ISSN 2686-8482

2020·6·2

# Письма в ВАВИЛОВСКИЙ ЖУРНАЛ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

*Letters* to Vavilov Journal of Genetics and Breeding

Оригинальные исследования • Обзоры • Новые сорта

2020
июнь

Том 6 №2

ПИСЬМА В ВАВИЛОВСКИЙ ЖУРНАЛ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

PISMAVAVILOV@BIONET.NSC.RU

2020 • 6 • 2 • Июнь ISSN 2686-8482

Научный рецензируемый журнал

Письма в ВАВИЛОВСКИЙ ЖУРНАЛ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

Основан в 2015 году
Периодичность один раз в квартал

DOI 10.18699/Letters2020-6-13

**Учредитель**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ИЦиГ СО РАН)

**Главный редактор**

*А.В. Кочетов* – чл.-кор. РАН, д-р биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

**Заместители главного редактора**

*Н.П. Гончаров* – академик РАН, д-р биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)
*Е.А. Салина* – д-р биол. наук, профессор (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

**Ответственные секретари**

*О.Ю. Шоева* – канд. биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)
*О.В. Ваулин* – канд. биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

**Редакционная коллегия**

*А.И. Абугалиева* – д-р биол. наук, профессор (Казахский НИИ земледелия и растениеводства, пос. Алмалыбак, Казахстан)
*О.С. Афанасенко* – академик РАН, д-р биол. наук, профессор (Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия)
*М.А. Вишнякова* – д-р биол. наук, профессор (Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Россия)
*Т.А. Гавриленко* – д-р биол. наук, профессор (Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Россия)
*Ю.Э. Гербек* – канд. биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)
*Е.И. Гультяева* – д-р биол. наук (Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия)
*Н.И. Дубовец* – чл.-кор. НАН Беларуси, д-р биол. наук, доцент (Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь)
*И.К. Захаров* – д-р биол. наук, профессор (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия, Россия)
*К.В. Крутовский* – канд. биол. наук, профессор (Гёттингенский университет им. Георга-Августа, Гёттинген, Германия)
*А.М. Кудрявцев* – д-р биол. наук (Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук, Москва, Россия)
*С.А. Лашин* – канд. биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)
*А.Ю. Летягин* – д-р мед. наук, профессор (НИИКЭЛ – филиал СО РАН, Новосибирск, Россия)
*П.Н. Мальчиков* – д-р с.-х. наук (Самарский НИИ сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова, пос. Безенчук, Россия)
*Е.А. Орлова* – канд. с.-х. наук (СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)
*А.С. Пилипенко* – канд. биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия, Россия)
*Ю.И. Рагино* – чл.-кор. РАН, д-р мед. наук, профессор (НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)
*И.Д. Рашаль* – академик Латвийской АН, д-р биол. наук, профессор (Институт биологии Латвийского университета, Саласпилс, Латвия)
*Р.Р. Садоян* – д-р биол. наук, доцент (Армянский государственный педагогический университет им. Хачатура Абовяна, Ереван, Армения)
*А.А. Соловьев* – д-р биол. наук, профессор (Всероссийский НИИ сельскохозяйственной биотехнологии, Москва, Россия)
*Н.А. Сурин* – академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор (Федеральный исследовательский центр КНЦ СО РАН – обособленное подразделение Красноярский НИИ сельского хозяйства, Россия)
*В.А. Трифонов* – д-р биол. наук, профессор (Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, Новосибирск, Россия)
*В.С. Фишман* – канд. биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)
*С.В. Шеховцов* – канд. биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

2020 • 6 • 2 • June ISSN 2686-8482

Scientific Peer Reviewed Journal

# Letters to VAVILOV JOURNAL OF GENETICS AND BREEDING

Founded in 2015
Published once a quarter

DOI 10.18699/Letters2020-6-13

**Founder**

Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences (ICG SB RAS)

**Editor-in-Chief**

*A.V. Kochetov* – Dr. Sci. in Biol., Corr. Member of the RAS (Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)

**Deputy Editors-in-Chief**

*N.P. Goncharov* – Dr. Sci. in Biol., Full Member of the RAS (Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)
*E.A. Salina* – Dr. Sci. in Biol., Professor (Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)

**Executive Secretaries**

*O.Yu. Shoeva* – Cand. Sci. in Biol. (Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)
*O.V. Vaulin* – Cand. Sci. in Biol. (Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)

**Editorial board**

*A.I. Abugalieva* – Dr. Sci. in Biol., Professor (Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almalybak, Kazakhstan)
*O.S. Afanasenko* – Dr. Sci. in Biol., Full Member of the RAS Professor (All-Russia Research Institute for Plant Protection, St. Petersburg, Russia)
*M.A. Vishnyakova* – Dr. Sci. in Biol., Professor (N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia)
*T.A. Gavrilenko* – Dr. Sci. in Biol., Professor (N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia)
*Yu.E. Herbeck* – Cand. Sci. in Biol. (Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)
*E.I. Gultyaeva* – Dr. Sci. in Biol. (All-Russia Research Institute for Plant Protection, St. Petersburg, Russia)
*N.I. Dubovets* – Dr. Sci. in Biol., Corr. Member of the NASB, Docent (Institute of Genetics and Cytology of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus)
*I.K. Zakharov* – Dr. Sci. in Biol., Professor (Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)
*K.V. Krutovsky* – Cand. Sci. in Biol., Professor (Georg-August University of Gottingen, Gottingen, Germany)
*A.M. Kudryavtsev* – Dr. Sci. in Biol. (Vavilov Institute of General Genetics, RAS, Moscow, Russia)
*S.A. Lashin* – Cand. Sci. in Math. Biol. Bioinf. (Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)
*A.Y. Letyagin* – Dr. Sci. in Med., Professor (Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)
*P.N. Malchikov* – Dr. Sci. in Agricul. (Tulaikov Research Institute of Agriculture, Russian Agricultural Academy, Bezenchuk, Russia)
*E.A. Orlova* – Cand. Sci. in Agricul. (Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)
*A.S. Pilipenko* – Cand. Sci. in Biol. (Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)
*Yu.I. Ragino* – Dr. Sci. in Med., Corr. Member of the RAS, Professor (Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)
*I. Rashal* – Dr. Sci. in Biol., Full Member of the LAS, Professor (Institute of Biology, University of Latvia, Salaspils, Latvia)
*R.R. Sadoyan* – Dr. Sci. in Biol., Docent (Armenian State Pedagogical University after Kh. Abovyan, Yerevan, Armenia)
*A.A. Soloviev* – Dr. Sci. in Biol., Professor (All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology, Moscow, Russia)
*N.A. Surin* – Dr. Sci. in Agricul., Corr. Member of the RAS, Professor (Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture – Division of Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center, SB RAS", Krasnoyarsk, Russia)
*V.A. Trifonov* – Dr. Sci. in Biol., Professor (Institute of Molecular and Cellular Biology of the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, Russia)
*V.S. Fishman* – Cand. Sci. in Biol. (Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)
*S.V. Shekhovtsov* – Cand. Sci. in Biol. (Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)

Письма в ВАВИЛОВСКИЙ ЖУРНАЛ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ
Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding
2020 • 6 • 2 • 52

# СОДЕРЖАНИЕ • 2020 • 6 • 2

**Оригинальные статьи**

54 Классификация LTR-ретротранспозонов плоского червя *Macrostomum lignano*
*М.Ю. Бирюков, Е.В. Березиков, К.В. Устьянцев (на англ. языке)*

**Новые российские сорта, включенные в Госреестр**

60 Новый сорт озимой мягкой пшеницы Обская озимая.
*К.К. Мусинов, А.С. Сурначёв, В.Е. Козлов, В.И. Пономаренко, Н.Н. Ермошкина*

**Экспедиции**

65 Традиции ведения хлебных заквасок на Русском Севере
*В.К. Хлесткин*

**Воспоминания**

72 Размышления генетика о жизни
*В.К. Шумный*

**Мемориальные статьи**

85 Анатолий Михайлович Полищук (1940–2020)
*М.Д. Голубовский, И.К. Захаров*

© Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», 2020
© «Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции», 2020

Letters to VAVILOV JOURNAL OF GENETICS AND BREEDING
2020 • 6 • 2 • 53

# CONTENTS • 2020 • 6 • 2

**Original articles**

54 Classification of LTR retrotransposons in the flatworm *Macrostomum lignano*
*M. Biryukov, E. Berezikov, K. Ustyantsev*

**New Russian commercial cultivars**

60 New cultivar of winter common wheat Obskaya winter
*K.K. Musinov, A.S. Surnachev, V.E. Kozlov, V.I. Ponomorenko, N.N. Ermoshkina*

**Expeditions**

65 Traditions of local bread sourdoughs management on the Russian North
*V.K. Khlestkin*

**Memoirs**

72 A geneticist's thoughts on life
*V.K. Shumny*

**Memorial articles**

85 Anatoly Mikhailovich Polishchuk (1940–2020)
*M.D. Golubovsky, I.K. Zakharov*

© Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2020
© Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding, 2020

Письма в ВАВИЛОВСКИЙ ЖУРНАЛ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ
Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding
2020 • 6 • 2 • 54-59

pismavavilov.ru
**DOI** 10.18699/Letters2020-6-12

Original article

# Classification of LTR retrotransposons in the flatworm *Macrostomum lignano*

M. Biryukov[1], E. Berezikov[1, 2], K. Ustyantsev [1]✉

**Abstract:** Transposable elements (TEs) are important drivers of eukaryotic genome evolution. However, their movement can be deleterious for the genome of an individual cell or organism. Therefore, host developed numerous mechanisms to control activity of TEs, and characterizing the repertoire of TEs in a given species is an essential component of understanding the biology of its genome. *Macrostomum lignano* is a free-living flatworm that is increasingly used as a model organism to study various biological phenomena, such as regeneration, ageing, and resilience to genotoxic stress. The genome of *M. lignano* was recently published, providing an opportunity to study the repertoire of its TEs. Almost 21% of *M. lignano* genome is comprised by long terminal repeat retrotransposons (LTR-RTs). Therefore, LTR-RTs are the main players in the host/TEs arms race in *M. lignano* and should be under tight control of the host's defense system. Here, we provide the first phylogeny-based classification of LTR-RTs, their abundance and diversity in *M. lignano* genome. Interestingly, we found evidence that several *M. lignano* LTR-RTs acquired heat shock response elements in their promoters. The direct regulation of TEs by heat stress was previously described only in plants, and *M. lignano* is the first example that LTR-RTs in animals might also use heat stress to circumvent host's defense system.
**Key words:** transposable elements; heat stress; heat shock; phylogeny; flatworms; retrotransposons.

**Acknowledgments:** The work on LTR retrotransposon search and heat shock elements identification and annotation was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR. grant No. 18-34-00288) to KU. Classification of LTR retrotransposons was supported by the Russian State Budget project No. 0324–2019-0040-C-01 to EB and KU.

**For citation:** Biryukov M., Berezikov E., Ustyantsev K. Classification of LTR retrotransposons in the flatworm *Macrostomum lignano*. Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektsii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2020;6(2):54-59. DOI 10.18699/Letters2020-6-12.

Оригинальное исследование

# Классификация LTR-ретротранспозонов плоского червя *Macrostomum lignano*

М.Ю. Бирюков[1], Е.В. Березиков[1, 2], К.В. Устьянцев [1]✉

**Аннотация:** Мобильные элементы (МЭ) – важные драйверы эволюции геномов эукариот. Однако их перемещение может быть вредоносным для генома отдельной клетки или организма. В связи с этим геномы хозяев развили различные механизмы контроля активности МЭ, и, таким образом, характеристика разнообразия МЭ отдельных видов составляет важную часть понимания биологии их генома. *Macrostomum lignano* – свободноживущий плоский червь, который все чаще используют в качестве модельного организма для исследования различных биологических явлений, таких как регенерация, старение и устойчивость к генотоксическому стрессу. Геном *M. lignano* недавно опубликован, что создает возможность для изучения разнообразия его мобильных элементов. Почти 21% генома *M. lignano* занимают LTR-ретротранспозоны (LTR-РТ). Следовательно, именно LTR-РТ становятся основными игроками в гонке вооружений хозяин/МЭ у *M. lignano*, и поэтому они должны находиться под жестким контролем системы защиты хозяина. В данной работе мы представляем первую филогенетически опосредованную классификацию LTR-РТ, их разнообразие и распространение в геноме *M. lignano*. Мы обнаружили интересное свидетельство того, что некоторые LTR-РТ приобрели элементы чувствительности к тепловому стрессу в своих промоторах. Прямая регуляция МЭ тепловым стрессом ранее была описана лишь у растений, и *M. lignano* демонстрирует первый пример того, что LTR-РТ животных также могут использовать тепловой стресс для обхода защитных систем организма-хозяина.
**Ключевые слова:** мобильные элементы; температурный стресс; тепловой шок; филогения; плоские черви; ретротранспозоны.

[1] Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia
[2] European Research Institute for the Biology of Ageing, University of Groningen, University Medical Center Groningen, Groningen, The Netherlands
[1] Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия
[2] Европейский исследовательский институт биологии старения, Университет Гронингена, Университетский медицинский центр Гронингена, Гронинген, Нидерланды

✉ e-mail: ustyantsev@bionet.nsc.ru

© Biryukov M., Berezikov E., Ustyantsev K., 2020

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License

## Introduction

Transposable elements (TEs) are important components of eukaryotic genomes. Through their mobility in a genome, TEs can give rise to a variety of genetic alterations, which can be either deleterious or advantageous for the host genome (Feschotte, 2008). For their ability to generate genetic variation in populations and to shape the genome structure, TEs are now recognized as key drivers of evolution of eukaryotes (Kazazian, 2004; Koonin, 2016). However, from the perspective of individual genome stability, TEs movement and propagation are mostly posing a threat if left uncontrolled (Kidwell, Lisch, 2001). Therefore, host genomes developed numerous mechanisms to suppress and regulate TEs activity (Obbard et al., 2009; Goodier, 2016; Tóth et al., 2016).

A substantial part of eukaryotic genomes is constituted by retrotransposons, a class of TEs which replicate through reverse transcription of their messenger RNA, with subsequent integration of new copies into the genome (Wicker et al., 2007). Such 'copy and paste' mechanism underlies fast propagation of retrotransposons. Among retrotransposons, two distinct groups, which differ both in their principal life cycle organization and structural composition, are defined: long terminal repeat (LTR) retrotransposons (LTR-RTs) and non-LTR retrotransposons (lacking LTRs) (Wicker et al., 2007). LTR-RTs are phylogenetic relatives of vertebrate retroviruses and structurally are also similar to them (Xiong, Eickbush, 1990). They usually encode for two genes positioned between the LTRs: *gag* (codes for the structural protein forming virus-like particle) and *pol* (polyprotein, codes for essential enzymatically active proteins: protease (PR), ribonuclease H (RNH), reverse transcriptase (RT), and integrase (INT)). PR processes the Pol polyprotein and the Gag protein into functional units. RT-RNH enzyme performs the reverse transcription process. INT integrates new LTR-RTs copy into the genome. LTRs contain regulatory sequences, including promoter region recognized by RNA polymerase II, transcription termination signals and other regulatory motifs (Kumar, Bennetzen, 1999; Havecker et al., 2004). LTR-RTs are generally classified based on the phylogenetic relationships of the amino-acid sequences of the RT domain into four major families: *Ty1/Copia*, *Ty3/Gypsy*, *Bel/Pao* and *Retroviridae* (vertebrate retroviruses) (Eickbush, Malik, 2002; Havecker et al., 2004). There are other types of LTR-RTs-like elements, *DIRS* and plant caulimoviruses, which lack LTRs and have distinct structural features, but still share a common origin with other LTR-RTs (Xiong, Eickbush, 1990; Poulter, Goodwin, 2005).

Recently, we assembled and analyzed the genome of a free-living flatworm *M. lignano* (Wudarski et al., 2017), a model organism used to study the mechanisms of stem cells regulation, regeneration and ageing (Wudarski et al., 2020). We found that about 25% of the *M. lignano* genome is comprised by various TEs, among which 83% (~21% of the genome) are LTR-RTs (Wudarski et al., 2017). Thus, LTR-RTs are the main players in the host/TEs arms race in *M. lignano* and should be under tight control of the host's defense system. However, absence of detailed classification of the identified LTR-RTs prevents the studies of how their activity is regulated in the *M. lignano* genome, which is required for comprehensive understanding of the biology of this model animal.

In eukaryotes, piRNA-mediated (Piwi-interacting RNA, a class of small RNAs) post-transcriptional silencing is one of the major mechanisms to control TEs activity (Iwasaki et al., 2015; Tóth et al., 2016; Dechaud et al., 2019). The piRNA pathway was shown to be positively regulated by Hsp90 (heat shock protein 90) protein in *Drosophila,* and mutations in *Hsp90* result in dysregulation of piRNA biogenesis and subsequent TEs activation (Specchia et al., 2010). In nematodes, environmental stress such as heat or oxidative stress can destabilize the function of Hsp90, leading to increase in TEs movement (Ryan et al., 2016). In line with this, previous studies reported activation of LTR retrotransposons under heat shock in *Drosophila,* plants and fungi (Vasilyeva et al., 1999; Ikeda et al., 2001; Cavrak et al., 2014). Interestingly, in *Arabidopsis thaliana* and other Brassicaceae species specific heat shock sensitive motifs (heat shock elements, HSEs) were found in some LTR-RTs promoter sequences, which rendered them directly transcriptionally activated by heat stress conditions (Cavrak et al., 2014; Pietzenuk et al., 2016). Recently, we showed that long-term culturing of *M. lignano* under elevated temperatures is detrimental for the development of the worm (Wudarski et al., 2019), and it is possible that activation of LTR-RTs is the reason for this observation.

Here, we provide the first classification of LTR-RTs in the *M. lignano* genome, which can serve as a basis to study complex relationships between the host/TEs inter-relationships in this model animal. Additionally, we investigate the presence of HSEs in the promoter sequences of the identified LTR-RTs as a first step towards understanding of how heat stress can regulate LTR-RTs in *M. lignano*.

## Materials and methods

***Computational mining, structural annotation, and clustering of LTR-RTs.*** For the analysis, the latest published (Wudarski et al., 2017) genome assembly of *M. lignano,* Mlig_3_7, was used (GenBank accession number GCA_002269645.1). For identification of full-length LTR-RTs in the genome assembly, the following computational pipeline was implemented. First, de novo search for long terminal repeat (LTRs)-like sequences was performed using the LTRharvest tool (Ellinghaus et al., 2008) with the following set of parameters: -vic 10, -seed 20, -minlenltr 100, -maxlenltr 7000, -motif TGCA, -similar 85.0, -mintsd 4, -maxtsd 6, -motifmis 1. Second, to remove false positive hits, including nested LTR-RTs insertions and tandem repeat sequences, the results of LTRharvest were further processed using LTR_retriever software using the default parameters (Ou, Jiang, 2018). Third, the resulted set of LTR-RTs-like sequences was screened for the presence of the LTR-RTs-specific protein domains (RT, INT, RNH, PR, and GAG) using standalone RPS-BLAST rpstblastn (Reverse-Position-Specific BLAST with Translated nucleotide vs protein domain search) software (Marchler-Bauer et al., 2009), and the sequences without the RT domain were filtered-out from further analysis. Each element was given a score based on the following criteria: integrity of the predicted RT domain, presence and integrity of other non-RT domains, similarity of the LTRs, and integrity of the polyprotein open reading frame. Next, passed LTR-RTs sequences were clustered into lineages using MMseqs2 (Steinegger, Söding, 2017) with easy-cluster parameter by their RT domain amino acid sequences, requiring

up to 50% identity and 80% coverage. Lineages comprised of only 1 or 2 elements were discarded from further analysis. Representative LTR-RTs sequences from each lineage were selected based on the maximum score assigned.

***Phylogenetic analysis and classification.*** Amino acid sequences of RT, RNH, and INT domains of the selected representative *M. lignano* LTR-RTs were aligned using MAFFT (Katoh, Standley, 2013) to the corresponding "RT/RNaseH/INT"_retroelement profile alignments retrieved from GyDB (http://gydb.org/index.php/Collection_alignments). Next, the resulted alignments were concatenated together and the final RT-RNH-INT alignment was used for phylogenetic analysis. Phylogenetic analysis by maximum likelihood was performed using standalone version of IQ-TREE (Nguyen et al., 2015) with automatic substitution model selection (-m TEST parameter) applying SH-aLRT (Guindon et al., 2010) and UFBoot (Minh et al., 2013) (-alrt 1000, -bb parameters) to estimate branch support values.

Classification of *M. lignano* LTR-RTs sequences was performed based on their phylogenetic position on the resulted tree and vicinity to known sequences from GyDB (http://gydb.org).

