Кафаров, И.Н. Дорохов, С.Ю. Арутюнов. – М.: Наука, 1985. – 440 с.
5. Классен П.В., Гришаев И.Г., Шомин И.П. Гранулирование. – М.: Химия, 1991. – 240 с.
6. Кувшинников И.М. Минеральные удобрения и соли. Свойства и способы улучшения. – М.: Химия, 1987. – 256 с.
7. Макаренков Д.А., Назаров В.И. Исследование процесса гранулирования комплексных удобрений с учетом физико-химических и реологических свойств компонентов // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2012. –№ 2. – С. 49-55.
8. Назаров В. И. Способ гранулирования дисперсных сред на тарельчатом грануляторе: патент № 2410152 (РФ) / В.И. Назаров, А.Н. Морозов, Д.А. Макаренков. – Бюллетень Роспатента. – 27.10.2010.
9. Пащенко В.Н. Разработка комплексных процессов гранулирования порошковых материалов: автореф. дис … докт. техн. наук. – М., 1990. – 33 с.
10. Таран А.Л. Способ получения гранулированного сложного минерального удобрения: патент № 2407721 (РФ) / А.Л. Таран, А.В. Таран, Ю.А. Таран. – Бюллетень Роспатента. – 27.12.2010.

РАЗДЕЛ III. НАУКИ О ЗЕМЛЕ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 502:624.131

Брюхань А.Ф.
ООО «ГрафПроектСтройИзыскания»
(г. Щелково, Московская обл.)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

A. Bryukhan
Limited Liability Company 'GrafProektStroyIziskaniya',
Shchelkovo, Moscow Region

GEO-EECOLOGICAL INTERPRETATION OF GREEN THERMAL POWER PLANTS

Аннотация. Развитие тепловой энергетики предусматривает разработку соответствующей экологической стратегии. На основе концепции зоны техногенного воздействия тепловой электростанции (ТЭС) обосновывается понятие экологически чистой ТЭС. Показано, что наиболее оптимальным с этой точки зрения является вариант экологической стратегии, предусматривающий сокращение совокупной техногенной нагрузки всех производств, участвующих в выработке электроэнергии. Однако реализация такого варианта является практически неразрешимой задачей в глобальном масштабе из-за конфликта интересов разных стран и крупных энергетических компаний. Поэтому в обозримом будущем решение экологических проблем, касающихся ТЭС, будет осуществляться исходя из варианта, основанного на концепции локально чистых ТЭС.

Ключевые слова: тепловая электростанция, техногенное воздействие, загрязнение, природная среда, ландшафт.

Abstract. The development of thermal power stipulates the construction of appropriate environmental policies. On the basis of the concept of technogenic impact zone of a thermal power plant (TPP), a notion of a green TPP is justified. It is shown that from an environmental point of view, a version of the environmental strategy aimed at reducing the total impact of all technological industries involved in energy production is the most optimal. However, the implementation of this version is almost an insoluble task on a global scale due to a conflict of interests between various countries and large energy companies. Therefore, in the foreseeable future, the environmental problems related to TPPs will be solved based on the version of a green TPP concept.

Key words: thermal power plant, technogenic impact, pollution, environment, landscape.

Основная роль в производстве электроэнергии в нашей стране принадлежит тепловой энергетике [3]. Последняя также играет ведущую роль в производстве электроэнергии в мировом масштабе [6; 8]. Генерация электроэнергии на тепловых электростанциях (ТЭС) производится в результате сжигания угля, топочного мазута, газа, горючих сланцев и торфа. Наряду со значительной социальной и экономической ролью ТЭС в обеспечении страны электроэнергией, они создают серьезные экологические проблемы из-за неизбежного масштабного

© Брюхань А.Ф., 2012.

загрязнения и техногенных нагрузок на природную среду. Именно тепловая энергетика является отраслью, вносящей наибольший вклад в загрязнение природной среды в масштабе страны [4]. При этом воздействие ТЭС на природную среду и человека носит многофакторный характер и включает загрязнение воздушного бассейна, поверхностных вод, почв, геологической среды, а также тепловое, радиационное, акустическое, электромагнитное загрязнение. Кроме того, ТЭС создают серьезные проблемы, связанные со складированием золошлаковых отходов, отчуждением земельных и лесных ресурсов.

1. Концепция экологически чистой тепловой электростанции

Разработка рациональной и оптимальной системы комплексной инженерной защиты природной среды от негативных воздействий ТЭС предполагает формулировку представления об экологически чистом производстве электроэнергии. Именно в интерпретации экологически чистого производства заложен краеугольный камень стратегии экологической оптимизации. В работе [2] показано, что чем значительнее экономические затраты на реализацию того или иного производства, тем больше оно экологически грязно. Этот факт связан с тем обстоятельством, что в любом производстве, в том числе и в производстве электроэнергии, участвует множество других производств, в разной степени оказывающих негативное влияние на окружающую природную среду. Подобный взгляд на неизолированное производство, а таковым является любое производство, отражает один из хорошо известных принципов Б. Коммонера «все должно куда-то деваться» [5].

Таким образом, невозможно в принципе вести речь о создании экологически чистых ТЭС, можно говорить лишь о возможности достижения их локальной экологической чистоты в пределах природно-техногенной систем «биотоп-ТЭС», находящихся в границах соответствующих зон техногенного воздействия (ЗТВ) 1-го иерархического уровня [1]. Такая локальная экологическая чистота достигается за счет планового загрязнения территорий, выходящих за пределы биотопов. Хотя загрязнение этих территорий бывает незначительным и зачастую неощутимым, оно затрагивает большие пространства. Например, выбросы мелких зольных частиц, производимые ТЭС из высоких дымовых труб высотой 300-500 м, могут мигрировать в атмосфере на расстояния в сотни и даже тысячи километров [7]. Соответствующие концентрации этих частиц в пробах воздуха, отбираемых на таких расстояниях, практически невозможно измерить. Сбросы загрязненных сточных вод в реки также характеризуются дальним распространением загрязняющих веществ. Еще один пример – подвоз угля по железной дороге на тысячи километров от месторождения до ТЭС с его неизбежным пылением по всему маршруту. К аналогичным факторам следует также отнести передачу электроэнергии по ЛЭП на расстояния в сотни и тысячи километров. В связи с этим целесообразно использовать термин локально чистой ТЭС и понимать такую ТЭС как предприятие по производству электроэнергии, загрязняющее природную среду в пределах ЗТВ 1-го иерархического уровня в минимальном объеме при выработке единицы мощности в расчете на весь жизненных цикл ТЭС.

2. Варианты экологической стратегии развития тепловой энергетики

Из сказанного следует, что можно рассматривать три основных варианта экологической стратегии развития тепловой энергетики.

1. Сокращение техногенной нагрузки на природную среду в пределах ЗТВ ТЭС 1-го иерархического уровня.

2. Сокращение совокупной техногенной нагрузки всех производств, вовлеченных в производство электроэнергии, на всю ландшафтную оболочку Земли (эпигеосферу).

3. Некоторая промежуточная стратегия.

1-й вариант – классический, реализующий в настоящее время парадигму планового за-

грязнения территорий, выходящих за пределы конкретных биотопов. Такому варианту отвечает предложенное выше определение локально чистой ТЭС.

2-й вариант экологической стратегии наиболее оптимален с экологической точки зрения и в принципе может быть реализован политическими и макроэкономическими усилиями на глобальном или, по меньшей мере, на национальном уровне. Однако очевидно, что попытка решения экологических проблем на таком уровне представляет собой практически неразрешимую задачу вследствие конфликта интересов разных стран, а также крупных энергетических компаний. Подобный вариант экологической стратегии может быть реализуем в масштабе отдельного государства при плановом ведении собственной экономики, не вовлеченной в мировую. Тем не менее, определенный оптимизм вызывает следующее обстоятельство. Каждый хозяйствующий субъект, участвующий в производстве электроэнергии, стремится минимизировать производственные издержки. По этой причине, как показано в работе [2], производство продукции (товарной и нетоварной) этого хозяйствующего субъекта окажется максимально экологичным. Можно ожидать, что и вся совокупность производств, вовлеченных в производство электроэнергии, окажется в той или иной мере достаточной экологичной. Тем не менее, строго говоря, это не означает, что данная совокупность производств окажется наиболее оптимальной с экологической точки зрения.

Более перспективным является промежуточный вариант экологической стратегии. Однако и его реализация, например, в масштабе России, связана с серьезными трудностями. Несмотря на пока еще значительные экологические ресурсы нашей страны, отход от планового ведения хозяйства и продолжающаяся тенденция включения России в мировую экономику, в том числе и в рамках ВТО, ставят построение такой стратегии под угрозу. Поэтому в обозримом будущем решение экологических проблем, касающихся ТЭС, будет осуществляться исходя из 1-го варианта экологической стратегии, основанной на концепции локально чистых ТЭС.

Заключение

1. На основе ранее разработанной автором концепции зоны техногенного воздействия ТЭС обосновывается понятие экологически чистой тепловой электростанции.

2. Развитие тепловой энергетики предусматривает три основных варианта экологической стратегии:

- сокращение техногенной нагрузки на природную среду в пределах ЗТВ ТЭС 1-го иерархического уровня;
- сокращение совокупной техногенной нагрузки всех производств, вовлеченных в производство электроэнергии, на всю ландшафтную оболочку Земли;
- некоторую промежуточную стратегию.

3. Показано, что наиболее оптимальным с экологической точки зрения является вариант, предусматривающий сокращение совокупной техногенной нагрузки всех производств, участвующих в производстве электроэнергии. Однако реализация такого варианта является практически неразрешимой задачей в глобальном масштабе из-за конфликта интересов разных стран и крупных энергетических компаний. Более перспективным является промежуточный вариант экологической стратегии, реализация которого также связана с серьезными трудностями. Поэтому в обозримом будущем решение экологических проблем, касающихся ТЭС, будет осуществляться исходя из варианта экологической стратегии, основанной на концепции локально чистых ТЭС.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Брюхань А.Ф. Зоны техногенного воздействия тепловых электростанций // Вестник РГУ им. И. Канта. Сер. «Естественные науки».– 2011.– Вып. 1.– С. 16-22.
2. Брюхань А.Ф. Инженерно-экологические изыскания для строительства тепловых электростанций / А.Ф. Брюхань, Ф.Ф. Брюхань, А.Д. Потапов. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 192 с.
3. 80 лет развития энергетики. От плана ГОЭЛРО

к реконструкции РАО «ЕЭС России». – М.: АО «Информэнерго», 2000. – 528 с.
4. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: учебное и справочное пособие. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 671 с.
5. Commoner B. The Closing Circle. – New York: Cnopf, 1971. – 140 p.
6. International Energy Annual 2002. – Washington: Energy Information Administration, 2004. – 258 p.
7. Kimbrough D. A Critical Assessment of Chromium in the Environment / D. Kimbrough, Y. Cohen, A.Winer et. al. // Critical Reviews in Environmental Science and Technology.– 1999.– Vol. 29.– P. 1-46.
8. WEC Survey of Energy Resources. – London: World Energy Council, 2001. – 310 p.

УДК 624.131

Виноградов А.Ю.
ООО НПО «Гидротехпроект» (г. Валдай, Новгородская обл.)

К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ

A. Vinogradov
Gidrotehproekt Research and Development Association, Valday, Novgorod Region

ON THE NECESSITY OF TECHNICAL REGULATIONS OF ENGINEERING SURVEY

Аннотация. В статье анализируется круг вопросов, касающихся причин и последствий принятия Федерального Закона от 27.12.02 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании». Основные проблемы с реализацией положений закона связаны с тем обстоятельством, что допускается возможность отступления от требований национальных стандартов, и они становятся необязательными. При этом ответственность за требования, предъявляемые к проектируемому объекту, несет заказчик строительства. Показано, что попытка государства возложить ответственность за некачественное производство работ в строительстве на коммерческие структуры, которые в своей основе запрограммированы на решение других задач, является бесперспективной.

Ключевые слова: техническое регулирование, инженерные изыскания, нормативно-технический документ, строительство, экологическая безопасность.

Abstract. We have analyzed the range of problems concerning the causes and consequences of adoption of the Federal Law No. 184-FZ of December 27, 2002 'On Technical Regulation.' The main problems related to implementation of the provisions of the law are caused by the fact that they allow for deviation from the requirements of national standards and become optional. Herewith, the liability for the requirements to the planned facility is entrusted to the building owner. It is shown that an attempt of the state to assign responsibility for the production of poor quality works on commercial structures, which are inherently programmed to other tasks, is futile.

Key words: technical regulation, engineering survey, regulatory and technical document, construction, environmental safety.

Согласно п. 8 ст. 6 Технического регламента о безопасности зданий и сооружений, принятого Федеральным Законом от 27.12.02 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [5], заказчик строительства может задекларировать необходимость отступления от требований национальных стандартов и нормативно-технической документации, включая своды правил, и тогда они становятся необязательными. Таким образом, именно заказчик несет ответствен-

© Виноградов А.Ю., 2012.

ность за требования, которые он предъявляет к проектируемому объекту. В результате действия закона все существующие своды правил (СП), а также строительные нормы и правила (СНиПы), могут использоваться только в рамках, оговоренных заказчиком. Однако в большинстве случаев заказчик не понимает сути требований, включая расчетные методики, регламентируемых нормативно-техническими документами, и для того, чтобы попытаться снять с себя ответственность за некачественные работы, чреватые негативными последствиями, прописывает в техническом задании (ТЗ) всевозможные нормативные документы, прямо или косвенно имеющие отношение к существу вопроса. Тогда возникает вопрос, в чем причина принятия положения о «добровольности» использования СП?

Исходя из обычно невысокого уровня профессионализма современного инженерного корпуса изыскателей и отсутствия общепризнанных альтернативных методик, подобное «послабление» в столь ответственной деятельности, как строительство, представляется неоправданным. Почему же оно принято? ***Вариантов ответа может быть три.***

1. Существующие нормативные документы в области инженерных изысканий во многом устарели и требуют пересмотра. Объекты, построенные с их использованием (или якобы с их использованием), не отвечают требованиям безопасности, в том числе и экологической. Ответственность за последствия строительства этих объектов возлагается на заказчика, как на сторону, неправомерно выбравшую соответствующий норматив. Затраты на обновление таких нормативно-технических документов должны нести частные компании или саморегулируемые организации (СРО). Так, согласно предложению представителя Правительства РФ Шувалова И.И., полномочия по актуализации и разработке СНиПов, а также ответственность за них следует возложить на национальные объединения СРО [1]. Оплачивать последствия некачественного строительства должны частные лица или страховые компании.

2. Поставлена задача на государственном уровне облегчить возможность участия в инженерных изысканиях, проектировании и строительстве на территории РФ иностранным компаниям. Теперь транснациональные корпорации смогут быстро и без особых затрат покончить с отечественным строительным корпусом. Например, в Польше «... не оказалось национальной системы технического нормирования. Прежнюю систему отменили, а новую не успели разработать. В итоге строительные фирмы вынуждены были продать свой бизнес иностранцам. Сегодня поляки работают на субподряде у испанцев, итальянцев и других более удачливых представителей Европы. Своего строительного комплекса в Польше теперь нет. А ведь поляки были неплохими строителями» [2].

3. При наличии в стране одного заказчика – государства, утвержденные СНиПы были обязательны к исполнению хозяйствующими субъектами строительной отрасли. Сегодня заказчиков много и каждый из них предъявляет свои собственные требования, которые не всегда отвечают предписаниям СНиПов.

Возражения. Заказчик и исполнитель, как представители коммерческих структур, делают акцент на получение прибыли, рассматривая ее как конечную цель всей производственной деятельности. Стремление качественно выполнять работу чуждо самой природе рыночных отношений, причем не только в нашей стране. Кто же тогда должен контролировать качество выполнения строительных работ на всех уровнях? Как нам представляется, безопасность произведенной продукции и оказанных услуг все равно должно оставаться на ответственности государства. Обеспечение безопасности является неотъемлемой частью деятельности государства и согласно ст. 71 Конституции РФ находится в исключительном ведении Российской Федерации [3]. Тем не менее государство пытается последовательно переложить ответственность на юридические лица, которые по своей сути безответственны.

СНиПы являются определенной гарантией того, что поставщик услуг – изыскатель-

ская или проектная организация предоставляет услуги определенного качества. СНиПы регламентируют полностью все области и этапы в строительстве, начиная от планирования строительства объектов, и заканчивая их возведением, касаясь в том числе и последовательности действий. Рассчитывать на способность большинства СРО и, тем более, отдельных организаций, изменять существующие СП в лучшую сторону, к сожалению, не приходится, ввиду острого дефицита соответствующих кадров.

Если все же некоторые исполнители, зная слабые стороны существующих расчетных СП, смогли бы предложить улучшение старых или альтернативные новые методики расчетов, это вызвало бы для них дополнительный риск. В случаях возникновения техногенных или природных катастроф факты некачественно проведенных строительных работ являются довольно трудно доказуемыми, а отступление проектировщика или изыскателя от «необязательных» СП – налицо. Таким образом, невыполнение каких-либо положений этих документов будет рассматриваться в судах различных инстанций как причина аварии. Т. е. изыскатель и проектировщик будут нести полную ответственность за подобные отступления.

Если верно второе предположение, то налицо государственное преступление, причем анализ ситуации выходит за рамки нашей компетенции. «Результаты анализа законотворческой практики позволили выделить новый вид угроз национальной безопасности – в правовой сфере. Речь идет о возможности нанесения ущерба жизненно важным интересам Российской Федерации в результате принятия законодательных актов, «не до конца продуманных» с точки зрения правовых последствий либо разработанных в интересах определенных групп лиц» [4].

Наконец, по поводу третьего предположения. Заказчиком крупного строительства в стране в большинстве случаев остается государство. За последствия любых природных и техногенных аварий до сего времени платит налогоплательщик. Ни конкретный исполнитель строительства, ни страховая фирма не отвечают за некачественные постройки. Чиновник – представитель такого Заказчика, никогда не возьмет на себя ответственность отойти от существующих СНиПов.

Резюме

1. Смысл принятия закона о техническом регулировании остается неясным.

2. В техническом регламенте установлены обязательные минимальные требования к инженерным изысканиям и проектированию в части, соответствующей целям: защиты жизни или здоровья граждан, имущества, охраны окружающей среды. Суть этих требований – обеспечить различные виды безопасности окружающей среды, человека и материальных ценностей. Например, от взрывов, пожаров, широкомасштабной потери биологической целостности и пр. Каким образом эта безопасность обеспечивается? Применением на добровольной основе утвержденных стандартов и сводов правил, ибо это является достаточным условием соблюдения требований соответствующих технических регламентов (ст. 16.1) [5]. То есть мы можем стандарты и не применять, но тогда условие соблюдения регламента будет недостаточным. В чем смысл подобных нечетких формулировок?

3. В стандартах в целях их добровольного многократного использования устанавливаются характеристики этапов строительства, включая инженерные изыскания. Но ст. 7 Федерального закона [5] и Технический регламент ***должны содержать требования*** к процедурам инженерных изысканий и проектирования. Как же быть? Добровольно использовать установленные требования, предписываемые стандартами, или руководствуясь Техническим регламентом? Но в регламенте про это ***ничего конкретно не прописано.*** Рискнем подытожить – нет конкретики, нет и требований.

4. Ну а контроль? Государственный контроль (ст. 33) [5] за соблюдением требований технических регламентов осуществляется в отношении процедур инженерных изысканий и проектирования исключительно в

части соблюдения требований соответствующих регламентов. Значит, и должного контроля быть не может.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Балтийская Строительная Неделя – время деловых контактов // Вестник строительного комплекса.– 2009.– № 65.– С. 3-5.
2. Баринова Л.С. На пути к обновлению закона «О техническом регулировании» // Строительная газета.–2007.– 27 апреля.
3. Конституция Российской Федерации / Конституция Российской Федерации [сайт]. URL: http://www.constitution.ru/ (дата обращения 10.08.2012).
4. Патрушев Н.П. Особенности современных вызовов и угроз национальной безопасности России // Журнал российского права.– 2007.– № 7.– С. 3-12.
5. Федеральный закон от 27.12.02 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» / Правовая система «Референт» [сайт]. URL: http://www.referent.ru/1/188445 (дата обращения 10.08.2012).

УДК 528.837

Грядунов Д.А., Митрофанов Е.В.
Московский государственный университет геодезии и картографии
Бубненков Д.И.
Московский государственный областной университет

О ПРИМЕНЕНИИ КОМПЛЕКСОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СИСТЕМЕ МНОГОУРОВНЕВОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

D. Gryadunov, E. Mitrofanov
Moscow State University of Geodesy and Cartography
D. Bubnenkov
Moscow State Regional University

USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN A SYSTEM OF MULTILEVEL ENVIRONMENTAL MONITORING

Аннотация. В статье рассмотрено место комплексов беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в многоуровневой системе экологического мониторинга для валидации, интерпретации и корректировки данных дистанционного зондирования, а также вопросы экологического картографирования и оценки состояния окружающей среды с учетом использования серийно выпускаемых моделей беспилотных летательных аппаратов.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, аэросъемка, геоинформационные системы, беспилотные летательные аппараты, экологический мониторинг.

Abstract. We consider the place of unmanned aerial vehicles in a multilevel system of environmental monitoring for validation, interpretation and correction of remotely sensed data, as well as the issue of environmental mapping and assessment of the environment, taking into account the use of commercially available models of unmanned aerial vehicles.

Key words: remote sensing of the Earth, aerial survey, geographic information system, unmanned aerial vehicles, environmental monitoring.

© Грядунов Д.А., Митрофанов Е.В., Бубненков Д.И., 2012.

Экологическому картографированию и мониторингу территорий на сегодняшний день уделяется все больше внимания как в Российской Федерации, так и во всем мире. Методы дистанционного зондирования (ДЗ) авиационными и космическими средствами являются наиболее интенсивно развивающимися методами сбора информации о состоянии окружающей среды. В данной работе авторы ставили целью рассмотреть вопрос использования комплексов беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в системе экологического мониторинга.

Учитывая возможности современных серийно выпускаемых комплексов БЛА, можно говорить об их применении при решении задач экологического мониторинга земель, почвенно-растительных покровов, поверхностных вод суши, а также прибрежных вод морей и океанов. Так как экологический мониторинг осуществляется на нескольких иерархических уровнях [4], наиболее целесообразным представляется применение комплексов БЛА для экологического мониторинга ограниченных территорий на детальном, локальном и частично региональном уровнях. Комплексы БЛА могут использоваться как самостоятельно, так и в многоуровневой системе ДЗ.

Самостоятельное использование комплексов БЛА позволяет решать следующие задачи:

– выполнять оперативное экологическое картографирование территорий (в том числе в целях создания и обновления картографического материала масштабного ряда 1:500 – 1:10000);

– осуществлять дистанционную диагностику инженерно-технических сооружений;

– выполнять периодические наблюдения определенных территорий;

– осуществлять сбор данных для ГИС различного уровня и назначения.

Применение в качестве составляющей многоуровневой системы ДЗ подразумевает выполнение комплексами БЛА подспутниковых (а при необходимости и подсамолетных) съемок с целью:

– валидации,

– интерпретации,

– уточнения и корректировки данных ДЗ.

В то же время одним из основных методов подспутниковых наблюдений являются наземные исследования эталонных участков. Данные наземного обследования экосистем используются в качестве:

– самостоятельных для определения основных показателей мониторинга;

– опорных для создания обучающих выборок в процессе тематической обработки данных ДЗЗ с целью оценки показателей мониторинга;

– калибровочных для аппаратуры ДЗЗ, атмосферной коррекции, географической привязки и др. [5].

Большое внимание валидации космических данных уделяется в «Концепции развития российской космической системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 года», ряде научных работ [1; 2; 3]. В ряде случаев, если обследуемая местность имеет значительные по охвату размеры, является труднодоступной или опасной для нахождения людей в силу каких-либо обстоятельств (например, техногенных аварий или природных явлений), представляется целесообразным дополнение (или частичное замещение) наземного обследования маловысотной аэросъемкой с борта БЛА. А в определенных ситуациях съемка комплексом БЛА может выступать единственным источником достоверной информации об исследуемых объектах местности. При этом возможно получение качественно новых данных. Например, данных аэрофотосъемки с пространственным разрешением на местности в несколько сантиметров и субдециметровой точностью координатной привязки.

