

Письма

в

**ВАВИЛОВСКИЙ ЖУРНАЛ
ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ**

Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding

2022
О К Т Я Б Р Ь

Обзоры • Оригинальные статьи • Воспоминания

Том 8
№3

PISMAVAVILOV@BIONET.NSC.RU

ПИСЬМА В ВАВИЛОВСКИЙ ЖУРНАЛ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

Научный рецензируемый журнал

Лисьма



ВАВИЛОВСКИЙ ЖУРНАЛ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

Основан в 2015 году
Периодичность четыре выпуска в год

DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-12

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 – академик 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)

Ответственный секретарь

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

Редакционная коллегия

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. Гултыяева – 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)

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)

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)

Scientific Peer Reviewed Journal

Letters

to **VAVILOV JOURNAL
OF GENETICS AND BREEDING**

Founded in 2015

Published four times a year

DOI 10.18699/LettersVJ2022-8-12

Founder

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

Editor-in-Chief

A.V. Kochetov – Dr. Sci. in Biol., Full 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 Secretary

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

Editorial board

O.S. Afanassenko – 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. Gulyaeva – 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 Göttingen, Göttingen, 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)

СОДЕРЖАНИЕ • 2022 • 8 • 3

- Генетика растений**
- 237 **Оригинальное исследование**
Тандемный повтор длиной 646 п.н.
маркирует короткое плечо хромосомы 5B
у образцов *Triticum* и *Aegilops*
Е.М. Сергеева, И.Г. Адонина, М.А. Нестеров, Е.А. Салина
- Селекция растений**
- 249 **Оригинальное исследование**
Количественные и качественные
показатели нового сорта
тонковолокнистого хлопчатника
Дуру-Гавхар-4 (*Gossypium barbadense* L.)
*А.А. Мамарузиев, Э.Ё. Каримов, А.Н. Ахмеджанов,
А.А. Азимов, О.А. Абдумавланов (на англ. языке)*
- Генетика животных**
- 255 **Краткое сообщение**
Популяционная генетика домашней кошки
(*Felis catus* L., 1758) острова Кунашир
С.К. Холин, Ю.Н. Сундуков
- История цитогенетики**
- 260 **Обзор**
Вавиловский вектор возникновения цитогенетики
Н.Ш. Булатова
- Экспедиции**
- 265 **Обзор**
«Моя мечта теперь – быть в Абиссинии»:
Абиссиния и Эритрея в фотографиях Н.И. Вавилова
Т.Б. Авруцкая

CONTENTS • 2022 • 8 • 3

- 237 **Plant genetics**
Original article
Tandem repeat with unit length 646 bp marks
the short arm of chromosome 5B
in *Triticum* and *Aegilops* accessions and cultivars
E.M. Sergeeva, I.G. Adonina, M.A. Nesterov, E.A. Salina
- 249 **Plant breeding**
Original article
Quantitative and qualitative indicators
of the fiber of the new Duru-Gavkhar-4
cotton variety (*Gossypium barbadense* L.)
*A.A. Mamaruziyev, E.Y. Karimov, A.N. Ahmedjanov,
A.A. Azimov, O.A. Abdumavlanov*
- 255 **Animal genetics**
Short message
Population genetics of the domestic cat
(*Felis catus* L., 1758) of Kunashir Island
S.K. Kholin, Y.N. Sundukov
- 260 **History of cytogenetics**
Review
Vavilov vector of the emergence of cytogenetics
N.Sh. Bulatova
- 265 **Expeditions**
Review
“My dream now is to be in Abyssinia”:
Abyssinia and Eritrea in the photos
of N.I. Vavilov
T.B. Avrutskaya

 pismavavilov.ru

DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-13

Оригинальное исследование

Тандемный повтор длиной 646 п.н. маркирует короткое плечо хромосомы 5В у образцов *Triticum* и *Aegilops*

Е.М. Сергеева , И.Г. Адонина, М.А. Нестеров, Е.А. Салина

Аннотация: Работы по изучению генома пшеницы *Triticum aestivum* L. и ее сородичей, интенсивно проводимые в течение последнего десятилетия, привели к накоплению большого массива данных, в том числе референсных последовательностей геномов. При этом разработка новых хромосомспецифичных цитогенетических и молекулярно-генетических маркеров, которые в перспективе могут быть применены для идентификации хромосом, не теряет актуальности. В данной работе, используя данные анализа BAC-FISH и информацию о референсной геномной последовательности мягкой пшеницы, мы идентифицировали новый тандемный повтор с длиной мотива 646 п.н., локализованный в дистальной части короткого плеча хромосомы 5В. ПЦР-скрининг 218 образцов поли- и диплоидных видов *Triticum* и *Aegilops* показал наличие внутривидового полиморфизма по присутствию данного повтора, что делает возможным его применение в качестве маркера для изучения хромосомных перестроек и анализа гибридного материала.