The identified representative LTR-RTs nucleotide sequences, their structural annotation and phylogenetic based classification (see below) are available at http://gb.macgenome.org/downloads/Mlig_3_7/Repeats/LTR.

***Identification of heat shock elements in the LTRs.*** Using the in-house written Python script, LTRs sequences of the identified *M. lignano* LTR-RTs were checked for the presence of the canonical heat shock element (HSE) palindromic motif nTTCnnGAAnnTTCn (Mittal et al., 2011) using the following regular expression pattern: TTC[GATC][GATC]GAA[GATC][GATC]TTC, allowing for overlapping matches and searching in both DNA strands. The search was considered significant when more than 1 perfect match was found per LTR and when it was repeated in both LTRs.

## Results

Initial search using LTRharvest and LTR_retriever in *M. lignano* genome assembly resulted in 1225 LTR-RTs-like sequences. After screening for LTR-RTs-specific protein domains and filtering by the presence of the RT domain, 997 full-length LTR-RTs sequences were retained. Subsequent clustering by the RT domain sequences followed by filtering of singletons and clusters with only 2 sequences resulted in 983 LTR-RTs distributed among 33 lineages (Table 1).

Phylogenetic analysis using amino acid sequences of LTR-RTs conserved protein domains (RT, RNH, and INT) was performed to classify the identified set of representative *M. lignano* LTR-RTs (see Figure). The overwhelming majority (90.8%) of *M. lignano* LTR-RTs belong to the *Ty3/Gypsy* group (893 elements) and spread among 5 clusters, 4 of which are known (*CsRN1*, *Mag*, *Gmr1*, *Cer1*), and 1 paraphyletic cluster appears to be specific to *M. lignano* (see Table 1, Figure). The highest diversity, with 18 clustered lineages, was found for the *Mag* cluster, 7 lineages for the paraphyletic new cluster, and 1 lineage for the *CsRN1*, *Gmr1*, and *Cer1* clusters (see Table 1, Figure). Only one *M. lignano*-specific cluster of LTR-RTs, comprised of a single lineage with 17 elements, was found in the *Ty1/Copia* group near the known *Hydra* and *Copia* clusters. In the *Bel/Pao* group, *M. lignano* LTR-RTs clustered together with the *Bel* and *Tas* clusters comprised of 1 and 3 lineages, respectively (see Figure).

Multiple canonical HSEs ranging from 3 to 4 perfect motif matches were identified in 5′ region of the LTR promoters of two clustered lineages of *M. lignano Ty3/Gypsy* LTR-RTs: *Mlig_LTR-RT_73* (*Mag*, 9 out of 13 elements with HSEs) and *Mlig_LTR-RT_986* (*CsRN1*, 9 out of 39 elements with HSEs) (Table 2, see Figure).

## Discussion

TEs and LTR-RTs in particular are important components of eukaryotic genomes. In *M. lignano*, LTR-RTs comprise the majority of its TEs and constitute almost 21% of its genome (Wudarski et al., 2017). Providing detailed information on abundance, diversity and classification of LTR-RTs is a necessary step towards more comprehensive understanding of various biological aspects of this model animal.

We identified 983 *M. lignano* full-length LTR retrotelements belonging to the 3 major phylogenetic branches of LTR-RTs: *Ty3/Gypsy*, *Bel/Pao*, and *Ty1/Copia*, with the apparent prevalence of two *Ty3/Gypsy* clusters: *Mag* (489 elements) and a new one (new Mlig-specific, 319 elements) (see Table 1, Figure). This new cluster is paraphyletic, as it does not have credible enough aLRT (Guindon et al., 2010) and UFBoot (Minh et al., 2013) values (aLRT ≥ 80 and UFBoot ≥ 95) to support the monophyly and rather represents a set of closely-related *M. lignano* LTR-RTs sequences which can be members of distinct clusters (see Figure). Therefore, assignment of distinct *M. lignano* LTR-RTs to this new cluster should be taken with care, and we advise to refer to one of its 7 lineages, since their relationships to each other are still not fully confirmed. The new Mlig-specific cluster in the *Ty1/Copia* group is represented by a single lineage and cannot be unambiguously assigned to any of the existent clusters due to insufficient phylogenetic support (see Figure).

Previous publications report that heat stress can influence either directly or indirectly the activation of TEs and LTR-RTs in particular in various animal, plant and fungi species (Vasilyeva et al., 1999; Ikeda et al., 2001; Specchia et al., 2010; Pietzenuk et al., 2016; Ryan et al., 2016). Recent studies on a model plant *Arabidopsis thaliana* and other Brassicaceae species indicate that some *Ty1/Copia* LTR-RTs, namely *ONSEN*, have acquired canonical HSEs motives (Mittal et al., 2011) in their promoter sequences that rendered them directly activated upon heat stress (Cavrak et al., 2014; Pietzenuk et al., 2016). Inspired by this and taking into account our own study, which showed deleterious effect of elevated, heat shock range, temperatures on the development in *M. lignano* (Wudarski et al., 2019), we attempted a search for HSEs motifs in *M. lignano* LTR-RTs. Intriguingly, we found that *M. lignano* LTR-RTs belonging to two phylogenetically distinct *Ty3/Gypsy* clusters (*Mag* and *CsRN1*) acquired multiple (from 3 to 4) HSEs in their promoter sequences (see Table 2). Therefore, it can be hypothesized that the observed developmental and growth anomalies in *M. lignano* (Wudarski et al., 2019) can also be a result of the increased LTR-RTs transcription and movement. This interesting fact definitely requires further studies.

**Table 1.** Summary of the LTR-RTs repertoire and classification in *M. lignano*

| Group | Cluster | Num of Lineages | Num of Elements |
|---|---|---|---|
| *Ty3/Gypsy* | *Mag* | 18 | 489 |
| | new *Mlig*-specific | 7 | 319 |
| | *CsRN1* | 1 | 39 |
| | *Gmr1* | 1 | 6 |
| | *Cer1* | 1 | 40 |
| *Ty1/Copia* | new *Mlig*-specific | 1 | 17 |
| *Bel/Pao* | *Bel* | 1 | 52 |
| | *Tas* | 3 | 21 |
| | Total | 33 | 983 |

Group and cluster names are according to GyDB (http://gydb.org)

**Table 2.** *M. lignano Ty3/Gypsy* LTR-RTs with canonical HSEs in their LTRs

| Cluster \| Lineage representative* | Element ID** | Num of HSEs |
|---|---|---|
| *Mag* \| *Mlig_LTR-RT_73* [13] | 73 | 3 |
| | 118 | 3 |
| | 168 | 3 |
| | 224 | 3 |
| | 254 | 3 |
| | 544 | 3 |
| | 821 | 3 |
| | 943 | 3 |
| | 952 | 3 |
| | 1029 | 3 |
| *CsRN1* \| *Mlig_LTR-RT_986* [39] | 8 | 4 |
| | 151 | 4 |
| | 282 | 3 |
| | 290 | 3 |
| | 360 | 3 |
| | 648 | 4 |
| | 980 | 3 |
| | 986 | 4 |
| | 1105 | 3 |

* Lineage representative names are as follows: Mlig_LTR-RT_NUM1 [NUM2], where NUM1 stands for the element ID, and NUM2 indicates the number of elements clustered within the lineage
** Corresponds to NUM1 in an element name

## Conclusion

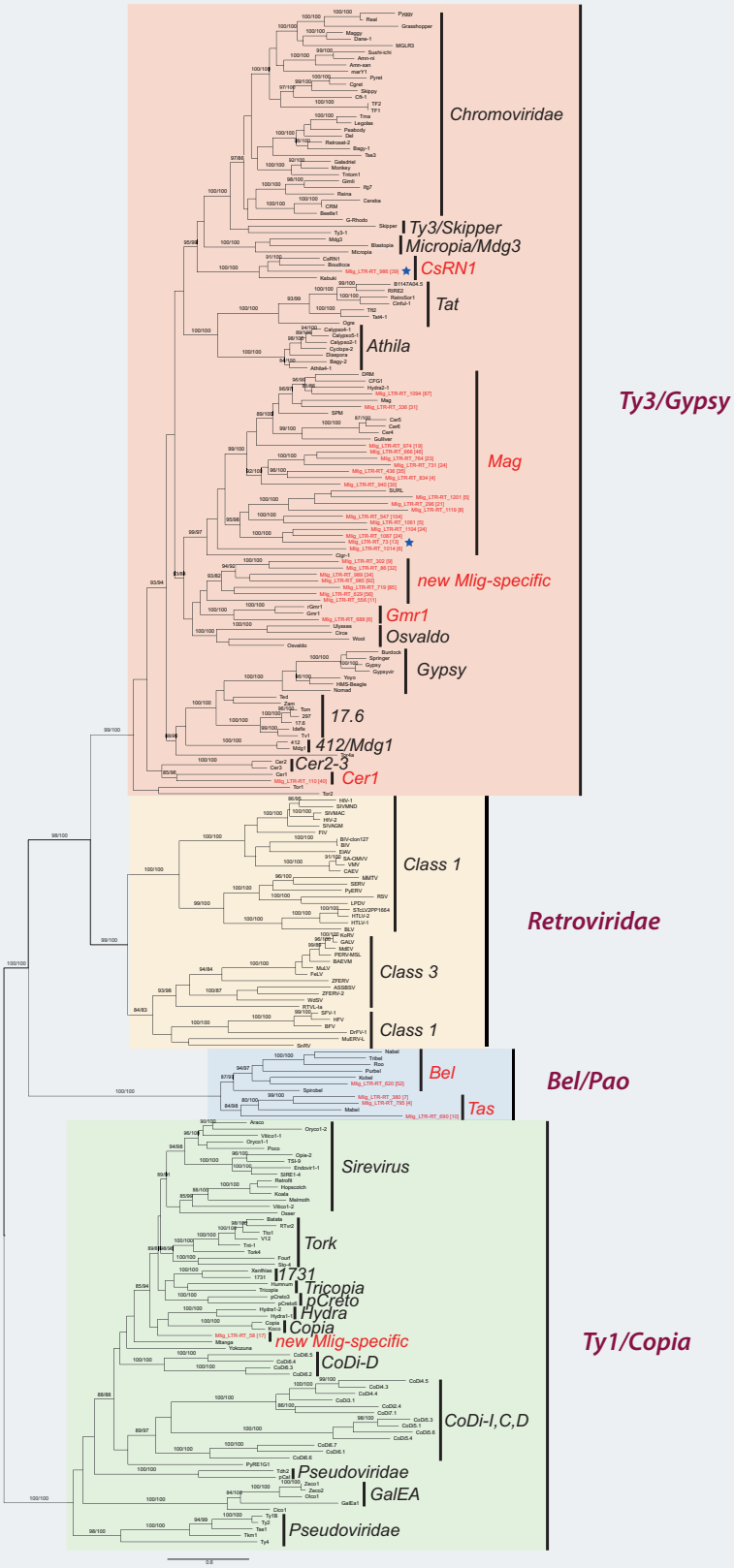
Our analysis lays the ground for research on LTR-RTs and TEs in *M. lignano*. It opens opportunity to study host defense mechanisms that *M. lignano* employs to restrict TEs activity, as well as adaptions that TEs evolved to circumvent these restrictions. The identification of heat stress responsive elements in promoters of the *M. lignano* LTR-RTs indicates that these retroelements may be directly activated by heat stress, as it was previously shown for LTR-RTs in plants. It supports the notion that there is a tight connection between TEs activation and host's stress response machinery, the question which is now can be addressed in *M. lignano*.

## References

Cavrak V.V., Lettner N., Jamge S., Kosarewicz A., Bayer L.M., Mittelsten Scheid O. How a retrotransposon exploits the plant's heat stress response for its activation. *PLoS Genet*. 2014;10(1):e1004115. DOI: 10.1371/journal.pgen.1004115.

Dechaud C., Volff J.-N., Schartl M., Naville M. Sex and the TEs: transposable elements in sexual development and function in animals. *Mobile DNA*. 2019;10(1):42. DOI: 10.1186/s13100-019-0185-0.

Eickbush T.H., Malik H.S. Origins and evolution of retrotransposons.




Unrooted maximum likelihood tree of phylogenetic relationships among representatives of four major LTR-RTs groups reconstructed based on concatenated amino-acid sequences of their RT, RNH and INT protein domains. Significant (higher than 80) branch support values (aLRT/UFBoot) are indicated above the branches leading to corresponding cluster. Major phylogenetic groups are highlighted with colored blocks. Borders of phylogenetic clusters are drawn as vertical black bars to the right from the tree. Names of the clusters and LTR-RTs are according to GyDB (http://gydb.org). Names of *M. lignano* LTR-RTs lineage representatives are highlighted in red and include element ID (first number) and the number of elements clustered within the lineage (second number). The clusters that include *M. lignano* LTR-RTs are highlighted in red. *M. lignano* lineages that have elements with HSE motifs in their promoters are indicated with blue star-shaped marks.

In: Mobile DNA II2002; American Society of Microbiology. 2002;1111-1144. DOI: 10.1128/9781555817954.ch49.

Ellinghaus D., Kurtz S., Willhoeft U. LTRharvest, an efficient and flexible software for de novo detection of LTR retrotransposons. *BMC Bioinform*. 2008;9(1):18. DOI: 10.1186/1471-2105-9-18.

Feschotte C. Transposable elements and the evolution of regulatory networks. *Nat Rev Genet*. 2008;9(5):397-405. DOI: 10.1038/nrg2337.

Goodier J.L. Restricting retrotransposons: a review. *Mobile DNA*. 2016;7(1):16. DOI: 10.1186/s13100-016-0070-z.

Guindon S., Dufayard J.-F., Lefort V., Anisimova M., Hordijk W., Gascuel O. New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: assessing the performance of PhyML 3.0. *Syst Biol*. 2010;59(3):307-321. DOI: 10.1093/sysbio/syq010.

Havecker E.R., Gao X., Voytas D.F. The diversity of LTR retrotransposons. *Genome Biol*. 2004;5(6):225. DOI: 10.1186/gb-2004-5-6-225.

Ikeda K., Nakayashiki H., Takagi M., Tosa Y., Mayama S. Heat shock, copper sulfate and oxidative stress activate the retrotransposon MAGGY resident in the plant pathogenic fungus *Magnaporthe grisea*. *Mol Genet Genom*. 2001;266(2):318-325.

Iwasaki Y.W., Siomi M.C., Siomi H. PIWI-Interacting RNA: Its biogenesis and functions. *Annu Rev Biochem*. 2015;84:405-433. DOI: 10.1146/annurev-biochem-060614-034258.

Katoh K., Standley D.M. MAFFT Multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Mol Biol Evol*. 2013;30(4):772-780. DOI: 10.1093/molbev/mst010.

Kazazian H.H. Mobile elements: drivers of genome evolution. *Science*. (*New York, N.Y.*). 2004;303(5664):1626-1632. DOI: 10.1126/science.1089670.

Kidwell M.G., Lisch D.R. Perspective: transposable elements, parasitic DNA, and genome evolution. *Evolution*. 2001;55(1):1-24.

Koonin E.V. Viruses and mobile elements as drivers of evolutionary transitions. *Philos Trans R Soc B*. 2016;371(1701). DOI: 10.1098/rstb.2015.0442.

Kumar A., Bennetzen J.L. Plant retrotransposons. *Annu Rev Genet*. 1999;33(1):479-532. DOI: 10.1146/annurev.genet.33.1.479.

Marchler-Bauer A., Anderson J.B., Chitsaz F., Derbyshire M.K., DeWeese-Scott C., Fong J.H., Geer L.Y., Geer R.C., Gonzales N.R., Gwadz M., He S., Hurwitz D.I., Jackson J.D., Ke Z., Lanczycki C.J., Liebert C.A., Liu C., Lu F., Lu S., Marchler G.H., Mullokandov M., Song J.S., Tasneem A., Thanki N., Yamashita R.A., Zhang D., Zhang N., Bryant S.H. CDD: specific functional annotation with the Conserved Domain Database. *Nucleic Acids Res*. 2009;37(suppl_1):D205-D210. DOI: 10.1093/nar/gkn845.

Minh B.Q., Nguyen M.A.T., von Haeseler A. Ultrafast approximation for phylogenetic bootstrap. *Mol Biol Evol*. 2013;30(5):1188-1195. DOI: 10.1093/molbev/mst024.

Mittal D., Enoki Y., Lavania D., Singh A., Sakurai H., Grover A. Binding affinities and interactions among different heat shock element types and heat shock factors in rice (*Oryza sativa* L.). *FEBS J*. 2011;278(17):3076-3085. DOI: 10.1111/j.1742-4658.2011.08229.x.

Nguyen L.-T., Schmidt H.A., von Haeseler A., Minh B.Q. IQ-TREE: A fast and effective stochastic algorithm for estimating maximum-likelihood phylogenies. *Mol Biol Evol*. 2015;32(1):268-274. DOI: 10.1093/molbev/msu300.

Obbard D.J., Gordon K.H.J., Buck A.H., Jiggins F.M. The evolution of RNAi as a defence against viruses and transposable elements. *Philos Trans R Soc B*. 2009;364(1513):99-115. DOI: 10.1098/rstb.2008.0168.

Ou S., Jiang N. LTR_retriever: A highly accurate and sensitive program for identification of long terminal repeat retrotransposons. *Plant Physiol*. 2018;176(2):1410-1422. DOI: 10.1104/pp.17.01310.

Pietzenuk B., Markus C., Gaubert H., Bagwan N., Merotto A., Bucher E., Pecinka A. Recurrent evolution of heat-responsiveness in Brassicaceae COPIA elements. *Genome Biol*. 2016;17(1):209. DOI: 10.1186/s13059-016-1072-3.

Poulter R.T.M., Goodwin T.J.D. DIRS-1 and the other tyrosine recombinase retrotransposons. *Cytogenet Genome Res*. 2005;110(1–4):575-588. DOI: 10.1159/000084991.

Ryan C.P., Brownlie J.C., Whyard S. Hsp90 and physiological stress are linked to autonomous transposon mobility and heritable genetic change in Nematodes. *Genome Biol Evol*. 2016;8(12):3794-3805. DOI: 10.1093/gbe/evw284.

Specchia V., Piacentini L., Tritto P., Fanti L., D'Alessandro R., Palumbo G., Pimpinelli S., Bozzetti M.P. Hsp90 prevents phenotypic variation by suppressing the mutagenic activity of transposons. *Nature*. 2010;463(7281):662-665. DOI: 10.1038/nature08739.

Steinegger M., Söding J. MMseqs2 enables sensitive protein sequence searching for the analysis of massive data sets. *Nat Biotechnol*. 2017;35(11):1026-1028. DOI: 10.1038/nbt.3988.

Tóth K.F., Pezic D., Stuwe E., Webster A. The piRNA pathway guards the germline genome against transposable elements. *Adv Exp Med Biol*. 2016;886:51-77. DOI: 10.1007/978-94-017-7417-8_4.

Vasilyeva L.A., Bubenshchikova E.V., Ratner V.A. Heavy heat shock induced retrotransposon transposition in Drosophila. *Genet Res*. 1999;74(2):111-119.

Wicker T., Sabot F., Hua-Van A., Bennetzen J.L., Capy P., Chalhoub B., Flavell A., Leroy P., Morgante M., Panaud O., Paux E., SanMiguel P., Schulman A.H. A unified classification system for eukaryotic transposable elements. *Nat Rev. Genet*. 2007;8(12):973-982. DOI: 10.1038/nrg2165.

Wudarski J., Egger B., Ramm S.A., Schärer L., Ladurner P., Zadesenets K.S., Rubtsov N.B., Mouton S., Berezikov E. The free-living flatworm *Macrostomum lignano*. *EvoDevo*. 2020;11(1):5. DOI: 10.1186/s13227-020-00150-1.

Wudarski J., Simanov D., Ustyantsev K., de Mulder K., Grelling M., Grudniewska M., Beltman F., Glazenburg L., Demircan T., Wunderer J., Qi W., Vizoso D.B., Weissert P.M., Olivieri D., Mouton S., Guryev V., Aboobaker A., Schärer L., Ladurner P., Berezikov E. Efficient transgenesis and annotated genome sequence of the regenerative flatworm model *Macrostomum lignano*. *Nat Commun*. 2017;8(1):2120. DOI: 10.1038/s41467-017-02214-8.

Wudarski J., Ustyantsev K., Glazenburg L., Berezikov E. Influence of temperature on development, reproduction and regeneration in the flatworm model organism, *Macrostomum lignano*. *Zoological Letters*. 2019;5(1):7. DOI: 10.1186/s40851-019-0122-6.