В качестве примера применения комплекса БЛА в многоуровневой системе ДЗ для экологического мониторинга можно рассмотреть опыт использования комплекса БЛА самолетного типа «Птеро-Е» (рис. 1).

Ключевые особенности аэросъемки, выполняемой комплексом БЛА «Птеро», по сравнению с традиционными пилотируемыми авиационными средствами:

Рис. 1. БЛА «Птеро-Е4» на пневматической катапульте

Рис. 2. Изображение, полученное в июле 2011 г., $H_ф$=400 м

– возможность съемки в диапазоне высот от 80 до 1500 м над уровнем земли;

– высокое пространственное разрешение получаемых фотографических изображений (2-15 см/пиксел);

– возможность выполнения съемки в условиях низкой облачности и выпадения атмосферных осадков, а также в темное время суток;

– возможность выполнения повторных съемок с небольшим временным интервалом;

– сравнительно небольшие затраты на эксплуатацию;

– оперативность развертывания комплекса и получения материалов съемки.

В 2011 г. проведено 2 цикла экспериментов по аэрофотосъемке Заокского геодезического полигона МИИГАиК. В июле выполнена аэрофотосъемка с высот 400 и 1200 м над уровнем земли. Пространственное разрешение составило соответственно около 5 и 15 см/пиксел (рис. 2, 3).

В ноябре выполнена повторная съемка того же участка с высоты 800 м и пространственным разрешением 10 см/пиксел (рис. 4).

В обоих циклах для съемки использована цифровая камера Canon EOS 5D Mark II с объективом Canon EF 50mm f/1.4 USM. Для получения точных центров фотографирования на борту БЛА был установлен двухчастотный GPS/ГЛОНАСС приемник на базе платы Topcon Euro-160T. Для достижения в постобработке субдециметрового уровня точности в районе выполнения аэрофотосъемки устанавливались базовые станции.

Рис. 3. Изображение, полученное в июле 2011 г., $H_ф$=1200 м

Рис. 4. Изображение, полученное в ноябре 2011 г., $H_ф$=800 м

По данным съемок построены матрица высот (рис. 5), трехмерная модель местности (рис. 6.) и созданы ортофотопланы масштаба 1:2000, которые могут быть использованы для комплексного анализа.

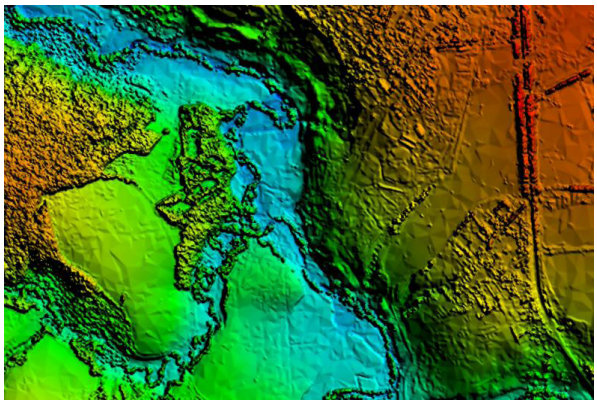


Рис. 5. Матрица высот

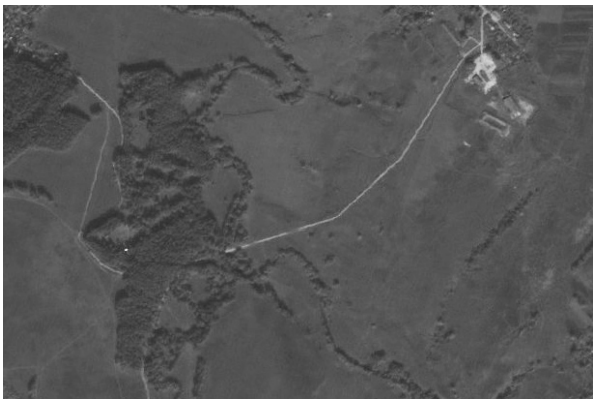


Рис. 7. Фрагмент комического снимка ALOS

Рис. 6. Трехмерная модель местности. Перспективный вид

В течение 2012 г. намечено продолжение экспериментов, в том числе выполнение инфракрасной съемки в пределах ранее снятой территории, а также проведение дополнительных наземных наблюдений. В перспективе данный полигон может быть использован для проведения различных экспериментов по многоуровневому дистанционному зондированию, в том числе и с использованием космической съемки. На рис. 7 приведен фрагмент космического снимка ALOS на данную территорию, источник – Геопортал Роскосмоса.

Таким образом, комплексы БЛА представляются эффективным инструментом для сбора пространственных данных в интересах экологического мониторинга и картографирования. А сравнение данных с нескольких уровней наблюдения позволит корректно дешифрировать данные космической съемки, выполнять оценку достоверности получаемой информации и при необходимости ее корректировку. Большую перспективу открывает совместное использование данных, полученных с беспилотных летательных аппаратов, а также данных космической съемки территории. Подобный подход позволит повысить уровень точности и достоверности информации.

На сегодняшний день развитие рынка БЛА, в том числе и для нужд аэрофотосъёмки, тормозится отсутствием нормативно-правовой базы для интеграции беспилотных летательных аппаратов в единое воздушное пространство. Эта проблема не решена полностью ни в одной стране мира. В России пока предприняты только первые шаги в данном направлении.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Волынко Н.А. О формировании наземной инфраструктуры тестового участка для валидации космических систем дистанционного зондирования и навигации // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011, № 2. – С. 26-29.
2. Волынко Н.А. Об использовании объектов городской инфраструктуры для валидации космических систем дистанционного зондирования / Волынко Н.А., Грузинов В.С., Грядунов Д.А. // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011, № 5. - С. 78-82.
3. Грузинов В.С. Методика оценки «топографической информативности» данных дистанционного зондирования Земли на тестовых участках // Геодезия и картография. – 2009, № 6. – С. 33-35.

4. Королев В.А. Мониторинг геологической среды: учебник / под редакцией В.Т. Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 272 с.
5. Малинников В.А. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами: учебное пособие / В.А. Малинников, А.Ф. Стеценко, А.Е. Алтынов, С.М. Попов. – М: Изд-во МИИГАиК, 2009. – 140 с.

УДК 550.47+504.054

Евдокимова В.П., Попова Л.Ф., Тюлева В.В., Бечина И.Н., Усачева Т.В.
Институт естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова (г. Архангельск)

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА В ПОЧВАХ ГОРОДОВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

V. Evdokimova, L. Popova, V. Tuleva, I. Bechina, T. Usacheva
Institute of Natural Sciences and Biomedicine, M.V. Lomonosov Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk

FEATURES OF ACCUMULATION OF IRON AND MANGANESE IN THE SOILS OF THE CITIES OF ARKHANGELSK INDUSTRIAL AGGLOMERATION

Аннотация. В статье дана оценка экологического состояния почвенного покрова городов Архангельской промышленной агломерации по степени его загрязнения железом и марганцем. Предложена шкала экологического нормирования содержания в почвах подвижных форм этих металлов. Проведен анализ особенностей накопления подвижных форм железа и марганца в почвах различных ландшафтов и основных функциональных зон городов Архангельска, Новодвинска и Северодвинска. Установлено, что почвы урбанизированных ландшафтов городов Архангельской промышленной агломерации активно аккумулируют железо и марганец. В техногенно-антропогенных зонах городов преобладают почвы незагрязненные или слабо загрязненные подвижными формами железа и марганца, а в природно-антропогенной зоне г. Архангельска – со средним, высоким и очень высоким уровнем загрязнения этими металлами.

Ключевые слова: железо, марганец, почва, актуальные запасы, валовое содержание, ландшафты, функциональные зоны.

Abstract. The ecological state of soils in the cities of Arkhangelsk industrial agglomeration is assessed by the degree of their contamination with iron and manganese. A scale of ecological regulation of the content of mobile forms of these metals in the soils is proposed. The peculiarities of accumulation of mobile forms of iron and manganese in the soils of different landscapes and the major functional areas of Arkhangelsk, Novodvinsk and Severodvinsk are analyzed. It is found that the soils of urbanized landscapes of the cities of Arkhangelsk industrial agglomeration actively accumulate iron and manganese. In technogenic and anthropogenic zones of the cities, soils uncontaminated or slightly contaminated with mobile forms of iron and manganese dominate. The natural-anthropogenic zone of Arkhangelsk exhibit medium, high and very high levels of contamination with these metals.

Key words: iron, manganese, soil, current inventories, gross content, landscapes, functional zones.

Урбанизация и развитие промышленности повышают уровень техногенной нагрузки на окружающую среду. Особенно велика техногенная нагрузка в городах, где высокая плотность населения сочетается с большим количеством промышленных и коммунально-бытовых предприятий, автотранспорта, газопылевые выбросы которых создают мощные техногенные

© Евдокимова В.П., Попова Л.Ф., Тюлева В.В., Бечина И.Н., Усачева Т.В., 2012.

потоки токсичных веществ на поверхности почв и растений, вызывая их загрязнение. Тяжелые металлы (далее ТМ) относятся к числу приоритетных загрязняющих веществ. Распределение этих загрязнителей в пространстве – сложный процесс и зависит от многих факторов, но именно почва является главным приемником и аккумулятором техногенных масс тяжелых металлов. Большой интерес из ТМ представляют железо и марганец, которые, выполняя важнейшие почвообразующие и биологические функции, могут являться и техногенными загрязнителями окружающей среды. Извлечение огромных количеств железа и марганца из недр литосферы и поступление значительной их части в почвы создают особый антропогенный круговорот. Этот круговорот может таить целый ряд непредвиденных опасностей для почв, а следовательно, и для растений, выполняющих защитную функцию нашей планеты.

Железо – макроэлемент, кларк которого составляет 4,1% [9]. Известно более 300 железосодержащих минералов. Значительное количество его входит в состав различных силикатов и алюмосиликатов, составляющих горные породы, при выветривании которых соединения железа, главным образом оксиды и гидроксиды, попадают в кварцевый песок, глины и почву. По содержанию в почвах железо занимает среди химических элементов четвертое место после O, Si, A1. Нижняя граница содержания железа (0,5%) свойственна торфяным и песчаным почвам, а верхняя (12,0%) – красноземам [3]. Количество железа в почвах определяется как составом материнских пород, так и характером почвенных процессов. Железистые конкреции и железомарганцевые новообразования, зоны аккумуляции железа в почвах широко распространены в подзолистых и дерново-подзолистых почвах Европейского Севера России. Вследствие этого содержание подвижных форм железа в зональных почвах варьирует от 669 мг/кг до 12932 мг/кг [8]. Вместе с тем данный металл в очень высокой степени вовлечен в антропогенную деятельность, отличается высокой технофильностью. В техносферу в процессе антропогенной деятельности вовлечено более 10 млрд.т железа, 60% которого рассеяно в пространстве [3]. Железо считается важнейшим металлом, участвующим в преобразовании энергии, необходимой для синтеза и других жизненных процессах в клетках. Железистая недостаточность влияет на различные физиологические процессы, что находит отражение в ослаблении роста растений и развитии хлороза. Но существует и токсическое воздействие железа на растения, связанное с избытком растворимых форм железа в почвах.

Марганец является одним из наиболее распространенных микроэлементов в литосфере, его кларк составляет 0,1% [9]. Валовое содержание марганца в почвах может изменяться от 100 до 4000 мг/кг, среднее содержание подвижных форм – 110 мг/кг [5]. Значение соединений марганца для состояния почв очень велико, он контролирует поведение ряда микроэлементов вследствие образования марганцевых конкреций, способных их концентрировать. Марганец оказывает существенное влияние на некоторые свойства почв, в частности на равновесие системы Eh-pH. Несмотря на необходимость марганца растениям, при высоких концентрациях он оказывается токсичным. Предельно допустимая концентрация (ПДК) валового содержания марганца составляет 1500 мг/кг, а подвижных форм в дерново-подзолистой почве с pH > 6 – 500 мг/кг [6]. Геохимия соединений марганца тесно связана с поведением соединений железа. В частности, предполагается их взаимосвязь при окислительно-восстановительных реакциях. Образование железомарганцевых конкреций в кислых почвах отражает это сродство.

Объектом исследования были выбраны почвы городов Архангельской промышленной агломерации (Архангельск, Северодвинск, Новодвинск), расположенных в устье Северной Двины. Архангельск – крупный научный и промышленный город Северо-Запада России (площадь 294,4 км^2), административный центр Архангельской области, основанный в 1584 г. Главной отраслью промышленности Архангельска является лес-

ная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность, развиты также теплоэнергетика, машиностроительная и добывающая промышленность. Северодвинск, основанный в 1938 г. (площадь 120,5 км^2), является центром атомного судостроения России. Новодвинск получил статус города в 1977 г. (его площадь 41 км^2), имеет градообразующее предприятие – Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат.

Анализу подвергались почвенные образцы (в слое 0 – 20 см) на 100 пробных площадях (ПП). В Архангельске обследовались почвы как техногенно-антропогенной зоны: промышленного (П) и селитебного (С) ландшафтов; так и природно-антропогенной зоны: лугового (Луг) и лесного (Лес) ландшафтов. В Северодвинске и Новодвинске – почвы только техногенно-антропогенной зоны. Для анализа уровней содержания железа и марганца в почвенном покрове городов Архангельской промышленной агломерации использовались объединенные данные содержания этих элементов в почвах только техногенно-антропогенной зоны. В качестве фоновой была выбрана условно-чистая природная дерновая маломощная легкосуглинистая почва, сформированная на суходольном лугу в 35 км от г. Архангельска. Особое внимание уделялось определению актуальных запасов железа и марганца в почвах (подвижных форм – ПФ), поскольку это та часть элементов в почвенном растворе, которая в данный момент времени является доступной растениям и может быть вовлечена в биогеохимический круговорот веществ.

Определение содержания ПФ железа и марганца в почвах проводилось на базе лаборатории биогеохимических исследований Института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова из кислотных (0,1 Н H_2SO_4) вытяжек фотометрическим методом согласно имеющимся государственным стандартам [1; 2]. Для определения степени подвижности марганца в сезоннопромерзающих почвах Севера было определено его валовое содержание рентгенофлуоресцентным методом анализа (РФА) согласно аттестованной Госстандартом РФ методике выполнения измерений [7], с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, ГК от 29.04.2011 г № 16.552.11.7023).

Анализ экспериментальных данных показал, что содержание ПФ железа в почвах исследуемых ПП колеблется от 50 мг/кг до 3127 мг/кг, при содержании его в природной почве 186 мг/кг. При сопоставлении среднего содержания подвижного железа в почвах городов Архангельской промышленной агломерации установлено, что почвы Северодвинска содержат наибольшие количества этого элемента (496,0 мг/кг). В почвах Архангельска и Новодвинска содержание железа находится в среднем на одном уровне (380,0 мг/кг). Это обусловлено тем, что, в отличие от гг. Архангельска и Новодвинска, в г. Северодвинске есть мощный техногенный источник поступления железа в городские почвы – судостроительные и судоремонтные предприятия. В почвах различных ландшафтов г. Архангельска увеличение содержания железа наблюдается в следующей последовательности: $С_{401} \leq П_{442} < Лес_{1135} < Луг_{2021}$. Данная последовательность обусловлена тем, что почвы техногенно-антропогенных зон г. Архангельска имеют более легкий гранулометрический состав, чем почвы природно-антропогенных зон, поэтому при промывном водном режиме, характерном для региона, железо в значительной степени вымывается из верхних слоев в нижележащие горизонты. Напротив, почвы природно-антропогенной зоны – преимущественно глинистые и суглинистые с повышенным содержанием органического вещества, что способствует закреплению железа в их поверхностном слое.

Более полную оценку экологического состояния исследуемых почв позволяют дать диаграммы частотного распределения уровней содержания ПФ элементов на обследуемой территории (рис. 1-2). В почвах

техногенно-антропогенных зон городов Архангельской промышленной агломерации преобладают почвы, не загрязненные подвижными формами железа (рис. 1А). В почвах техногенно-антропогенных зон г. Архангельска – преимущественно почвы незагрязненные или с самым низким уровнем загрязнения железом. В почвах городских лесов и лугов чаще можно встретить более загрязненные почвы (рис. 1Б). Видимо, процессы естественного почвообразования, которые более выражены у почв данного типа, позволяют накапливать железо, содержащееся в почвообразующих породах. При валовом содержании марганца в городских почвах 144,7-890,0 мг/кг, содержание ПФ находится в пределах 8,7 - 311,0 мг/кг, на фоновой территории валовое содержание составило 399,0 мг/кг, а содержание ПФ – 35,0 мг/кг. Характер изменения средних значений как валового содержания, так и содержания ПФ марганца в почвенном покрове городов Архангельской промышленной агломерации одинаков и отражается следующим рядом: Северодвинск < Новодвинск < Архангельск. Это обусловлено различной длительностью процессов почвообразования.

В почвах различных ландшафтов г. Архангельска увеличение содержания подвижного марганца наблюдается в следующей последовательности: $П_{88,4} \leq Луг_{90,6} < С_{107,0} < Лес_{191,3}$. По его валовому содержанию в почвах ландшафты можно выстроить в следующий ряд: $П_{324,8} < С_{451,5} < Лес_{588,0} < Луг_{790,9}$. Сравнивая эти ряды, можно отметить, что промышленный ландшафт отличается наименьшим содержанием как валового, так и подвижного марганца. Несмотря на значительную техногенную нагрузку на почвы в промышленном ландшафте, их относительная незагрязнённость ТМ объясняется как коротким сроком использования этих земель, так и особенностями гранулометрического состава почв (высокая опесчаненность и переслоенность), не способствующие их аккумуляции ($К_П$ = 39,0%). В луговых почвах, несмотря на самое высокое валовое содержание марганца, количество подвижных форм невелико. Это связано с преобладанием в данном ландшафте глинистых и суглинистых почв, прочно закрепляющих металл, что подтверждается низким коэффициентом подвижности ($К_П$ = 9,0%). Лесные почвы – преимущественно торфяные с высоким содержанием органического

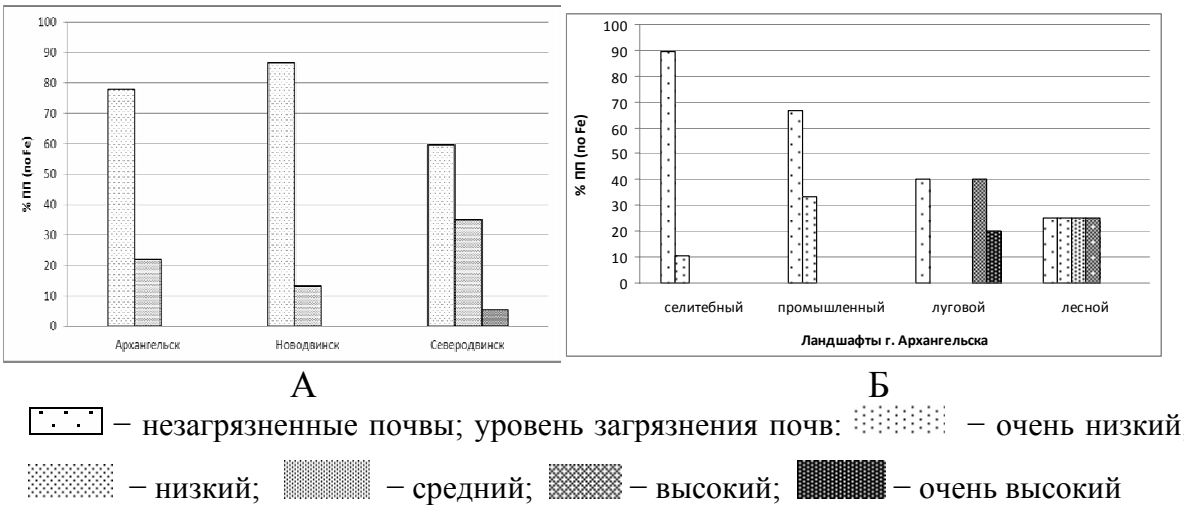


Рис. 1. Частотное распределение уровней содержания подвижного железа в почвах техногенно-антропогенных зон городов Архангельской промышленной агломерации (А); в почвах различных ландшафтов г. Архангельска (Б)

вещества, характеризующегося высокой долей фульвокислотной фракции гумуса, слабо удерживающей ТМ, поэтому в них наблюдается меньшая степень закрепление марганца ($К_П$ = 33,0%) и, как следствие, максимальные количества подвижного марганца. Селитебный ландшафт, отличающийся многообразием почв (культуроземы, урбаноземы, реплантоземы), характеризуется довольно высокой подвижностью марганца ($К_П$ = 32,0%).

Большинство почв молодых городов (Северодвинска и Новодвинска) характеризуются минимальным уровнем содержания марганца (рис. 2А), а почвы г. Архангельска за многие годы накопили в себе довольно значительные количества данного элемента, на отдельных ПП приближающиеся к ПДК. В почвах селитебного и промышленного ландшафтов г. Архангельска преобладают почвы незагрязненные и с низким уровнем загрязнения марганцем (рис. 2Б), в почвах лесного и особенно лугового ландшафтов большое число ПП характеризуется высоким уровнем загрязнения данным металлом.

Широко известен антагонизм железа и марганца. Как правило, эти металлы связаны в своих метаболических функциях, а их адекватное соотношение (1,5-2,5) является необходимым условием для нормального развития растений [4]. Адекватные соотношения железа и марганца в почвах селитебного (3,7), промышленного (4,9) ландшафтов г. Архангельска и почвах г. Новодвинска (5,9) незначительно превосходят оптимальные значения. Но оно же в почвах г. Северодвинска (11,0), лесного (12,5) и особенно лугового (22,3) ландшафтов г. Архангельска достаточно велико, что будет препятствовать поглощению растениями избыточного железа. На основании экспериментальных данных и нормативных документов нами разработана и предложена шкала экологического нормирования содержания в почвах ПФ железа и марганца (см.табл.), использованная, в частности, для оценки состояния почвы урбанизированных ландшафтов городов Архангельской промышленной агломерации с активной аккумуляцией железа и марганца ($К_к$>1,0).