Ключевые слова: BAC_FISH; *Triticum aestivum*; *Triticum dicoccoides*; тандемный повтор.

Благодарности: Работа выполнена за счет средств проекта Министерства науки и высшего образования FWNR-2022-0017.

Для цитирования: Сергеева Е.М., Адонина И.Г., Нестеров М.А., Салина Е.А. Тандемный повтор длиной 646 п.н. маркирует короткое плечо хромосомы 5В у образцов *Triticum* и *Aegilops*. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2022;8(3):237-248. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-13

Original article

Tandem repeat with unit length 646 bp marks the short arm of chromosome 5B in *Triticum* and *Aegilops* accessions and cultivars

Е.М. Sergeeva , I.G. Adonina, M.A. Nesterov, E.A. Salina

Abstract: The genomic studies of the bread wheat *Triticum aestivum* L. and its relatives, intensively carried out during the last decade, have led to the accumulation of a large amount of data, including reference genomic sequences. At the same time, the development of new chromosome-specific cytogenetic and molecular markers, which can be used for chromosome identification, stay relevant. In this work, using BAC-FISH analysis and information on the bread wheat reference genomic sequence, we identified a new 646 bp tandem repeat located at the distal part of the short arm of the chromosome 5B. PCR screening of 218 accessions of polyploid and diploid *Triticum* and *Aegilops* species revealed the intraspecific polymorphism in the presence of this repeat, that makes it possible to use this sequence as a marker for analysis of hybrid material and chromosome rearrangements.

Key words: BAC_FISH; *Triticum aestivum*; *Triticum dicoccoides*; tandem repeat.

Acknowledgements: The work was supported by the Ministry of Science and Higher Education, Project FWNR-2022-0017.

For citation: Sergeeva E.M., Adonina I.G., Nesterov M.A., Salina E.A. Tandem repeat with unit length 646 bp marks the short arm of chromosome 5B in *Triticum* and *Aegilops* accessions and cultivars. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2022;8(3):237-248. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-13 (in Russian)

Введение

Злаки, относящиеся к трибе Triticeae, способны формировать межродовые и межвидовые гибриды с последующим образованием аллополиплоидов, что обеспечивает широкие возможности для переноса генов важных агрономических признаков. Полиплоидные пшеницы представлены двумя эволюционными линиями – Emmer и Timopheevii. Мягкая пшеница *Triticum aestivum* L. ($2n = 6x = 42$, AABBDD) является гексаплоидом, который образовался в результате двух раундов гибридизации: между тетраплоидом дикой двузернянкой группы Emmer *Triticum dicoccoides* Koern. ($2n = 4x = 28$, AABB) и диким видом *Aegilops tauschii* Coss. ($2n = 2x = 14$, DD), а *T. dicoccoides* в свою очередь возник в результате гибридизации диплоидного донора генома A *T. urartu* Thum. ex Gandil. ($2n = 2x = 14$, A⁴A⁴) и предполагаемого донора генома B *Aegilops speltoides* Tausch ($2n = 2x = 14$, SS). Другая группа полиплоидных пшениц, Timopheevi, включает тетраплоиды с геномной формулой A⁴A⁴GG: *T. timopheevii* Zhuk., *T. araraticum* Jakubz., *T. militinae* Zhuk. & Migush., которые образовались вследствие другого события гибридизации между *T. urartu* и *Ae. speltoides*.

Интенсивные геномные исследования мягкой пшеницы *T. aestivum* и ее сородичей, проводимые в течение последнего десятилетия Международным консорциумом по секвенированию генома пшеницы (IWGSC, www.wheatgenome.org), привели к опубликованию референсных геномных последовательностей для мягкой пшеницы *T. aestivum* (International Wheat Genome Sequencing Consortium, 2018); также в литературе представлены геномные сборки для тетраплоидной пшеницы *T. dicoccoides* (Avni et al., 2017) и ряда диплоидов (Ling et al., 2018; Avni et al., 2022; Wang et al., 2022).