Xiong Y., Eickbush T.H. Origin and evolution of retroelements based upon their reverse transcriptase sequences. *EMBO J*. 1990;9(10):3353-3362.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received April 03, 2020. Revised April 30, 2020. Accepted May 06, 2020.

Письма в ВАВИЛОВСКИЙ ЖУРНАЛ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ
Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding
2020 • 6 • 2 • 60-64

pismavavilov.ru
**DOI** 10.18699/Letters2020-6-09

Оригинальное исследование

# Новый сорт озимой мягкой пшеницы Обская озимая

К.К. Мусинов✉, А.С. Сурначёв, В.Е. Козлов, В.И. Пономаренко, Н.Н. Ермошкина

**Аннотация:** Озимая пшеница имеет существенное преимущество перед яровой за счет более продолжительного использования агро- и биоклиматических ресурсов. В годы с неблагоприятными климатическими условиями для яровых зерновых, такими как сильная засуха и ранние заморозки, озимая пшеница является страховой культурой. Посевные площади озимой пшеницы в России, по сравнению с яровой пшеницей, постепенно увеличиваются. В последние годы в Сибири также происходит расширение клина озимой мягкой пшеницы, в основном за счет внедрения в производство новых сортов с высокими показателями зерновой продуктивности и зимостойкости. В статье дано описание нового сорта озимой пшеницы Обская озимая. Сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Западно-Сибирскому (10-му) региону, в 2018 г. Достоинства нового сорта – высокая урожайность в сочетании с зимостойкостью. Наибольший вклад в формирование высокой урожайности сорта дали высокая озерненность и коэффициент кущения.
**Ключевые слова:** селекция; новый сорт; озимая мягкая пшеница; Обская озимая; зимостойкость; урожайность; озерненность; продуктивность.

**Благодарности:** Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № 0324-2019-0039-С-01.

**Для цитирования:** Мусинов К.К., Сурначёв А.С., Козлов В.Е., Пономаренко В.И., Ермошкина Н.Н. Новый сорт озимой мягкой пшеницы Обская озимая. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020;6(2):60-64. DOI 10.18699/Letters2020-6-09

Original article

# New cultivar of winter common wheat Obskaya winter

K.K. Musinov✉, A.S. Surnachev, V.E. Kozlov, V.I. Ponomorenko, N.N. Ermoshkina

**Abstract:** Winter wheat has a significant advantage over spring wheat due to the longer use of agro- and bioclimatic resources. In years with unfavorable climatic conditions for spring grains, such as severe drought and early frosts, winter wheat is an insurance crop. According the crop area of winter wheat in Russia is gradually increasing in comparison with spring wheat. In recent years, Siberia has also been expanding the wedge of winter common wheat, mainly due to the introduction of new cultivars into production. In recent years, significant progress has been made in the breeding of winter wheat, and cultivars with high grain productivity and winter hardiness have been produced. The article describes a new cultivar of winter common wheat Obskaya ozimaya. The cultivar has been included in the «State register of breeding achievements of the Russian Federation» approved for use in the West Siberian (10$^{th}$) region since 2018 year. The advantage of the new cultivar is the formation of a high yield, combined with winter hardiness. The greatest contribution to the formation is due to high number of grains per ear and increased tillering.
**Key words:** breeding; new commercial cultivar; winter common wheat; Obskaya ozimaya; winter hardiness; yield, grain content; productivity.

**For citation:** Musinov K.K., Surnachev A.S., Kozlov V.E., Ponomorenko V.I., Ermoshkina N.N. New cultivar of winter common wheat Obskaya winter. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektsii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;6(2):60-64. DOI 10.18699/Letters2020-6-09 (in Russian)

## Введение

Важное направление развития сельского хозяйства Западной Сибири – производство зерна высокого качества. В структуре растениеводства основная роль принадлежит зерновым культурам, из которых более 60% посевных площадей занимает яровая пшеница. Увеличение объемов производства продовольственного зерна имеет огромное значение для региона. Одним из резервов увеличения производства зерна в Западной Сибири является расширение площади под озимыми культурами. В сельскохозяйственном севообороте они способны существенно разгрузить проведение полевых работ, когда возникает чрезмерное

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального исследовательского центра Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk region, Krasnoobsk, Russia

✉ e-mail: musinov29@gmail.com

© Мусинов К.К., Сурначёв А.С., Козлов В.Е., Пономаренко В.И., Ермошкина Н.Н., 2020

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License

напряжение и ощущается нехватка техники. Это, в свою очередь, может привести к нарушению качества работ и срока их выполнения.

Озимая пшеница имеет существенное преимущество перед яровой за счет более продолжительного использования агро- и биоклиматических ресурсов. В годы с неблагоприятными климатическими условиями для яровых зерновых, такими как сильная засуха и ранние заморозки, озимая пшеница является страховой культурой (Потапова, Зобнина, 2017; Сапега, 2017; и др.). Вследствие этого расширение площадей посева озимой пшеницы за счет сокращения посевов яровой может стать одним из факторов устойчивого производства высококачественного зерна в регионе. Озимая пшеница значительно превосходит по урожайности и экономическим показателям возделываемые в зоне зерновые, в том числе и яровую пшеницу (Усовершенствованная агротехнология…, 2014). В России посевные площади озимой пшеницы по сравнению с площадями, засеянными пшеницей яровой, постепенно увеличиваются. Так, если в 2001 г. на озимую пшеницу приходилось 35.9% (8537 тыс. га), а на яровую 64.1% (15 226 тыс. га), то в 2019 г. озимая пшеница занимает уже 56.3% (15 802 тыс. га), яровая 43,7% (12 268 тыс. га)[1]. В последние годы в Сибири также расширяется клин озимой мягкой пшеницы, в первую очередь за счет внедрения в производство новых высокопродуктивных и зимостойких сортов (Артемова и др., 2012). По данным филиала ФГБУ «Россельхозцентр», площадь посева озимой пшеницы в Новосибирской области за 10 лет увеличилась в 6.3 раза: с 4.3 тыс. га в 2009 г. до 27.1 тыс. га в 2019 г.[2]

Получение пшеницы высокого качества сдерживается значительной разностью климатических условий и резкими колебаниями почвенных и других факторов, что негативно влияет как на урожай, так и на его качество (Фадеева и др., 2016). Озимая пшеница обладает высоким биологическим потенциалом продуктивности, использование которого в значительной степени зависит от условий выращивания (Фадеева и др., 2018). Как показывает практика возделывания озимой пшеницы в Сибири, можно проследить по годам неустойчивую урожайность этой культуры. Она обусловлена частой гибелью растений в зимний период, связанной с агроклиматическими условиями. Известно несколько причин гибели озимых, к основным из них следует отнести вымерзание в бесснежный осеннее-зимний период, выпревание при высоком снежном покрове в ранневесенний период и выпадение растений в период отрастания при неблагоприятных гидротермических условиях весенне-летнего периода.

В решении этой проблемы основная роль принадлежит селекции (Мальцева и др., 2014). В последние годы достигнуты значительные успехи в селекции озимой пшеницы. За 2001–2019 гг. в Госреестр селекционных достижений включены 11 новых сортов сибирской селекции: Омская 4, Омская 5, Жатва Алтая, Зимушка, Новосибирская 32, Новосибирская 40, Новосибирская 51, Новосибирская 3, Новосибирская 2, Прииртышская, Обская озимая (см. рисунок).

[1] https://ab-centre.ru/news/posevnye-ploschadi-pshenicy-v-rossii-itogi-2019-goda
[2] https://rosselhoscenter.com

По мнению А.С. Образцова (1981), в селекции каждая культура требует особых методов, тем не менее основными методами получения скороспелых и продуктивных сортов являются гибридизация и отбор. Они и лежат в основе всех остальных методов селекции. Отдаленная гибридизация – один из наиболее результативных методов получения зимостойкого исходного материала для селекции озимой пшеницы. Метод отдаленной гибридизации, как никакой другой, способствует значительному увеличению генофонда культурных растений (Цицин, 1979). При использовании этого метода происходят различные структурные изменения хромосом, такие как транслокации и замещения, что способствует передаче части генетической информации между разными видами. Полученные интрогрессивные формы могут служить только донорами для улучшения современных сортов пшеницы. Такие формы не подходят для непосредственного использования в производстве, так как обладают, как правило, одним или двумя хозяйственно ценными признаками (Максимов, 2011).

В СибНИИРС – филиале ИЦиГ СО РАН в лаборатории под руководством В.М. Чекурова при помощи гибридизации с использованием инбредных клонов пырея сизого (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski) и зимостойких форм озимой пшеницы создано большое генетическое разнообразие гибридных форм озимой пшеницы (Шумный и др., 1992). На основе пшенично-пырейных гибридов собран селекционный материал, послуживший основой для получения конкурентоспособных сортов озимой пшеницы Новосибирская 32, Новосибирская 40, Новосибирская 51 (Козлов, 2013). Таким образом, увеличение посевных площадей озимой пшеницы в Сибири в большой степени зависит от создания сортов, которые будут сочетать в себе высокий потенциал зимостойкости и продуктивности, а также от усовершенствованной технологии их возделывания.

## Методика и условия проведения исследования

Исследования проведены в 2009–2017 гг. на опытных полях СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН, расположенных в центрально-лесостепном Приобском агроландшафтном районе Новосибирской области. Почва опытного участка – выщелоченный чернозем с содержанием гумуса, по Тюрину, в пахотном горизонте 5.4–5.7%; фосфора подвижного, по Чирикову, – 13.01 мг/100 г; калия обменного – 7.75 мг/100 г почвы; pH водный – 6.8.

В годы исследований (2009–2017) погодные условия были контрастными как по температурному режиму, так и по влагоообеспеченности. Прекращение вегетации (переход через +5 °C) приходилось на первую и вторую декады октября. Снежный покров устанавливался в конце октября (24.10.2016 – ранний срок) или в первой и второй декадах ноября (20.11.2011 – поздний срок) и достигал в марте 30–85 см. Наиболее снежной зима была в 2013 г., высота снежного покрова составила 65–85 см (147.6% от нормы). Температура на глубине узла кущения не опускалась ниже –14°C.

Поля СибНИИРС освобождаются от снега в первой декаде апреля (01.04.2012 – ранний сход) или в начале третьей декады (21.04.2010 – поздний сход снега). Начало весенней вегетации наступало в конце первой декады апреля

Зерно и колос сорта озимой мягкой пшеницы Обская озимая

(10.04.2012 – ранний срок) или в конце третьей декады (26.04.2010 – поздний). Продолжительность периода отсутствия вегетации в течение проведенных исследований варьировала от 172 до 194 дней. По теплообеспеченности зона исследований относится к умеренно теплому, недостаточно увлажненному району. Продолжительность теплого периода со среднесуточной температурой более 0 °С составила 185–195 дней.

Агротехника в опытах была общепринятой для лесостепной зоны Сибири. Опыт закладывался по методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур в четырехкратной повторности с учетной площадью 16 м$^2$ (Методика…, 1989). Посев проведен сеялкой ССФК-7, уборка урожая комбайном Sampo 130 в фазу полной спелости.

Фенологические наблюдения и учет проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Методика..., 1989). Дисперсионный и корреляционный анализ данных – по Б.А. Доспехову (1985) с использованием компьютерной программы СНЕДЕКОР О.Д. Сорокина (2004).

## Результаты

В 2018 г. в Государственный реестр селекционных достижений РФ по Западно-Сибирскому (10-му) региону включен сорт озимой мягкой пшеницы Обская озимая (Государственный реестр…, 2019). Сорт создан методом внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной комбинации $F_3$ (Лютесценс ППГ 60-7 × Мироновская 808). Селекционная линия Лютесценс ППГ 60-7 выделена из гибридной популяции [(Аврора × *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski) × Ильичевка].

Разновидность *lutescens*. Куст полупрямостоячий, восковой налет на верхнем междоузлии, колосе и влагалище флагового листа средний. Колос пирамидальный, средней плотности, белый. Остевидные отростки на конце колоса короткие. Нижняя колосковая чешуя на внутренней стороне имеет сильное опушение. Плечо закругленное, средней ширины. Зубец слегка изогнут, короткий. Опушение верхушечного сегмента оси колоса с выпуклой стороны среднее. Зерновка окрашенная. Сорт среднеспелый, длина вегетационного периода 314–346 дней.

Сорт Обская озимая по степени зимней устойчивости находится на уровне стандартного сорта Новосибирская 32 и наиболее распространенного в Новосибирской области сорта Новосибирская 40. В среднем зимостойкость сорта Обская озимая составляет 60%, с колебаниями по годам от 54 до 75%. Бурой ржавчиной и мучнистой росой Обская озимая поражается на 10–20% ниже стандарта. Высота растений варьирует от 87 до 129 см (в среднем ниже на 7 см, по сравнению со стандартом). Снижение высоты растений положительно влияет на устойчивость к полеганию, которая в среднем составляет 4.2 балла (табл. 1). Зерно выполненное, крупное, по сравнению с сортом Новосибирская 32, масса 1000 зерен – 34.2 г, натура зерна – 780–816 г/л, стекловидность – 60, что соответствует технологическим качествам зерна I и II класса (ГОСТ 9353-2016). Содержание белка в зерне – 11.5–13.6%, сырой клейковины в муке – 18.4–25.5%. Общая хлебопекарная оценка 3.3–4.3 балла. Зерновая продуктивность за годы изучения составила, в среднем, 4.4 т/га, что достоверно выше стандартного сорта на 0.5 т/га. Максимальная урожайность, 5.9 т/га, получена в 2009 г. Высокая урожайность сорта обусловлена комплексом положитель-

**Таблица 1.** Продуктивность и элементы структуры урожайности сорта озимой мягкой пшеницы Обская озимая (2009–2017)
**Table 1.** Productivity and the yield structure of a winter common wheat cultivar Obskaya ozimaya (2009–2017)

| Признак | Новосибирская 32, st* | Новосибирская 40 | | Обская озимая | |
|---|---|---|---|---|---|
| | среднее | среднее | +/– | среднее | +/– |
| Урожайность, т/га | 3.9 | 4.3 | +0.4 | 4.4 | +0.5 |
| Зимостойкость, % | 64.0 | 64.0 | 0.0 | 60.0 | –4.0 |
| Высота растения, см | 116.0 | 107.0 | –9.0 | 109.0 | –7.0 |
| Устойчивость к полеганию, балл | 3.9 | 4.2 | +0.3 | 4.2 | +0.3 |
| Коэффициент кущения, шт. | 5.6 | 5.7 | +0.1 | 6.5 | +0.8 |
| Масса 1000 зерен, г | 30.9 | 34.4 | +3.5 | 34.2 | +3.3 |
| Длина колоса, см | 9.1 | 8.5 | –0.6 | 10.7 | +1.6 |
| Число колосков, шт. | 17.5 | 18.2 | –0.7 | 19.4 | +1.9 |
| Число зерен с растения, шт. | 187.0 | 194.0 | +7.0 | 231.0 | +44.0 |
| Вес зерна с растения, г | 5.8 | 6.8 | +1.0 | 7.7 | +1.9 |

* St – стандарт

**Таблица 2.** Результаты испытаний сорта Обская озимая на госсортоучастках (ГСУ) Новосибирской области (2016–2018)
**Table 2.** Results of tests of the Obskaya ozimaya at the State Variety Testing System of the Novosibirsk region (2016–2018)

| Сорт | Урожайность, ц/га | Зимостойкость, балл | Масса 1000 зерен, г | Устойчивость к полеганию, балл |
|---|---|---|---|---|
| *Северный ГСУ* | | | | |
| Новосибирская 32 | 20.9 | 4.0 | 37.4 | 5.0 |
| Новосибирская 40 | 23.4 | 3.9 | 39.3 | 5.0 |
| Обская озимая | 25.5 | 3.9 | 38.2 | 5.0 |
| Наименьшая существенная разница | | 1.7 | | |
| *Маслянинский ГСУ* | | | | |
| Новосибирская 32 | 36.3 | 4.3 | 31.5 | 3.1 |
| Новосибирская 40 | 42.2 | 4.3 | 34.5 | 3.5 |
| Обская озимая | 47.2 | 3.6 | 34.6 | 3.9 |
| Наименьшая существенная разница | | 2.3 | | |
| *Венгеровский ГСУ* | | | | |
| Новосибирская 32 | 19.0 | 2.7 | 35.4 | 5.0 |
| Новосибирская 40 | 18.5 | 2.6 | 37.9 | 5.0 |
| Обская озимая | 21.5 | 2.7 | 36.5 | 5.0 |
| Наименьшая существенная разница | | 1.5 | | |

ных хозяйственно ценных признаков. Характерной особенностью является длинный, поникающий к моменту созревания колос, в среднем, за годы исследований его длина составила 10.7 см, при максимальном значении признака – 14.7 см. Повышенное число колосков в колосе (до 19.4 шт.) и высокая озерненность колоса обеспечивают высокое число зерен с колоса и, в целом, с растения. Учитывая более высокий коэффициент продуктивного кущения, по сравнению с сортами Новосибирская 32 и Новосибирская 40, сорт Обская озимая имеет более высокое число зерна как в колосе, так и на растение. Масса зерна с растения составляет в среднем 7.7 г, у стандартного сорта Новосибирская 32 – 5.8 г, у сорта Новосибирская 40 – 6.8 г. Результаты государственного сортоиспытания в различных агроклиматических зонах Ново-

сибирской области показали достаточно высокую зерновую продуктивность сорта Обская озимая по сравнению с сортами Новосибирская 32 и Новосибирская 40 (табл. 2). При равной зимостойкости сорт Обская озимая по урожайности достоверно превзошел сорт-стандарт Новосибирская 32 на всех госсортоучастках Новосибирской области. Наибольшая урожайность (4.97 т/га) отмечена в 2018 г. на Маслянинском сортоучастке.

## Заключение

Достоинство нового сорта озимой мягкой пшеницы Обская озимая заключается в формировании высокой зерновой продуктивности, обусловленной высокими показателями озерненности, количеством колосков в колосе и продуктивных колосьев на растение. Сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений по 10-му региону Западной Сибири в 2018 г. Рекомендуется для возделывания в I–IV зонах Новосибирской области (подтаежная, северная лесостепь низменности и предгорий).