В техногенно-антропогенных зонах городов преобладают почвы незагрязненные или слабо загрязненные подвижными формами железа и марганца. В природно-антропогенной зоне (на примере г. Архангельска) преобладают почвы со средним, высоким и очень высоким уровнем загрязнения этими металлами. Это обусловлено тем, что почвы техно-

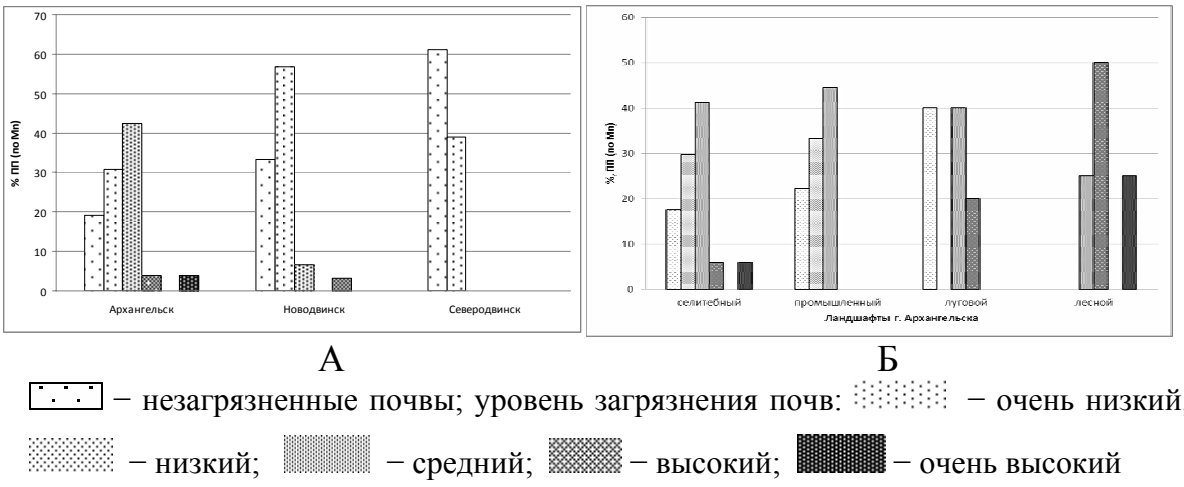


Рис. 2. Частотное распределение уровней содержания подвижного марганца в почвах техногенно-антропогенных зон городов Архангельской промышленной агломерации (А); в почвах различных ландшафтов г. Архангельска (Б)

Таблица

Шкала экологического нормирования содержания в почвах ПФ железа и марганца

Незагрязненные почвы	Загрязненные почвы				
	Уровень загрязнения				
	Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий
Железо, мг/кг					
100 – 500	500 – 1000	1000 – 1500	1500 – 2000	2000 – 2500	2500 – 3000
Марганец, мг/кг					
1 – 50	50 – 100	100 – 150	150 – 200	200 – 250	250 – 300

генно-антропогенных зон имеют более легкий гранулометрический состав, чем почвы природно-антропогенных зон, поэтому при промывном водном режиме, характерном для региона, железо и марганец в значительной степени вымываются из верхних слоев в нижележащие горизонты. Напротив, почвы природно-антропогенных зон преимущественно глинистые и суглинистые с повышенным содержанием органического вещества, что способствует закреплению ТМ в их поверхностном слое. Предложенная шкала экологического нормирования содержания в почвах подвижных форм железа и марганца может быть использована для оценки уровня загрязнения почв этими ТМ при разработке нормативов управления качеством городских почв.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. ГОСТ 27395-87: Почвы. Метод определения подвижных соединений двух- и трехвалентного железа по Веригиной-Аринушкиной (утвержден с 01.07.88 до 01.07.93. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 10 с
2. ГОСТ Р 50682-94: Почвы. Определение подвижных соединений марганца по методу Пейве и Ринькиса в модификации ЦИНАО (утвержден 01.07.95. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 12 с.
3. Зонн С.В. Железо в почвах. – М.: Наука, 1992.– 327 с.
4. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях / пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
5. Орлов Д.С. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 272 с.
6. Пилюгина М.В., Попова Л.Ф., Корельская Т.А. Экологический биогеохимический мониторинг: критерии, нормативы, коэффициенты. – Архангельск: Изд-во ПГУ, 2007. – 48 с.
7. ПНД Ф 16.1.42-04: Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа (свидетельство Госстандарта РФ № 242/18-2010) / ООО «НПО «Спектрон» [сайт]. URL: http://www.spectron.ru/products/27.html (дата обращения: 03.09.2012).
8. Скляров Г.А., Шарова А.С. Почвы лесов Европейского Севера. – М.: Наука, 1970. – 272 с.
9. Эмсли Дж. Элементы. – М.: Мир, 1993. – 256 с.

УДК 911.52 : 504.54

Капитальчук И.П.
Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко (г. Тирасполь)

СИММЕТРИЙНЫЙ АНАЛИЗ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ДНЕСТРОВСКО-ПРУТСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

I. Kapitalchuk
Taras Shevchenko Transdniestrian State University, Tiraspol

SIMMETRY ANALYSIS OF LANDSCAPE ORGANIZATION IN THE DNIESTER-PRUT INTERFLUVE

Аннотация. Представлены результаты ландшафтного анализа территории Днестровско-Прутского междуречья, выполненного на основе симметрийного метода. В качестве элементов ландшафтной структуры и формальных параметров симметрии приняты относительные площади разных типов природно-территориальных комплексов и их соотношение. Проведена оценка степени влияния поля солнечной радиации на параметры симметрии ландшафтной структуры территории. Выявлено, что симметрия ландшафтной структуры, обусловленная полем солнечной радиации, нарушается как в меридиональном, так и в широтном направлении. Показано, что симметрия ландшафтной структуры междуречья хорошо согласуется с высотными характеристиками геоморфологического поля междуречья.

Ключевые слова: симметрия, ландшафт, природно-территориальный комплекс, структура, широтная зональность, рельеф.

Abstract. The results of landscape analysis of the territory of the Dniester-Prut interfluve are presented using the symmetry method. As elements of the landscape structure and formal parameters of symmetry, use is made of relative areas of different types of natural-territorial complexes and their relationship. The degree of influence of the solar radiation field on the parameters of the symmetry of the structure of the landscape area is estimated. It is found that the symmetry of the landscape structure caused by the solar radiation field is violated in the meridional and latitudinal direction. It is shown that the symmetry of the landscape structure in the interstream area is in good agreement with the high-altitude characteristics of the geomorphological field of the interstream area.

Key words: symmetry, landscape, natural-territorial complex, structure, latitudinal zoning, topography.

Протяженность Днестровско-Прутского междуречья с севера на юг в рамках границ Молдовы составляет всего 350 км. Несмотря на небольшие размеры, эта территория обладает значительным природным разнообразием. Здесь наблюдается сложное взаимодействие природно-территориальных комплексов (ПТК), относящихся к трем геоботаническим областям – Европейской широколиственной лесной, Средиземноморской лесной и Евроазиатской степной [1]. При этом провинции и округа этих областей под влиянием геолого-геоморфологического каркаса территории образуют своеобразный пестрый ландшафтный узор в междуречье Днестра и Прута [3]. Цель настоящей работы – показать проявление фундаментальных общегеографических закономерностей пространственной организации ландшафтов на территории Днестровско-Прутского междуречья с помощью объективных количественных показателей.

© Капитальчук И.П., 2012.

Материалы и методы

Качественное своеобразие любого уровня пространственно-масштабной организации земной природы можно обосновать на основе формально логических представлений с помощью симметрийного подхода. Следуя этим представлениям, симметрию вещественного объекта можно определить как устойчивые черты упорядоченности пространства, соответствующего этому объекту. Причем «каждому целостному объекту свойственна своя индивидуальная симметрия, зафиксированная в его геометрической структуре» [6, с. 155]. Для выявления «устойчивых черт упорядоченности пространства» в качестве элементов его геометрической структуры можно было бы принять ареалы типов и подтипов ПТК, определенным образом распределенных на изучаемой территории. Однако вследствие практически полного хозяйственного освоения земель междуречья выделить эти ареалы по характеру и структуре фитоценозов сегодня невозможно. В связи с этим пришлось прибегнуть к косвенным индикаторам – характерным почвам, которые свойственны тому или иному типу фитоценоза [2; 4]. Таким образом, мы условно соотнесли зональные типы ПТК с определенными типами (подтипами) почв:

1 – лесные ПТК на бурых и серых лесных почвах и ксерофитно-лесных черноземах;

2 – лугово-степные ПТК на оподзоленных и выщелоченных черноземах;

3 – богаторазнотравные типчаково-ковыльные степные ПТК на типичных черноземах;

4 – бедноразнотравные типчаково-ковыльные степные ПТК на обыкновенных и карбонатных черноземах.

По мнению Т.С. Гейдеман и др. [4], луговые степи как подтип степей в Молдавии отсутствуют, хотя многие молдавские географы широко употребляют этот термин применительно к лесостепным районам и даже к Бельцкой богаторазнотравной степи [2; 5; 7]. В настоящей работе мы применяем термин «лугово-степной» главным образом понимая под ним степной компонент лесостепи, а также морфологический элемент степного и лесного ландшафта, сформировавшегося на оподзоленных и выщелоченных черноземах. С помощью принятых нами индикаторов оказалось невозможным выделить подтип ПТК опустыненных степей, фрагментарно представленных в южных районах междуречья, так как они, так же как и бедноразнотравные ПТК, соотносятся с обыкновенными и карбонатными черноземами [4].

В качестве формальных параметров, характеризующих симметрию объекта, использовались относительные площади, занимаемые разными типами ПТК в этом объекте, и их соотношение. При этом в нашем случае именно соотношение площадей разных типов ПТК характеризует индивидуальную симметрию конкретного района (ландшафта). В связи с тем, что ПТК идентифицировались по типам и подтипам почв, площади которых определены в рамках почвенно-экологического микрорайонирования Молдавии [7], ключевыми для нашего исследования объектами приняты почвенные районы. В принципе, почвенные районы, выделенные А.Ф. Урсу [7], соответствуют рангу ландшафта и в большинстве случаев пространственно совпадают с природно-географическими районами, определенными Н.Л. Рымбу [5], так как и в том и другом случае они отражают геоморфологическую структуру междуречья.

Результаты и обсуждение

На рис. 1 представлена структура индивидуальных симметрий лесостепных ландшафтов. Однако явное доминирование лесных (1) и лугово-степных (2) ПТК, характерных для типичной лесостепи, наблюдается лишь в ландшафтной структуре Северного Молдавского плато (**I**), Резинской (**V**) и Тигечской (**XII**) возвышенностей. В то же время на Сорокской возвышенности (**IV**) идентификаторы лесостепи (типы 1 и 2) по занимаемой площади соизмеримы с типичными степными ПТК (типы 3 и 4), а на Припрутской возвышенности (**II**) степные ПТК занимают уже

доминирующее положение. Ландшафтная структура отрогов Волыно-Подольской возвышенности (**VI**) и Южномолдавской равнины (**XI**), где господствуют степные ландшафты, на первый взгляд, не соответствуют лесостепному типу. Тем не менее, хотя лесные ПТК составляют здесь менее 1% площади, а лугово-степные – около 5%, они занимают не только склоны теневых экспозиций и пониженные формы рельефа с дополнительным увлажнением, но выходят также и на плакоры, что позволяет классифицировать эти ландшафты как лесостепные.

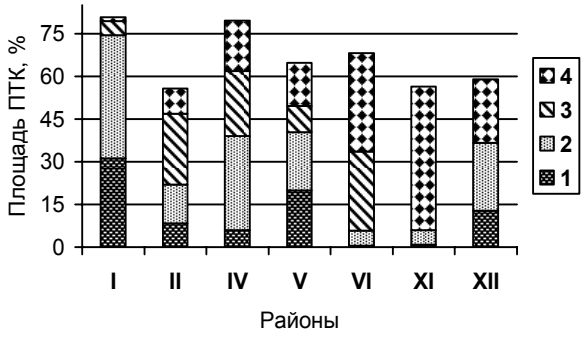


Рис. 1. Структура индивидуальной симметрии лесостепных районов Молдовы (*условные обозначения в тексте*)

Анализ индивидуальной симметрии районов Центральномолдавской лесной провинции, представленный на рис. 2, показывает, что собственно к лесному типу здесь можно отнести только Центральные (**VII**) и Холмистые (**VIII**) Кодры. В то время как восточные и южные отроги Кодр (**IX**) и западная окраина Кодр (**X**) являются типичными лесостепными районами.

Степные ландшафты в междуречье Днестра и Прута в своем типичном выражении приурочены к двум геоботаническим округам – округу Бельцких богаторазнотравных типчаково-ковыльных степей (**III**) и округу Буджакских бедно-разнотравных типчаково-ковыльных степей (**XIII**), разделенных лесной Центральномолдавской провинцией. В остальных природно-географических районах междуречья степи представлены в виде различных морфологических единиц ландшафта.

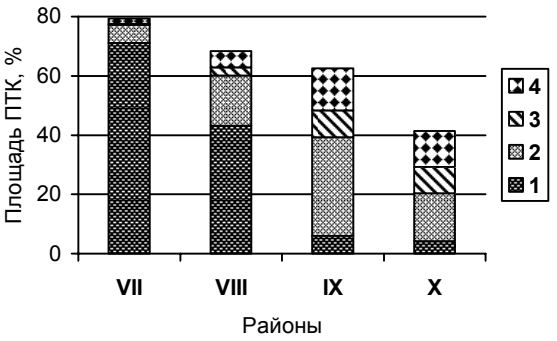


Рис. 2. Структура индивидуальной симметрии районов Центральномолдавской лесной провинции (*условные обозначения в тексте*)

Типично степным районом является также Южноприднестровская равнина (**XIV**), расположенная на левобережье Нижнего Днестра. Как следует из рис. 3, в Бельцкой степи (**III**) доминируют богаторазнотравные степные ПТК (3), в то время как лугово-степные (2) и бедноразнотравные (4) ПТК занимают здесь подчиненное положение. В Буджакской степи (**XIII**) и Южноприднестровской равнине (**XIV**) полное господство принадлежит бедноразнотравным степным ПТК.

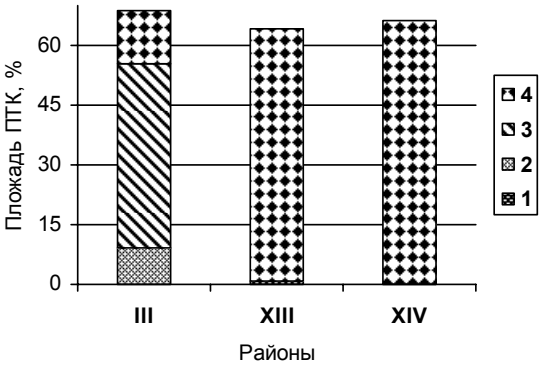


Рис. 3. Структура индивидуальной симметрии степных районов Молдавии (*условные обозначения в тексте*)

Согласно принципу соответствия (корреляции) между симметриями отдельного поля и объекта должно существовать определенное качественное и количественное взаимное соответствие, которое поддается обнаружению и фиксации [6]. Рассмотрим фоновую симметрию, которая должна формироваться

под воздействием симметрии поля солнечной радиации. Под влиянием этого поля симметрия ландшафтного узора Днестровско-Прутского междуречья при движении с севера на юг выражалась бы в плавной смене лесостепи сначала богаторазнотравной, а затем бедноразнотравной степью. Эту симметрию можно отнести к типу волновых симметрий, так как под воздействием фонового поля радиации площади разных типов ПТК изменяются волнообразно. В частности, площадь лесных и лугово-степных ПТК, доминирующих в северной части территории, должна уменьшаться к югу при одновременном нарастании площади богаторазнотравных ПТК, которая, достигнув максимума в определенной части территории, при дальнейшем продвижении на юг должна уступить доминирующее положение бедноразнотравным ПТК.

Как показывает рис. 4, реальная структура пространственной организации ПТК далека от подобной идеализации. Причем диссимметрия по отношению к фоновому полю солнечной радиации проявляется как при анализе соотношения площадей типов ПТК на уровне почвенных районов, так и при рассмотрении характера изменения площади отдельных типов ПТК. Элементы диссимметрии в меридиональном распространении имеют место для всех типов ПТК. Причиной нарушения симметрии широтной зональностив северной части междуречья являются Бельцкая степь (**III**) и лесные Центральные Кодры (**VII**), располагающиеся в окружении лесостепи. На юге междуречья диссимметрия обусловлена мощным азональным фактором – Тигечской лесостепной возвышенностью (**XII**), имеющей специфическую индивидуальную симметрию, отличную от степного окружения.

Фоновая зональная симметрия в широтном направлении должна отображаться в ландшафтном узоре районов, расположенных на одной широте, в виде примерно одинаковой их индивидуальной симметрии. Представленный на рис. 5 широтный разрез Днестровско-Прутского междуречья по линии Припрутская возвышенность(**II**)–Бельцкая равнина(**III**)–Резинская возвышенность(**V**)–юго-западная окраина Волыно-Подольской возвышенности(**VI**) наглядно демонстрирует наличие явной диссимметрии ландшафтного узора по отношению к фоновому полю солнечной радиации. При этом площадь лесных, лугово-степных и богаторазнотравных степных ПТК испытывает значительные колебания, а для бедноразнотравных степных ПТК наблюдается увеличение занимаемой ими площади в направлении с запада на восток.

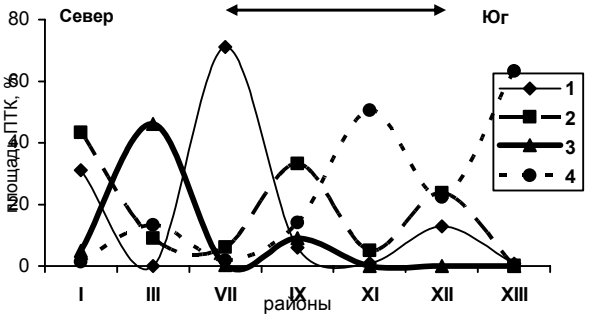


Рис. 4. Реальная симметрия распространения разных типов ПТК в направлении «север–юг»: лесных (1), лугово-степных (2), богаторазнотравных (3) и бедноразнотравных (4) степных.

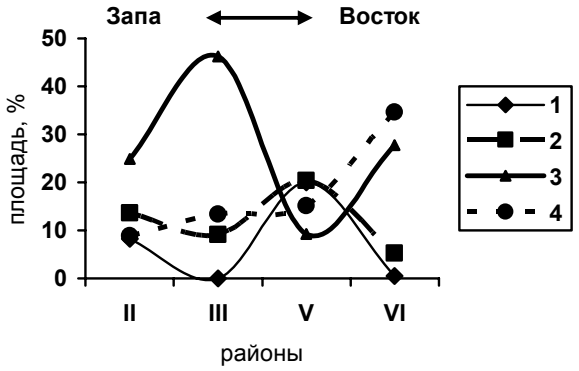


Рис. 5. Реальная симметрия распространения разных типов ПТК в направлении «запад–восток» (*усл. обозн. на рис.4*)

Ранее с помощью статистических методов нам удалось показать, что природно-территориальная организация междуречья формируется в узком интервале значений фоновых гидротермических параметров, вследствие чего даже тенденция к проявлению широтной зональности является в первую очередь след-

ствием понижения в направлении с севера на юг абсолютных отметок рельефа [3]. Для проверки этого вывода с помощью симметрийного подхода, рассмотрим, как изменится отображение меридиональной (рис. 4) и широтной (рис. 5) симметрии, если расположить ландшафтные районы в порядке убывания средневзвешенной высоты рельефа. Результаты такого анализа, представленные на рис. 6 и рис. 7, показывают хорошее соответствие между симметриями поля высотных характеристик рельефа и ландшафтной структуры территории междуречья как в меридиональном, так и в широтном направлении. Явным фактором диссиметрии в распределении лугово-степных и бедноразнотравных ПТК (рис. 6) выступает лишь Тигечская возвышенность (**XII**), для которой на соотношение типов ПТК, видимо, оказывает влияние ее крайне южное положение в междуречье.

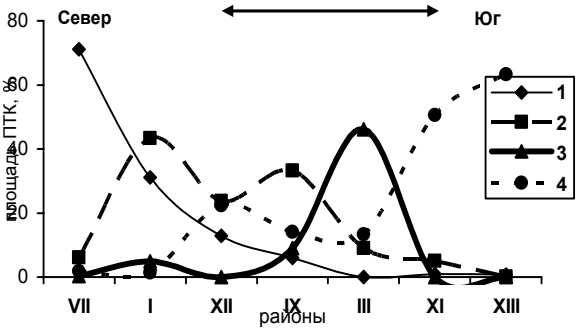


Рис. 6. Структура меридиональной симметрии при ранжировании ландшафтов по средневзвешенной высоте рельефа

Таким образом, по мере снижения высотных характеристик рельефа происходит постепенная смена доминирующих типов ПТК: от лесных к лугово-степным, а затем к степным богаторазнотравным и бедноразнотравным, что подтверждает вывод о ведущей роли геолого-геоморфологического каркаса в пространственной дифференциации ландшафтов на территории Днестровско-Прутского междуречья.

1. Полученные результаты показывают, что симметрийный анализ является эффективным формально-логическим методом для

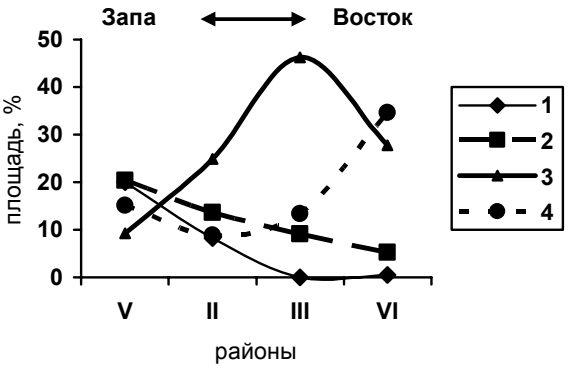


Рис. 7. Структура широтной симметрии при ранжировании ландшафтов по средневзвешенной высоте рельефа

Выводы

выявления закономерностей ландшафтной организации территории.

2. Ведущим фактором ландшафтной организации Днестровско-Прутского междуречья является суперпозиция фонового поля солнечной радиации с геолого-геоморфологическим каркасом рассматриваемой территории. При этом важная роль в дифференциации ландшафтов принадлежит высотным характеристикам рельефа.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Атлас Молдавской ССР. – Москва: ГУ ГиК, 1978.– 132 с.
2. Атлас почв Молдавии / под ред. И.А. Крупенникова.– Кишинев: «Штиинца», 1988. –176 с.
3. Капитальчук И.П. Геолого-геоморфологический каркас как основа природно-территориальной организации Днестровско-Прутского междуречья // Проблемы региональной экологии.– 2010.– №1.– С. 179–187.
4. Растения степей, известняковых склонов и сорные. Серия «Растительный мир Молдавии». – Кишинев: «Штиинца», 1989.– 304 с.
5. Рымбу Н.Л. Природно-географическое районирование Молдавской ССР / отв. ред. Ю.Н. Цесельчук. – Кишинев: «Штиинца», 1980.– 148 с.
6. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов (проблемы методологии и теории). – М.: Мысль, 1981.– 239 с.
7. Урсу А.Ф. Почвенно-экологическое микрорайонирование Молдавии / отв. ред. И.А. Крупеников. – Кишинев: «Штиинца», 1980.– 208 с.

УДК 622:504

Лебедев В.В.
Региональная горнорудная компания (г. Москва)

СХЕМА РАНЖИРОВАНИЯ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА

V. Lebedev
Limited Liability Company 'Regional Mining Company', Moscow

SCHEME FOR RANKING FACTORS OF ANTHROPOGENIC IMPACTS OF MINING ENTERPRISES ON THE ENVIRONMENT AND HUMANS

Аннотация. На примере месторождения «Клен» (Билибинский район Чукотского автономного округа) с помощью экспертно-аналитического метода разработана схема ранжирования факторов техногенного воздействия горнорудных предприятий на окружающую среду и человека. Предложены основные рекомендации по инженерной защите окружающей среды и природоохранным мероприятиям на различных стадиях жизненного цикла месторождения. Отмечается, что эти рекомендации необходимо уточнять с учетом природно-техногенных условий конкретного месторождения.

Ключевые слова: месторождение, окружающая среда, загрязнение, ранжирование, техногенное воздействие.

Abstract. By the example of the Klyon deposit (Bilibinsky district of Chukotka Autonomous Okrug), we have developed a scheme for ranking the factors of anthropogenic impact of mining enterprises on the environment and humans using the expert-analytical method. The basic recommendations are proposed for environmental engineering and environmental activities at different stages of the life cycle of the minefield. It is noted that these recommendations should be specified, taking into account natural and man-made conditions of a particular minefield.

Key words: minefield, environment, pollution, ranking, anthropogenic impact.

Обустройство и эксплуатация горнорудных предприятий неизбежно сопровождаются многофакторным техногенным воздействием на природную среду и человека. Это воздействие обусловливает загрязнение атмосферы, водной среды, почвы, грунтов, отчуждение земель и нарушение геологической среды, а также негативное воздействие на биоту, включая человека. Экологические последствия различных техногенных факторов при проведении строительных работ по обустройству горнорудных предприятий и их эксплуатации различаются характером и масштабами поражения компонентов природной среды. Наряду с масштабными поражениями, вызванными одними факторами, происходят незначительные поражения, обусловленные другими. Поэтому учет экологических последствий, вызванных различными факторами техногенного воздействия предприятия на окружающую среду, и разработка средств по защите окружающей среды предполагают выявление степени значимости этих факторов. Как показано в работе [1], степень экологического поражения природной среды определяется в первую очередь соответствующим экономическим ущербом. Согласно существующим оценкам, экономический ущерб, связанный с загрязнением атмосферного воздуха, в грубом приближении составляет около 60 %, водного бассейна – около 30 % от общего ущерба [4]. Ущерб от захоронения твердых отходов, нарушения и загрязнения земель, нарушения геологической среды можно оценить в 10 %. В количественном выражении экономический ущерб от поражения окружающей среды оценивается согласно рекомендациям, изложенным в работе [2].

© Лебедев В.В., 2012.

Путем анализа факторов техногенного воздействия горнорудного предприятия, с учетом подхода, предложенного в монографии [1], можно ранжировать эти факторы экспертно-аналитическим методом для их последующего учета в разработке инженерной защиты природной среды. Схема ранжирования факторов воздействия горнорудного предприятия на природную среду определяет систему приоритетов по учету этих факторов при оптимизации проектных решений по обустройству предприятия. Кроме того, ранги факторов воздействий весьма полезны при использовании SWOT-анализа [7] в принятии вариантов проектных решений. В отличие от других типов промышленных объектов, например, тепловых электростанций [1], горнорудные предприятия характеризуются весьма разнообразными схемами производства, генеральными планами и природно-техногенными условиями. Поэтому для каждого горнорудного предприятия необходима разработка индивидуальной схемы ранжирования. Ниже обосновывается схема ранжирования факторов техногенного воздействия золотосеребряного месторождения «Клен» (Билибинский район Чукотского автономного округа).

1. Краткая характеристика природно-техногенных условий проектируемого месторождения

Месторождение находится в междуречье ручьев Клен и Алиса – левых притоков ручья Раковского, протекающего в бассейне р. Кричальской на левобережье р. Большой Анюй. Площадь месторождения составляет около 1.5 км^2. Балансовые запасы золота оцениваются в 18.7 т, серебра – в 43.8 т. Добыча этих металлов предусматривает переработку около 3 млн. т руды. Месторождение предполагается эксплуатировать в течение 10 лет. Оседлое население в районе работ отсутствует, территория месторождения не представляет ценности для сельскохозяйственной деятельности.

В орографическом отношении территория принадлежит к юго-восточным отрогам Курьинского кряжа и представляет собой область расчлененного и холмисто-увалистого сглаженного низкогорья с отдельными куполовидными крутосклонными вершинами. Абсолютные отметки рельефа 400-600 м, относительные превышения составляют 150-250 м, редко – до 350 м. Водоразделы широкие (0.5-1.0 км). Склоны асимметричные: юго-западные – крутые (15-20°), северо-восточные – пологие (5-15°). Район месторождения расположен в зоне многолетнемерзлых пород мощностью свыше 200 м. Древесная растительность представлена даурской лиственницей, покрывающей склоны и водоразделы. Широко развит подлесок – карликовая березка, тальник, ольха. В долинах рек встречаются тополь и верба.

Геологические особенности и горнотехнические условия территории определили открытый способ отработки месторождения. Его сырье будет отрабатываться двумя карьерами. В настоящее время проводятся предпроектные и проектные работы по обустройству месторождения. Режим работы предприятия – круглогодичный вахтовый, предусматривающий 320 рабочих дней в году при работе в 2 смены в сутки и продолжительности рабочей смены в 11 часов. Генеральным планом предусматривается строительство зданий и сооружений производственного, административно-бытового и жилого назначения, в частности:

- карьеров;
- отвалов пустых пород;
- хвостохранилища;
- склада взрывчатых материалов (ВМ) с площадкой для испытания и уничтожения ВМ;
- склада горюче-смазочных материалов;
- площадки обогатительной фабрики в составе главного корпуса, корпуса дробления, склада дробленой руды, склада реагентов;
- ремонтно-складского хозяйства (ремонтно-профилактического пункта, ремонтно-механических мастерских, гаража-стоянки, площадки с козловым краном, отапливаемого склада, холодного закрытого склада, угольного склада);

- котельной;
- вахтового поселка;
- полигона твердых бытовых отходов;
- очистных сооружений бытовых сточных вод;
- резервуара запасов воды;
- водозаборного ковша;
- емкости хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- очистных сооружений дождевых вод;
- отстойника карьерных вод;
- отстойника подталых вод;
- водопроводных сооружений (водоочистной установки, резервуаров запасов воды, насосной станции).

В карьерах предусматривается отработка как нагорной, так и углубленной зон. Вскрытие запасов нагорных зон осуществляется наземными временными вскрывающими выработками (полутраншеями) с системами автомобильных внешних заездов, вскрытие углубленных зон – наклонными траншеями внутреннего заложения. На карьерах предполагается транспортная система отработки с размещением пород вскрыши во внешних отвалах. Рыхление горной массы в карьерах будет осуществляться с применением буровзрывных работ. Погрузка горной массы в транспортные средства предполагается одноковшовыми экскаваторами, транспортировка – автосамосвалами. Складирование пород вскрыши намечается во внешних отвалах, расположенных на площадях, максимально приближенных к карьерам. Способ отвалообразования – бульдозерный.

Руда, добытая на карьерах, автотранспортом доставляется на открытый склад руды и складируется на нем. Здесь руда сортируется и усредняется по данным геологического опробования при добычных работах. Со склада руда погрузчиком подается в приемный бункер корпуса дробления. В дробильном отделении руда проходит три стадии дробления с контрольным грохочением по классу 6 мм и конвейером подается в бункеры запаса руды главного корпуса.

Переработка руды осуществляется по цианистой схеме с сорбцией на уголь и заключается в следующем. Руда из бункеров конвейерами подается на измельчение. Измельчение осуществляется в две стадии:

- на первой стадии руда измельчается в шаровых мельницах, работающих в замкнутом цикле со спиральным классификатором и гидроциклонами;
- на второй стадии измельчение осуществляется в шаровых мельницах, оснащенных гидроциклонами.

Сливы гидроциклонов поступают на сгущение, после чего сгущенная пульпа направляется на операцию предварительного цианирования, а далее – на сорбционное выщелачивание золота и серебра на активированный уголь в сорбционные колонны. Слив сгустителя направляется в оборот. Цианистые растворы подаются в первый аппарат цианирования, а также в аппараты сорбции, пульпа – в те же аппараты и в шаровые мельницы для создания щелочной среды при проведении операции сгущения. Насыщенный уголь выводится из процесса сорбции, отмывается от пульпы на виброгрохоте и колонне и направляется на десорбцию. Полученные при десорбции товарные элюаты направляются на электролиз. Катодный осадок сушится и плавится на золотосеребряный сплав. Часть угля после переработки возвращается в технологический процесс, растворы объединяются с хвостами сорбции, которые после обезвреживания сбрасываются в хвостохранилище.

Все дренажи от проливов и смыва полов поступают в технологический процесс. Выделение благородных металлов из растворов осуществляется в электролизере, работающем под давлением. Электролизер работает в режиме самоосыпания катодного осадка, который промывается на пресс-фильтре и транспортируется в плавильное отделение.

Для складирования обезвреженных хвостов цианирования золотоизвлекательной фабрики и осветления оборотной воды предусматривается строительство наливного хвостохранилища косогорного типа, емкость которого образуется путем возведения с трех сторон ограждающей дамбы и обеспечивает

складирование хвостов на весь период эксплуатации. Ограждающая дамба возводится из вскрышных пород карьера. В целях снижения фильтрации воды из хвостохранилища предусматривается устройство противофильтрационного экрана из местного суглинистого грунта. Подача хвостов фабрики в хвостохранилище производится по пульповодам. Топографические условия площадки позволяют применить напорно-самотечную схему гидротранспорта за счет перепада высот. Для обеспечения гидравлической подачи хвостов в напорно-самотечном режиме принимается добавка оборотной воды в систему. Пульповоды укладываются наземно на опорах в теплоизоляции с греющим кабелем. До хвостохранилища пульповоды идут в 2 нитки (рабочей и резервной).

Для обеспечения предприятия водой принята единая система хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения. Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения является емкость, наполняемая водозаборным ковшом из ручья Алиса. Вода из емкости погружными насосами подается на водопроводные сооружения, расположенные в районе вахтового поселка, включающие в себя водоочистную установку и напорные резервуары запасов воды. Из них вода поступает потребителям вахтового поселка и промплощадки. Для подпитки системы технологического водоснабжения используются очищенные бытовые и дождевые сточные воды, а также используется вода из ручья Алиса.

Отвод сточных вод от всех канализованных элементов предусматривается на очистные сооружения бытовых сточных вод. Очищенные сточные воды перекачиваются в хвостохранилище. Дождевые воды с территории промплощадки собираются в аккумулирующую емкость, где производится частичная очистка воды. Очищенные дождевые воды совместно с очищенными бытовыми сточными водами перекачиваются в хвостохранилище. Карьерные и подотвальные воды собираются в отстойники, откуда поступают в очистные сооружения дождевых вод. Очищенные воды сбрасывают на рельеф, а при необходимости они используются на подпитку технологического водооборота.

2. Схема ранжирования факторов техногенного воздействия месторождения «Клен»

Разработанная в настоящей работе схема ранжирования факторов техногенного воздействия месторождения «Клен», представленная в табл. 1, получена экспертно-аналитическим методом с учетом основных факторов комплексного воздействия горнорудного предприятия [3; 5]. На первом этапе факторы техногенного воздействия были упорядочены в исходной таблице, аналогичной табл. 1, по степени их негативного воздействия с учетом наносимого ущерба [2]. Затем таблица рангов уточнялась на основании обобщения экспертных оценок специалистов в области инженерных изысканий, проектирования объектов горнорудной промышленности и специалистов природоохранных организаций. Состав 18 экспертов включал 6 изыскателей (ООО «ПНИИИС-изыскания, ООО НПО «Гидротехпроект», ООО «ТЭП-изыскания»), 8 проектировщиков (ООО «Региональная горнорудная компания», ЗАО «Томс Инжиниринг», ООО НПО «Гидротехпроект»), 4 эколога-практика (ООО НПО «Гидротехпроект», Институт «Теплоэлектропроект»). Практический опыт работы экспертов составлял от 6 до 28 лет. Число привлеченных экспертов, их профессиональный профиль и опыт работы позволяют считать состав экспертов репрезентативным.

Полученные обобщенные результаты экспертных оценок рангов воздействий приведены в табл. 1. В ней учтены факторы воздействий на различных стадиях жизненного цикла месторождения: проведении геологоразведочных работ, строительстве объектов месторождения, их эксплуатации и выводе из эксплуатации.

В табл. 1 выделены 2 системы рангов. В одной из них представлены основные и промежуточные ранги. Основные ранги распо-

Таблица 1

Ранги факторов техногенного воздействия месторождения «Клен» на окружающую среду и человека

Факторы техногенных воздействий	Ранги	
	основные и промежуточные	абсолютные
Загрязнение и нарушение геологической среды	**1**	–
Комплексное воздействие на криолитозону	1-1	1
Строительство хвостохранилища	1-2	2
Буровзрывные работы	1-3	3
Организация карьеров и отвалов вскрышных пород	1-4	4
Прокладка подъездных путей, обустройство временной производственной и жилой инфраструктуры	1-5	7
Воздействие автотранспорта, гусеничной и строительной техники на почвенный покров	1-6	8
Строительство водохранилища	1-7	11
Химическое загрязнение почв и грунтов	1-8	14
Складирование и захоронение отходов	1-9	24
Строительство пруда-отстойника карьерных вод	1-10	25
Захламление территории	1-11	26
Загрязнение поверхностных вод и забор воды	**2**	–
Строительство водохранилища и нарушение естественного стока ручья Алиса	2-1	9
Забор воды из ручья Алиса	2-2	12
Стоки дождевых и талых вод с территории месторождения	2-3	18
Нефтесодержащие стоки	2-4	19
Протечки производственных и бытовых вод	2-5	20
Сброс очищенных в пруде-отстойнике карьерных вод на рельеф	2-6	21
Загрязнение атмосферы	**3**	–
Выбросы загрязняющих веществ из вентиляционной системы обогатительной фабрики	3-1	15
Выбросы загрязняющих веществ при работе автотранспорта, гусеничной и строительной техники	3-2	16
Пыление территории при производстве взрывных работ	3-3	17
Воздействие на растительный и животный мир	**4**	–
Вырубка лесов	4-1	5
Отчуждение земель	4-2	6
Воздействие автотранспорта, гусеничной и строительной техники на растительный покров	4-3	10
Изменение естественного растительного покрова	4-4	13
Отселение птиц и млекопитающих с территории месторождения	4-5	22
Сокращение ихтиофауны в водотоках	4-6	23
Физическое воздействие	**5**	–
Шум, вызванный взрывными работами	5-1	27
Шум от работы автотранспорта, гусеничной и строительной техники	5-2	28
Тепловое загрязнение от системы теплоснабжения	5-3	29
Вибрация	5-4	30
Сброс нагретых отработанных вод в хвостохранилище	5-5	31

лагаются в порядке уменьшения значимости типов воздействия на компоненты природной среды и человека:

- загрязнения и нарушения геологической среды;
- загрязнения поверхностных вод и забора воды;
- загрязнения атмосферы;
- воздействия на растительный и животный мир;
- физического воздействия.

Промежуточные ранги отмечены для детализированных факторов в пределах перечисленных.

Однако такая система ранжирования обладает очевидным недостатком, который заключается в том, что промежуточные ранги, относящиеся к разным основным рангам, несопоставимы между собой. Поэтому в таблице представлены и абсолютные ранги, отражающие значимость факторов различного генетического характера. Очевидно, что такая схема ранжирования более предпочтительна, чем схема, основанная на основных и промежуточных рангах. Полученная схема ранжирования позволяет оптимально установить приоритеты при исследовании комплексного техногенного воздействия горнорудного предприятия на окружающую среду и человека на различных этапах жизненного цикла предприятия (см. рис. 1).

Указанные выше приоритеты необходимо применять:

- на предпроектных стадиях строительства (обоснования инвестиций, разработки материалов ОВОС);
- при учете природно-техногенных условий территории месторождения при выполнении инженерно-экологических изысканий и разработке проектной документации [6];
- при оптимизации организации природоохранных мероприятий, касающихся обустройства месторождения, его эксплуатации и вывода из эксплуатации.

В частности, схема ранжирования предполагает наиболее глубокое исследование

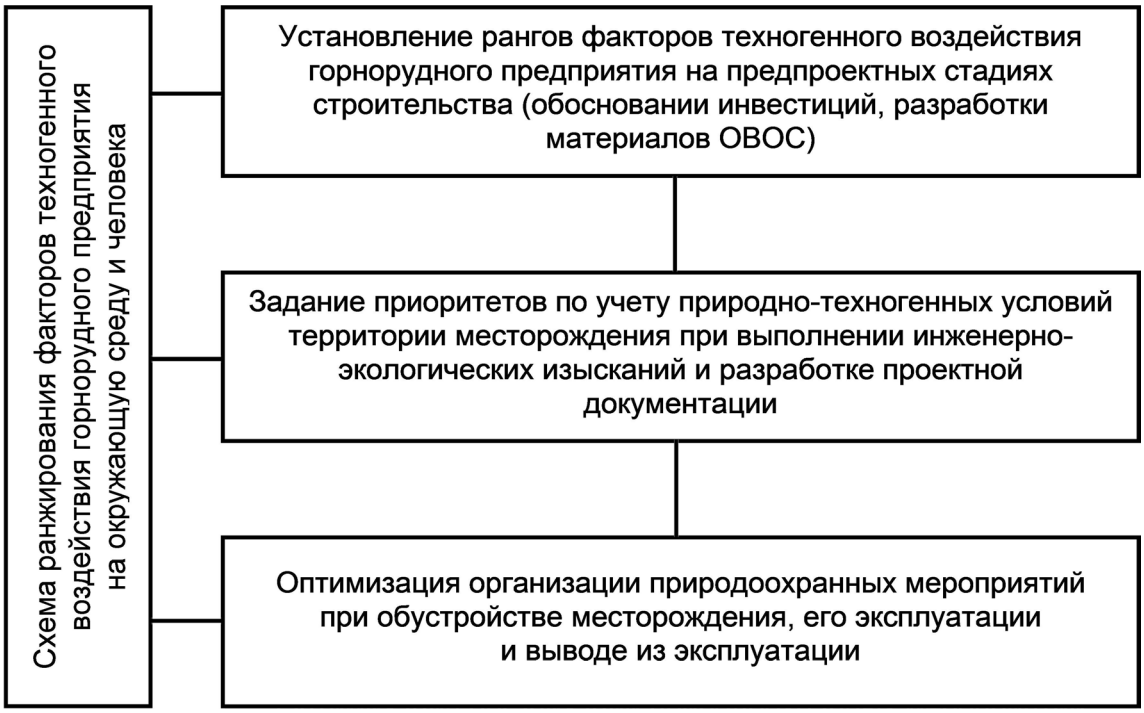


Рис. 1. Использование схемы ранжирования факторов техногенного воздействия горнорудного предприятия на окружающую среду и человека на различных этапах жизненного цикла предприятия

воздействия на геологическую среду и поверхностные воды. Это обстоятельство необходимо принимать во внимание при подготовке технических заданий на разработку материалов ОВОС, производство инженерных изысканий и разработку перечня материалов по охране окружающей среды (ПМООС) в составе проектной документации. Основные рекомендации и предложения по разработке средств инженерной защиты окружающей среды и природоохранных мероприятий на основных стадиях жизненного цикла месторождения в обобщенном виде представлены в табл. 2.

Рекомендации и предложения, перечисленные в табл. 2, уточняются с учетом природно-техногенных условий конкретного месторождения.

Таблица 2

Основные рекомендации и предложения по инженерной защите окружающей среды и природоохранным мероприятиям в составе ПМООС на различных стадиях жизненного цикла месторождения

Стадии жизненного цикла	Рекомендации и предложения	
Обустройство	1.	Выполнение строительных работ строго в контурах площадок объектов месторождения
	2.	Производство строительных работ с сохранением грунтов в мерзлом состоянии для предотвращения развития опасных геологических процессов
	3.	Выполнение планировочных работ после завершения строительных работ, уборка строительного мусора и благоустройство территории
	3.	Устройство противоэрозионных сооружений
		Удаление загрязненных пород
	4.	Организация площадок временного и постоянного размещения отходов производства и потребления
	5.	Разработка и соблюдение регламента обращения с нефтепродуктами и другими загрязнителями
	6.	Мониторинг состояния компонентов природно-техногенной среды
Эксплуатация	1.	Разработка и соблюдение технологических регламентов эксплуатации месторождения
	2.	Реализация мероприятий по защите атмосферного воздуха (пылеподавления, орошения горных масс и автодорог, очистки и обезвреживания отходящих газов)
	3.	Максимально возможное сокращение потребления воды из ручья Алиса на производственные и бытовые нужды
	4.	Использование оборотной системы водоснабжения, очистка сточных вод и их использование для подпитки хвостохранилища и орошения горных масс и автодорог
	5.	Размещение производственных площадок и жилой застройки за пределами водоохранной зоны, предотвращение аварийных сбросов сточных вод
	6.	Организация мероприятий по надлежащему обращению с твердыми отходами и их складированию
	7.	Охрана земельных и биологических ресурсов территории месторождения
	8.	Мониторинг состояния компонентов природно-техногенной среды
Вывод из эксплуатации	1.	Разработка природоохранных мероприятий и средств инженерной защиты окружающей среды при выводе объектов месторождения из эксплуатации
	2.	Рекультивация нарушенных земель
	3.	Мониторинг состояния компонентов природно-техногенной среды

Заключение

1. На примере месторождения «Клен» с помощью экспертно-аналитического метода разработана схема ранжирования факторов техногенного воздействия горнорудных предприятий на окружающую среду и человека.

2. Предложены основные рекомендации по инженерной защите окружающей среды и природоохранным мероприятиям на различных стадиях жизненного цикла месторождения. Отмечается, что эти предложения должны уточняться с учетом природно-техногенных условий конкретного месторождения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Брюхань А.Ф., Брюхань Ф.Ф., Потапов А.Д. Инженерно-экологические изыскания для строительства тепловых электростанций. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 192 с.
2. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – М.: Экономика, 1986. – 92 с.
3. Оценка воздействия геологоразведочных работ на окружающую среду (на примере Камчатки). Методическое руководство: серия методических руководств по геоэкологическим исследованиям / под ред. А.Ф. Морозова. – М.: ГЕОС, 2010. – 152 с.
4. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. Учебное и справочное пособие. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 671 с.
5. Руководство по оценке отчетов ОВОС горнорудных проектов. – М.: Российское Представительство Всемирного фонда дикой природы, 2011. – 181 с.
6. СНиП 11-01-95. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. – М.: Минстрой России, 1995. – 17 с.
7. Dibb S., Simkin L. The Market Segmentation Workbook: Target Marketing for Marketing Managers. – London: Cengage Learning EMEA, 1996. – 219 pp.

УДК 528.837

Митрофанов Е.В. Шашнев И.В.
Московский государственный университет геодезии и картографии
Бубненков Д.И.
Московский государственный областной университет

О ПРИМЕНЕНИИ УЗКОСПЕКТРАЛЬНЫХ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

E. Mitrofanov, I. Shashnev
Moscow State University of Geodesy and Cartography
D. Bubnenkov
Moscow State Regional University

APPLICATION OF NARROWBAND VEGETATION INDICES FOR ASSESSMENT OF FOREST GREENERY

Аннотация. В статье рассмотрена возможность применения узкоспектральных вегетационных индексов при оценке состояния растительности для повышения эффективности выполнения лесоустроительных работ, наряду с использованием узкодиапазонных индексных изображений в качестве инструмента оценки санитарно-экологического состояния лесных массивов. Дается оценка показателям угнетения растительного покрова, на основании которых становится возможным выявлять участки поверхности, где лесной покров подвергся серьезному нарушению, а также участков, испытывающих стрессовую нагрузку.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, аэросъемка, экологический мониторинг, вегетационные индексы, профилактика пожаров, растительный стресс.

Abstract. Along with the use of narrow-range indices of images as a tool to evaluate the environmental sanitation status of forests, we consider the possibility of using narrowband vegetation indices for assessing the vegetation condition in order to increase the implementation of forest management activities. We have assessed the vegetation oppression performance index which can be used to identify the surface areas, where the forest cover has undergone a serious violation, and the areas experiencing stress load.

Key words: remote sensing of the Earth, aerial survey, environmental monitoring, vegetation indices, vegetation indices, fire prevention, plant stress.

В настоящее время в Российской Федерации при планировании лесопользовательских работ все большее применение находят методы дистанционного зондирования как эффективное средство изучения лесных экосистем, регистрации изменений в лесном фонде, инвентаризация, контроль за вырубками и проч. Нормативный документ, утвержденный Министерством природных ресурсов России [2] регламентирует методы ДЗЗ как основные производственные. Совершенствование методов лесохозяйственного дешифрирования, связанное с углубленным изучением структуры лесов и моделированием таксационных характеристик насаждений – одно из главных направлений лесного хозяйства и аэрокосмического мониторинга лесных земель, которым должно быть отдано приоритетное начало[3].Во время проведения Всероссийского лесоустроительного совещания, прошедшего 19 января 2012 г. в Казани, было принято решение разработать современные и эффективные технологии таксации лесов на основании сочетания выборочных натурных работ и дешифрирования материалов дистанционного зондирования Земли высокого и сверхвысокого разрешения, приме-

© Митрофанов Е.В. Шашнев И.В., Бубненков Д.И., 2012.

нения программно-аппаратного комплекса нового поколения по автоматизированной комплексной обработке данных таксации лесов, с учетом передового опыта развитых стран при участии ведущих научных организаций в указанной сфере деятельности.

В данной работе авторы ставят целью рассмотреть возможность применения узкодиапазонных индексных изображений в качестве инструмента оценки санитарно-экологического состояния лесных массивов. Учитывая возможности и преимущества данных, полученных с гиперспектральной съемочной аппаратуры, можно получать информацию не только об общем состоянии растительности в комплексе, но и выделять уникальную узкую информацию. Это стало возможным благодаря значительно большему числу каналов, чем в многозональной съемке, анализ которых позволяет более глубоко отслеживать происходящие в растительности процессы. Вегетационный индекс – это показатель, рассчитываемый в результате операций с различными спектральными диапазонами по материалам дистанционного зондирования с целью определения параметров растительности в конкретном пикселе снимка. Соответственно, эти индексы определяются особенностями отражениями объектов. Обоснование использования вегетационных индексов состоит в том, что некоторые математические операции с разными спектральными каналами могут дать полезную информацию о растительности, и эффективность их применения подтверждается множеством эмпирических данных.