**Учреждение-оригинатор:** Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН (Новосибирск).

**Авторы сорта:** В.И. Пономаренко, Г.В. Пономаренко, Г.В. Артёмова, А.В. Мединский, В.Е. Козлов, И.В. Михайлапов.

## Список литературы/References

Артемова Г.В., Пономаренко В.И., Степочкин П.И. Формирование признаков продуктивности и устойчивости озимых культур при различных сроках сева. В кн.: Современные проблемы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур. Новосибирск: Россельхозакадемия ГНУ СибНИИРС, 2012:5-9.
[Artemova G.V., Ponomarenko V.I., Stepochkin P.I. Formation of traits of productivity and stability of winter crops at different dates sowing. In: Modern problems of breeding and seed production of crops. Novosibirsk: the Russian Academy of agricultural Sciences of GNU SibNIIRC, 2012:5-9. (in Russian)]

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта растений (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019;1.
[The state register of breeding achievements allowed for use. Plant varieties (official publication). Moscow: FSINI Rosinformagrotekh, 2019;1. (in Russian)

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985.
[Dospekhov B.A. Technique of field experience. Moscow: Agroprom Izdat, 1985. (in Russian)]

Козлов В.Е. Агротехнические и селекционные слагаемые успеха внедрения мироновских сортов озимой пшеницы в СССР как основа для работы по внедрению в Сибири вновь созданных сортов, зимостойких в условиях региона. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2013;17(3):541-557.
[Kozlov V.E. Agricultural and breeding prerequisites for successful introduction of Mironovka winter wheat varieties in the USSR as the base for introducing new varieties resistant to Siberian winter. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektsii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2013;17(3): 541-557. (in Russian)]

Максимов Н.Г. Внутривидовая и межродовая гибридизация в селекции пшеницы мягкой озимой. *Селекция и семеноводство*. 2011;99:30-38.
[Maksimov N.G. Intraspecific and intergeneric hybridization in the selection of soft winter wheat. *Breeding Seed Production*. 2011;99:30-38. (in Russian)]

Мальцева А.Т., Банникова Н.Ю., Филиппова Е.А., Ефимова А.Г. Озимая пшеница в Уральском регионе. *Аграрный вестник Урала*. 2014;6:14-18.
[Maltseva A.T., Bannikova N.Y., Filippova E.A., Efimova A.G. Winter wheat in the Ural region. *Agrarian Bulletin Urals*. 2014;6:14-18. (in Russian)]

Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Госагропром, 1989.
[Methodology of the State variety testing of agricultural crops. Moscow: Gosagroprom, 1989. (in Russian)]

Образцов А.С. Индивидуальный отбор. Биологические основы селекции растений. М.: Колос, 1981.
[Obrazov A.S. Individual selection. Biological bases of plant selection. Moscow: Kolos, 1981. (in Russian)]

Потапова Г.Н., Зобнина Н.Л. Результаты изучения сортов озимой пшеницы в Свердловской области. *Зерновое хозяйство России*. 2017;1:55-59.
[Potapova G.N., Zobnina N.L. Results of studying winter wheat varieties in the Sverdlovsk region. *Grain Farming in Russia*. 2017;1:55-59. (in Russian)]

Сапега В.А. Урожайность, интенсивность и стабильность сортов озимой пшеницы в условиях Северного Зауралья. *Вестник с.-х. науки*. 2017;1:42-44.
[Sapega V.A. Productivity, intensity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Northern TRANS-Urals. *Vestnik Agricultural Science*. 2017; 1:42-44. (in Russian)]

Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2004.
[Sorokin O.D. Applied statistics on a computer. Novosibirsk: Publishing house of Novosibirsk state agrarian University, 2004. (in Russian)]

Усовершенствованная агротехнология озимой пшеницы, адаптированная к лесостепному агроландшафту Западной Сибири (на примере Омской области). Омск: Литера, 2014.
[Improved agrotechnology of winter wheat adapted to the forest-steppe agricultural landscape of Western Siberia (on the example of the Omsk region). Omsk: Litera, 2014. (in Russian)]

Фадеева И.Д., Валиллулина Г.Н. Надежда – новый сорт озимой мягкой пшеницы, адаптированный к условиям Среднего Поволжья. *Зерновое хозяйство России*. 2016;3(44):41-44.
[Fadeeva I.D., Valillulina G.N. Nadezhda – a new variety of winter soft wheat adapted to the conditions of the Middle Volga region. *Grain Economy Russia*. 2016. 2016;3(44):41-44. (in Russian)]

Фадеева И.Д., Тагиров М.Ш., Газизов И.Н. Результаты селекции озимой пшеницы на качество зерна в Татарском НИИСХ. *Зерновое хозяйство России*. 2018;2(56):34-37.
[Fadeeva I.D., Tagirov M.Sh., Gazizov I.N. Results of selection of winter wheat for grain quality in the Tatar research Institute. *Grain Economy Russia*. 2018;2(56):34-37. (in Russian)]

Цицин Н.В. Проблемы отдаленной гибридизации: сб. науч. ст. АН СССР, Главный ботанический сад; под ред. Н.В. Цицина. М.: Наука, 1979:5-20.
[Tsitsin N.V. Problems of Distant Hybridization. *Problems of distant hybridization: Sat. scientific Art*. USSR Academy of Sciences, Main Botanical Garden; under the editorship of N.V. Tsitsin. Moscow: Nauka, 1979:5-20. (in Russian)]

Шумный В.К., Чекуров В.М., Козлов В.Е., Титков И.П., Митрофанов Н.Г. Проблемы и методические подходы к созданию сортов озимой пшеницы для Сибири. В кн.: Генетические методы в селекции растений. Новосибирск: Наука, Сибирское отд.,1992:180-181.
[Shumny V.K., Chekurov V.M., Kozlov V.E., Titkov I.P., Mitrofanov N.G. Problems and methodological approaches to creating winter wheat varieties for Siberia. In: Genetic methods in plant breeding. Novosibirsk: Science, Siberian branch, 1992:180-181. (in Russian)]

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 17.02.2020. После рецензирования 23.03.2020. Принята к публикации 26.03.2020. Опубликована online-first 17.04.2020

Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции
Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding
2020 • 6 • 2 • 65-71

pismavavilov.ru
**DOI** 10.18699/Letters2020-6-08

Оригинальное исследование

# Традиции ведения хлебных заквасок на Русском Севере

В.К. Хлесткин ✉

**Аннотация:** Сотрудниками Санкт-Петербургского филиала Научно-исследовательского института хлебопекарной промышленности летом 2019 г. была организована экспедиция с целью поиска новых образцов хлебных заквасок. Предполагалось, что в географически удаленных и частично изолированных местах при постоянном ведении (воспроизведении и поддержании в жизнеспособном состоянии) хлебных заквасок в течение длительного периода времени возможна определенная селекция уникальных микробных сообществ, населяющих крахмально-белковую матрицу. При этом состав этого микробного сообщества определяется локальными условиями: качеством и биохимическим составом воды и муки, температурным режимом процессов и окружающей микробиологической обстановкой. Таким образом, в удаленных населенных пунктах, монастырях и подворьях Русского Севера представлялось возможным найти новые микроорганизмы для охарактеризации и дальнейшего изучения с целью расширить коллекцию хлебопекарных микроорганизмов и возможностей их промышленного применения. Экспедиция пересекла четыре региона: Ленинградскую, Архангельскую и Вологодскую области и Карелию – в течение 12 дней. Длина пройденного пути составила около 2500 км. В результате проведенной работы установлено, что местные жители и служители монастырей считают целесообразным ведение закваски лишь тогда, когда есть достаточное количество потребителей хлеба на закваске (50 человек и более). Кроме того, в ряде случаев хозяйства перешли на применение промышленных методик и полуфабрикатов, не утруждаясь сохранением традиционных рецептур. В ходе экспедиции получены четыре аутентичные ржаные закваски и две пшеничные. Микробиологические исследования показали, что в основном в состав микробиологического сообщества закваски входят молочнокислые бактерии не только широко известного в отечественном хлебопечении рода *Lactobacillus*, но также родов *Weissella* и *Pediococcus* и дрожжи из семейства *Saccharomycetaceae*.

**Ключевые слова:** закваски; лактобактерии; хлебопечение; микробное сообщество; хлеб; экспедиция; Русский Север; монастырь.

**Благодарности:** Работа по сбору материала и исследованию микробиома заквасок проводится при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-016-00085). Автор также выражает благодарность сотрудникам ВИРа Ирене Георгиевне Чухиной и Лилии Юрьевне Шипилиной за составление маршрута экспедиции, поддержку и крепкий командный дух, а также водителю Алексею Владимировичу Ухатову за надежность и стойкость перед лицом экспедиционных невзгод.

**Для цитирования:** Хлесткин В.К. Традиции ведения хлебных заквасок на Русском Севере. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020;6(2):65-71. DOI 10.18699/Letters2020-6-08

Original article

# Traditions of local bread sourdoughs management on the Russian North

V.K. Khlestkin ✉

**Abstract:** The article was written in the wake of the expedition undertaken by employees of the Saint-Petersburg Brunch of Federal State Autonomous Scientific Institution "Scientific Research Institute for the Baking Industry" in the summer of 2019 in order to search for new samples of bread starter cultures. It was assumed that in geographically remote and more or less isolated places with the constant «management» (reproduction and maintenance) of starter cultures for a long period of time, a certain selection of the microbial community inhabiting the starch-protein matrix is possible. At the same time, the composition of this microbial community is determined by local conditions: the quality and biochemical composition of water and flour, and the temperature regime of the processes. Thus, in remote settlements, monasteries and courtyards of the Russian North, it was possible to find new microorganisms

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Всероссийского научно-исследовательского института животноводства имени академика Л.К. Эрнста, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия
Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности, Санкт-Петербург, Россия
Russia Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of the L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Saint-Petersburg, Russia
Saint-Petersburg Brunch of Federal State Autonomous Scientific Institution "Scientific Research Institute for the Baking Industry", Saint-Petersburg, Russia
e-mail: dir2645@yandex.ru

© Хлесткин В.К., 2020
Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License

for characterization and further study in order to expand the collection of baking microorganisms and the possibilities of their industrial application. The expedition crossed four regions: Leningrad, Arkhangelsk and Vologda regions and Karelia for 12 days. The distance traveled was about 2500 km. As a result of the work, it was found that local residents and ministers of the monasteries consider it appropriate to conduct sourdough if there are a sufficient number of consumers of sourdough bread (about 50 people or more). In addition, in some cases, farms switched to the application of industrial methods and semi-finished products, without bothering to preserve traditional recipes. During the expedition, four authentic rye starter cultures and two wheat starter cultures were obtained. Microbiological study of microbial communities of the starters showed that they include lactic acid bacteria not only of the genus *Lactobacillus* widely known in domestic bakery, but also of the genera *Weissella* and *Pediococcus*, as well as yeast from the *Saccharomycetaceae* family.

**Key words:** sourdoughs; lactic acid bacteria; bread baking; microbial community; bread; expedition; Russian North; monastery.

**Acknowledgements:** Collecting material and studying the microbiome of sourdoughs' cultures is supported by the Russian Foundation for Basic Research (project No. 19-016-00085). The author also expresses gratitude to employees of VIR Irena Georgievna Chukhina and Lilia Yurievna Shipilina – for planning the expedition route, support and strong team spirit, and our driver Alexey Vladimirovich Ukhatov for reliability and resilience in the face of expeditionary adversity.

**For citation:** Khlestkin V.K. Traditions of local bread sourdoughs management on the Russian North. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektsii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;6(2):65-71. DOI 10.18699/Letters2020-6-08 (in Russian)

## Введение

Сообщества микроорганизмов, в частности дрожжей и молочнокислых бактерий, с давних пор целенаправленно используются в приготовлении напитков или пищи. При этом возникают системы связанных сложными взаимоотношениями микроорганизмов, сопровождающимися эффектами доминирования, вытеснения или, наоборот, метаболической поддержки одних микроорганизмов другими. Не является исключением и микробиом хлебных заквасок. Закваску для хлебопекарного производства ГОСТ 32677-2014 определяет как полуфабрикат хлебопекарного производства, полученный сбраживанием питательной смеси молочнокислыми бактериями, или молочнокислыми бактериями и хлебопекарными дрожжами, или другими микроорганизмами, применяемыми в хлебопекарной промышленности. Хлебобулочные изделия на закваскаx характеризуются высокими показателями качества: вкусом, запахом, питательной ценностью и устойчивостью к микробной порче, что приводит к необходимости получать закваски с заданными физико-химическими свойствами и вкусо-ароматическими характеристиками (Афанасьева, 2003; Сборник.., 2008; Viiard et al., 2016; Sieuwerts et al., 2018).

В настоящее время наблюдается ренессанс производства хлеба на закваскаx, поиска новых органолептических и технологических свойств хлебобулочных изделий, в связи с чем стал актуальным вопрос поиска новых или хорошо забытых старых микробных сообществ, населяющих закваски. Пекарни хлебозаводов и других производств, расположенных в крупных городах и примыкающих к ним районах, по экономическим соображениям должны поддерживать непрерывное производство хлеба «на потоке». Это означает, что такие предприятия должны отказываться от более сложной технологии производства хлеба на закваске в пользу более простых решений, основанных на использовании дрожжей или коммерческих улучшителей. Те пекарни, которые все же работают с закваской, приобретают давно разработанные и апробированные составы чистых культур заквасочных микроорганизмов, например, из биоресурсной коллекции Санкт-Петербургского филиала ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности. Поэтому биоразнообразие заквасок в крупных населенных пунктах невелико и хорошо известно. Соответственно, появляется задача поиска новых микробных компонентов для новых вкусовых и технических качеств заквасок и хлеба.

Существует вероятность обнаружить новые или уже знакомые, но отсутствующие в коллекции штаммы заквасочных микроорганизмов в удаленных или географически изолированных населенных пунктах. В своем жизненном цикле закваска может претерпевать огромное количество повторяющихся циклов освежения (подкормки водой и мукой) в течение многих месяцев и лет. При этом может происходить естественная селекция микробного сообщества, характерного именно для этой местности и местного качества воды и муки, а также местных погодных условий и традиций хлебопечения. Таким образом, давно ведомые локальные закваски служат потенциальным источником новых штаммов микроорганизмов.

В целях поиска новых перспективных штаммов микроорганизмов (молочнокислых бактерий, дрожжей и других) участниками проекта РФФИ «Исследование видового разнообразия и симбиотических взаимодействий в микробиомах крахмало-белковых гидроколлоидных систем (хлебных заквасок)» была предпринята экспедиция по удаленным малым населенным пунктам (деревням), монастырям и подворьям Русского Севера с целью исследования традиций хлебопечения в этих местах, а также получения образцов местных заквасок для последующего изучения и в случае получения интересных результатов сохранения всего микробиома или отдельных чистых культур микроорганизмов в биоресурсной коллекции Санкт-Петербургского филиала ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности. Филиал специализируется на научно-прикладных и технологических разработках хлебобулочных изделий на основе ржаной муки, поэтому особый интерес для экспедиции представляли закваски на ржаной муке. По-видимому, это первая официальная экспедиция в регионы Русского Севера, целью которой ставится получение образцов местных хлебных заквасок, поскольку даже в обзорной российской научной литературе нет упоминаний о подобных исследованиях (Афанасьева и др., 2009; Карельская, 2015).

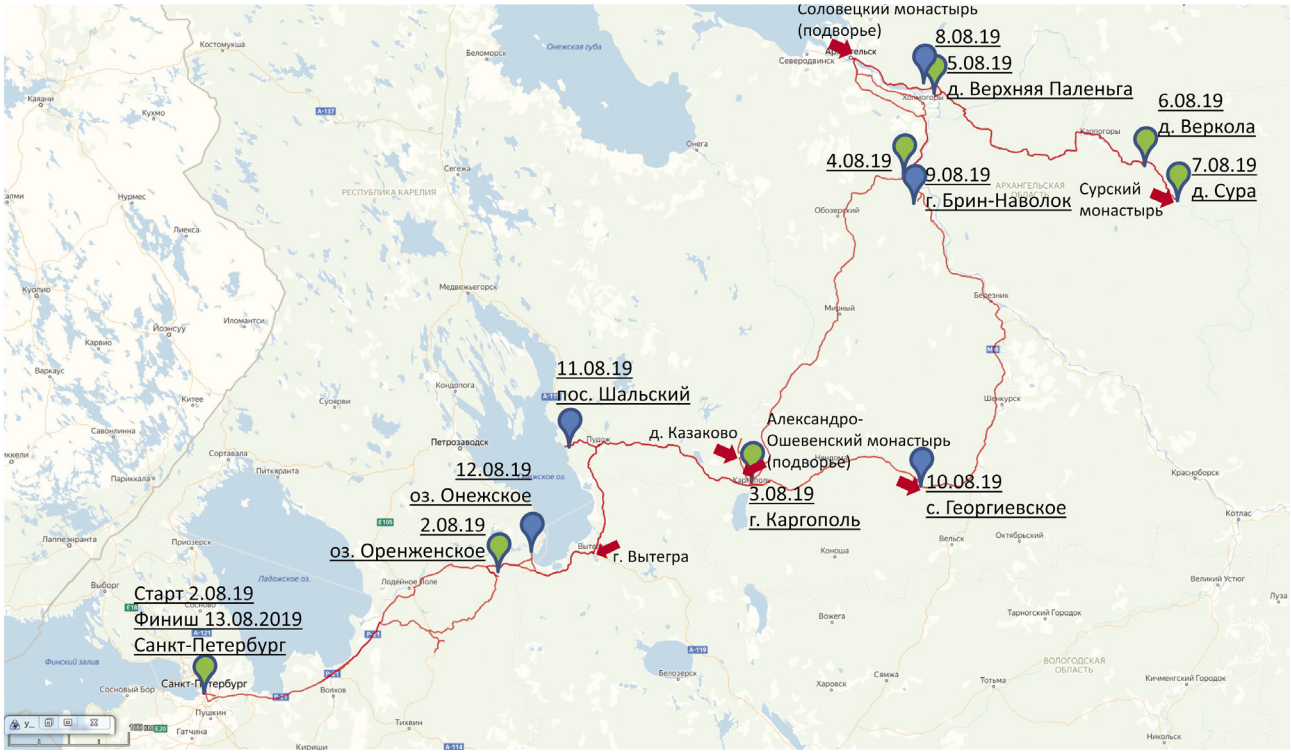



Рис. 1. Карта маршрута экспедиции
Fig. 1. Expedition route map

## Материалы и методы

Экспедиция проходила по четырем регионам: Ленинградской, Архангельской и Вологодской областям и Карелии – в течение 12 суток, со 2 по 13 августа 2019 года. Длина пройденного пути составила около 2500 км. Маршрут был проложен с расчетом посетить наибольшее количество удаленных действующих монастырей в регионе и заходить по пути в населенные пункты (рис. 1). В ходе экспедиции использовали транспортное средство УАЗ «Патриот» без специальной подготовки, прошедшее стандартное техническое обслуживание. Для ночевок разбивали лагерь (рис. 2).

Предполагалось, что собранные образцы могут быть или «живой» постоянно обновляющейся закваской, хранящейся при температуре выше 0 °С, или высохшей субстанцией, остающейся в деревянной посуде (кадушках), которую используют хозяйки при замесе хлебобулочных изделий. «Живую» закваску собирали в полиэтиленовые пакеты или стандартные завинчивающиеся пластиковые баночки с широким горлом. Хранить закваску рекомендуется при температуре 0…+5 °С. Но, поскольку холодильник в экспедиции не предусмотрен, был разработан экспресс-метод для консервации «живой» закваски между листов бумаги по аналогии с гербарием, с дальнейшим сохранением полученного влажного порошка при комнатной или уличной температуре (+5…+10 °С в это время года). Сухую закваску собирали в полиэтиленовые пакеты.

Таксономический анализ грибного сообщества определяли с помощью секвенирования ампликонных библиотек фрагментов рибосомальных оперонов грибов (*ITS2*), полученных методом ПЦР с использованием ITS1F/ITS2 праймеров. Таксономический анализ бактериального сообщества проводили с помощью ПЦР с универсальными праймерами F515/R806 на вариабельный участок гена *16SpPHKv3-v4*, специфичный для широкого круга микроорганизмов, включая бактерии и археи (Локачук и др., 2019).

## Результаты и обсуждение

В ходе экспедиции значительное внимание было уделено непосредственному контакту с жителями местных деревень и поселков. Порой поиск человека, занимающегося в том или ином населенном пункте выпечкой хлеба на закваске, напоминал приключенческий сюжет или «квест». Как правило, первые опрошенные деревенские жители могли лишь примерно сориентировать, куда лучше отправиться и с кем поговорить, кому позвонить, кто может лучше знать ответы на интересующие вопросы. Затем следовали более прицельные поиски с визитами по указанным адресам и пекарням. Наилучшие результаты приносили наши визиты «на обратном пути». То есть по пути «туда», к конечной цели экспедиции удавалось пройти большую часть поисков, но зачастую оказывалось, что человек (пекарь), которого искали, отсутствует именно в этот день. Тогда на пути «обратно» через несколько дней мы имели шанс заранее договориться о встрече, беседе и в качестве заслуженной награды – о передаче образца. Необходимо отметить, что местные жители лояльно относились к членам экспедиции, вполне дру-

Собранные закваски и преобладающие в них микроорганизмы
Collected sourdoughs and prevailing microorganisms

| № | Закваска | Место получения | Преобладающие молочнокислые бактерии | Преобладающие дрожжи |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ржаная | Хлебопекарное производство, Вытегра | *Weissella* | *Saccharomycetes* |
| 2 | Ржаная | Подворье Александро-Ошевенского монастыря, Архангельская область, Каргопольский р-н, д. Евсеево | *Lactobacillus* | *Saccharomycetes* |
| 3 | Ржаная | Подворье Соловецкого монастыря, Архангельск | *Lactobacillus* | *Kazachstania* |
| 4 | Ржаная | Пекарня д. Казаково, Архангельская область, Каргопольский р-н | *Lactobacillus* | *Saccharomycetes* |
| 5 | Пшеничная | Закваска, привезенная с о. Афон, ведомая два года в Сурском монастыре | *Lactobacillus* | *Saccharomycetes* |
| 6 | Пшеничная | Сухая закваска, частное домохозяйство, с. Георгиевское | *Lactobacillus pediococcus* | *Saccharomycetes* |

желюбно поддерживали беседу. Хорошо помогало в беседе знание местной истории и своего предмета – хлебопечения на закваскаx.

Отдельно хотелось бы поблагодарить служащих посещенных нами монастырей и подворий за то, что практически всегда со вниманием и пониманием они относились к нашей научной задаче, поскольку она в значительной степени была им не только понятна, но и пересекалась с их задачами – сохранение и поддержание традиционных методов ведения хозяйства с использованием локальных адаптированных элементов биоразнообразия. В некоторых случаях служащие даже выражали желание «делать все по науке» – правильно получать и перерабатывать урожай или печь хлеб.