Для выявления состояния растительности обычно используют вегетационные индексы, которые являются линейно-дробными комбинациями определенных спектральных каналов, выбирающиеся в зависимости от признака, который собираются выявлять. Чаща всего выбираются каналы из диапазонов 0,6-0,7 мкм (красный) и 0,8-0,9 (ближний инфракрасный диапазон). Обусловлен этот выбор прежде всего особенностями отражающей способности растительности. В красной области спектра лежит максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом высших сосудистых растений, а в инфракрасной области находится область максимального отражения клеточных структур листа. Высокая фотосинтетическая активность ведет к мень-

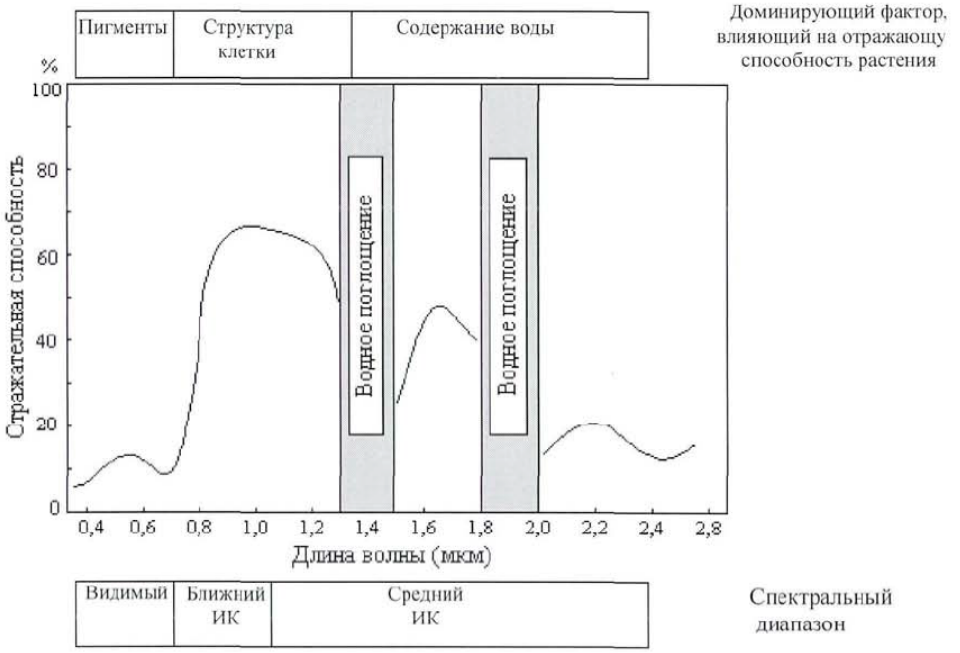


Рис 1. Типичный вид кривой спектрального отражения древесной растительности

шему отражению в красной области спектра и большему – в инфракрасной. Отношение этих показателей друг к другу позволяет четко отделять и анализировать растительные объекты от прочих природных. Различная степень поглощения и отражения световой энергии и ИК-спектра позволяет одновременно определить несколько важных показателей, определяющих реальное состояние растений.

Одним из самых широко используемых в производстве индексов является нормализованный относительный индекс растительности (NDVI), представляющий собой простой количественный показатель фотосинтетической активной биомассы. Данный индекс хорошо известен, изучен, прост для вычисления, имеет широкий диапазон значений (от -1 до +1) и отлично выделяет растительность. Чем выше значение индекса, тем более благоприятное состояние растительности (более 0,7 – здоровая, менен 0,4 – угнетенное).

$$NDVI = (R_{800} - R_{680})/(R_{800} + R_{680}),$$

где R_n -NDVI является безразмерным показателем и демонстрирует корреляцию с другими параметрами, имеющими важность для решения серии важных задач природопользования, а именно с величиной биомассы, минеральной насыщенностью почв, эвапотранспирацией, объемом выпадающих осадков и др.

Преимущества гиперспектральной съемки позволяют как рассчитывать уникальные вегетационные индексы, так и модифицировать уже имеющиеся с целью их усовершенствовать или оптимизировать для решения конкретной производственной задачи. При использовании гиперзональных данных дистанционного зондирования целесообразно использовать специальную модифицированную версию NDVI - RedEdgeNormalizedDiffe renceVegetationIndex (NDVI705), определяемую по узким красным диапазонам спектра: $NDVI = (R_{750} - R_{705})/(R_{750} + R_{705})$. Этот индекс также дает представление об общем количестве и состоянии растительности на поверхности земли. Однако важное отличие состоит в том, что для расчетов этих индексов учитывается степень отражения световых волн на участке спектра от 0,690 до 0,750 мкм, т. е. рассматривается область ближнего инфракрасного склона спектральной кривой растительности (rededge), которая позволяет выделять повреждения растительности на ранних стадиях[2]. Использование значений коэффициентов отражения в узких спектральных зонах позволяет фиксировать даже небольшие изменения состояния растительности, что повышает точность и эффективность применения данного метода для конкретных задач лесопользования, связанных с анализом лесопатологии растительных насаждений.

Способность эффективно поглощать и усваивать световую энергию является важным

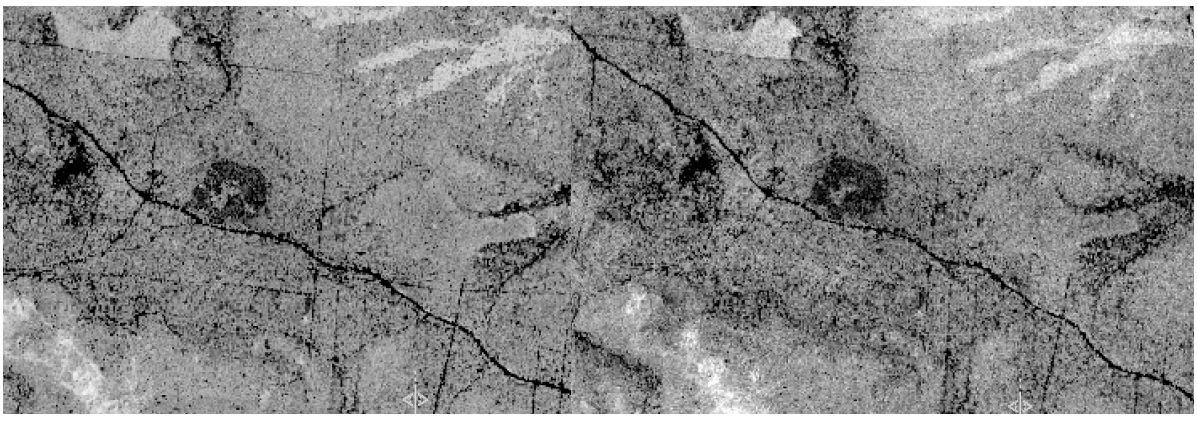


Рис. 2. Вегетационные индексы NDVI и $NDVI_{705}$

показателем, характеризующим состояние здоровья растения и потенциал его роста. Известно что максимумы поглощения света пигментами растительности происходит в 445, 880 и 800 длинах волн. На этом строится принцип расчета индекса поглощения основными пигментными структурами (mSIPI): $mSIPI=(R_{800}-R_{445})/(R_{800}+R_{680})$.

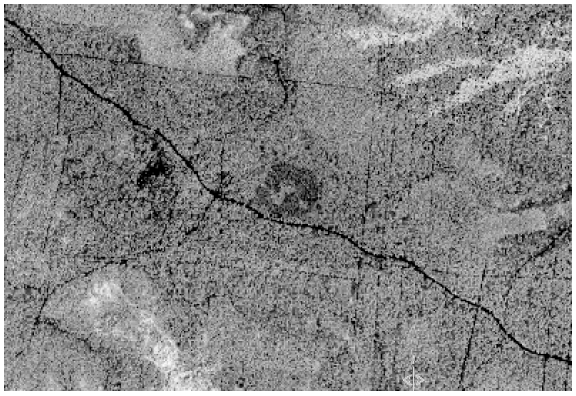


Рис. 3. Вегетационный индекс mSIPI

Данный индекс очень чувствителен к соотношению каротиноидов (А и Б) к хлорофиллу, при этом не сильно зависящий от структуры растительного навеса [7]. Уменьшение величины SIPI является индикатором стресса растительности. Этот индекс применяется для мониторинга состояния растительности и выявления стресса.

Изображения, составленные из узких спектральных диапазонов, позволяют судить о поглощении азота и синтезе основных органических веществ в растениях. Индекс отражения света среднего инфракрасного диапазона огрубевшим углеродом растительных тканей PSRI рассчитывается по формуле:$PSRI=(K_{680}-K_{500})/K_{750}$.

Индекс позволяет учесть общее количество «сухого» углерода в виде лигнина и целлюлозы. Такой углерод в больших количествах присутствует в древесине и в мертвых или сухих растительных тканях. Увеличение этих показателей отражает процесс старения и отмирания растений. Индекс принимает значения от -1 до 1, и для зеленой растительности характерен диапазон от -0,1 до 0,2.

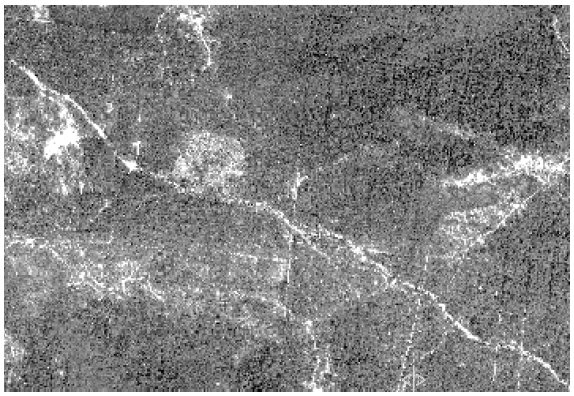


Рис. 4. Вегетационный индекс PSRI

Важным показателем состояния угнетенности растительности является повышение концентрации содержания каротина и антоциана в клетках. Для определения этих параметров применяются узкополосные индексы пигментации. Каротиноиды функционируют в процессах поглощения света растительностью, а также предохраняют их от вредного воздействия чрезмерно высокой освещенности. Антоцианы являются водорастворимыми пигментами, в изобилии присутствующие как при формировании нового лиственного покрова, так и при отмирании старого [6]. Рассчитываются индексы по формулам:

$CRI1=(1/R_{510})-(1-R_{550})$,
$ARI1=(1/R_{550})-(1/R_{700})$.

Индексы этой группы позволяют выявить стрессовое состояние растений, так как именно при стрессовом состоянии содержание пигментов может меняться в значительных пределах. Мониторинг поглощения узких спектральных зон позволяет выявить стрессовое состояние растительности еще до того, как оно будет заметно «невооруженным глазом». Это весьма существенно для упреждения развития необратимых отрицательных процессов в самом растении [6].

Индексы водной оценки были созданы для того, чтобы определять содержание влаги в растительности. Содержание воды – важный показатель, высокое содержание влаги характерно для здоровой растительности, которая

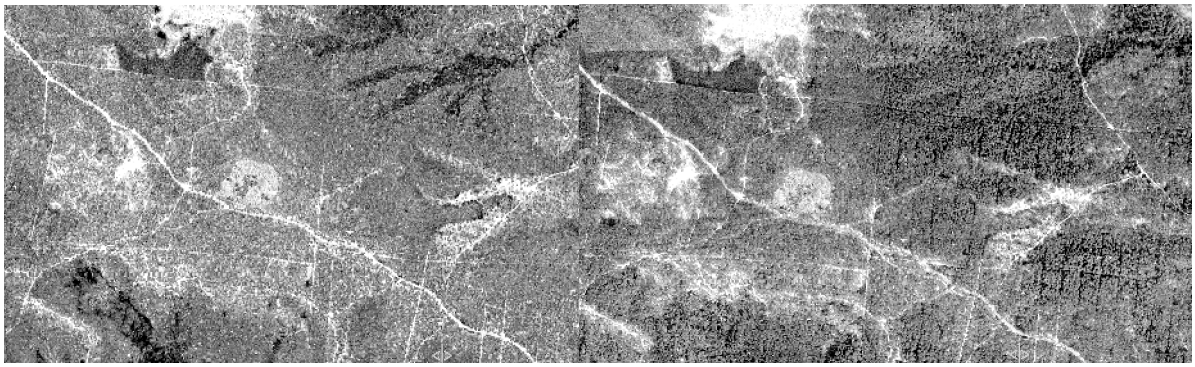


Рис. 5. Вегетационные индексы ARI1 и CRI1

быстрее растет и более устойчива к пожарам. Для расчетов индексов используется ближний и средний инфракрасный диапазоны [5]. С повышением содержания воды в растительности сила поглошения световых волн в диапазоне 970 повышается сравнительно с диапазоном 900. Водный индекс рассчитывается по формуле:

$$WBI = R_{900}/R_{970}.$$

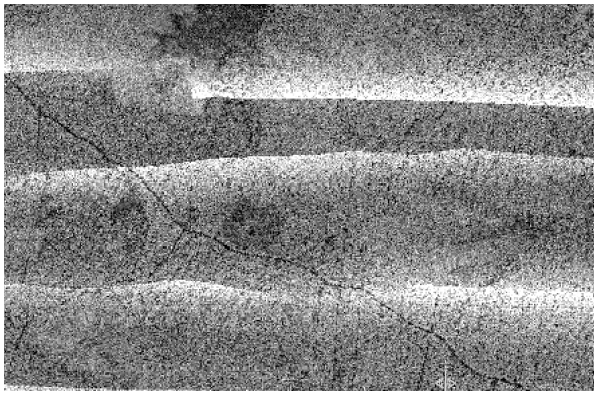


Рис. 6. WBI

Для расчета используется ближний и средний инфракрасный диапазоны. Индекс WBI широко применяются для выявления пожароопасности и водяного стресса на выделенных территориях.

Главным преимуществом вегетационных индексов является легкость их получения и широкий диапазон решаемых с их помощью задач. Они очень часто становятся одним из инструментов при проведении более сложных типов анализа и основой для получения численных данных для использования в расчетах оценки и прогнозирования. Среди них узкоспектральные индексы особенно эффективны, так как рассчитаны для определения конкретных узких параметров растительности, что позволяет создавать дополнительное информационное обоснование при исследовательских работах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Нагорный В.Д. Определение и мониторинг продуктивного потенциала сельскохозяйственных земель // Международный научно-технический и производственный журнал “Науки о Земле”.–2011.– № 1.–С. 7.
2. Наставление о выполнение лесоустроительных работ 2008 г. // Инструкция, утвержденная Приказом МПР России от 6 февраля 2008 года N 31.– 102 с.
3. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве // Йошкар-Ола, 2005.– 390 с.
4. Черепанов А.С. Вегетационные индексы // Геоматика.–2011.–№2.–С. 5.
5. Черепанов А.С., Дружинина Е.Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы // Геоматика.– 2009.– № 3.– С. 5.
6. ENVI User’s Guide: ENVI Version 4.1. – Research Systems, Inc. [September 2011 Edition].
7. H. Genc, L. Genc, H. Turhan. Vegetation indices as indicators of damage by the sunnpest (Hemiptera: Scutelleridae) to field grown wheat // African Journal of Biotechnology. – 18 January, 2008.– Vol. 7 (2).– P. 173-180.

УДК 550.423

Никитина М.В., Попова Л.Ф., Репницына О.Н.
Институт естественных наук и биомедицины
Северного (Арктического) федерального университета
им. М.В. Ломоносова (г. Архангельск)

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ЦИНКА И МЕДИ В ПОЧВАХ ПРИРОДНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ г. АРХАНГЕЛЬСКА

M. Nikitina, L. Popova, O. Repnicina
Institute of Natural Sciences and Biomedicine, M.V. Lomonosov
Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk

TRANSFORMATION OF MOBILE FORMS OF ZINC AND COPPER IN THE SOILS OF NATURAL AND INDUSTRIAL LANDSCAPES IN ARKHANGELSK

Аннотация. В статье дан анализ содержания подвижных форм меди и цинка в почвах природного и промышленного ландшафтов г. Архангельска. Выявлены особенности закрепления этих металлов в почвенном покрове путем определения доли каждой формы, полученной с использованием селективных вытяжек от общего количества подвижных форм, выделенных с использованием комбинированной схемы фракционирования, которая базируется на анализе данных последовательного и параллельного их экстрагирования. Исследование соотношений геохимических форм цинка и меди позволяет выделить преимущественные процессы закрепления их в городских почвах и предсказать возможные экологические риски вторичного загрязнения.

Ключевые слова: цинк, медь, природный и промышленный ландшафты, почва.

Abstract. We have analyzed the content of mobile forms of such heavy metals as copper and zinc in the soils of natural and industrial landscapes in Arkhangelsk. We have revealed the peculiarities of consolidation of these metals in the soil cover by determining the fraction of each form, obtained with the use of selective extracts from the total number of mobile forms. The forms were extracted by using the fractionation scheme, which is based on the analysis of the data of series and parallel extraction. The study of the relations of zinc and copper geochemical forms can ensure advantageous processes of fixing them in the urban soils and predict the potential environmental hazards of the secondary contamination.

Key words: zinc, copper, natural and industrial landscapes, soil.

В настоящее время для экологических исследований наиболее актуальными становится определение фракционного состава загрязнителей [3; 4; 5; 6; 7]. Исследования количественных соотношений геохимических форм нахождения металлов в загрязнённых почвах позволяют прогнозировать процессы закрепления металлов в породах, предсказывать и предупреждать возможные экологические риски вторичного загрязнения окружающей среды [1]. Инженерно-хозяйственная деятельность приводит к тому, что значительное преобразование испытывают городские почвы и грунты. Они отличаются значительной опесчаненностью, переслоенностью насыпных горизонтов разного гранулометрического состава, высоким содержанием органического углерода, нарушением водного и воздушного режима и антропогенными включениями [2]. Так, в промышленном ландшафте г. Архангельска преобладают пустыри и территории заводов, АЗС, АТП, которые располагаются пятнами в селитебном ландшафте. Преобладающими почвами являются реплантозёмы, в почвенных профилях которых часто присутствует верхний горизонт, состоящий из пыли, песка, соли с дорог, частичек шин

© Никитина М.В., Попова Л.Ф., Репницына О.Н., 2012.

и осадка от выхлопных газов автотранспорта. Природный ландшафт, расположенный в пригороде Архангельска, представлен дерновой маломощной легкосуглинистой почвой.

Основными неорганическими поллютантами почвенного покрова промышленного ландшафта являются цинк и медь. Нами проведено исследование фракционного состава этих металлов по комбинированной схеме, коллективно разработанной и обоснованной Т.М. Минкиной, Г.В. Мотузовой, О.Г. Назаренко и др., [5] которая базируется на анализе данных последовательного и параллельного их экстрагирования (табл. 1).

Фракционный состав оценивали путем определения доли каждой формы, полученной с использованием селективных вытяжек от общего количества подвижных форм. В качестве «фоновых» значений содержания цинка и меди в почвенном покрове использовались данные о содержании элементов в почвах условно незагрязнённой территории в пригороде г. Архангельска, где техногенное и антропогенное воздействие сведены к минимуму. В почве фоновой территории города преобладают обменные формы Zn (≈ 34 %) (рис.1). При этом их доля максимальна в дерновом почвенном горизонте, что обусловлено внутрипрофильной миграцией, а наличие механического барьера в виде легкосуглинистых горизонтов препятствует их дальнейшему проникновению в более глубокие слои почвы. Доля специфически сорбированных соединений цинка, которые в первую очередь связаны с $CaCO_3$ и $MgCO_3$, незначительна (5 %), так как естественные северные почвы не карбонатные. Высокая корреляция между содержанием Ca и количеством специфически сорбированных форм Zn (коэффициент корреляции r = +0,89 ± 0,25) подтверждает данные Т.М. Минкиной [4] о том, что цинк может закрепляться на карбонатах кальция и магния в виде непрочно связанных соединений.

Таблица 1

Комбинированная схема фракционирования почвенных соединений ТМ

Показатель	Способ нахождения	
	Экспериментальный	Расчетный
1. Содержание металла в обменной форме		
- общее	1 М ААБ, pH = 4,8	
- легкообменные	0,05 М $Ca(NO_3)_2$	
- труднообменные		1 М ААБ – 0,05 М $Ca(NO_3)_2$
2. Содержание металла, связанного с карбонатами, и в виде отдельных фаз		
-непрочно связанные	1 М CH_3COONa, pH = 5	
3. Содержание металла, связанного с несиликатными соединениями Fe, Al, Mn:		
-общее	0,04 М $NH_2OH{\cdot}HCl$ в 5 % CH_3COONH_4	
-непрочно связанные		(1 М HCl – 1 М ААБ) – 1 М CH_3COONa
-прочно связанные		0,04 М $NH_2OH{\cdot}HCl$ – (1 М HCl – 1 М ААБ – 1 М CH_3COONa)
4. Содержание металла, связанного с органическим веществом:		
-общее	30 % H_2O_2	
- легкообменные		1 % ЭДТА в 1 М ААБ – 1 М ААБ
- труднообменные		30 % H_2O_2 – 1 % ЭДТА

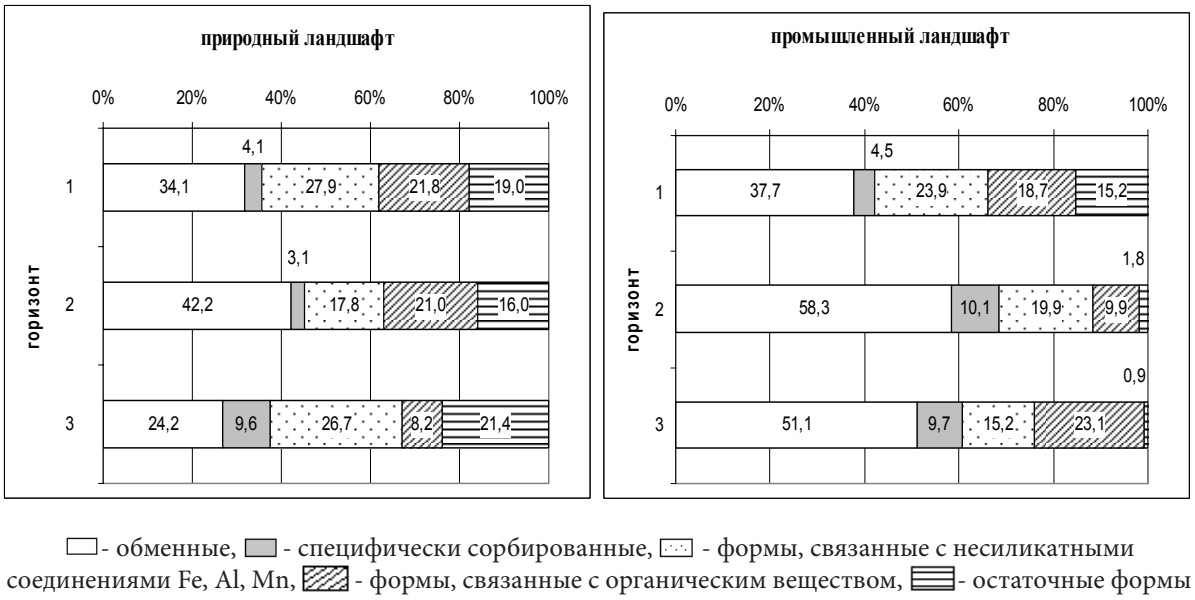


Рис. 1. Массовая доля трансформационных форм цинка в почвах природного и промышленного ландшафтов г. Архангельска, %

Накопление **Zn в почве природного ландшафта** происходит за счет его связывания с несиликатными соединениями Fe, Mn и Al. При этом **Zn закрепляется в виде труднообменных** форм на Fe (r = –0,97 ± 0,20), в виде легкообменных форм, способных к миграции в сопредельные среды, на Al (r = +0,85 ± 0,21). Вниз по почвенному профилю наблюдается увеличение доли форм **Zn, связанных с органическим** веществом. Естественная дерновая почва содержит в 2,5 раза меньше органического вещества, чем городские почвы (1,5 – 5,2 %), поэтому органическое вещество идет на образование труднообменных форм цинка и форм, непрочно связанных с органическим веществом, мигрирующих по почвенному профилю и в растения. Количество остаточных форм значительно и составляет 1/5 от всех подвижных форм.

В почвах промышленного ландшафта распределение обменных, специфически сорбированных форм и форм Zn, связанных с несиликатными соединениями Fe, Mn и Al, аналогично распределению их в почвах фоновой территории. Высока доля обменных форм (более 37 %), обусловленная влиянием щелочного барьера (коэффициент корреляции с pH почвенного раствора r = –0,87±0,21). Связь между содержанием обменных соединений и количеством органического вещества почвы очень слабая (r = +0,23 ± 0,41): в почвах промышленного ландшафта может содержаться органический углерод, не входящий в состав гумусовых веществ, например, компоненты нефти и сажа, не влияющий на сорбцию металлов. В условиях высокой опесчаненности почв (всего около 13% физической глины) в результате промывного типа водного режима происходит вымывание как соединений Fe, Mn и Al, так и фиксированного на них Zn. Наибольшая аккумуляция Zn – в виде труднообменных форм с соединениями Al (r = –0,89 ± 0,21). Форм цинка, связанных с органическим веществом, в почве промышленного ландшафта меньше из-за меньшего содержания органического вещества в данных почвах, но доля данных форм вниз по профилю увеличивается, в отличие от других ландшафтов. Количество остаточных форм цинка вниз по профилю существенно уменьшается, что является причиной увеличения подвижности данного металла.

В отличие от цинка в почве природного ландшафта преобладают формы Cu, связанные

с несиликатными соединениями Fe, Mn и Al, причем вниз по профилю их доля увеличивается (рис. 2). Соединения Fe участвуют в образовании преимущественно подвижных легкообменных форм Cu (r = +0,75 ± 0,27), а соединения Ca (r = +0,98 ± 0,19) и Mn (r = +0,88 ± 0,20) в образовании подвижных труднообменных форм.

В верхнем горизонте почвы большая часть Cu связана с органическим веществом, в связи с образованием органо-минеральных комплексов по хелатному типу, доля которых вниз по профилю снижается, вслед за снижением содержания органического вещества в почве, причем роль гуминовых (r = +0,92 ± 0,20) и фульвокислот (r = +0,95 ± 0,20) в накоплении меди примерно одинакова. Незначительная доля обменных форм Cu обусловлена низкой концентрацией её в почвенном растворе. Доля Cu, связанной с карбонатами, аналогично Zn, минимальна, так как почвообразующие породы некарбонатные. Содержание остаточных форм вниз по профилю снижается, что объясняется образованием форм, связанных с несиликатными соединениями Fe, Mn, Al. Отличительная особенность почв промышленного ландшафта, обусловленная низким содержанием в них гумуса (≈ 2 %), в том, что максимальное количество меди находится в обменных формах. По этой же причине низко содержание Cu связанной с органическим веществом почвы. Аналогично природному ландшафту, происходит закрепление Cu, в виде этих форм преимущественно на фульвокислотах ($r_{ФК}$ = –0,87 ± 0,22; $r_{ГК}$ = –0,61 ± 0,29) и снижается вниз по профилю вслед за уменьшением содержания гумусовых кислот. Доля остаточных форм Cu, как и Zn в почвах промышленного ландшафта, очень низка, что обусловлено высокой опесчаненностью почв и искусственным их образованием. Вниз по профилю содержание этих форм Cu незначительно снижается.

Таким образом, на примере Zn и Cu выявлены особенности в закреплении химических элементов в почвах природного и промышленного ландшафтов г. Архангельска. На опесчаненных почвах промышленного ландшафта, в отличие от незагрязненных почв, увеличивается доля легкообменных форм Zn и Cu, которые в условиях промывного типа водного режима могут поступать в грунтовые воды и поглощаться растениями, загрязняя их. Закрепление Zn происходит за счет связывания с органическим веществом

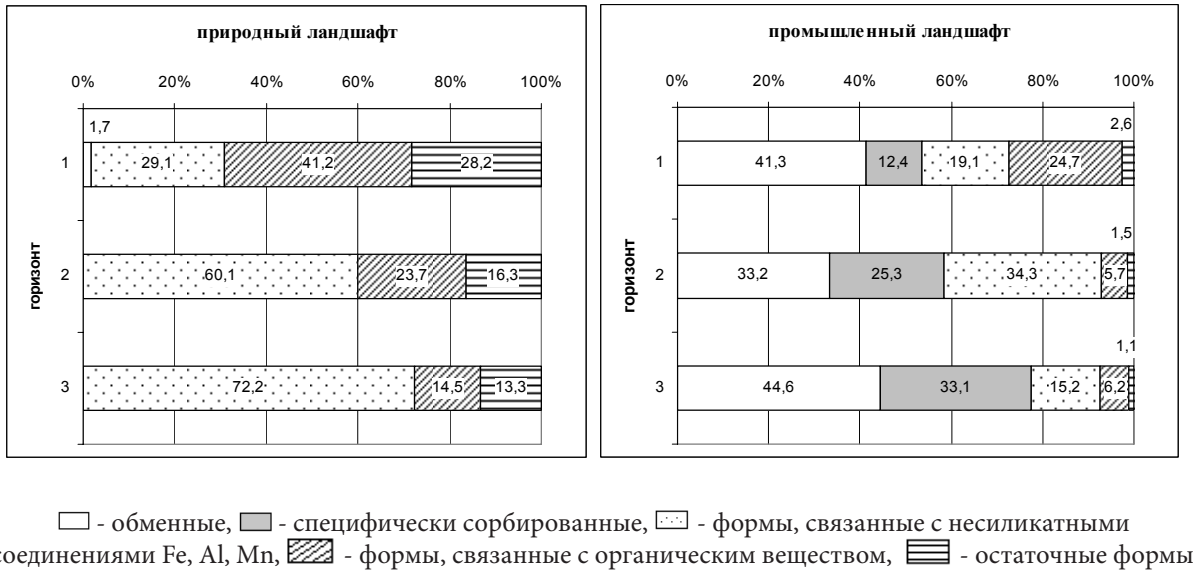


Рис. 2. Массовая доля трансформационных форм меди в почвах природного и промышленного ландшафтов г. Архангельска, %

и с несиликатными соединениями Fe, Mn, Al, а Cu ещё и за счёт специфической сорбции.

Исследования поддержаны Грантом РФФИ и Администрации Архангельской области № 11-04-98800-а и внутренним конкурсом САФУ № 4-2012.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Белецкая В.А. Сравнительная оценка миграционной способности свинца и кадмия в геологических системах / В.А. Белецкая, О.В. Шевченко // Материалы XI международного симпозиума «Проблемы геоэкологии и освоения недр». Секция «Геоэкология». – Томск, 2009. – С. 563-564.
2. Биогеохимическая индикация экологического состояния почвенно-растительного покрова центральной части г. Архангельска / Наквасина Е.Н. и др. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2009. – 243 с.
3. Водяницкий Ю.Н. Тяжёлые металлы и металлоиды в почвах. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. – 84 с.
4. Ладонин Д.В. Соединения тяжёлых металлов в почвах – проблемы и методы изучения // Почвоведение. – 2002. – № 6. – С. 682-692.
5. Минкина Т.М. Формы соединений тяжёлых металлов в почвах степной зоны / Т.М. Минкина, Г.В. Мотузова, О.Г. Назаренко, В.С. Крыщенко, С.С. Манджиева // Почвоведение. – 2008. – № 7. – С. 810-818.
6. Никифорова Е.М. Фракционный состав соединений свинца в почвах Москвы и Подмосковья / Е.М. Никифорова, Н.Е. Кошелева // Почвоведение. – 2009. – № 8. – С. 940–951.
7. Переломов Л.В. Формы Mn, Pb и Zn в серых лесных почвах Среднерусской возвышенности / Л.В. Переломов, Д.Л. Пинский // Почвоведение. – 2003. – № 6. – С. 682–691.

УДК 631.10

Осина Д.Е.
Московский государственный педагогический университет

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ГОРОДА КАЛУГИ

D. Osina
Moscow State Pedagogical University

GEOGRAPHICAL REGULARITIES OF CONTAMINATION OF SOILS WITH HEAVY METALS IN KALUGA

Аннотация. Рассмотрена проблема загрязнения тяжелыми металлами почв города Калуга. Целью исследования была диагностика содержания тяжелых металлов в городских почвах Калуги и определение степени выраженности загрязнения в различных функциональных зонах города. Проведенные исследования позволили выделить на территории города районы с различными уровнями загрязнения почвы основными металлами –загрязнителями городской среды. Полученные данные свидетельствуют об умеренном загрязнении почв города тяжелыми металлами. На основе полученных результатов были составлены карты-схемы загрязнения почв города металлами с глубины 0-5 см и 20-25 см. Приводятся результаты анализа особенностей загрязнения городских почв металлами и оценки влияния крупных промышленных производств на загрязнения почв медью, свинцом, цинком и марганцем.

Ключевые слова: металл, загрязнение, геохимически активные формы металлов, концентрации металлов, медь, свинец, цинк, марганец.

Abstract. The problem of contamination of soils in Kaluga with heavy metals is studied. The content of heavy metals in the urban soils of Kaluga is analyzed and the degree of contamination manifestation in different functional areas of the city is determined. The research made it possible to locate the city areas with different levels of soil contamination with basic metals, i.e., pollutants of the urban environment. The data obtained indicate a moderate soil contamination with heavy metals. Based on the results obtained, a map showing the areas contaminated with metals at a depth of 0–5 cm and 20–25 cm was constructed. The analysis performed shows the characteristics of contamination of urban soils with metals. The influence of large industrial plants on soil contamination with copper, lead, zinc and manganese is evaluated.

Key words: metal, contamination, geochemically active forms of metals, concentrations of metals, copper, lead, zinc, manganese.

В настоящее время во многих регионах мира антропогенное загрязнение и изменение почв достигло такого уровня, что представляет серьезную опасность для жизни и здоровья человека. Загрязнение почвы подвижными формами тяжелых металлов является наиболее актуальной проблемой, ввиду важной распределительной роли почв в функционировании биогеосистем. Известное высказывание В.И. Вернадского о том, что человечество становится реальной геологической силой, во многом подтверждается фактом поступления в окружающую среду большого количества химических веществ, в том числе тяжелых металлов и их соединений, не имеющих аналогов в природе. Сами тяжелые металлы являются веществами, которые в повышенных концентрациях вызывают необратимые изменения в живых организмах, в том числе мутации и отравления, что может существенно повлиять на все компоненты геосистем. Учитывая это, исследование загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами представляется приоритетным направлением развития экологической геохимии, в первую очередь в пределах крупных городов, где сосредоточена значительная часть населения. Одним из таких городов является Калуга – крупный промышленный город Центральной России. Актуаль-

© Осина Д.Е., 2012.

ность исследования заключается в том, что в настоящее время Калуга – город с динамично развивающимся промышленным производством, но до сих пор работ по изучению тяжелых металлов в почвах города не проводились (численность населения города составляет 327 650 человек, по данным на 2010 г.). Целью данного исследования является установление содержания тяжелых металлов в городских почвах г. Калуги и определение степени выраженности загрязнения в различных функциональных зонах города.

В процессе исследования было отобрано более 100 проб почвы в разных районах города (селитебных зонах, на территории ряда промышленных предприятий, вдоль автомобильных дорог) с глубины 0-5 см и 20-25 см. Определение содержания тяжелых металлов проводилось в солянокислых вытяжках (1н HCl) из почвы методом атомной абсорбции на атомно-абсорбционном спектрофотометре Spektr-5.3. Определялись следующие металлы: медь, цинк, марганец свинец, являющиеся основными металлами-загрязнителями городской среды. Нормирование содержания тяжелых металлов в почве является чрезвычайно сложным из-за невозможности полного учета всех факторов, определяющих их концентрацию и формы аккумуляции [4]. Имеются противоречивые данные даже о фоновом содержании некоторых металлов. Приводимые исследователями результаты различаются иногда в 5-10 раз. По результатам исследований созданы карты-схемы, за основу которых были взяты предельно допустимые подвижные формы тяжелых металлов, широко применяемые в практике экологических исследований и экологического нормирования (табл. 1).

Наиболее показательно загрязнение тяжелыми металлами исследованных территорий прослеживается по картам содержания геохимически активных форм металлов, относящихся к первому классу опасности, а именно цинка и свинца (рис. 1). В пространственном распределении загрязнения цинком выделяется 1 район с максимальной концентрацией данного металла. Это связано с находящимся в непосредственной близости от точки отбора почвенного образца заводом по производству металлоизделий и металлоконструкций, а также рядом расположенной оживленной городской магистралью (Московское шоссе). Вокруг района с максимальной концентрацией металла и в большей части исторического центра города загрязнение почвы цинком носит умеренный характер. Следует отметить, что в большинстве случаев цинк мигрирует вниз почвенной толщи и его концентрация на глубине 20-25 см превышает концентрацию на поверхности (рис. 2). Подобное явление может объясняться высоким сродством цинка с подвижными формами гумуса.

Таблица 1

Предельно допустимые подвижные формы тяжелых металлов (1н HCl , Х. Чулджиян, 1988)

металл	ПДК (мг/кг)
Cu	50
Pb	60
Zn	60
Mn	600

Свинец является одним из приоритетных и экологически опасных загрязнителей городской среды. Преобладающая часть его соединений характеризуется небольшой подвижностью и высокой аккумулирующей способностью [1], что приводит к интенсивному накоплению металла в почвах. Основными источниками свинца в городских ландшафтах являются газо-пылевые выбросы автотранспорта и промышленных предприятий [2]. В пространственном отношении участки города, загрязненные свинцом, почти полностью повторяют рисунок сети наиболее оживленных транспортных магистралей. Районы с максимальным и допустимым содержанием свинца в почвах находятся в центральной части города, где наблюдается наибольшее скопление автотранспорта. Это дает основание сделать вывод о том, что главным источником загрязнения является автотран-

спорт. Большинство сортов бензина до недавнего времени содержали в качестве добавки тетраэтилсвинец. В течении многих лет происходило накопление в почве данного элемента и его миграция вглубь, что подтвердилось результатами исследования. Особенно следует отметить высокую концентрацию свинца в почве у берега Яченского водохранилища. Это объясняется расположенной рядом свалкой бытовых отходов и мусора. Загрязнение почвенных образований свинцом имеет очаговый характер и фиксируется на территории предприятий. Индикация содержания свинца в почвах является одним из основных методов оценки экологического состояния городов [3].

Высокая концентрация марганца характерна для большинства проанализированных образцов почв. Очевидно, это объясняется естественными причинами, а именно высоким содержанием данного элемента в растительности как результат биологического поглощения. В некоторых районах центра города наблюдается пониженное содержание марганца, так как в этих районах меньше растительности и отсутствуют промышленные предприятия. Вместе с тем следует выделить отдельные очаговые пятна с высокой концентрацией данного металла, что совпадает с крупными промышленными производствами. В ходе анализа полученных данных удалось установить причину повышенного содержания марганца в районе Турынино. В непосредственной близости от точки отбора образца находится сельскохозяйственное предприятие «Агросоюз», которое занимается изготовлением продуктов питания и пшеничной муки, и там же производит отгрузку готовой продукции. Пшеничная мука, наряду с железом, серой, содержит значительное количество марганца.

Пространственное распределение меди в почвах города Калуги характеризуется наличием одного района с высокой концентрацией металла, что связано с находящимся рядом заводом (по производству металлоизделий и металлоконструкций), использующим медь в производственном цикле. Центральная часть города относится к зоне умеренного загрязнения медью, а окраинные и селитебные зоны характеризуются наименьшей концентрацией данного металла. Так же как и другие исследованные металлы, медь имеет тенденцию к миграции в глубь почвенного профиля. Самые высокие концентрации меди в почвах города Калуга были отмечены в районе ул. Салтыкова-Щедрина (Калужский завод телеграфной аппаратуры), Грабцевское шоссе (Калужский ламповый завод, использующий вольфрам и медь в производственном цикле).

Также в ходе исследования были определены значения кислотности. Для большинства почвенных образцов характерна слабощелочная реакция. Зона проявления повышенной кислотности почв имеет ограниченное распространение. Учитывая, что наибольшая подвижность всех исследованных форм металлов достигается в сильнокислой среде, удалось выявить общую закономерность, характерную для большинства точек отбора образцов: с глубиной меняется кислотность среды в сторону подкисления. Это может быть связано с поступлением в почву загрязняющих веществ от транспорта и выбросов промышленных предприятий. Проведенные исследования позволили выделить участки на территории города Калуги с опасным, умеренно опасным и допустимым уровнями загрязнения почвы тяжелыми металлами (рис. 3).

Максимальное содержание всех диагностируемых металлов было отмечено в районе ул. Тульской, что связано с расположенным в непосредственной близости заводом по производству металлоконструкций, а также на ул. Московской, вдоль которой расположены основные предприятия по производству техники и комплектующих деталей (Турбинный завод, завод транспортного машиностроения, завод «Калужский двигатель», Калужский опытно-ремонтный завод). Таким образом, районы с наиболее высоким содержанием металлов в почве расположены вблизи крупных промышленных предприятий и автодорог: центральная часть города, юго-восточная и частично восточная части города. Минимальное содержание

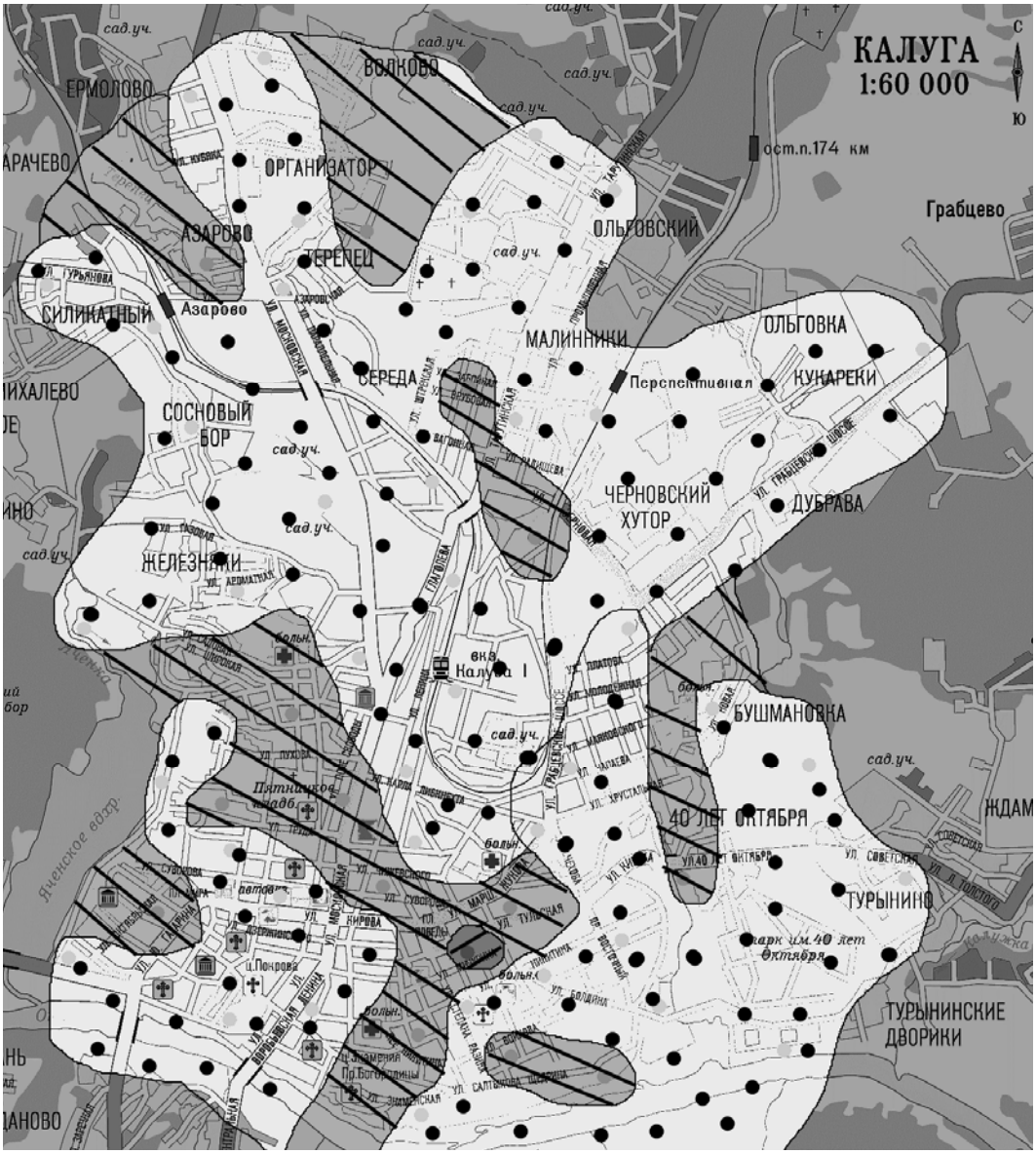
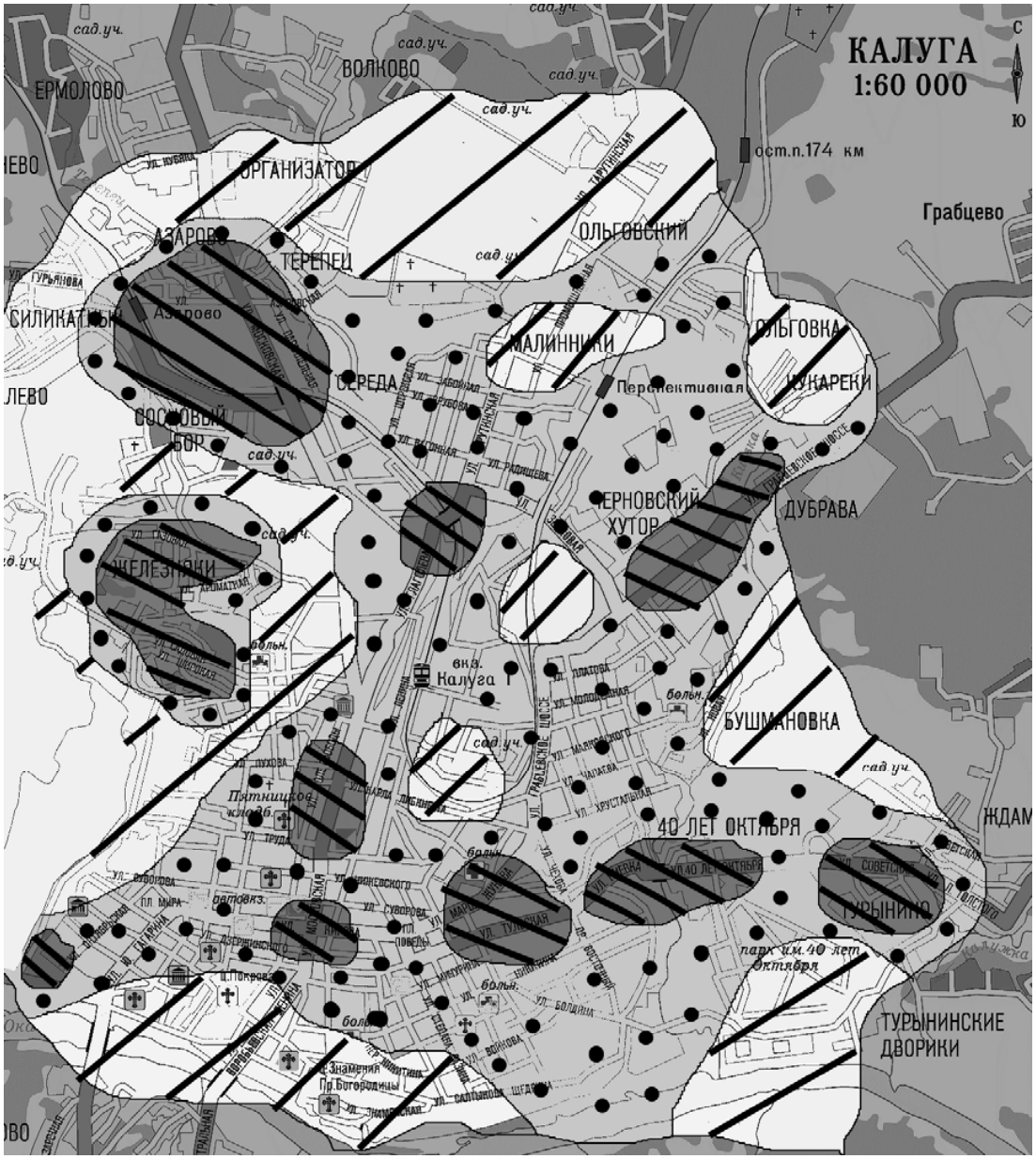


Рис. 1. Картограмма распределения цинка в почве города Калуга с 0-5 см

Рис. 2. Картограмма пространственного распределения цинка в почвах города Калуга на глубине 20-25 см



Уровни загрязнения почв тяжелыми металлами:

опасный

умеренно опасный

допустимый

Рис. 3. Картограмма суммарного загрязнения тяжелыми металлами почв города Калуга

металлов в почвах отмечено в западной, северо-западной и северной частях города, что соответствует селитебной зоне.