К сожалению, приходится констатировать, что такая экспедиция была бы значительно более эффективной лет двадцать назад. В настоящее время традиция ведения заквасок в деревнях и поселках практически вытеснена другими технологиями. Много раз нам приходилось слышать, что «Была бабушка пару лет назад, еще вела закваску, а теперь ее уже нет», или «Я раньше вела закваску, а теперь осталась тут одна – мне столько хлеба не надо, мне надолго хватает небольшого купленного куска», «Мы не ведем закваску, потому что приезжаем сюда на несколько дней/недель/месяцев в году». Несколько осложняло и затягивало процесс поисков закваски слабое понимание некоторыми собеседниками сути процесса – так, иногда путали технологию закваски с технологией опары и так далее.

Отчетливо проявилась экономическая составляющая заквасочной технологии: население не видит смысла прибегать к получению хлеба на закваске, когда для продукции нет значительного «рынка сбыта». Закваску ведут в том случае, если есть не менее 50–100 потребителей хлебопекарной продукции на закваске. Как правило, это деревенские пекарни, ведущие закваску сами (например, г. Вытегра, д. Казаково Каргопольского района) или сотрудничающие с частными пекарями (например, д. Пинега), либо монастырские подворья (подворье Соловецкого монастыря в Архангельске, подворье Александро-Ошевенского монастыря). Всего в ходе экспедиции мы посетили: Александро-Ошевенский монастырь и его подворье (рис. 3), подворье Соловецкого монастыря, Свято-Иоанно-Богословский монастырь, Артемиево-Веркольский монастырь, Сурский монастырь, Троицкий Антониево-Сийский монастырь, Покрово-Тервенический монастырь и его скит, а также ряд городов и сел, во многих из которых сохранились памятники деревянного зодчества (рис. 4).

Единственным образцом закваски, полученным у местных жителей (не из пекарен и не с подворья монастырей), была пшеничная закваска, которую вели в течение нескольких лет в с. Георгиевском Вельского района Архангельской области, в семье вепсов – представителей финно-угорского народа. На момент нашего визита закваска была высушена, законсервирована и в живом виде не поддерживалась. Собранные нами образцы заквасок переданы на исследование таксономической структуры микробиома (см. таблицу). Более детальное описание результатов можно найти в работе (Локачук и др., 2019). Полученные в ходе экспедиции образцы жидкой закваски необходимо было хранить при пониженной температуре (+5–0 °C) с периодической подкормкой мукой и водой и обновлением.

Погода, как правило, способствовала перевозке живой закваски, температура держалась на уровне около 10 °C, с первыми заморозками по ночам. Тем не менее живая закваска в значительной степени увеличивалась в объеме, и важно было сохранить ее до конца экспедиции. Кроме того, для освежения образцов при сохранении заквасочного микробного сообщества необходима была мука и вода именно из тех мест, где была получена закваска, что делало процесс сохранения и доставки закваски в живом виде практически нереализуемым. Ее можно было бы высушить при комнатной температуре и довезти до лаборатории в сухом виде. Однако все дни экспедиции почти непрерывно шли дожди, и влажность окружающей среды около 100% не давала шансов высушить закваску обычным способом. Тогда для получения сухой или полусухой закваски без ее значительного

Рис. 2. Типичный экспедиционный лагерь на одну ночь
Fig. 2. Typical one night expedition camp

Рис. 3. На подъезде к Александро-Ошевенскому монастырю
Fig. 3. At the entrance to Alexandro-Oshevensky monastery

Рис. 4. Одна из многочисленных деревянных церквей Русского Севера
Fig. 4. One of the many wooden churches of the Russian North

разрастания и с сохранением микробиома нами разработан «гербарный» метод сохранения. В пакет из крафт-бумаги помещали 20–30 мл жидкой закваски (рис. 5), обкладывали пакет хорошо впитывающей влагу бумагой и оставляли под небольшим прессом на передней панели в салоне автомобиля. Этим способом в течение 8–10 ч даже при высокой влажности образовывался консолидированный сыпучий продукт, который ножом легко удаляли с внутренней поверхности бумажного пакета и переносили в емкости. Так были получены пять из шести привезенных образцов.

## Заключение

Ведение закваски и получение хлеба на закваске – трудоемкий технологический процесс, поэтому в наше время реализуется в населенных пунктах или монастырях только в случае наличия «рынка сбыта» – не менее 50–100 потребителей продукции на закваске. Как правило, хлебопечением с использованием закваски занимаются деревенские или поселковые пекарни или подворья более-менее крупных (населенных) монастырей. Чаще всего в местах проведения экспедиции используется именно ржаная закваска – види-

Рис. 5. Подготовка образца закваски к высушиванию
Fig. 5. Preparation of a sample of sourdough culture for drying

мо, это следствие сложившихся местных традиций и вкусовых предпочтений. В ходе экспедиции нами был разработан походный метод сохранения образцов закваски при помощи высушивания жидкой закваски между листов бумаги, по принципу гербария. Собрано четыре образца ржаной закваски и два – пшеничной.

## Список литературы/References


Афанасьева О.В. Использование стартовых культур молочнокислых бактерий и дрожжей. В кн.: Микробиология хлебопекарного производства / Санкт-Петербургский филиал научно-исследовательского института хлебопекарной промышленности. СПб.: Береста, 2003. 221 с.
[Afanas'eva O.V. Application of lactic acid bacteria and yeasts starting cultures. In: Microbiology of baking industry / Saint-Petersburg Brunch of the Scientific Research Institute for the Baking Industry. StPetersburg: Beresta, 2003. 221 p. (in Russian)]

Афанасьева О.В., Кузнецова Л.И., Павловская Е.Н., Савкина О.А. Биологическая хлебная закваска – путь к повышению конкурентоспособности хлебобулочных изделий с использованием ржаной муки. *Хлебопечение России*. 2009;6: 18-19.
[Afanas'eva O.V., Kuznetsova L.I., Pavlovskaya E.N., Savkina O.A. Biological bread sourdough – a way to increase the competitiveness of baked goods using rye flour. *Bakery Russia*. 2009;6:18-19. (in Russian)]

Карельская С. Хлебные закваски. *Хлебопечение/Кондитерская сфера*. 2015;1(58):36-37.
[Karelskaya S. Bread sourdough. *Bakery/Confectionary*. 2015;1(58):36-37. (in Russian)]

Локачук М.Н., Павловская Е.Н., Савкина О.А., Хлесткин В.К. Исследование микрофлоры спонтанных заквасок для хлебопекарного производства из географически отдаленных мест Северо-Западного региона России. *Хлебопечение России*. 2019;3:35-38.
[Lokachuk M.N., Pavlovskaya E.N., Savkina O.A., Khlestkin V.K. The study of microflora of spontaneous starter cultures for baking production from geographically remote places of the North-West region of Russia. *Bakery Russia*. 2019;3:35-38. (in Russian)]

Сборник современных технологий хлебобулочных изделий / Под общ. ред. А.П. Косована. М.: Московская типография № 2, 2008. 271 с.
[Collection of modern technologies of bakery products / Under the general editorship of A.P. Kosovan. Moscow: Moscow typography No. 2, 2008. 271 p. (in Russian)]

Sieuwerts S., Bron P.A., Smid E.J. Mutually stimulating interactions between lactic acid bacteria and Saccharomyces cerevisiae in sourdough fermentation. *LWT – Food Sci Technol*. 2018;90:201-206. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.022.

Viiard E., Bessmeltseva M., Simm J., Talve T., Aaspõllu A., Paalme T., Sarand I. Diversity and Stability of Lactic Acid Bacteria in Rye Sourdoughs of Four Bakeries with Different Propagation Parameters. *PLoS ONE*. 2016;11(2): e0148325. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148325.


**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 03.02.2020. После рецензирования 24.03.2020. Принята к публикации 24.03.2020. Опубликована Online-first 10.04.2020

Письма в ВАВИЛОВСКИЙ ЖУРНАЛ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ
Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding
2020 • 6 • 2 • 72-84

pismavavilov.ru
**DOI** 10.18699/Letters2020-6-11

# Размышления генетика о жизни

В.К. Шумный✉

**Аннотация:** В предлагаемой статье автор размышляет о жизни с генетических позиций. Показаны роль генов и условий жизни в формировании личности человека, последствия его ухода из-под естественного отбора. Обозначена роль науки в истории человечества, взаимоотношения науки и политики, науки и религии, охарактеризованы личностные ценности человека в оптимальном варианте. Рассмотрены экологические проблемы, взаимодействие человека с окружающей средой.
**Ключевые слова:** ген; геном; эволюция; наука; образование; политика; религия; экономика.

**Для цитирования:** Шумный В.К. Размышления генетика о жизни. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020;6(2):72-84. DOI 10.18699/Letters2020-6-11

# A geneticist's thoughts on life

V.K. Shumny✉

**Abstract:** The author reflects on life from a genetic perspective. The role of genes and living conditions in the formation of the human personality, the consequences of human evasion of natural selection are analyzed. The paper provides insights into the part played by science in the history of mankind, relationships between science and politics, science and religion, as well as the optimal personal values. Ecological concerns and human interaction with the environment are considered.
**Key words:** gene; genome; evolution; science; education; politics; religion; economy.

**For citation:** Shumny V.K. A geneticist's thoughts on life. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektsii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;6(2):72-84. DOI 10.18699/Letters2020-6-11 (in Russian)

## Предисловие. Прогулки по лесу

Прогулки по Сибирскому лесу наводят на глобальные размышления о жизни, о миссии человечества на планете Земля. Это вполне объяснимо на 87-м году жизни, когда тебя так и тянет поразмышлять о главном и итоговом смысле жизни. Так уж мы устроены, и для общения нам даны речь и письменность, и такой чести удостоен только человек разумный. Прогулки по летнему или зимнему лесу создают особое настроение и активируют мозг вытащить из прошлого яркие и приятные эпизоды бытия. И это настраивает на философское осмысление реальности. Для старейшин это хороший повод осмыслить и оценить прошлое и увидеть в нем положительное и отрицательное и успокоиться, так как это уже прошлое. Это и повод настроиться на безупречное будущее хотя бы виртуально.

Пишущий эти строки рассчитывает на довольно узкий круг читающих и надеется, что некоторые соображения о бытии вызовут интерес. Надежды юношей питают, а стариков тем более. На том и держимся, особенно в сибирском лесу. И чем глубже погружаемся в лес, тем острее возникает потребность поразмышлять о смысле жизни. Аналогом этому является поговорка «чем дальше в лес, тем больше дров». В этой поговорке кроется много смыслов, особенно для старейшин. А именно: они и хотят осмыслить свой жизненный путь. Удачи им!

## Общие законы жизни

Жизнь – это реальное прошлое, миг настоящего и ожидаемое будущее. Оцениваем мы наше существование по итогам прошлого, а планируем будущее, иногда не совпадающее с реальностью. Жизнь человека можно сравнить с песочными часами с персональной емкостью, которая определяется генами и условиями жизни примерно в равных долях. Качество генов каждого индивидуума зависит от качества генов родителей. И хотя родителей не выбирают, но знать их родословные крайне желательно.

Наше появление и развитие прописано в геноме химическим текстом из четырех букв. В человеческом геноме этот текст представлен 3 млрд букв, которые упакованы молекулами ДНК в хромосомах. Возникает сакральный вопрос,

Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия
Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia
e-mail: shumny@bionet.nsc.ru
© Шумный В.К., 2020

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License

откуда взялась эта самовоспроизводящаяся с колоссальной информационной емкостью молекула, да еще такая умная, давшая начало жизни на Земле. Первый и наиболее обсуждаемый вариант: сформировалась в процессе эволюции жизнь на Земле. Второй вариант: занесена из Космоса, что означает признание внеземных, да еще суперцивилизаций. Размышляя дальше, можем дойти и до Божественного творения. Но мы дальше не пойдем, потому что заблудимся в своих фантазиях, а наука строится на фактах; в данном случае мы их пока накапливаем.

Фридрих Энгельс определил жизнь как «способ существования белковых тел». И он был прав, так как мы действительно в основном состоим из белков. Отсюда простая логическая связка – в геноме (ДНК) записаны программы синтеза белков. И это доказано. Мы примерно знаем, как идет под контролем генома формирование нашего организма и его главного компонента – мозга. Именно он делает человека разумным, в разной степени умным и способным познавать законы природы и по мере накопления этих знаний их использовать. Во всем этом есть простая, но гениальная логика, истоки которой мы тоже пока не вполне понимаем.

У дикой природы главный закон для всех живых систем – их эволюция, а более точно, отбор и распространение индивидуумов, более приспособленных по сравнению с другими к условиям внешней среды. Выживает сильнейший. Человек фактически ушел из-под естественного отбора. И лозунг можно дополнить: выживает сильнейший и умнейший. Современный человек – это уже не только эволюционное, но и социальное порождение со всеми вытекающими как положительными, так и отрицательными качествами.

У дикой природы законы более жесткие по сравнению с социальной эволюцией человека. Хотя часто бывает и наоборот. За что боролись дикие животные и наши предки? Прежде всего за территорию, их кормящую. Но борьба шла в основном между видами и крайне редко внутри вида. К сожалению, человек унаследовал гены агрессивности от диких предков и перенес эту борьбу на внутривидовой уровень, открыв тем самым войны между собой. И это трагическая ошибка в истории человечества. И если мы не опомнимся и не прекратим всеобщее сумасшествие, то станем глупыми соучастниками прекращения жизни на планете Земля.

У диких животных сегодня известно три основных типа поведения – агрессивное, спокойное, трусливое. Интенсивно изучается генетика разных типов поведения. К сожалению, и у человека в процессе социальной эволюции наблюдаются все три типа поведения. Особенно настораживает в человеческой популяции наличие агрессивного типа. И это плохо сочетается с великими достижениями человеческого разума. Гены, определяющие агрессивность, мы пока не можем убрать из генома человека, но условиями внешней среды можем скорректировать их проявление и активность. Эти условия определяются уровнем жизни, образованием, воспитанием и примером родителей. Сейчас в генетике есть новое и активно исследуемое направление – редактирование генома. Может, когда-то и научимся исправлять гены нежелательного поведения. Дай-то Бог, поскорее бы!

Сегодня много говорят об искусственном интеллекте. Да, эти умные машины могут взять на себя часть скучных и вредных для человека рабочих процессов и исполнять их даже лучше и быстрее человека. Роботизация производственных процессов крайне важна, так как открывает человеку новые возможности своего развития. Но я считаю, что рано преувеличивать роль искусственного интеллекта в истории человечества и допустить, что искусственный интеллект обеспечит владение миром. Нет, искусственный интеллект будет создан человеком с возможностью его контролировать.

Властелином мира Природа определила человека. И именно его мозг, пока не познанный до конца, рождает наше развитие, включая на данном этапе роботизацию. Хакеры изменили мир, роботы тоже его меняют, а миром владеет и будет владеть человек. И только ему дана речь для общения, и его слово становится всесильным. Природа наградила человека речью и письменностью, для того чтобы он избежал уничтожения себе подобных и чтил святое «Не убий…». Общение и договоренности должны стать основой избежания конфликтов.

К сожалению, человечество всегда недооценивало силу слова и предпочитало силу оружия. Поэтому главнейший вопрос будущего – развитие человеческой личности, наполнение ее идеалами мира, добра и творчества и неукоснительное исполнение хотя бы трех из десяти библейских заповедей: «не убий, не укради, возлюби ближнего своего». И мир станет лучше и безопаснее.

В дореволюционной России представители высших слоев общества, особенно военные, произносили: «Честь имею», что означало: «Отдам жизнь за Отечество, за царя-батюшку, а честь никому». Это была вершина достоинства личности, желательно, чтобы и сегодня это звучало почаще. Покушение на честь ранее заканчивалось дуэлью, сегодня скучными дискуссиями – явная девальвация ответственности.

История человечества — это история веры в потусторонние силы, владеющие его судьбой. На этой основе и возникли современные религиозные конфессии, разделившие человеческую популяцию по принадлежности к ним. Но главное во всем этом вера человека. И это сугубо индивидуальное качество, и относиться к этому следует с пониманием и уважением. Сама вера человека уже является его сверхъестественной силой, а ее отсутствие его слабостью. Более подробно об этом далее. Главнейшим критерием развития общества должно быть благополучие личности, ее удовлетворение окружающей действительностью. В естественной природе эволюция, создавшая жизнь на нашей планете, работает не с отдельными особями, а с популяцией разных особей и отбирает наиболее приспособленных к условиям внешней среды. Поэтому очень важно, чтобы популяция представляла максимальное генетическое разнообразие вида растений или животных. Естественный отбор жестко отбраковывает не приспособленных к условиям среды особей. Человек в своей эволюции максимально ушел из-под естественного отбора и начал накапливать в своем геноме нежелательные мутации, часто приводящие к генетическим патологиям. Это плата за уход из-под естественного отбора. Компенсацией этому может быть только мощное развитие медицины.

Академик В.К. Шумный, директор ИЦиГ СО РАН (ИЦиГ СО АН СССР) в 1986–2007 гг.

В социальной эволюции человека большое значение имеет преемственность поколений. Новые поколения воспринимают и оценивают для себя моральные и нравственные ценности старших поколений. Это прежде всего права человека, демократические уклады, свобода творчества мысли и слова. Пишущий эти строки уже прожил 57 лет в Советском Союзе и 28 лет в Новой России. Идеологически это были разные периоды в истории нашего Отечества. Не вдаваясь в подробности, отметим, что перечисленные выше ценности современная молодежь пытается превратить в реалии действительности. Мое многолетнее общение со студентами и школьниками свидетельствует, что нам на смену идут очень хорошие, умные и свободомыслящие поколения. Но они другие, сидящие в интернете и часто оппозиционно настроенные к старшим. Мне в свои 86 все труднее спорить с внуками, а тут и правнуки появились. Эти умные и хорошие ребята уже стали продуктом нового научно-технологического уклада, открывающего им пользование огромной информацией по всем направлениям. Они по много часов в сутки торчат в компьютерах и смартфонах.

Мощное конкурентоспособное производство и спрос на потребление выступают основными критериями обдумывания ими экономической стратегии. И это хорошо, что молодежь мыслит такими категориями и выстраивает пока модель системы управления. Она отличается от действующей ныне системы вертикали власти. Поживем – увидим! Главное, что подрастает хорошее поколение на благо России.

Формирование полноценного и полезного для общества человека обусловлено многими факторами. Главные из них семья, образование, наследственность и плюс многие другие, но не менее важные. Например, окружающий его социум. Благополучие и счастье человека зависит, как отмечено выше, от того, правильно ли он осознал свое предназначение и в соответствии с этим выбрал профессию. И тогда труд становится созидающим, высокопроизводительным и хорошо оплачиваемым. Именно такая мотивация решает многие существующие проблемы. Какие бы политические и экономические модели мы ни придумывали, на первом месте и в главной роли будет человек, его благополучие, настроение и удовлетворение реальностью. Именно человек решает все сам, и в этом смысл его существования. Лозунг И.В. Сталина «Кадры решают все» чрезмерно прагматичен и ущемляет права личности. Кадры – это уже популяция личностей, отличающихся разнообразием во мнениях и действиях как положительных, так и отрицательных, а нередко и нарушающих права человека, наделенные ему в процессе эволюции живых систем. Жизнь – это реальность личности, ее действий и ничего больше. Остальное – это наше отношение к этому и наши заблуждения и ошибки.

И сегодня очень важно, что преобладает в человеке в

В.К. Шумный (слева) и академик Д.К. Беляев, директор ИЦиГ СО АН СССР в 1959–1985 гг.

будущем – мудрость и доброта или дурость и агрессия. Генетически в человеке заложено и то и другое. Все зависит от того, какие гены в зависимости от условий жизни получат преимущество в своей активности. Поэтому так важна уверенность человека в своем благополучии и адекватном окружении. И из этих мигов между прошлым и будущем и формируется наша жизненная позиция, отношение к ближним по разуму, братьям нашим меньшим, месту рождения, религиозным конфессиям и другим атрибутам нашего существования. Каждая прожитая жизнь – это личная история, из которой и формируется общая история человечества. Но и общая история воспринимается и осмысливается только личностью и только в своем понимании.

Изучая общую историю, человек разделяет ее на положительные, отрицательные и даже трагические моменты, что дает ему основание исключить их из будущего. И в этом сила и смысл истории, а это значит, что ее необходимо знать и, глубоко анализируя, понимать. И только через опыт истории мы сможем выстроить свое положительное будущее. История – это наука о событиях прошлого и осмысление их для будущего.