Анализ содержания тяжелых металлов в пробах почвы, отобранных на территории города с опасным уровнем загрязнения почв, показал, что основными элементами-загрязнителями данных территорий являются свинец, цинк. Все территории с опасным уровнем загрязнения почв комплексом тяжелых металлов приурочены к промышленным предприятиям, а основными источниками загрязнения являются цеха металлообработки и отстойники сточных вод. Территория селитебной зоны г. Калуга к западу и востоку от предприятий относится к зоне опасного загрязнения, что связано с атмосферным переносом со стороны этих предприятий и с ливневыми поверхностными стоками. Кроме того, участки опасного загрязнения почв тяжелыми металлами приурочены к территориям города с разветвленными сетями железных дорог, территориям с интенсивным движением автотранспорта, а также к территориям мелких ремонтных предприятий и гаражей. Общий анализ загрязнения почв г. Калуги геохимически активными формами тяжелых металлов показал в целом умеренный характер загрязнения для исследованной территории.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях.– Л: Агропромиздат, 1987.–142 с.
2. Водяницкий Ю.Н., Добровольский В.В. Металлы в почвах.– М., 1998.– 216 с.
3. Геохимия окружающей среды / Сает Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П. и др.– М.: Недра, 1990.– 335 с.
4. Касимов Н.С. Методология и методика ландшафтно-геохимического анализа городов // Экогеохимия городов /Н.С. Касимов (Ред.).– М.: Изд-во МГУ, 1995. – 336 с.
5. Никифорова Е.М., Кошелева Н.Е. Накопление подвижных и валовых форм свинца в городских почвах (на примере г. Москвы) // Экология урбанизированных территорий.– 2009.– № 1.– С.76-82.
6. Свинец в окружающей среде.– М.: Наука,1987.– 181 с.

УДК 338.46+628.4

Панков С.А.
Ставропольский государственный университет

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОСВОЕНИЮ БЕШПАГИРСКОГО ТИТАН-ЦИРКОНИЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

S. Pankov
Stavropol State University

ECOLOGICAL HAZARDS OF ECONOMIC DECISIONS ON BESHPAGIR TITANIUM-ZIRCONIUM DEPOSIT DEVELOPMENT

Аннотация. Проблема учёта экологических рисков в процессе обоснования технологических решений по разработке погребённых россыпных месторождений стоит достаточно остро, поскольку необходимость представления проекта освоения месторождения в выгодном для инвестора виде не предполагает расчёт экологического ущерба. Игнорирование неизбежных экологических последствий также связано с отсутствием в отечественной практике примеров по экологически безопасной разработке россыпных месторождений открытым способом. В статье критически рассмотрены опубликованные материалы по геологической разведке и проектируемым хозяйственным решениям освоения месторождения. Они проанализированы с точки зрения порождаемых ими негативных последствий для природных ресурсов района Бешпагирского титан-циркониевого месторождения. Включение рассмотренных нами экологических рисков в проект разработки этого месторождения позволит снизить их уровни и величину эколого-экономического ущерба.

Ключевые слова: экологические риски; – хозяйственные решения; – экологические последствия разработки россыпных месторождений; – ущерб природной среде; – предотвращение разрушения природной среды.

Abstract. The problem of taking into account ecological hazards in the technological decisionary rationale process of buried gravel deposits is quite urgent. This is explained by the necessity to present a deposit development project to the investor in the most favorable light, which does not involve calculation of ecological hazards. Neglect of imminent ecological consequences is also associated with the absence of the examples of ecologically safe development of gravel deposits by an open-cast mining method in Russia. A critical review of the materials published on geological exploring and economic decisions of deposit development is presented. These publications are considered from the point of view of negative consequences for natural resources of the Beshpagir titanium-zirconium deposit area. Account for ecological hazards under study in the deposit development project will allow one to decrease their ecological and economic damage.

Key words: ecological hazards, economic decisions, ecological consequences of gravel deposit development, damage to natural environment, prevention of natural environment damage.

Экологические риски возникают как последствия техногенного преобразования окружающей природной среды, в том числе в результате хозяйственного освоения россыпных титан-циркониевых месторождений. Реализация данных рисков проявляется в виде негативных последствий для окружающей природной среды. Они носят как заведомо известный, так и вероятностный характер. По своей сути экологические риски являются системными, что проявляется в виде причиннообусловленной взаимосвязи изменений природных компонентов: земельных угодий, водных ресурсов, биоразнообразия и атмосферного воздуха. Нами используется понятие рисков как меры неопределенности развития экологической ситуации связанной с реализацией хозяйственных процессов.

Аналитически риски можно выразить в виде упорядоченных градаций качественных уровней, или в виде относительных показателей – вероятности возникновения рисков. По-

© Панков С.А., 2012.

следствия реализации экологических рисков могут быть выражены системой качественных показателей деградации окружающей среды и количественными показателями эколого-экономического ущерба. Рассматривая вопрос о возникновении рисков и их последствиях, на наш взгляд, следует опираться на природу возникновения рисков, связанную с понятием эколого-экономической устойчивости рассматриваемых систем, и аналитическим законом, выражающим вероятность возникновения конкретного экологического риска и потенциального ущерба, который возможен при реализации этого риска. Взаимосвязь между вероятностью возникновения риска и эколого-экономическим ущербом может быть представлена в виде карты рисков, где риски упорядочены по уровням наносимого ущерба и их вероятностям [1].

По нашему мнению, в процессе освоения россыпных месторождений возникает множество факторов, определяющих уровень экологических рисков. Но на основе ограниченной информация о состоянии окружающей природной среды в районе разработки месторождения мы можем анализировать лишь ограниченное количество экологических рисков, ведущих к деградации основных компонентов окружающей природной среды. В настоящее время проблема экологических рисков тесно увязывается с уровнем ущерба, наносимого природной окружающей среде и людям, проживающим на прилегающих территориях. Критерии для оценки рисковых ситуаций природного характера разработаны и позволяют качественно оценить степень устойчивости компонентов окружающей среды во взаимосвязи с величиной потенциального экологического ущерба [5].

Актуальность оценки экологических рисков во взаимосвязи с принимаемыми хозяйственными решениями обусловлена тем, что, разрабатывая проект освоения россыпного месторождения, инженеры-технологи закладывают в проект экологические мероприятия, например рекультивацию земель, но не учитывают в полной мере возможные риски и величину ущерба окружающей природной среде. Не исключением является проект освоения Бешпагирского титан-циркониевого месторождения [3]: проект освоения месторождения рассматривается как инвестиционный проект, который должен быть привлекательным для инвесторов, ввиду этого экологические затраты минимизируются, а ущербы не учитываются при подсчете финансового результата. С другой стороны, любой хозяйственный проект может быть подвергнут экологической экспертизе, но для её осуществления необходимо знать технологию разработки и обогащения полезного ископаемого, а также уметь оценить потенциальный экологический ущерб. К сожалению, нормативная база в области оценки экологического ущерба практически не совершенствовалась в течение последних двадцати лет, что существенно повышает значимость изучаемой проблемы. Ряд взаимосвязанных аспектов решения проблемы оценки экологического ущерба был рассмотрен нами с точки зрения эколого-экономической оценки минеральных ресурсов [9] и при моделировании эколого-экономических особенностей землепользования на месторождениях общераспространенных полезных ископаемых, которые имеют многие общие черты с последствиями, возникающими при разработке погребенных россыпных месторождений [7]. Практическая значимость данной работы состоит в том, что существует необходимость рассмотрения основных экологических рисков, которые в проекте освоения месторождения не рассматриваются. На наш взгляд, при этом выделяются экологические последствия для собственно территории Бешпагирского месторождения и территории, прилегающей к нему, используемой в аграрной деятельности.

Результаты геологической разведки и технологической оценки Бешпагирского титан-циркониевого месторождения описаны в нескольких работах [10; 12]. Из этих материалов следует, что Бешпагирское титан-циркониевое месторождение в пространственном плане имеет сложную структуру, состоит из трёх участков и более чем десятка проявлений

россыпей. Оно расположено преимущественно на возвышенном плато, включает от двух до трёх продуктивных пластов, локализованных на разной глубине от земной поверхности среди мелкозернистых песков, иногда с прослоями песчаников и глин. Совокупность нескольких продуктивных пластов образует россыпное поле, по которому подсчитываются запасы полезных ископаемых, входящих в состав черных песков. По своему типу это совокупность древних, погребенных пустыми породами прибрежно-морских россыпей. Гранулометрический состав продуктивной толщи изменяется от гравелисто-галечных пород до глинистых частиц с преобладанием мелкозерных песков. Верхний продуктивный пласт распространён на всей площади, но не выдержан по форме, мощности и глубине залегания. Для этого пласта характерно значительное колебание содержания полезных компонентов. Нижний пласт проявляется не на всей площади и приурочен к стыку морских песков и глин, которые являются плотиком и имеют относительно выдержанную мощность. По технологическому типу полезные минералы черных песков верхнего и нижнего продуктивных пластов отнесены исследователями к одному типу [10; 3].

Характеристики проекта освоения Бешпагирского титан-циркониевого месторождения, которое обосновывается как комплексное, представлены ООО «ТЕХНОЦЕНТР» [3]. В соответствии с этим проектом проектируется создание трёх карьеров: «Южный», «Нагорный» и «Северный», с помощью которых будет вскрыт верхний продуктивный пласт, залегающий на глубинах от 10 до 24 метров, со средней мощностью 4,3 метра. Разработка его предполагается открытым способом. После извлечения продуктивных песков этого пласта планируется разработка нижнего продуктивного пласта методом скважинной гидродобычи. Средняя мощность этого пласта составляет 1.9 метра. В технологическом проекте предусмотрено создание горно-металлургического комбината, включающего, помимо указанных карьеров, стационарную обогатительную фабрику, а возможно, и цех по гидрометаллургической переработке минерального сырья. Следует отметить, что нижний пласт обводнен полностью. Водоснабжение предполагается подвести от степной реки. Согласно проекту предусмотрены различные варианты переработки тяжелой фракции черных песков с получением промышленных концентратов: ильменитового, цирконового и рутилового. При этом предполагается попутно использовать в качестве товарной продукции пески вскрыши, песчаники (бутовый камень), кварцево-полевошпатовые породы и другое минеральное сырьё. Согласно проектным объемам реализации песка и других строительных материалов рекультивация карьеров в полном объеме не предусмотрена [3].

Важной особенностью титан-циркониевых россыпей является то, что они в качестве вредной примеси содержат минерал моноцит до 3-3,5 кг на тонну продуктивных песков [11]. Сам минерал моноцит содержит оксид радиоактивного металла тория от 2,5 до 12% [6]. На основе данных геологической разведки [12], и по нашим расчётам, потенциальные примеси моноцита по месторождению могут составлять в среднем 100-200 грамм на тонну (по продуктивному пласту), но меньше 1 кг на тонну [3]. Исходя из этого, оксида тория может содержаться в среднем 10-20 грамм на тонну, но менее 100 грамм на тонну. Моноцит является радиоактивным редкоземельным минералом, и его присутствие вызывает повышение общего радиоактивного фона продуктивных песков.

Экологические последствия освоения Бешпагирского титан-циркониевого месторождения кратко рассмотрены Арманд О.А. [2]. Охарактеризована основная часть этих последствий, в частности, отмечено значительное негативное влияние на природную среду открытого способа разработки и относительно меньшее воздействие способа скважинной гидродобычи, который предполагается использовать после реализации первого. Однако в обзоре не акцентируется тот вопрос, что в результате разработки верхнего продуктивного пласта открытым способом

образуется выемка глубиной до 20-25 метров. Кроме того, в результате применения скважинной гидродобычи неизбежна дополнительная просадка на мощность извлекаемого пласта, которая может достигать в среднем до 2 метров. Несмотря на предусмотренную проектом горно-техническую и биологическую рекультивацию, говорить о восстановлении природного ландшафта и биоресурсов, по нашему мнению, нельзя. Такая рекультивация не будет считаться восстановлением природного баланса, а нарушенные земли будут выведены из сельскохозяйственного оборота.

Проблемы освоения и рационального использования титан-циркониевых россыпей рассмотрены Быховским Л.З. и другими [4]. Указанные авторы отмечают, что метод скважинной гидродобычи на титан-циркониевых россыпях находится на опытно-промышленной стадии, и таким образом, в полной мере ещё не опробован в промышленных масштабах. Эти же авторы особо выделяют роль нерудной составляющей разрабатываемых титан-циркониевых песков в стоимости товарной продукции. На основе более поздних данных по месторождению [3] можно сделать вывод, что доля пород вскрыши и попутно извлекаемых строительных материалов должна составить не менее 18% от выручки, что неизбежно ухудшит условия рекультивации горных выработок, так как значительную долю извлеченных пород вскрыши составляют строительные материалы. Эти же авторы предлагают реализовывать хвосты обогащения и породы вскрыши, образующиеся в результате деятельности предприятия, что решает проблему размещения отвалов и хвостов, но препятствует реализации принципов рекультивации горных выработок.

Наше понимание оценки негативных экологических последствий в процессе использования недр было изложено ранее [8]. Как показывает практика использования недр, рекультивационные работы, согласно статистической отчетности, существенно отстают от процесса нарушения земель (в 5-10 раз), а биологический этап рекультивации практически отсутствует. Оценка эколого-экономического ущерба, наносимого горнодобывающими предприятиями, тесно связана с эколого-экономической оценкой разрабатываемых месторождений и также была рассмотрена нами ранее [9], как и принципы рациональной рекультивации нарушенных земель [7], в соответствии с которыми, для осуществления рекультивации выработок под отвалы вскрышных пород необходимо использовать эти выработки и породы вскрыши.

Подводя итоги, можно выделить следующие виды экологических рисков, возникающих при реализации проекта освоения Бешпагирского титан-циркониевого месторождения:

– нарушение природного ландшафта за счет образования выемок карьеров, расположения отвалов пустых пород, отвалов обогатительной фабрики и сооружений горно-обогатительного комбината;

– уничтожение продуктивного почвенного слоя и потеря биопродуктивности используемой территории;

– уничтожение лесной и степной растительности на возвышенных плато;

– повышение уровня радиоактивного фона в районе карьера, размещения отвалов и хвостов обогатительной фабрики;

– запыление окружающей территории в результате ветровой эрозии, отвалов вскрышных пород и хвостов обогащения;

– нарушение гидрогеологического режима в районе разработки месторождения и загрязнение поверхностных водных источников промышленными стоками с обогатительной фабрики;

– вовлечение в разработку соседних территорий, прилегающих к Бешпагирскому месторождению.

С целью минимизации вероятности возникновения указанных экологических рисков, на наш взгляд, необходимо провести экологическую экспертизу проекта разработки месторождения на предмет оценки объёмов экологических мероприятий по предотвращению ущерба окружающей природной среде. Так, на наш взгляд, для снижения вели-

чины экологического ущерба в процессе разработки Бешпагирского титан-циркониевого месторождения необходимо отказаться от реализации пород вскрыши, а использовать их для рекультивации горных выработок, минимизировать объем открытых разработок и применять преимущественно способ скважинной гидродобычи титан-циркониевых песков. С целью минимизации воздействия на окружающую природную среду вредных примесей, в том числе моноцита, и предотвращения повышения радиоактивного фона, предусмотреть их комплексное извлечение в процессе обогащения продуктивных песков и безопасное захоронение хвостов обогатительной фабрики, в которых возможно повышенное содержание вредных элементов-примесей. В процессе реализации проекта необходимо соблюдать все нормативные положения законов «О недрах» и «Об охране окружающей среды», касающиеся минимизации ущерба окружающей природной среде, горно-технической и биологической рекультивации. Реализация наших предложений снизит экономическую эффективность проекта разработки Бешпагирского титан-циркониевого месторождения, но одновременно снизит и уровни экологических рисков, величина которых может быть оценена в стоимостном выражении через суммы эколого-экономического ущерба.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Авдийский В.И., Курмашов Ш.Р. Прогнозирование и анализ рисков в деятельности хозяйственных субъектов: научные и практические основы /под общ. ред. М.А. Эскиндарова.– М.: ФА, 2003.– С. 113-115.
2. Арманд О.А. Экологические последствия освоения титаноциркониевых россыпей (на примере Центрального и Бешпагирского месторождений) // Тезисы докладов XIII Международного совещания «Россыпи и месторождения кор выветривания: факты, проблемы, решения».– Пермь: Пермский ун-т, 2005. – С. 5-7.
3. Быховский Л.З., Васильев А.Т., Забирко А.Г. О проекте освоения Бешпагирского комплексного россыпного редкометалльно–титанового месторождения // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление.– 2010.– № 2. – С. 68-75.
4. Быховский Л.З., Зубков Л.Б., Тигунов Л.П. Титан-циркониевые россыпи России: проблемы освоения и рационального использования // Тезисы докладов XIII Международного совещания «Россыпи и месторождения кор выветривания: факты, проблемы, решения».– Пермь: Пермский ун-т, 2005. – С. 24-26.
5. Вишневский Е.В., Мамин Р.Г. Экология и страхование. – М.: ТИССО-Полиграф, 2005. – С. 55-58.
6. Минералы и самородные металлы черных песков // Минералогическая энциклопедия / под ред. К. Фрея, пер. с англ. – Л.: Недра, 1985. – С . 178-185, 424.
7. Панков С.А. Моделирование эколого-экономических аспектов землепользования на месторождении общераспространенных полезных ископаемых // Вестник Московского государственного областного университета серия «Естественные науки».– 2011. – № 3.– С. 127-131.
8. Панков С.А. Экологические проблемы использования минерально-сырьевой базы региона // Вестник Московского государственного областного университета серия «Естественные науки».– 2007.– № 1.– С.98-101.
9. Панков С.А. Эколого-экономическая оценка месторождений минерального сырья (на примере общераспространённых полезных ископаемых).– Ставрополь: Изд-во СГУ, 2011.– 152 с.
10. Рудянов И.Ф. Условия формирования титан-циркониевых россыпей Ставропольского россыпного района // Проблемы геологии и геоэкологии Южно-Российского региона: Сб. науч. тр. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ, 2001. – С 159-169.
11. Словарь по геологии россыпей / под ред. Н.А. Шило; Н.Н. Арманд, В.Д. Белоусов, Л.З. Быховский и др. – М.: Недра, 1985. – С. 145-146.
12. Шкабурский М.Б., Доля В.С. Цирконы Ставропольского россыпного района // Геология и минерально–сырьевая база Северного Кавказа. Материалы IX международной научно – практической геологической конференции. – Ессентуки: ГУПП «Офсет», 2000. – С. 528-532.

УДК 528.88

Федотов А.Л.
Московский государственный областной университет

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

A. Fedotov
Moscow State Regional University

USE OF MODERN GEOSTATIONARY SATELLITES IN GEOGRAPHICAL RESEARCH

Аннотация. В статье рассматриваются используемые в настоящее время геостационарные спутники и их технические характеристики. Геостационарные спутники движутся по геосинхронной орбите с таким же периодом вращения, как и у самой земли. Располагаются они на большой высоте, что позволяет наблюдать большую часть земли и получать снимки каждые 30 – 60 минут. Основное внимание уделено спектральному диапазону сенсоров, размещенных на каждом из аппаратов, и возможностям применения полученных данных в хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: геостационарные спутники, спутники, географические исследования, спектральный диапазон, сенсоры.

Abstract. Modern geostationary satellites and their specifications are considered. A geosynchronous satellite is a satellite in geosynchronous orbit, with an orbital period the same as the Earth's rotation period. The advantage of their great height is that they can view the whole earth disk below them, rather than a small subsection, and they can scan the same area very frequently (typically every 30–60 minutes). The spectral range of the sensors mounted on each of the satellites and use of the obtained data in the economy are considered in detail.

Key words: geostationary satellites, satellites, geographical research, spectral range, sensors.

В настоящее время географические и экологические исследования не проводятся без использования современных технологий, к которым относится и дистанционное зондирование земли (ДЗЗ). Одним из инструментов ДЗЗ являются геостационарные спутники земли, обеспечивающие мониторинг локальных участков земли. Рассматриваемый вид спутников обеспечивает возможность мониторинга и прогноза погодных явлений, землетрясений и ряда других процессов, протекающих в географической оболочке. Основная цель данной работы – проанализировать современную отечественную и зарубежную литературу для обзора имеющихся в настоящее время геостационарных аппаратов и их возможностей, что позволит специалистам в области геоэкологии, географии и экологии выбрать тот инструмент, который будет подходить в наибольшей степени для их исследования. Геостационарные спутники расположены строго над экватором, на высоте приблизительно 35500 км над уровнем моря, в связи с этим для описания положения спутника достаточно указать, над каким меридианом он находится.

Геостационарные метеорологические искусственные спутники земли (МИСЗ) располагаются в экваториальной полосе и обеспечивают непрерывный обзор погоды от 70 град. ю.ш. до 70 град. с.ш. Меридианы 0-65 град. з.д. закреплены за европейским космическим агентством (EUMETSAT), 74 град. в.д. – за Индией (информация не транслируется через METEOCAT-7), 140 град.в.д. – за Японией, 105 и 135 град. – за США (2 МИСЗ). Российская

© Федотов А.Л., 2012.

Федерация осуществила запуск геостационарного МИСЗ на долготе 76 град. в.д. в 2006 г., характеристики аппаратуры будут аналогичны характеристикам аппаратуры МИСЗ METEOSAT-8. Все 5 доступных для синоптического анализа геостационарных МИСЗ собирают данные в трех диапазонах (за исключением запущенного в 2002 г. MSG-1 или METEOCAT-8). Практическое применение данных дистанционного зондирования (ДЗЗ) зависит в первую очередь от типа измерений, т. е. спектрального диапазона ДЗЗ. В видимом диапазоне (аналог телевизионного сигнала – ТВ) электромагнитного спектра (ЭМГС) аппаратура МИСЗ фиксирует солнечную радиацию, отраженную от земной поверхности или от верхней границы облаков (ВГО). В этом «окне прозрачности» солнечная радиация незначительно поглощается газовыми составляющими тропосферы. Поэтому измерения практически соответствуют характеристикам отражения радиации от подстилающей поверхности и ВГО. Космические аппараты дистанционного зондирования осуществляют оперативное наблюдение за состоянием атмосферы, океанов и суши. Современная система таких аппаратов состоит из следующих геостационарных спутников: GOES-W, GOES-E (США), GOMS (Россия), INSAT (Индия), GMS (Япония) и METEOSAT (Европейское космическое агенство).

Спутники GOES. Программа GOES в США является ключевым элементом прогнозирования погодных процессов. Каждый из космических аппаратов покрывает почти треть поверхности земли: один – Северную и Южную Америку и большую часть Атлантического океана, другой – Северную Америку и бассейн Тихого океана. GOES-East расположен на 75 восточной долготы, GOES-West на 135 западной долготы. Покрытие распространяется от 20 з.д. до 165 в.д. Около 40 процентов поверхности земли приходится на 1 спутник. **GOES-11 (L) - 135°з.д.** После запуска был законсервирован. В настоящее время работает. **GOES-12 (M)** - 60°з.д. Работал до 2007 г. Запущен спутник был в 2001 году. Однако в результате произошедших аномалий в электронном блоке позиционирования с 16 апреля 2007 г. данные с него не передаются. **GOES-13 (N)** – 75 з.д. Выведен на орбиту 24 мая 2006 года. 5 января 2007 г. законсервирован. Начиная с 14 апреля 2010 г. введен в эксплуатацию. **GOES-14 (O)** – 105 з.д. Выведен на орбиту 27 июня 2009 г. После 5 месяцев тестов будет отправлен в резерв. **GOES-15 (P)** – 89,5 з.д. Выведен на орбиту 4 марта 2010 г. После проведения тестовых испытаний законсервирован.

Спутники второго поколения оснащены двумя независимыми съемочными системами (табл.1). Первая ведет съемку в 5 спектральных диапазонах видимой и инфракрасной части спектра. Благодаря инфракрасному каналу можно получить снимки как в дневное, так и в ночное время. Возможность отклонения оси съемки и выбора параметров сканирования позволяет получать изображения как всей Земли, так и небольшой ее части [4]. Вторая съемочная система спутников GOES оснащена 19 каналами для съемки в одном диапазоне видимого спектра и 18 тепловых диапазонах с пространственным разрешением 8 км и радиометрическим разрешением 13 бит. Эти данные используют для наблюдения температуры земной поверхности и верхней части облачного покрова, а также для оценки профилей влажности и анализа распространения озона [3].

Спутники Meteosat. Meteosat-7 (первое поколение), Meteosat-8 (второе поколение – MSG-1), Meteosat-9 (второе поколение - MSG-2), MSG-3 (второе поколение Meteosat-10). Meteosat-7 обеспечивают просмотр территории Индийского океана 24 часа в сутки.

Простейшим метеосатовским инструментом является **MVIRI** (съемка каждые 30 минут). Этот радиометр работает в 3 спектральных диапазонах в зависимости от поставленной задачи по картографированию облаков или водяного пара. Видимый диапазон (VIS) (0.45 - 1.0 μm) используется в дневное время суток. Диапазон поглощения водяного пара (WV) (5.7 - 7.1 μm) используется для определения количества водяного пара в верхней тропосфере. Тепловой инфра-

Таблица 1

Характеристики снимков GOES

Канал	Спектральный диапазон, мкм	Пространственное разрешение, км	Области применения
1	0,52 – 0,72 (видимый)	1	Наблюдение за облачностью и туманами, регистрация загрязнения атмосферы, наблюдение за сильными штормами
2	3,78 – 4,03 (коротковолновый ИК)	4	Распознавание тумана в ночное время суток; дождевых и снежных облаков в дневное время; борьба с пожарами, наблюдение за вулканами; определение температуры океанической поверхности в ночное время
3	6,47 – 7,02 (водные пары в верхних слоях атмосферы)	4	Оценка областей со средним уровнем влажности и адвекции; наблюдение за атмосферными движениями среднего масштаба
4	10,2 – 11,2 (длинноволновый ИК)	4	Определение воздушных потоков, ответственных за перемещение облачности, наблюдение за сильными штормами и ливневыми дождями
5	11,5 – 12,5 (ИК-диапазон, чувствительный к парам воды)	4	Определение влажности в нижних слоях атмосферы и температуры океанической поверхности; выявление мест концентрации пылевых облаков и вулканического пепла

красный диапазон позволяет использовать изображение и днем, и ночью и определять температуру облачной поверхности [6]. MSG система (MSG-1 в эксплуатации до 2018 г. – находится в резерве, MSG-2 в эксплуатации до 2022 г. - работает) обеспечивает погодный мониторинг на базе главного инструмента **SEVIRI** (Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager), который может наблюдать землю в 12 спектральных каналах (табл. 2). С его помощью становится возможным не только получение более качественного изображения, но и псевдозондирование атмосферы. Оно особенно полезно для демонстраций в реальном времени и краткосрочного прогноза, а также имеет значение для глобального цифрового прогноза и климатических исследований. Восемь каналов из двенадцати работают в тепловом инфракрасном диапазоне спектра, обеспечивая получение постоянных данных о температуре облаков, земли и морской поверхности. Используя каналы в диапазонах, соответствующих длинам волн поглощения озона, водяного пара и углеродистого диоксида, SEVIRI также позволяет метеорологам анализировать характеристики атмосферных воздушных масс, восстанавливая трехмерный вид атмосферы. Частота передачи глобальных изображений Земли прибором – один раз в 15 мин. Разрешение в широкополосном видимом диапазоне высокого разрешения (HVR-диапазон) достигает 1 км. Скорость передачи данных с борта – 3.2 Мбит/с, скорость их распространения – 1 Мбит/с [1].

GERB (MSG-1 и 2**)** - основной целью этого сенсора является измерение радиационного баланса Земли, для поддержки исследований в мониторинге климата. Инструмент GERB является сканирующим радиометром с двумя широкополосными каналами, одни покрывают солнечную часть спектра (0,32 до 4,0 мкм), другие – более широкую ее часть (0,32 до 30 мкм). Вместе эти каналы используются для получения теплового излучения Земли в спектральном диапазоне 4,0 до 30 мкм. Данные откалибровываются на борту для поддержки поиска радиационных потоков отраженного солнечного излучения и излучения теплового излучения на верхней границе атмосферы с точностью до 1%. Таким образом, GERB заполняет пробелы в тепловом спектре излучения, пропущенные каналами SEVIRI [5]. Также на

MSG 1 установлен ретранслятор системы поиска и спасения **GEOSAR**. Он передает сигналы на частоте 406 МГц от аварийных буев и маяков на центральную европейскую станцию приема сигналов бедствия международной спутниковой системы COSPAS-SARSAT, которая транслирует информацию для быстрой организации спасательных операций.

Таблица 2

Meteosat 8 и 9: MSG-1 и 2 (Meteosat Second Generation)

Канал	Длина волны (μm)	Разрешение
VIS 0.6	0,56 - 0,71	3 км
VIS 0.8	0,74 - 0,88	3 км
NIR 1.6	1,50 - 1,78	3 км
IR 3.9	3,48 - 4,36	3 км
WV 6.2	5,35 - 7,15	3 км
WV 7.3	6,85 - 7,85	3 км
IR 8.7	8,30 - 9,1	3 км
IR 9.7	9,38 - 9,94	3 км
IR 10.8	9,80 - 11,80	3 км
IR 12.0	11,00 - 13,00	3 км
IR 13.4	12,40 - 14,40	3 км
HRV	0,4 - 1,1	1 км

Метеорологический спутник MSG-3 (второе поколение) будет запущен в 2012 г.

Спутники INSAT. Многоцелевые спутники INSAT используются в трех различных областях: в теле- и радиовещании, для обеспечения связи и в интересах службы погоды (табл. 3). Запуски этих спутников осуществляются в рамках совместного проекта Министерства телекоммуникации Индии, Индийской метеорологической службы, телевизионной компании «Дурдаршан» и национального радио Индии.

Спутники MTSAT. Спутники первой серии GMS (Geostationary Meteorological Satellite) в настоящее время не используются. Используются спутники второй серии: MTSAT (Multi-functional Transport Satellite) – MTSAT-1R (резервный) и MTSAT-2 (рабочий). Спутник MTSAT-1R значительно превышает по размерам своего предшественника GMS-5 и даже американские прототипы серии GOES (табл. 4). Комплекс метеоаппаратуры предназначен для решения следующих основных задач:

– получение многоспектральных изображений облачного покрова, определение температуры поверхности воды и концентрации водяного пара;

– сбор и ретрансляция данных от автоматических измерительных платформ DCP (Data Collection Platform), в т. ч. данных системы оповещения о цунами;

– ретрансляция обработанных метеоизображений из центра обработки на станции потребителей (метеоинформация используется в 27 странах региона).

Таблица 3

Серия геостационарных спутников INSAT-3

Спутник	Дата запуска	Съемочная система и спектральные диапазоны	Основные области применения
INSAT-3A (аналог INSAT-2E)	Апрель 2003 г.	1) VHRR Каналы: 0,55 – 0,75 мкм 10,5 – 12,5 мкм 5,0-7,1 мкм 2) Каналы ПЗС-съемки: 0,63-0,79 мкм 0,77-0,86 мкм 1,55-1,70 мкм	Наблюдение за циклонами, муссонами и ветрами, ответственными за направление движения облаков, оценка длинноволновой части излучения и уровня выпадения осадков. Изучение явлений среднего масштаба, борьба с наводнениями, определение границ снежного покрова, проведение границ между различными видами растительного покрова, исследование аэрозолей, построение температурных профилей и профилей влажности (совместно с INSAT-3D)

Бортовой радиометр JAMI оснащен трехзеркальным оптическим телескопом. Особенностями радиометра являются увеличенное число детекторов, что позволяет снизить скорость сканирования, улучшить соотношение сигнал/шум и пространственное разрешение, и система бортовой калибровки всех спектральных каналов. Относительно GMS-5 новый спутник имеет существенные преимущества:

– улучшенное пространственное и радиометрическое разрешение;

– дополнительный канал средневолновой части ИК-спектра (3,8 - 4,0 мкм) для ночной съемки облачного покрова, наблюдения за пожарами и вулканами;

– повышенная чувствительность ИК-каналов (благодаря усовершенствованной системе охлаждения);

– более частая съемка Северного полушария, что позволит точнее отслеживать зарождение и развитие опасных явлений (тайфунов, ураганов).

Лучшее пространственное разрешение позволяет повысить точность координатной привязки изображений, точнее рассчитать скорость ветра (по перемещению облаков). А благодаря улучшенному радиометрическому разрешению можно точнее определять температуру морской поверхности и верхней кромки облаков, а также повысить точность численных оценок осадков в морских и авиационных прогнозах, особенно вне зоны действия наземных метеорадаров.

В настоящее время работают 2 спутника MTSAT-1R и MTSAT-2.

MTSAT-2 является многофункциональным спутником с двойной целью. С одной стороны, это неотъемлемая часть нового поколения глобальной безопасности воздушного и автомобильного движения, состоящая из систем связи, навигации, слежения и управления воздушным движением. Основной целью в этой связи является уменьшение автомобильных пробок, безопасность авиаперевозок и обеспечение безопасности в Азиатско-Тихоокеанском регионе. С другой стороны, MTSAT-2 используется в метеорологических целях для сбора и доставки метеорологических данных. В этом качестве он наследует и расширяет миссию предыдущего спутника.

Границы спектральных каналов (все инфракрасные каналы имеют пространственное разрешение 5,0 км.) следующие:

1. видимый диапазон в 0,55-0,80 мкм, с разрешением 1,25 км;

2. 10,3-11,3 микрон инфракрасный канал (IR1),

3. 11,5-12,5 микрон инфракрасный канал (IR2),

Таблица 4

Параметры MTSAT-1R

Параметр	MTSAT-1R
Радиометр	JAMI (Japanese Advanced Meteorological Imager)
Число спектральных каналов	5 (VIS, IR1, IR2, IR3, IR4)
Границы спектральных каналов, мкм:	
- VIS	0,55 - 0.90
- IR1	10,3 - 11.3
- IR2	11,5 - 12.5
- IR3	6,5 - 7,0
- IR4	3,5 - 4,0
Пространств. разрешение в подспутниковой точке (видимый канал/ИК), км	1 (до 0,5)/4 (до 2)
Периодичность съемки, мин	60 (30 - Северное полушарие)

4. 4,65-7,0 микрон канал водяного пара (IR3),

5. 5,35-4,0 микрона ближний ИК-канал.

MTSAT-1R будет использоваться в качестве резервных спутников для метеорологических целей после активизации MTSAT-2.

Спутники FENG-YUN. Feng-Yun-2 *(табл.5) – первая серия китайских геостационарных метеорологических спутников, построенных при Шанхайском институте спутниковой инженерии. Основная полезная нагрузка FY-2 – это* Visible and Infrared Spin Scan Radiometer (VISSR), который получает ежечасно полное изображение Земли и имеет 3 канала: видимый (0,55-1,05 микрометра), инфракрасный (10,5-12,5 микрометра) и водяного пара (6,2-7,6 микрометра). Разрешение: 1,25 км – для видимого диапазона и 5 км для инфракрасного и водяного пара.

FY-2 управляется из Национального метеорологического спутникового центра Китайской метеорологической администрации. FY-2B был запущен 25 июня 2000 г. Спутник занял орбиту 105 восточной долготы в июле. Затем было 6 месяцев тестирования спутника перед его введением в эксплуатацию. Период его жизни составляет 3 года. В августе 2004 г. он был отправлен на хранение на 123,5 восточной долготы. FY-2C был запущен 19 октября 2004 г. Активирован спутник был в июле 2005 г. на 105 восточной долготы. 25 ноября 2009 г. его миссия закончилась, и он был перемещен на хранение. FY-2D был запущен в декабре 2006 г., активирован в июне 2007 г. на долготе 86,5. Образована конфигурация наблюдательной системы под названием «двойная звезда» с FY-2C. Каждый из спутников имеет свою область задач, но они могут также заменять друг друга, если какой-то из них выйдет из строя. Спутники сканируют Землю каждые 30 минут. FY-2D заканчивает свою работу в декабре 2010 г. FY-2E был запущен 23 декабря 2008 г. и содержался на хранении до замены FY-2C 25 ноября 2009 г. FY-2G и FY-2H планируется запустить в 2012 и 2014 гг. соответственно [5].

Спектральные каналы VISSR на FY-2

Каналы	Длина волны (микрометр)	
	FY-2 A,B	FY-2 C,D,E
VIS	0,50-1,05	0,50-0,75
IR1	10,5-12,5	10,3-11,3
IR2		11,5-12,5
IR3		3,5-4,0
WV	6,3-7,6	6,3-7,6

Feng-yun-4 (табл. 6) будут китайскими геостационарными спутниками второй серии, похожими на американские GOES -13/15. Feng-Yun-4 будут предоставлять 14-канальное изображение с периодом сканирования территории Китая каждые 5 минут [2].

Из обзора действующих спутниковых систем ДЗЗ следует, что благодаря достаточно широкому спектральному диапазону большинства спутников, их можно использовать в различных сферах деятельности, но по причине низкого разрешения области использования сужаются до климатологии, отслеживания лесных пожаров и прочих видов деятельности,

Таблица 5

Основные характеристики FY-2

Позиция устойчивости		Стабильность спина (100 оборотов/мин)	
Высота орбиты		35800 км	
Сенсоры		S-VISSR, L-Fax, etc.	
Параметры радиометра			
Каналы	**Диапазон волн**	**Разрешение в надире**	**Временное разрешение**
Видимый	0,55-1,05 микрон	1,25 х 1,25 (км х км)	1 час
Водяной пар	6,2 - 7,6 микрон	5 х 5 (км х км)	1 час
Инфракрасный	10,5-12,5 микрон	5 х 5 (км х км)	1 час

Таблица 6

Основные характеристики FENG-YUN-4

Каналы	Диапазон (микрон)	Разрешение (км)	Описание
Видимый и ближний инфракрасный	0,45-0,49	1	Аэрозоли
	0,55-0,75	0,5-1	Облака, туман
	0,75-0,90	1	Растительность
Коротковолновый инфракрасный	1,36-1,39	2	Перистые облака
	1,58-1,64	2	Облака, снег
	2,10-2,35	2-4	Перистые облака, аэрозоли
Средневолновой инфракрасный	3,5-4,0 (высокий)	2	Огонь
	3,5-4,0 (низкий)	4	Земная поверхность
Водяные пары	5,8-6,7	4	Водяные пары
	6,9-7,3	4	Водяные пары
Длинноволновой инфракрасный	8,0-9,0	4	Водяной пар, облака
	10,3-11,3	4	Температура поверхности океана
	11,5-12,5	4	Температура поверхности океана
	13,2-13,8	4	Облака, водяные пары

не требующих высокой детализации исследуемой территории. Еще одно направление использования подобного вида спутников – это спутниковая связь и телевидение.

ЛИТЕРАТУРА:

1. FY-2D / MISSION SUMMARY. CEOS EO HANDBOOK [сайт] –-. URL: http://database.eohandbook.com/database/missionsummary.aspx?missionID=364 (дата обращения: 01.08.2012).
2. GEO-NEWS AROUND THE WORLD / GEOS Project Science [сайт]. URL: http://goes.gsfc.nasa.gov/text/geonews.html#FENGYUN2 (дата обращения: 01.08.2012).
3. GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) 2nd Generation Serie / EO: Sharing Earth Observation Resources [сайт]. URL: http://www.eoportal.org/directory/pres_GOESGeostationaryOperationalEnvironmentalSatellite2ndGenerationSeries.html (дата обращения: 01.08.2012).
4. Goes Status / Office of Satellite Operations [сайт]. URL: http://www.oso.noaa.gov/goesstatus/ (дата обращения: 01.08.2012).
5. METEOSAT – Meteorological Satellite / Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial [сайт]. URL: http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/meteosat.htm (дата обращения: 01.08.2012).
6. Satellite / EUMETSAT [сайт]. URL: http://www.eumetsat.int/Home/Main/Satellites/index.htm?l= (дата обращения: 17.08.2012).

НАШИ АВТОРЫ

Агаева Алия Ага кызы – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры микробиологии Бакинского государственного университета (Азербайджан); e-mail: azmbi@mail.ru

Ахмедова Фараят Рамазан кызы – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры микробиологии Бакинского государственного университета (Азербайджан); e-mail: mpanah@mail.ru

Белоусова Наталья Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры математики, естествознания и методики преподавания математики и естествознания Челябинского государственного педагогического университета; e-mail: natalia.belousova@yandex.ru

Бечина Ирина Николаевна – аспирант кафедры ботаники и общей экологии Института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (г. Архангельск); e-mail: linki44@yandex.ru

Болтачева Елена Александровна – врач-педиатр Центра здоровья для детей (г. Арзамас); e-mail: eakmail@mail.ru

Боняди Мохаммад Реза – научный сотрудник Тебризского медицинского университета (Иран); e-mail: azmbi@mail.ru

Брюхань Андрей Федорович – кандидат технических наук, главный инженер проекта ООО «ГрафПроектСтройИзыскания» (г. Щелково МО); e-mail: pvwv@mail.ru

Бубненков Дмитрий Иванович – аспирант кафедры экономической географии Московского государственного областного университета; e-mail: bubnenkoff@gmail.com

Виноградов Алексей Юрьевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник Научно-производственного объединения «Гидротехпроект» (г. Валдай Новгородской обл.); e-mail: gtp012007@yandex.ru

Гаджиева Назакат Шамиль кызы – кандидат биологических наук, докторант Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (г.Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

Ганбаров Худаверди Ганбар оглы – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой микробиологии Бакинского государственного университета (Азербайджан); e -mail: azmbi@mail.ru

Гахраманова Фарида Хосров кызы – кандидат биологических наук, доцент, ученый секретарь Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (г.Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

Грядунов Дмитрий Александрович – аспирант кафедры вычислительной техники и автоматизированной обработки аэрокосмической информации Московского государственного университета геодезии и картографии; e-mail: dmgryad@gmail.com

Дроганова Татьяна Сергеевна – научный сотрудник лаборатории экологической биохимии Московского государственного областного университета; email: ljudmilapolikarpova@yandex.ru

Евдокимова Валентина Петровна – кандидат химических наук, доцент, Почетный работник высшего профессионального образования, заведующая кафедрой химии Института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (г. Архангельск); e-mail: vpevdokimova@mail.ru

Жулин Николай Васильевич – врач-педиатр Центра здоровья для детей (г. Арзамас); e-mail: eakmail@mail.ru

Иваченко Любовь Егоровна – кандидат биологических наук, доцент, профессор кафедры химии Благовещенского государственного педагогического университета; e-mail: ivachenko-rog@yandex.ru

Иноземцев Анатолий Николаевич – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, руководитель лаборатории эволюции механизмов памяти Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова; e-mail: a_inozemtsev@mail.ru

Исмаилов Рауф Кудрат оглы – диссертант Азербайджанского научно-исследовательского ветеринарного института (г. Баку); e-mail: mpanah@mail.ru

Исмайлова Хадиджа Юсиф кызы – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник Института физиологии им. А. И. Караева Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: Hismailova@azdata.net

Калюжный Евгений Александрович – кандидат биологических наук, доцент кафедры медицинской подготовки и безопасности жизнедеятельности Арзамасского педагогического института им.А.П.Гайдара; e-mail: eakmail@mail.ru

Капитальчук Иван Петрович – кандидат географических наук, отличник Госкомгидромета СССР, Отличник народного образования Приднестровской Молдавской Республики, заведующий кафедрой Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко (г. Тирасполь); e-mail: imkapital@mail.ru

Колотилова Наталья Николаевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; e-mail: kolotilovan@mail.ru

Коничев Александр Сергеевич – доктор биологических наук, профессор, директор естественно-биологического института, заведующий кафедрой органической и биологической химии; e-mail: konichev@mail.ru

Кузмичев Юрий Георгиевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры детских болезней Нижегородской медицинской академии; e-mail: dr_kuzmichev@mail.ru

Кузнецова Виктория Александровна – аспирант кафедры химии Благовещенского государственного педагогического университета; e-mail: kuzvika3385@yandex.ru

Кулиева Рана Мамед кызы – диссертант Бакинского государственного университета (Азербайджан); e-mail: azmbi@mail.ru

Курбанова Афелия Алы кызы – кандидат биологических наук, сотрудник кафедры технологии пищевых продуктов Азербайджанского государственного экономического университета (г. Баку); e-mail. mpanah@mail.ru

Лаврентьева Светлана Игоревна – заведующая лабораторией кафедры химии Благовещенского государственного педагогического университета; e-mail: lavsvet@rambler.ru

Лебедев Виктор Вадимович – руководитель проекта Региональной горнорудной компании (г. Москва); e-mail: v.lebedev@rmcgold.ru

Макаренков Дмитрий Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры Юнеско «Техника экологически чистых производств» Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ) (Университет машиностроения); e-mail: makarenkovd@gmail.com

Митрофанов Евгений Михайлович – аспирант кафедры вычислительной техники и автоматизированной обработки аэрокосмической информации Московского государственного университета геодезии и картографии; e-mail: Seferok@mail.ru

Михайлова Светлана Владимировна – ассистент кафедры медицинской подготовки и безопасности жизнедеятельности; e-mail: agpi-mpbgd @mail.ru

Моджаррад Хангах Сеид Али – аспирант Бакинского государственного университета (Азербайджан); e -mail: azmbi@mail.ru

Мурадов Панах Зулфигар оглы – доктор биологических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Азейрбаджана (г. Баку), заместитель директора Института микробиологии Национальной академии наук Азейрбаджана (г. Баку); e-mail: mpanah@mail.ru

Мяджиди Мохаммед Багхер оглы – сотрудник Исламского университета «Азад» (г. Тебриз, Иран); e-mail: sorena30@gmail.com

Назаров Вячеслав Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры Юнеско «Техника экологически чистых производств» Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ) (Университет машиностроения), Почетный работник высшего профессионального образования РФ; e-mail: nazarov_vi41@mail.ru

Никитина Мария Викторовна – кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры химии Института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова (г. Архангельск); e-mail: vitama@rambler.ru

Оруджева Асмер Мамедовна – инженер Института физиологии им. А.И.Караева Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: khatira.s@ bk.ru

Осина Дарья Евгеньевна – аспирант кафедры геологии и геохимии ландшафта Московского педагогического государственного университета; e-mail: slezinkadozdya@list.ru

Панков Сергей Александрович – кандидат экономических наук, доцент Ставропольского государственного университета, snisarenko_t@rambler.ru

Поликарпова Людмила Викторовна – научный сотрудник лаборатории экологической биохимии Московского государственного областного университета; email: ljudmilapolikarpova@ yandex.ru

Попова Людмила Федоровна – кандидат химических наук, доцент, профессор Российской академии естествознания, Почетный работник высшего профессионального образования, доцент кафедры химии Института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (г. Архангельск); e-mail: ludap9857@mail.ru

Репницына Ольга Николаевна – аспирант кафедры ботаники и общей экологии Института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова (г. Архангельск); e-mail: olga-repnicyna@rambler.ru

Рустамов Эльхан Курбанович – доктор биологических наук, руководитель лаборатории Института физиологии им. А.И. Караева Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: khatira.s@ bk.ru

Салманов Мамед Ахад оглы – доктор биологических наук, профессор, действительный член Национальной академии наук Азербайджана, директор Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

Сафиханова Хатира Мамедовна – младший научный сотрудник Института физиологии им. А.И. Караева Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

Султанова Нателла Гасанхан кызы – кандидат биологических наук, старший преподаватель Сумгаитского государственного университета (Азербайджан); e-mail: mpanah@mail.ru

Танайи Вахид Хушенг оглы – диссертант Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

Тюлева Вера Викторовна – студент Института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (г. Архангельск); e-mail: rusenka2705@rambler.ru

Усачева Татьяна Владимировна – аспирантка кафедры ботаники и общей экологии Института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова; e-mail: utv1@mail.ru

Федотов Алексей Леонидович – кандидат географических наук, доцент кафедры экономической географии Московского государственного областного университета; e-mail: fedotov_ aleksey@list.ru

Цветков Илья Леонидович – доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией экологической биохимии Московского государственного областного университета; email: konichev@mail.ru

Шашнев Илья Владимирович – аспирант кафедры географии Московского государственного университета геодезии и картографии; e-mail: evermind@live.ru