## Наука в истории человечества

Несколько соображений о роли науки в истории человечества 10–12 тыс. лет тому назад, когда популяция разумных личностей перевалила за 2 млн и они поняли, что пора кончать бегать по лесам, полям и плавать по рекам за добычей пропитания. Второе, что им пришло на ум, – переходить на оседлый образ жизни, самим производить съедобные растения и разводить спокойных к человеку животных. Реализация этих умных мыслей заняла более 10 тыс. лет. Процесс получил научное название «доместикация человеком растений и животных». Это были, пожалуй, первый «научный проект» человека и его первая научная специальность – «селекционер». Человек, конечно, понимал, что ему придется иметь дело с дикими видами растений и животных и их преобразованием в культивируемые. Николай Иванович Вавилов определил селекцию «как эволюцию, направляемую волей человека». Эволюция работает на адаптивность к условиям среды, селекция на продуктивность возделываемых видов, что иногда приводит к частичной потере адаптивности. В этом различия и противоречия между эволюцией и селекцией на потребности человека. Первыми доместицированными растениями были зерновые: ячмень и пшеница, позже рис. Это и понятно, так как зерно можно накапливать и долго хранить. Первым доместицированным животным стала собака – верный друг и охранник человека. Основой продовольствия человека стали козы, овцы, свиньи, коровы, лошади. Среди сотен доместицированных растений только 10 видов в основном зерновых составляют до 70% продовольственного баланса человека, остальные 30% представлены овощными, фруктовыми, ягодными видами растений. А для радости жизни человек ввел в культуру сотни видов цветочных растений. Такая же картина и с животными, где для радости жизни есть собаки, кошки, птицы и так далее.

Доктор биологических наук Л.Н. Трут

Возможности доместикации новых видов растений и животных огромны. Тем более это можно сделать быстрее, чем нашим предкам. Эту возможность открыла выдающаяся работа академика Д.К. Беляева, в которой ему и Л.Н. Трут за 50 поколений (50 лет) удалось создать популяцию лисиц, спокойно контактирующих с человеком. Главным критерием отбора было поведение животных. Как отмечено выше, генетикам известно три типа поведения животных – агрессивное, трусливое и спокойное, которых почти 50 поколений и отбирали. Это принесло удачу и всемирную известность работе по доместикации лисиц. Это был самый мощный эксперимент по эволюционной генетике XX века.

Вернемся к истокам наших предков примерно на 10 тыс. лет назад. Переход на оседлый образ жизни – очень важное событие в истории человечества. Человек стал обладателем территории постоянного семейного жилья, что обеспечило рост численности населения. И это заставило его шевелить мозгами и постоянно улучшать производство продовольствия, изобретать орудия для земледелия и условия для содержания животных.

Словосочетание «человек разумный» начало превращаться в дело, творчество, технологии выживания. Здесь возникает и постепенно встает во весь рост новая проблема – защита своей территории и ее постепенное прирастание, а человек наряду с орудиями производства начинает изобретать и орудия защиты и нападения. Таким образом начинает формироваться идеология войн и в ней начинает главенствовать агрессивный тип поведения человека. Как ни печально, но человек в своей истории из охотника на братьев наших меньших с целью своего пропитания превратился в воина для борьбы с такими же человеками, но уже за жизненное пространство и до сих пор остановится не может, изобретая все новые средства уничтожения себе подобных.

Альберт Эйнштейн предупреждал, что если состоится Третья мировая война, то в Четвертой немногие сохранившиеся будут защищаться и нападать с камнями и палками. Не будем забывать, что наш вид называется «человек разумный». Будем надеяться, что у нас не зайдет «ум за разум» и мы не перейдем крайнюю черту к самоуничтожению. С прискорбием приходишь к выводу, что человек – самое опасное из живых существ. Но только ему даны речь, письменность и разум, что вполне достаточно, чтобы в общении договориться о своем будущем. Надежда умирает последней.

Мне на 87-м году жизни стало очень обидно за россиян, за все многонациональные сообщества, проживающие на территории России. Кто-то выделил нам самую северную, самую холодную территорию, две трети из которой вечная мерзлота. Может, мы, как всегда, опоздали на дележку? Не исключено. Складывается впечатление, что опять кто-то же определил Россию экспериментальной площадкой для испытания всех идеологий, систем управления в экстремальных жизненных ситуациях или, как говорят биологи, на провокационных фонах. Для того чтобы доказать, что ты хороший и правильный, для сравнения необходимо рядом иметь нехорошего и неправильного. И для этого наши проблемы в экономике, управлении низким уровнем жизни выбрали Россию, обвиняя ее во всех грехах. Это крайне глупо, но действует. Обидно.

Я уже 62 года живу и работаю в Сибири, не в самых курортных условиях. Но я убежден и по своему опыту знаю, что россияне, имею в виду все национальности и конфессии, очень добрый, умный и отзывчивый народ, прошедший тяжелейшие испытания, но всегда готовый прийти на помощь нуждающимся. И самый живущий в народе и повторяемый всеми поколениями девиз «лишь бы не было войны». Будем надеяться на мудрость Соломона, который на внешней и внутренней части кольца написал: «Все пройдет, и это тоже». Будем надеяться, что мудрость восторжествует. Мы как-то в жизненной суете потеряли страх, а спокойно и равнодушно воспринимаем информацию о локальных конфликтах, забывая исторические факты, что именно они иногда превращаются в злободневные и общемировые. Так было в Первую мировую и во Вторую, которую я уже осознанно воспринимал от первого до последнего дня.

Сегодня главная миссия правящих миром не только не наращивать ядерную мощь, а не менее важная – оградить ядерные кнопки от сумасшедших и сделать все, чтобы заставить гены, определяющие агрессию, замолчать. Многие из этих генов у животных уже известны. Так что генетикам есть над чем работать, но только на животных и думать, как помочь человеку. Запрещено превращать человека в экспериментальный объект. Все, чем мы пользуемся, проходит детальную проверку на созданных для этого линиях экспериментальных животных – мышах, крысах, кроликах, минисвиньях и так далее.

Памятник лабораторной мыши «Мышь, вяжущая ДНК»

Именно эти животные приносят себя в жертву ради человеческого блага. Чтобы хоть как-то отметить этих верных слуг науки, мы возле вивария Института цитологии и генетики поставили памятник мыши, вяжущей молекулу ДНК, и памятник Д.К. Беляеву на скамейке с его любимым объектом – лисичкой, протягивающей ему лапку. Первый памятник своему объекту, собаке, поставил великий физиолог, нобелевский лауреат, академик Иван Петрович Павлов.

Для животных, как и для человека, восприятие жизни возможно только особью или личностью, а вот выживание возможно совокупностью особей или личностей, то есть популяцией. Эволюция работает только с популяциями, и, чем больше в них генетического разнообразия, тем большая вероятность отобрать лучшее и более адаптивное. Возвращаясь к истории человеческой популяции, мы приходим к выводу, что успех ее существования и развития зависит от качества составляющих ее личностей и, прежде всего, от поведенческих характеристик. К качествам человеческой личности следует присоединить ум, честь и совесть. Уже по видовому названию человек разумный должен быть среднестатистически умным. Но в этом смысле важнейшим фактором является его самооценка. В человеческой популяции можно встретить личностей, которые считают себя, не будучи таковыми, или гениальными, или глупыми. Гений – очень редкое событие, и его можно или не встретить, или не распознать. Истинно глупых тоже не так много, если учесть, что в основном к ним причисляют себя чрезмерно скромные, и это очень положительное качество. Но большинство «человеков разумных» характеризуется среднестатистическими показателями популяции. Важная деталь самооценки – наличие чувства юмора. Если его нет, то уныние может зашкаливать.

Важнейшие моменты в жизни и благополучии каждого человека – ситуации в семье и трудовом коллективе. Если человек утром с радостью идет на работу, а вечером с такой же радостью идет домой, то это значит, что у него все хорошо и он доволен своим существованием. Это, конечно, идеальная ситуация, но, к сожалению, бывают и другие. Менее благоприятные. Большинство, используя на максимуме свои интеллектуальные и бойцовские качества, меняют ситуацию к лучшему, и это нормально и характерно для человека. Но некоторое меньшинство перестало верить в себя и

Памятник академику Д.К. Беляеву и его эксперименту по доместикации дикой лисицы

продолжает плыть по течению не сопротивляясь. А жизнь в неверии приводит к потере веры в себя, и это худшее качество человека. И в этой ситуации действенной оказывается помощь его окружающих – родных, близких, друзей и коллег по работе. И ни в коем случае уныние, безнадежность и изоляция. Человек, как ни крути, – стадное животное, и без помощи собратьев ему не выжить. Но собратья должны быть умными и добрыми.

Считается, что семья – первичная ячейка общества. По законам Природы создаются семейные пары, воспроизводящие последующие поколения. Поэтому любовь, на фундаменте которой образуются пары, является основой жизни. Это не изобретение человека, а самый главный закон Природы. Родители нередко настороженно относятся к выбору своих детей. Отсюда и выражения, что «невестки – это не весть что, а зять – что с него взять». Неоспоримо, что по законам Природы миром правит любовь. Но, чтобы любовь и красота спасли мир, к ним обязательно, необходимо добавить взаимопонимание и уважение друг к другу. Если это отсутствует, то даже всесильная любовь даст трещину.

Семья как по материнской, так и по отцовской линии прирастает родственниками и превращается в часть рода, представленного несколькими поколениями. Вот по этой родственной популяции уже можно проследить проявления генов наследования отдельных признаков и предрасположенностей к видам деятельности и, к сожалению, к заболеваниям, в том числе и генетическим, особенно моногенным. Отсюда в высших слоях общества, особенно царствующих династиях, к родословным было особое внимание. Наш царевич Алексей получил ген гемофилии через родственников от царствующей королевы Англии, носительницы этого гена. Это заболевание – удел мальчиков.

Нам всем очень внимательно следует относиться к родословным и знать как можно больше о своих родственниках хотя бы в пяти–семи поколениях.

## Человек и наука

Заниматься наукой – значит, добывать новые знания о законах Природы, мироздания, жизни на планете Земля. Главный мотив входящего в науку – это обостренное любо-

пытство и способность замечать то, чего не видят другие. Именно отсюда и возникают новые знания об окружающем нас мире. Человек, добывающий новые знания, сообщает о них в своих публикациях, что и формирует их значимость для коллег, а значит, и для науки в целом. Это общемировые схемы научного процесса, который корнями уходит в потребности человека в новых технологиях, улучшающих его жизнь. Как и все в истории человечества, так и в науке главной фигурой считается личность. В научном сообществе роль личности первостепенна. Если личность хорошо определяет стратегию развития своей науки, предлагает новые идеи, то вокруг нее формируется коллектив единомышленников и формируется лаборатория. Для науки это важнейшее структурное звено, и с него все начинается. Руководитель лаборатории определяет направление исследований, их значимость и экспериментальное исполнение. Идеальный вариант, когда лаборатория состоит из генераторов идей и блестящих экспериментаторов, владеющих современными методами. В каждой лаборатории должны быть сотрудники, в деталях знающие изучаемые объекты. Генетически наиболее используемые – плодовая мушка дрозофилы, мыши, крысы, пушные звери, кукуруза, арабидопсис, пшеница, ячмень и другие виды. Все, что делается на животных объектах, в практическом плане экстраполируется на медицину, а значит, и на благо человека. Все, что делается на растительных объектах и на сельскохозяйственных животных, расширяет возможности селекции, а, значит, и решает продовольственную программу, что тоже на благо человека.

В научное сообщество с момента формирования заложены конкурентные взаимоотношения. Каждый борется за известность среди коллег. Некоторым удается стать лидерами в своей науке. Но значительная часть научного сообщества представлена надежными и честными тружениками, которые своим трудом добывают новые знания.

Фундаментальные исследования пополняют наши знания о законах Природы по всем направлениям естественных и гуманитарных наук. Высший уровень фундаментальных знаний необходимо накапливать по всем направлениям естественных наук, так как мы заранее не знаем, где именно произойдет технологический прорыв. Напомним еще раз один пример из истории наших предков. Человек, переходя на оседлый образ жизни, прежде всего обратился к диким видам злаковых растений. Их зерно имеет хорошую питательную ценность, и его можно накапливать и хранить длительное время. Но был один существенный недостаток. Созревая в колосе, зерно осыпалось на почву, откуда его собрать практически было невозможно. Но научное любопытство древних увенчалось успехом. Они нашли среди растений диких злаков те, у которых зерно, созревая, оставалось в колосе. Скорее всего, это были мутации с уплотненными колосковыми чешуйками. И этот, казалось бы, простейший факт сыграл колоссальную роль в судьбе человека, который начал воспроизводить запасы зерна и хранить их на случай неблагоприятных ситуаций.

Среди ученых, проводящих фундаментальные исследования, можно выделить две группы. Для одних фундаментальные исследования – это пополнение новых знаний и предъявление их коллегам в виде публикаций и определения их значимости как для науки, так и для самого исследователя. Другая категория ученых в новых знаниях, кроме сказанного выше, ищет также новые возможности их практического применения во благо человека. Для генетики это получение более продуктивных штаммов промышленных микроорганизмов, новых сортов растений, пород животных, новых генетических технологий, например ДНК-тестов, и многое другое.

Для медицины огромное значение имеет понимание механизмов возникновения генетических заболеваний как моно-, так и полигенных, а еще более важны перспективы их профилактики и лечения. На медицинскую генетику сегодня обращено серьезное внимание научного сообщества. Предстоит очень серьезная и трудная работа в этой области знаний. Что такое геном человека? Это текст из химических букв. Как и в любом тексте, так и в геноме могут быть ошибки. Выпадение букв, их повторение, замена букв, недостающие или излишние знаки препинания и так далее. Печально, что за всем этим следуют тяжелые последствия нашего бытия. Что мы делаем, когда нам в руки попадается плохой текст? Редактируем и улучшаем его. Именно в этом направлении и трудятся сегодня ученые, пытаясь освоить методы редактирования геномов на растениях и лабораторных животных, тем самым приближаясь и к геному человека.

Сегодня очень много говорят, надеются и отрицают возможности искусственного интеллекта, роботизации и цифровизации нашей деятельности. На меня очень сильное впечатление произвел эпизод, когда в Японии нам показали цех одного из заводов, в котором не было рабочих, но все крутилось, вертелось и производило необходимое. Конечно, мы понимали, что за всем этим следят операторы из пунктов управления и при необходимости могут в секунду остановить этот процесс. Но мы понимали и то, что все это изобретено человеком, а значит, ему подконтрольно. Но в истории человечества есть красная линия, которая запрещает переоценивать или недооценивать последствия наших деяний.

## Экология

Законы Природы работают и сохраняют среднестатистические параметры популяций. Резкий уход их в «плюс» или «минус» просто отсекаются, так как это уже выход за красную линию, что крайне опасно. Природа никогда не рискует и тем самым сохраняет эволюционную стабильность. И человек, как разумная часть природы, не должен это делать, чтобы не лишиться будущего. Да и с Природой следует научиться договариваться, понимать ее законы и не нарушать их в своей деятельности. Принципы экологии должны главенствовать в нашей экономике. Прежде всего необходимо категорически запретить сбрасывать в наши реки, озера и прежде всего в Байкал все то, что нам мешает. Мы же закладываем под себя бомбу.

Мы должны напрячь свой ум на решение окружающих нас обыденных экологических проблем и не дать человеку с его мощным естественным интеллектом перейти красную черту с очень серьезными последствиями. Мы и так уже натворили много непотребного для Природы. Она ведь не железная и может не выдержать, а значит, отомстить нам сама того не желая. Все чаще повторяющиеся погодные катаклиз-

Н.П. Дубинин, директор ИЦиГ СО АН СССР в 1957–1959 гг.

мы должны стать сигналом недооценки их человеком, а значит, нарушением законов Природы.

Если личность по своим параметрам резко отличается от средних для популяции параметрам, то она часто превращается в противовес мнению большинства и перестает с ним считаться. Из таких личностей и формировались профессиональные революционеры, оппозиционеры и другие весьма активные, а иногда и очень агрессивные группы. Меня давно интересует одна из таких активных групп – «зеленые», главной задачей которой является защита Природы. Благородно и положительно. Но иногда их действия и сама идеология защиты Природы вызывают сомнения. Лозунг «не рубить лес», чтобы строить жилье, школы, больницы, университет, для сибиряка-таежника звучит дико. Этот лозунг более понятен для степняков юга России, где действительно необходимо сохранять оставшиеся леса. Для резко различающихся по погодным условиям территориям России должны быть и разные стратегии их обустройства для комфортной жизни человека.

Во время своих зарубежных командировок в Европу, Америку и Азию я интересовался обустройством больших университетских кампусов и был удивлен, что они все окружены великолепными парковыми зонами. По ним можно походить, познакомиться с разнообразием растений, посидеть и великолепно отдохнуть, размяться на спортивных площадках. И я убедился, что именно так следует обустраивать пространство человека. В связи с этим хотелось бы пожелать нашим «зеленым» перейти от запретительных к созданию благоприятных для человека условий.

Конечно, создавать всегда сложнее, чем запрещать. Познав законы Природы человек может вместо ухудшения ситуации значительно улучшить ее, помогая Природе, а значит, и создавать себе более комфортные условия проживания, а для этого необходимо забыть, как уже отмечалось, порочный лозунг «Мы не можем ждать милостей от Природы, взять их у нее – наша задача». Взять-то их можно, но стоить эти милости могут дорого. Природа не подает на милость, она законодатель жизни, а любое нарушение законов наказуемо. Взаимоотношения человека с Природой имеют глобальную значимость.

## Пожелания

Старайтесь как можно раньше определить свою профессиональную нишу, понять, куда больше всего тянет и где вы можете быть максимально полезным: ученым, педагогом, врачом, инженером, токарем, поваром и так далее. Если вы почувствовали, что ошиблись в выборе, то не бойтесь его менять и делайте это как можно раньше и смелее. Если вы выбрали стезю ученого, то должны обладать максимальной любознательностью, повышенным интересом ко всему новому и неизведанному. Чтобы занять в науке достойное место, необходимо получить мощный образовательный фундамент, то есть знать о своей науке все, что сделано до тебя. Да еще свободно владеть английским, чтобы общаться с зарубежными коллегами и читать их работы. Желательно иметь хорошие руки для экспериментальной работы, особенно с живыми объектами. Крайне важно попасть к интересному и уважаемому в научном мире руководителю. От него в значительной мере и зависит ваше будущее в науке.

Мне повезло с научными руководителями. Николай Петрович Дубинин подписал заявление о приеме в Институт цитологии и генетики и сразу определил меня в лабораторию гетерозиса, которой руководил Юрий Петрович Мирюта, выходец из школы Николая Ивановича Вавилова, сохранивший преданность своему учителю в самые трудные времена для генетики. Ниспровергатель устоявшихся догм, бурлящий новыми идеями Юрий Петрович научил нас думать и сомневаться, а главное, сомнения проверять экспериментально. С ним было интересно, но он вскоре уехал в Киев и предложил меня заведующим лабораторией.

Главным своим научным учителем я все-таки считаю Дмитрия Константиновича Беляева, выдающегося эволюциониста, автора эксперимента века по доместикации животных, известного всему мировому биологическому сообществу. Николай Петрович Дубинин пробыл директором Института всего два года и был снят как вейсманист-морганист. Дмитрий Константинович Беляев сменил Н.П. Дубинина и пробыл директором 26 лет. Именно он и сделал Институт таким, каким он сегодня и является. Я довольно рано вошел в команду Д.К. Беляева. Для нас он был примером служения науке, признанным лидером коллектива Института, волевым организатором, патриотом России, прошедшим всю войну от рядового пулеметчика до майора. Сын священника, старший брат Николай, крупный генетик, в 1938 году был репрессирован и погиб. Д.К. Беляев всю жизнь был беспартийным. Рядом с таким человеком было надежно и хотелось максимально ему помогать.

Умный учитель в школе, в университете, в науке – это залог твоего успеха, фундамент преемственности поколений. Один мудрец сказал: «Если ты видишь дальше других, значит, ты стоишь на плечах гигантов». Думайте и мечтайте, чтобы и ваше поколение в будущем взяло на свои плечи вперед смотрящих учеников. Это будет лучший финал. Все молодые, избравшие накопление знаний смыслом своей жизни, должны понимать, что наука – очень конкурентная сфера деятельности, главным итогом которой становится признание коллег по научному сообществу. Критерии признания жесткие, но все они сводятся к тому, чтобы они были замечены, цитировались и легко воспроизводились. В науке, как в спорте: прыгнул выше всех и становишься известным всей спортивной среде; в науке предложил что-то новенькое и двинулся вверх по рейтинговой лестнице, получая большую известность в научном сообществе. Конкуренция – это движущая сила науки, она работает как естественный отбор в эволюционном процессе, определяя лучших.

С другой стороны, наука – это коллективный труд, когда личности объединяются под новую идею и достигают цели сообща. В этой ситуации переоценивать свою роль в коллективном труде крайне нежелательно. Значимость вашего участия должны определять коллеги. Вся тактика научного поиска решается внутри лабораторий. Если сотрудник считает Институт своим вторым домом, то это высшая оценка деятельности администрации Института. Но успешно работать в дирекции Института могут далеко не все, а только мотивированные на эту деятельность. Это особая категория прирожденных управленцев, которых необходимо разглядеть и уговорить. И главное, чтобы это было положительно воспринято коллективом Института. В противном случае вхождение во власть будет тяжелым.

Я четыре раза избирался директором Института, каждый раз проходя пять этапов тайного голосования. И для меня всегда тайное голосование в коллективе Института было главным показателем. А это были тяжелые годы перестройки и девяностые, когда речь шла о выживании, сохранении институтов и Сибирского отделения РАН. В эти тяжелые годы в СО РАН сформировался мощный директорский корпус из учеников основателей Сибирского отделения, который и взял на себя всю тяжесть ситуации и сохранил науку в Сибири. И все же я не советую начинающим научную карьеру стремиться к административным должностям. Лучший вариант – четко определить свое направление в науке, найти свободную или мало занятую нишу, собрать вокруг себя единомышленников и в раскладе по максимуму создать и возглавить лабораторию. Для ученых – это верх стремлений. И удачи вам всем на этом тернистом пути. Будут и неудачи, воспринимайте их спокойно, как данность.

Вернемся к структуре научного сообщества, которая представляет собой хотя и небольшую, но тоже глобально значимую часть человеческой популяции. Выше мы рассмотрели очень важную структуру – лабораторию, где научным лидером является заведующий, а ниже несколько разных по функциям групп исполнителей. Лаборатории – главные структурные единицы научно-исследовательского Института, во главе которого стоит директор. Его задача – выработка общей стратегии развития Института, всех его направлений и лабораторий. И, естественно, мечта каждого директора – сделать свой Институт известным всему научному сообществу по определенному направлению. Не менее важно для директора найти для Института свою нишу, где он может стать лидером.

Поднимаемся выше. Есть лидеры, которых научное сообщество независимо от занимаемой ими должности знает поименно и чтит как основателей новых направлений в науке. Многие из них становятся лауреатами Нобелевской премии. Для генетики это прежде всего Грегор Мендель, открывший гены, и Томас Морган, создавший хромосомную теорию наследственности и получивший за нее первую Нобелевскую премию по генетике. Г. Мендель – это середина XIX века, Т. Морган – первая половина XX века.

Российскую генетическую школу, очень сильную и общепризнанную, сформировали в первой половине XX века профессора Ю.А. Филипченко и Н.И. Вавилов в Ленинграде, Н.К. Кольцов, А.С. Серебровский, Н.П. Дубинин и их коллеги в Москве. Факт, что судьба многих была необычайно сложной, многие коллеги их не понимали, а значит, и не признавали. Так, открытие генов и начало развития новой генетики Г. Менделем было понято и признано только через 30 лет после публикации его статьи, когда первооткрыватель уже ушел из жизни. Такое в науке бывает часто.

Иногда первооткрыватель при публикации результатов своих исследований обращает внимание на отдельные детали, которые для остальных коллег кажутся второстепенными. Но часто именно они становятся основой открытий. Скептики потом удивляются, что действительно все гениальное просто. На этом принципе и сложились законы Природы. Все живые системы созданы по единому принципу с сохранением видовой специфики, механизмов генетического разнообразия и эволюции на адаптивность к внешним условиям. Мудрость Природы в данном случае – унификация процессов жизни.

## Наука и политика

Наука интернациональна, она не имеет государственных границ. Это относится прежде всего к фундаментальным исследованиям, к накоплению новых знаний. Поддержка государством уровня и качества фундаментальных исследований оценивается по международным стандартам, по уровню признания мировым научным сообществом, по целому ряду критериев – публикации, их цитирование, рейтинг журналов и так далее. Отношение ученых к политике определяется простыми критериями – государство должно поддерживать науку, обеспечивать ее развитие, свободу поиска и международное сотрудничество. Во внутренней политике страны для ученых простой критерий – обеспечивать и улучшать благосостояние своих граждан. Для большинства ученых позывы к активной политической деятельности отсутствуют. Ученые, в большинстве технари и прагматики, прекрасно знают, что все условия для этого у нас есть, а наши неудачи – результат плохого и неквалифицированного исполнения и малая ответственность за это.

Президент должен выстроить стратегию развития России, а мы его нагружаем починкой крыш, ремонтом дорог, плохой медициной в деревнях и поселках и многим другим.

Переход на ручное управление – это большой изъян вертикали власти, который многократно усиливается по горизонтали в регионах. Вертикаль власти, на мой взгляд, должна работать не только сверху вниз, но и наоборот, отбирая лучших управленцев в промышленности, сельском хозяйстве, бизнесе и обеспечивая им продвижение вверх по служебной лестнице. Назначения на ответственные должности обязательно должны быть связаны с уже успешным опытом работы на производстве, а не с желанием получить власть. Власть следует давать не тем, кто ее желает, а тем, кого придется долго уговаривать получить ее. Мой многолетний директорский опыт крупного НИИ подтверждает это. Власть любого уровня – это служение подчиненным, их интересам и их благополучию. Для всех входящих во власть это должно быть законом.

Среди ученых, хотя и очень редко, встречаются личности, предрасположенные к политической деятельности и желающие активно в ней участвовать. Но большинство ученых считают наиболее адекватным вариантом для себя нейтральное отношение к политике. Положительное или отрицательное отношение к ней зависит от отношения государства к науке, уровня ее поддержки и понимания роли науки в развитии государства. Одним из отрицательных моментов в научно-технической политике России является отсутствие четкой системы управления этим процессом.

Раньше головной научной организацией была Академия наук с ее институтами, отвечающая за фундаментальные исследования. Госкомитет по науке и технике в СССР отвечал и поддерживал прикладные исследования. Академическая система организации науки успешно работает в России почти 300 лет. В 2012 году произошли серьезные изменения в управлении наукой. Все институты РАН подчинены Министерству науки и высшего образования и обязаны выполнять все министерские требования и регламенты. Российская академия наук состоит из членов академии, их общего собрания и Президиума как исполнительного органа. По всем направлениям наук сохранились специализированные отделения, состоящие из членов РАН. Главная задача Академии наук – экспертное сопровождение значимых для России научно-технических проектов. Довольно неопределенное и расплывчатое предназначение. Важным и нерешенным вопросом реформы РАН является отсутствие главного и единого ответчика, идеолога и разработчика стратегии развития науки в России и оценки результатов, проводимых фундаментальных и прикладных исследований. Раньше за все отвечала Академия наук СССР, а затем Российская академия наук.

Сегодня это прежде всего Министерство науки и высшего образования по согласованию с Академией наук. Был предложен даже принцип «двух ключей» для решения всех проблем науки. Для этого в состав РАН в виде отделений были введены академии медицинских и сельскохозяйственных наук. Но все это было плохо продумано и не нашло реализации. Один из двух ключей так и остается лежать под ковриком перед входной дверью. Таким образом, важнейшие вопросы управления наукой остаются до сих пор в подвешенном состоянии. Утешает то, что академические институты, несмотря на переподчиненность, объединения в федеральные центры, работают в прежнем режиме, хотя и ворчат на увеличение пресса формальных требований со стороны Министерства. Породить проблемы легко, а решить их потом бывает очень трудно.

И в этом случае наука, как интернациональное достояние, тесно связана с политикой государства по отношению к ней. И, естественно, она надеется на понимание ее проблем и помощь в их решении. Есть сферы государственной деятельности, где резкие изменения, смелые эксперименты, плохо продуманные реформы весьма опасны. Это прежде всего образование, наука и медицина.

Невозможно понять, зачем прекрасно выстроенное среднее школьное образование и высшее в виде пятилетней специализации заменили на ЕГЭ и Болонскую систему. Возможно, эти системы создавались для тех стран, где существуют совершенно другие подходы подготовки школьников к поступлению в университет. У нас же при поступлении в вузы оценивались школьные знания, уровень которых рейтинговался на вступительных экзаменах, и было ясно, что успешно сдавшие его имеют все основания успешно за 5 лет освоить предлагаемый им объем знаний и получить диплом о высшем образовании. Все понимают, кто такой инженер, врач, учитель, агроном. Но для многих не совсем понятно, кто такие бакалавры и магистры. Перемудрили инициаторы реформ, а может, перестарались. Младореформаторы зачастую бывают очень амбициозными. А иначе как их запомнить.

Однажды я спросил у друга, академика, мнение о его успешном ученике и получил неожиданный ответ: «Огонь и воды прошел успешно, а вот медные трубы не смог». Бывает и такое. Еще раз убеждаюсь в том, что во власть следует пускать не жаждущих, а тех, кто способен ее употребить во благо. Мы никогда не задумываемся над тем, какое многоликое, генетическое разнообразие личностей имеется, потому что они неожиданно проявляются иногда только в экстремальных ситуациях и часто к нашему удивлению.

Политика для человека – это атрибут власти, по законам которой он существует. Но у человека есть и внешнее предназначение – он дитя Природы и должен знать, уважать, не нарушать прежде всего ее законы. И раз уж по воле случая тебе выпала такая честь получить земную жизнь, то и постарайся пройти ее с минимальными отступлениями от общечеловеческих заповедей.

## Наука и религия

Наука – это существенная часть государства, создающая материальные блага для человека в виде новых технологий во всех сферах экономики. Религия отделена от государства и представляет духовную сферу личности, ее веру в Бога и бессмертие души человека. Главным стержнем духовности личности является вера в жизнь, в доброту, справедливость и во Всевышнего, обладающего всеми этими качествами и управляющего судьбой человека. Это особенно ярко видно, когда человек попадает в тяжелую ситуацию и окружающие его ничем не могут ему помочь. В такой ситуации остается обращение к Богу и вера в его помощь, в ожидании которой становится легче. Этим и измеряется сила веры человека как важнейшего фактора в его судьбе. И это заслуживает уважения.

Часть человеческой популяции считает себя атеистами, отрицающими существование Бога и веру в него. Это их личная позиция, и к их неверию тоже следует относиться спокойно и уважительно.

Главный религиозный постулат – это бессмертие души человеческой, ее уход из бренного тела в неземную жизнь. Вот только понять бы, что такое душа. Не только знаний, но даже фантазий не хватает, чтобы понять это. Но генетики проблему бессмертия объясняют научно и просто: никуда не исчезают, а передаются из поколения в поколение наши гены и именно они и являются элементом, единицей бессмертия. Половые клетки родителей содержат молекулы ДНК с нашими генами, образуют одноклеточный зародыш, который развивается до личности по программе, записанной в генах.

Главная задача ученого – выстраивать свое мировоззрение на основе добытых знаний и достоверных фактов. Все это он делает для блага человека, для улучшения условий его земной жизни.

Главная задача священника связана с духовной сферой человека, его верой в существование Бога и его всесилии над судьбой человека. Правила же земной жизни верующего человека заложены в десяти заповедях нагорной проповеди – «не убий», «не укради» и других.

Поэтому наука и религия не являются противостоящими идеологиями, у них совершенно разные задачи и сферы деятельности. Они по-разному видят судьбу человека и по-разному оценивают его веру в Бога. Хотя не исключено совмещение в одном лице ученого и верующего человека. Такие случаи я наблюдаю и ничего плохого в них не вижу. Человек имеет право на свободу выбора. Яркий пример этому – великий физиолог, Нобелевский лауреат, академик Иван Петрович Павлов. Высшие слои общества во всем мире воспринимают веру в Бога как веру в высшую справедливость и всегда противостояли грубым вмешательствам в дела религиозные. Некоторые президенты заканчивают свои речи словами «С нами Бог!» Но все-таки это внешнее проявление веры. А есть молчаливое, но более глубокое проявление веры – внутреннее, а значит, личное. И именно оно и есть настоящая вера. Ведь верить необходимо прежде всего в самого себя, в избранные тобой идеалы, в доброту, справедливость и равенство и благие намерения человека разумного.

Вера и разум сделали человека властелином планеты Земля и возложили на него полную ответственность за ее благополучие. Блажен, кто верует. И прежде всего в самого себя. Это делает человека сильным, а безверие – слабым. Главное, чтобы цели и их мотивы были добрыми и полезными всему человеческому сообществу. Это и есть наше главное предназначение в земной жизни.

## Итого

Что необходимо человеку?

Во-первых, получить жизнь, то есть родиться на планете Земля и стать членом стаи, обладающей разумом живых существ.

Во-вторых, заполучить хороших, добрых, справедливых и любящих родителей и получить от них прививку делать в будущем только благо для окружающих тебя собратьев, в том числе и меньших.

В-третьих, как можно раньше предугадать свое предназначение и по нему определить род своей деятельности, то есть профессию. По избранному роду деятельности желательно получить максимально полное образование и стать не просто, а экстра-специалистом.

Для полного счастья человек не должен замыкаться в узкопрофессиональной деятельности и должен для себя и окружающих быть знатоком литературы, поэзии, музыки, живописи, спорта, еще многого и интересного для общения. Лично для меня особый интерес для общения представляет человек, который хорошо знает историю и с которым можно поспорить по оценке известных в прошлом событий.

По христианским канонам, одним из самых тяжких грехов человека считается уныние. Сегодня мы называем его депрессией, стрессом. Это очень мощные факторы воздействия на организм человека, так как они ослабляют его устойчивость, иммунитет к воздействию внешних факторов и часто становятся причиной различного рода заболеваний, изменения поведенческих и психоэмоциональных проявлений. За свою жизнь человек подвержен многим стрессам, но он обязан пополнять резервы, позволяющие спокойно и быстро избавляться от них. Для этого понадобится мощная поддержка родных, близких и друзей, так как в одиночестве сделать это бывает гораздо тяжелее, а иногда и невозможно.

Уход в себя ничего хорошего не предвещает. Организм человека обладает огромными возможностями и иногда в экстремальных ситуациях творит чудеса. Но главное в том, чтобы правильно распределить эти возможности в процессе жизни и пореже выходить в экстремальные ситуации.

Во всем следует соблюдать меру. Выше я писал, что Природа любит, когда все параметры в пределах средней по популяции. Выпендреж не поддерживается, хотя в редких случаях он полезен.

Более привлекателен для окружающих человек, обладающий чувством юмора. Это особенно важно по отношению к себе и своей самооценке. Именно чувство юмора помогает человеку справиться с унынием, депрессией, а в целом и со стрессом. Но юмор должен быть добрый, вызывающий успокоение и веселое настроение и, конечно, без обид.

Отмечено, что в самые трудные времена появляется много анекдотов. Это прием самозащиты: юмор помогает справиться с трудностями. До сих пор народ веселится, вспоминая В.С. Черномырдина с его «хотели как лучше, а получилось как всегда». Человеку ведь требуется хорошее настроение, которое и создается его отношением к юмору.

Матушка Природа запрограммировала человеку, да и всем живым существам жизненный цикл и его главный итог – воспроизведение последующих поколений и продолжение рода в детях, внуках и далее. Все, что человек делает помимо этого, связано с необходимостью поставить новые поколения на ноги и обеспечить им лучшее будущее. И для этого человек в процессе своего жизненного цикла старается сделать все максимально продуктивно. Для этого он и создан Природой. Гениально решена и вторая задача – равное количество мужчин и женщин во всех поколениях, 50:50

с небольшими отклонениями. Это определяют две половые хромосомы X и Y (XX – женщина, XY – мужчина). При этом пол всегда определяет мужчина. Итогом всего этого является подбор пар – создание семьи. Генетический итог – перекомбинация генов родителей в геноме детей и на выходе новых сочетаний генов и на их основе биоразнообразие потомков, что так необходимо для эволюции.

И все это значит, что человеку необходима надежная и прочная семья. Но основа ее создания весьма непроста. Принято считать, что любовь и красота спасут мир, и с этим можно согласиться. Хотя Николай Васильевич Гоголь считал, что нет чувства выше товарищества, и с этим можно тоже согласиться. И тогда получается, что для прочной семьи нужна триада – любовь, взаимное уважение и товарищи по жизни. Иначе может не получиться. Как говорят, «жизнь прожить – не поле перейти». Все бывает: ошибки, нелучшие поступки, о которых сожалеешь. И если человек это осознает, то следует научиться прощать его.

Самоутверждаться нужно спокойно и с полным пониманием темы обсуждения. Если не уверен, лучше воспользоваться поговоркой англичан «не упусти случая промолчать». Это касается прежде всего эмоциональных личностей. Необходимо научиться с раннего возраста уважать старших. У некоторых национальностей это святой закон. И сделать так, чтобы это стало всеобщим достоянием. Это важно по многим причинам. Это преемственность поколений, это огромный жизненный опыт, это мудрость в принятии решений, это научные школы, объединяющие многие поколения, во главе которых стоят старейшины.

Уважение старших – это понимание прошлого, на котором и выстраивается наше настоящее и будущее. Количество людей, не помнящих родства, должно постоянно уменьшаться. Человек во всех ситуациях должен оставаться оптимистом, быть уверенным в своих силах и знать, что он способен преодолеть любые трудности. Необходимо научиться адекватно справляться со стрессами и ни в коем случае не впадать в депрессию. Для человека это очень опасно, в том числе и для здоровья. Иногда у человека в процессе его жизни возникают негативные поведенческие реакции: повышенная агрессивность, злобливость, излишняя прямота, дерзость, грубость, трусость. Это, к сожалению, связано с перекомбинацией родительских генов, формированием их новых сочетаний. Их проявление обусловлено неблагоприятными условиями жизни. Важно как можно раньше их заметить и через воспитание и образование максимально смягчить.

Как советуют, не смешите Всевышнего своими планами на будущее. Лучше сохраните надежду, что в ваших песочных часах жизни еще есть содержимое.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 02.04.2020. После рецензирования 28.04.2020. Принята к публикации 28.04.2020.

Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции
Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding
2020 • 6 • 2 • 85-89

pismavavilov.ru
**DOI** 10.18699/Letters2020-6-10

Обзор

# Анатолий Михайлович Полищук (1940–2020)

М.Д. Голубовский[1], И.К. Захаров[2]✉

**Благодарности:** Авторы безмерно благодарны Наталии Павловне и Илье Анатольевичу Полищук, а также Татьяне Иосифовне Аксенович за помощь и ценные комментарии при написании этой статьи.

**Для цитирования:** Голубовский М.Д., Захаров И.К. Анатолий Михайлович Полищук (1940–2020). *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020;6(2):85-89. DOI 10.18699/Letters2020-6-10

Review

# Anatoly Mikhailovich Polishchuk (1940–2020)

M.D. Golubovsky[1], I.K. Zakharov[2]✉

**For citation:** Golubovsky M.D., Zakharov I.K. Anatoly Mikhailovich Polishchuk (1940–2020). *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektsii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding.* 2020;6(2):85-89. DOI 10.18699/Letters2020-6-10 (in Russian)

Доктор биологических наук Анатолий Михайлович Полищук родился на Украине в Полтаве 11 июня 1940 г. Его отец, Моисей Соломонович, был кадровым военным, мать, Лидия Исааковна, – врачом-онкологом. Жизнь Анатолия Михайловича была насыщена, трудна, многообразна и проходила в разных городах и странах.

Его творческая жизнь была посвящена исследованиям цитогенетических и молекулярных механизмов клеточного цикла и тканевой репарации, работе в области медицинской генетики, ее организации и преподаванию в медицинских институтах. Наиболее активный период творчества А.М. Полищука протекал в новосибирском Академгородке, в стенах Института цитологии и генетики СО АН СССР – в лаборатории радиационной генетики, возглавляемой профессором Ю.Я. Керкисом (Лебедева, Захаров, 2007).

А.М. Полищук окончил 1-й Ленинградский медицинский институт им. академика И.П. Павлова в 1963 г. Еще студентом он включился в научные исследования в Институте онкологии Академии медицинских наук СССР. Результаты этих исследований были представлены на Ленинградской онкологической конференции в 1962 г. и опубликованы в журнале «Вопросы онкологии» (1963, Т. 9, № 3). Руководителем работ Анатолия Михайловича был известный фармаколог и токсиколог доктор медицинских наук, профессор Николай Васильевич Лазарев. Он привлек студента А.М. Полищука к опытам по терапии опухолей и изучению фармакологического воздействия на метастазирование. С 1941 по 1958 г. Н.В. Лазарев был начальником кафедры фармакологии Военно-медицинской академии (Ленинград), а с 1959 г. руководил лабораторией экспериментальной онкологии Института онкологии АМН СССР. Анатолий Михайлович всегда вспоминал своего учителя, профессора старой школы, не только с почтением и уважением, но и с восхищением – его глубокое «дореволюционное» образование, стиль поведения, манеру говорить, вести дискуссии. (Стала легендой история, когда однажды почтенный профессор Лазарев появился в институте в эпатажных голубых брюках, за какие в те годы «борьбы со стилягами» преследовали модных юношей.)

Н.В. Лазарев хотел оставить способного студента в своей лаборатории, но это ему не удалось. После окончания

[1] Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия
[2] Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия
[1] St. Petersburg Branch of the S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, Russian Academy of Sciences St. Petersburg, Russia
[2] Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia
✉ e-mail: zakharov@bionet.nsc.ru

© Голубовский М.Д., Захаров И.К., 2020

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License

А.М. Полищук (Ашкелон, 2012 г.)

мединститута в 1963 г. А.М. Полищуку по распределению пришлось поехать на Камчатку и работать патологоанатомом в областной больнице.

Нам не дано предугадать судьбу. В Петропавловске-на-Камчатке А.М. Полищук встретил Наталию Павловну. Она после окончания юридического факультета Московского госуниверситета также была распределена на Камчатку и работала следователем прокуратуры. Их судьбоносная встреча произошла, вне всякой романтики, в морге, при расследовании одного из дел об убийстве. Вот так возник прочный семейный союз, который длился 56 лет и выдержал все жизненные испытания.

В ходе долгого пути следования к своей работе на Камчатке А.М. Полищук сделал «авантюрную остановку» в Новосибирске с целью увидеть ставший знаменитым Академгородок и посетить известный Институт цитологии и генетики. В студенчестве он бредил генетикой и конспектировал статьи в этой области. В институте А.М. Полищуку удалось побеседовать с Рудольфом Иосифовичем Салгаником, который порекомендовал поступить в аспирантуру к Юлию Яковлевичу Керкису через два года и обещал прислать вызов на конференцию в ИЦиГ СО АН СССР. Рудольф Иосифович свое обещание выполнил. На этой конференции А.М. Полищук встретился со своим будущим руководителем и, получив согласие Ю.Я. Керкиса, стал готовиться к экзаменам. Успешно сдав их, он был зачислен в аспирантуру ИЦиГ в октябре 1965 г.

Для любого молодого исследователя было большой удачей попасть в лабораторию Ю.Я. Керкиса, замечательного ученого, который в молодости работал под началом выдающихся генетиков-классиков Ю.А. Филипченко, Ф.Г. Добжанского, Н.И. Вавилова и Г.Дж. Мёллера. Юлий Яковлевич был высокопорядочный и располагаюший к себе интеллектуал. Его лаборатория была одной из первых, где на культуре клеток человека была установлена высокая чувствительность хромосом к радиации и определена минимальная повреждающая доза. Об этом ярко рассказано в биографическом очерке о Ю.Я. Керкисе (Лебедева, Захаров, 2007).

С огромной энергией А.М. Полищук включился в исследования лаборатории. Он выбрал своей задачей установить, на каких стадиях клеточного деления хромосомы особо чувствительны к радиации. В качестве модели весьма удачно были выбраны делящиеся клетки печени. Печень – удивительный орган, способный к регенерации, восстановлению своей массы даже при резекции двух третей ее объема. А.М. Полищук определил, что в норме скорость обновления гепатоцитов печени мала, в митоз вступает всего 0.1–0.01 % из их числа. Но при резекции половины печени до 70 % гепатоцитов начинают делиться, и печень за две недели восстанавливает первоначальный объем. При этом важно, что клетки печени синхронно включаются в цикл клеточного деления. Таким образом, регенерирующая печень – замечательная модель для изучения молекулярно-цитологических процессов, происходящих на различных стадиях деления клеток.

Будучи аспирантом, Анатолий Михайлович опубликовал в журнале «Цитология» детальное исследование состава и динамики клеточной популяции регенерирующей печени у крыс после ее частичной резекции (Полищук, 1968). Этот цитологический анализ позволил точно оценить и сопоставить радиочувствительность хромосом на разных стадиях цикла митоза. Было найдено, что начало репликации ДНК (S-период) наиболее чувствительно к облучению. К 1969 г. А.М. Полищук опубликовал серию статей по данной теме, одну из них – в «Докладах Академии наук». К печати ее представил академик Б.Л. Астауров. В мае 1969 г. Анатолий Михайлович успешно защитил кандидатскую диссертацию. Одним из оппонентов был известный московский радиобиолог доктор биологических наук В.И. Корогодин.

С заведующим лабораторией Ю.Я. Керкисом у А.М. Полищука сложились хорошие доверительные отношения. Было удивительно, что Юлий Яковлевич отказался поставить свою фамилию на первой статье своего аспиранта, сказав: «Вы выбрали тематику и методику исследований. Я в этом не участвовал, обсуждение статьи не является участием, больше с таким предложением ко мне не подходите». Юлий Яковлевич курировал становление в Сибири медицинской генетики и стоял у истоков медико-генетического консультирования в Новосибирске. Он привлек к этой деятельности и А.М. Полищука. Это очень пригодилось Анатолию Михайловичу в перипетиях его жизненного пути.

Ю.Я. Керкис, лично знакомый со многими отечественными и зарубежными биологами, завещал часть своей уни-

кальной генетической библиотеки библиотеке Сибирского государственного медицинского института (Томск) и частично библиотеке ИЦиГ СО РАН.

После защиты кандидатской диссертации А.М. Полищук активно продолжал цитогенетические исследования по анализу клеточного цикла и пострадиационной репарации. Его статьи опубликованы в журналах «Цитология», «Генетика», сборнике «Механизмы регенерации и клеточного деления» (М.: Медицина, 1971). В 1973 г. Анатолий Михайлович сделал доклад на 6-й Европейской конференции по клеточной пролиферации, которую проводил Институт молекулярной биологии Академии наук СССР.

К сожалению, в 1975 г. на взлете своих исследований А.М. Полищуку пришлось (не по своей воле и не по желанию Ю.Я. Керкиса) оставить лабораторию и перейти в Клинический отдел при Президиуме СО АН СССР. В каком-то смысле повторилась судьба самого Юлия Яковлевича, которому в этом же возрасте пришлось сменить работу. Однако Ю.Я. Керкис поддерживал сотрудничество А.М. Полищука с коллегами по лаборатории.

Основной темой исследования в Клиническом отделе стала пренатальная диагностика хромосомных болезней. Для размножения эмбриональных клеток, полученных при амниоцентезе, требовалась эмбриональная телячья сыворотка, содержащая ростовые вещества. Сыворотка до сих пор импортируется по дорогой цене: стандартная упаковка – 1000–1500 долларов. Отсутствие сыворотки и ее высокая импортная стоимость сдерживали задуманные опыты. А.М. Полищук гордился, что сумел наладить методику получения сыворотки в советских условиях. На Новосибирском мясокомбинате он договорился, чтобы ему сообщали об очередном забое коров, среди которых были и стельные. А из эмбрионов он получал необходимую сыворотку. Он ездил на мясокомбинат в любую погоду, даже в сибирские морозы.

Неожиданная кончина Ю.Я. Керкиса в 1977 г. (вследствие осложнения после гриппа) и организационные пертурбации Клинического отдела заставили А.М. Полищука искать новое место работы. В 1978 г. он возглавил кафедру биологии и генетики вновь созданного медико-биологического факультета Томского государственного медицинского института. При избрании по конкурсу очень помогла рекомендация выдающегося выпускника этого института профессора Л.И. Корочкина. За недолгие четыре года заведования кафедрой Анатолий Михайлович сумел проявить свои таланты организатора науки и лектора. Он читал курсы: «Цитохимия», «Цитологические и молекулярные механизмы наследственности», «Генетика человека». На кафедре начал активно работать студенческий кружок. А.М. Полищук организовал спецкурсы по различным вопросам медицинской генетики и получил согласие известных ученых приехать прочесть курс из пяти-шести лекций. Среди них были доктора биологических наук Л.И. Корочкин, А.А. Нейфах, М.Б. Евгеньев, В.М. Гиндилис. На эти лекции собирались студенты разных факультетов.

Ныне Томский мединститут преобразован в Сибирский государственный медицинский университет. На его сайте (http://ssmu.ru) в разделе по истории кафедры биологии

Обложка книги «Медицинская генетика» (2012)

и генетики документировано: «В 1975 г. в ТМИ был открыт новый медико-биологический факультет. Первым заведующим кафедрой биологии и генетики медико-биологического факультета стал доцент Анатолий Михайлович Полищук, окончивший Ленинградский медицинский институт. На кафедре была налажена культура гепатоцитов. Начал активно функционировать студенческий кружок. Активными кружковцами были студенты, ныне известные ученые у нас в стране и за рубежом».

Личность и стиль общения А.М. Полищука привлекали не только талантливых студентов. В те же годы в Томске создавался филиал Центра психического здоровья. Заведующий лабораторией клинической генетики этого центра Михаил Рицнер в своих воспоминаниях об А.М. Полищуке очень точно отметил: «Его харизма выглядела одновременно естественной и непонятной, а обаятельная улыбка и блеск в глазах придавали редкий шарм его умному лицу. В наших спорах «обо всем на свете» он задавал простые и ясные вопросы, пытаясь найти такие же ответы.» (www.proza.ru/2019/05/16).

В феврале 1982 г. А.М. Полищук представил в ученый совет Томского государственного мединститута рукопись докторской диссертации по материалам своих исследований в ИЦиГ СО АН СССР. Казалось бы, все шло хорошо. Но... так уж совпало, что в начале 1982 г. томский КГБ стал раскручивать

дело № 20, или «дело книжников», по статье 190-1 УК РСФСР о «распространении заведомо ложных клеветнических измышлений, порочащих советское государство и общественный строй». А проще говоря, о хранении и распространении («дал почитать») самиздата, к которому относились тогда и повесть Булгакова «Собачье сердце», и книги Замятина, Солженицына, Зиновьева, Войновича, и даже повести-антиутопии Дж. Оруэлла. Это из того списка книг, чтение и распространение которых инкриминировалось троим, осужденным по «делу книжников». Сейчас (да и уже спустя 6–7 лет после 1982 г.) преследования за эти книги кажутся абсурдом или бредом. Но тогда ретивыми деятелями томского КГБ к допросам, обыскам и преследованию было привлечено до сотни человек, в основном из научной среды. Среди них оказался и А.М. Полищук. Его докторская диссертация была возвращена из ученого совета мединститута со словами, что она больше никогда не пригодится и ему следует позаботиться, как бы не сесть в тюрьму. Была выдана негативная характеристика – «волчий билет».

Беда никогда не приходит одна. В это же время в Ужгороде умерла Лидия Исааковна, мать Анатолия Михайловича, его больной отец остался один. И в июле 1982 г. А.М. Полищук увольняется «по собственному желанию» и уезжает в Ужгород. В октябре 1982 г. он был принят на работу в областную больницу Закарпатья для организации там отдела медико-генетической консультации. В короткое время этот отдел был создан и стал активно работать. Так, например, была найдена и описана редкая цитогенетическая аномалия – делеция длинного плеча Y-хромосомы у стерильного мужчины (Полищук и др., 1991).

Цитолог-мудрец В.Я. Александров в одном из своих афоризмов заметил: ученые подобны рефлексам и делятся на условные и безусловные. Первые требуют определенных или даже особых условий для работы. А вторые научно активны при любых условиях. Словно подтверждая этот афоризм, А.М. Полищук, работая в Ужгородской областной больнице, публикует два обзора в авторитетном журнале «Успехи современной биологии»: в 1983 г. – «Особенности пролиферации гепатоцитов в растущей и регенерирующей печени» и в 1986 г. – «Регуляция репликации ДНК в клетках эукариот». О качестве и актуальности этих обзоров говорит то, что их цитировали и спустя четверть века после публикации.

Осенью 1987 г. А.М. Полищук защитил в Отделе молекулярной и радиационной биофизики Ленинградского института ядерной физики свою «многострадальную» докторскую диссертацию на соискание ученой степени доктора биологических наук «Влияние рентгеновского облучения на динамику синтеза ДНК и радиочувствительности хромосом в S-периоде митотического цикла» (официальные оппоненты – В.И. Корогодин, В.Я. Бродский и В.Д. Жестяников).

Через четверть века, в сентябре 1989 г., Анатолий Михайлович возвратился в Ленинград, где был избран доцентом на кафедре медицинской генетики Ленинградского педиатрического медицинского института и читал ряд спецкурсов.

В сентябре 1991 г. А.М. Полищук переехал в Израиль, там уже почти год жил его сын с семьей. В Израиле Анатолий Михайлович заведовал медико-генетической лабораторией в медицинском центре г. Ашкелон до выхода на пенсию. Он сохранял научные связи с Россией. Стал соавтором монографии «Медицинская генетика» (2012 г.) и автором активно цитируемой статьи по истории медицинской генетики в России (2010 г.) (рисунок). Последние четыре года своей жизни, живя в г. Беер-Шева на юге Израиля, Анатолий Михайлович тяжело болел. Его заботливо опекали жена Наталия Павловна и сын Илья (врач-кардиолог). Анатолий Михайлович скончался 15 февраля 2020 г.

Три черты были в высокой степени свойственны А.М. Полищуку: любовь к знаниям, справедливость и стремление к личной свободе, а также, конечно, благорасположение и широта души. Все это привлекало к нему людей. В лаборатории радиационной генетики ИЦиГ Анатолия Михайловича обожали и любили.

Отзывчивый по природе, А.М. Полищук как врач считал своим долгом приходить на помощь всем, кто в этом нуждался. Молекулярный генетик М.Б. Евгеньев вспоминает характерный случай, когда они вместе с профессором Л.И. Корочкиным, будучи приглашенными для чтения лекций в Томск, возвращались зимним вечером (мороз –30 по Цельсию), думая, как бы быстрее добраться до теплого дома. Вдруг они увидели толпу, услышали плач ребенка, хотели пройти мимо. Но Анатолий Михайлович сказал, что надо посмотреть, что происходит. Оказалось, в центре толпы молодая семейная пара, ругаясь, тянет двух-трехлетнего ребенка в разные стороны, а он истошно кричит. Вроде как «семейная разборка», как тут вмешаться? Но Анатолий Михайлович протолкался через толпу и, объявив громким голосом: «Я врач скорой помощи!», взял на руки плачущего ребенка, который сразу умолк. Вместе с присмиревшими родителями они дошли до их дома, куда Анатолий Михайлович вошел и уложил ребенка спать. «Я на всю жизнь получил урок «вмешательства», – вспоминал М.Б. Евгеньев спустя четыре десятилетия.

## Избранные работы А.М. Полищука

Полищук А.М. Состав и кинетика популяций клеток в регенерирующей печени крыс в ранние сроки и после частичной гепатэктомии. *Цитология*. 1967. Т. 9. № 6. С. 652-657.

Полищук А.М., Валеева Ф.С. О применении клеточной суспензии из регенерирующей печени крыс для определения митотической активности, авторадиографического и цитофотометрического исследования. *Цитология*. 1968. Т. 10. № 6. С. 773-776.

Полищук А.М., Гундерина Л.И. Авторадиографическое и цитофотометрическое исследование скорости включения $H^3$-тимидина в клетки регенерирующей печени, облученные в периодах S и $G_1$. *Доклады Академии наук*. 1969. Т. 185. № 3. С. 686-689.

Керкис Ю.Я., Полищук А.М. Цивилизация и наследственные болезни. *Природа*. 1969. № 1. С. 33-39.

Полищук А.М., Мягкая Т.Т., Аксенович Т.И. Авторадиографическое и цитофотометрическое исследование синтеза ДНК и кинетики клеточной популяции в регенерирующей печени крыс в норме и после рентгеновского облучения. Механизм регенерации и клеточного деления. М.: Медицина, 1971. С. 125-126.

Полищук А.М., Мягкая Т.Т., Гундерина Л.И. Скорость включения $H^3$-тимидина в диплоидные и тетраплоидные ядра клеток регенерирующей печени крыс на протяжении S-периода. *Цитология*. 1971. Т. 13. № 10. С. 1225-1232.

Полищук А.М. Эффект рентгеновского облучения на синтез ДНК и кинетику клеточной популяции регенерирующей печени крыс. II. Облучение клеток в S- и $G_2$-периоде. *Цитология*. 1973. Т. 15. № 6. С. 712-721.

Полищук А.М., Калмыкова Е.Ю., Урженко А.В. Образование тетраплоидных ядер в регенерирующей печени крыс. *Онтогенез*. 1976. Т. 7. № 3. С. 299-303.

Аксенович Т.И., Полищук А.М. Изменения в радиочувствительности хромосом в S-периоде в клетках регенерирующей печени. *Генетика*. 1977. Т. 13. № 7. С.1194-1201.

Полищук А.М. Особенности пролиферации гепатоцитов в растущей и регенерирующей печени. *Усп. соврем. биологии*. 1983. Т. 96. № 3(6). С. 451-466.

Полищук А.М., Аксенович Т.И. Синтез ДНК в моно- и двуядерных клетках регенерирующей печени крыс после рентгеновского обучения. *Цитология*. 1984. Т. 26. № 8. С. 942-947.

Полищук А.М. Регуляция репликации ДНК в клетках эукариот. *Усп. соврем. биологии*. 1986. Т. 101. № 3. С. 329-344.

Полищук А.М. В действительности все не так, как на самом деле. *Химия и жизнь*. 2003;6:44-47.

Полищук А.М. Медицинская генетика в России. *Химия и жизнь*. 2010. № 2.

Горбунова В., Кадурина Т., Полищук А. Медицинская генетика. Основные положения, а также области их клинического использования. LAP LAMBERT Academic Publ., 2012.

Голубовский М.Д., Полищук А.М. Несколько слов о К.Н. Гринберге. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2013. Т. 17. №. 1. С. 29-31.

## Список литературы / Reference

Лебедева Л.И., Захаров И.К. Жизнь есть подвиг: к 100-летию со дня рождения генетика, профессора Юлия Яковлевича Керкиса (1907–1977). *Информационный вестник ВОГиС*. 2007;11(1):16-38.
[Lebedeva L.I., Zakharov I.K. Life is a feat: commemorating the 100-years birth anniversary of geneticist, professor Yuly Yakovlevich Kerkis (1907–1977). *Informatcionny Vestnik VOGIS = The Herald of Vavilov Society for Geneticists and Breeding Scientists*. 2007;11(1):16-38. (in Russian)]

Полищук А.М. Влияние рентгеновского облучения на синтез ДНК и кинетику клеточной популяции в регенерирующей печени крыс. 1. Облучение клеток в периоде $G_1$. *Цитология*. 1968;11(10):48-55.
[Polishchuk A.M. The effect of X radiation of the DNA synthesis and kinetics of cell population in the regeneration rat liver. 1. Irradiation of cells at the $G_1$ period. *Tsitologiya = Cytology*. 1969;11(10):48-55. (in Russian)]

Полищук А.М., Козерема О.И., Павлова Т.С. Редкий случай делеции длинного плеча Y-хромосомы у стерильного пациента. *Цитология и генетика*. 1991;25(2):53-54.
[Polishchuk A.M., Kozerma O.I., Pavlova T.S. Rare case of long arm deletion of Y chromosome of sterile man. *Tsitologiya i Genetika = Cytology and Genetics*. 1991;25(2):53-54. (in Russian)]

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 02.03.2020. После рецензирования 23.03.2020. Принята к публикации 23.03.2020

«Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции» – сетевое научное издание открытого доступа. Основано в 2015 году (до 2019 года выходило под названием «Письма в Вавиловский журнал»). На страницах издания публикуются результаты экспериментальных, методических и теоретических исследований, аналитические обзоры по всем разделам генетики и селекции, а также по смежным областям биологических и сельскохозяйственных наук; материалы и документы по истории генетики и селекции; описания сортов растений и пород животных; рецензии; письма, адресованные редактору; персоналии и мемориальные статьи; хроника и информация из региональных отделений Вавиловского общества генетиков и селекционеров.

Цель издания – донести новейшие результаты фундаментальных и прикладных исследований в области генетики растений, животных, человека, микроорганизмов, описание новых методов и селекционных достижений до наибольшего числа ученых, включая специалистов из смежных областей науки и техники, а также до преподавателей вузов, читающих курсы лекций по генетике и селекции.

Регистрационное свидетельство СМИ Эл № ФС77-75536 выдано 08 мая 2019 года Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Прием статей осуществляется через электронную почту редакции: pismavavilov@bionet.nsc.ru

Адрес издания в сети интернет: http://pismavavilov.ru/

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики
Сибирского отделения Российской академии наук» (ИЦиГ СО РАН)
Адрес учредителя и издателя: проспект Академика Лаврентьева, 10, Новосибирск, 630090
Адрес редакции: проспект Академика Лаврентьева, 10, Новосибирск, 630090
Телефон редакции: (383) 363 4963, доб. 5316
✉ Электронный адрес редакции: pismavavilov@bionet.nsc.ru

Выпуск подготовлен информационно-издательским отделом ИЦиГ СО РАН

Дата публикации: 02.06.2020