При этом актуальными остаются разработка и использование цитогенетических и молекулярно-генетических методов идентификации хромосом и их участков, таких как FISH (флюоресцентная гибридизация *in situ*) и специфичные ПЦР-маркеры, которые могут быть использованы при анализе хромосомных перестроек у аллополиплоидов, гибридного материала и интрогрессивных линий.

В качестве зондов для идентификации хромосом у видов *Triticum* и *Aegilops* часто применяют тандемные повторы (Salina, Adonina, 2018). На данный момент известен целый ряд сателлитных (с длиной мономера свыше 100 п.н.) и микросателлитных повторов, необходимых для идентификации хромосом и анализа геномных перестроек: (AAG)_n, (AAC)_n, pTm30, pSc119.2, pAs1, Spelt1, Spelt52, pTa-465, pTa-k566, pTa-s120, pTa-s126, последовательности рибосомальных генов pTa71 и pTa794 (Gerlach, Dyer, 1980; Dubcovsky, Dvorak, 1995; Schneider et al., 2003; Salina et al., 2006; Megyeri et al., 2012; Komuro et al., 2013; Adonina et al., 2015).

Важным ресурсом разработки маркеров для хромосомного анализа являются хромосомспецифичные ВАС-клоны, которые представляют собой клонированные в искусственные бактериальные хромосомы протяженные (около 100 тыс. п.н.) участки геномной ДНК. ВАС-библиотека короткого плеча хромосомы 5B (далее 5BS), полученная в ходе работ по физическому картированию, включает 43,776 клонов (Salina et al., 2018). Для 20 ВАС-клонов хромосомы 5BS,

локализованных в разных участках хромосомного плеча, проведена гибридизация *in situ* на метафазных хромосомах *T. aestivum* сорта Чайниз Спринг. ВАС_029E07 показал наличие точечного сигнала гибридизации в дистальной части хромосомы 5BS мягкой пшеницы. Анализ участка референсной геномной последовательности, соответствующей ВАС_029E07, позволил идентифицировать новую хромосомспецифичную тандемную последовательность ДНК длиной 646 п.н., обозначенную нами как Rep646. ПЦР-анализ с праймерами, специфичными к последовательности Rep646, продемонстрировал полиморфизм по присутствию данного повтора среди разных образцов полиплоидных пшениц и их диплоидных сородичей, что делает перспективным использование Rep646 в качестве маркера для анализа гибридного материала.

Материалы и методы

Растительный материал

Для FISH использовали *T. aestivum* сорт Чайниз Спринг ($2n = 6x = 42$, AABBDD), *T. urartu* (A⁴A⁴), *Ae. speltoides* (SS), *Ae. tauschii* (DD), а также линию *T. aestivum* сорта Чайниз Спринг с замещенной хромосомой 5B от *T. dicoccoides*.

Для ПЦР-анализа применяли ДНК 218 образцов пшеницы и ее сородичей, подробно перечисленные в Приложении 1. Диплоидные виды пшеницы составили 6 линий *T. urartu* ($2n = 2x = 14$, A⁴A⁴), 3 линии *T. monosocum* ($2n = 2x = 14$, A^mA^m), 3 линии *T. boeoticum* ($2n = 2x = 14$, A^bA^b), 16 линий *Ae. speltoides* ($2n = 2x = 14$, SS); тетраплоидные виды – 16 линий *T. turgidum* ssp. *dicoccoides* ($2n = 4x = 28$, AABB), 25 сортов *T. durum* ($2n = 4x = 28$, AABB), 21 линия *T. dicocum* ($2n = 4x = 28$, AABB), 6 линий *T. araraticum* ($2n = 4x = 28$, AAGG), 3 линии *T. timopheevii* ($2n = 4x = 28$, GGAA); гексаплоидные виды – 95 линий *T. aestivum* ($2n = 6x = 42$, AABBDD), 24 линии *T. spelta* ($2n = 6x = 42$, AABBDD).

Выделение ДНК растений и ВАС-клона

Тотальная ДНК растений выделена из 5–7-дневных проростков по методике, описанной J. Plaschke и коллегами (1995). Препараты ДНК ВАС-клона выделены из бактериальной культуры *E. coli* с использованием набора NucleoSpin 96 Plasmid kit (Macherey-Nagel, Германия).

Концевое секвенирование ВАС-клона

Концевое секвенирование ВАС_029E07 осуществляли методом Сэнгера с использованием универсальных праймеров M13 (5'-CAGGAAACAGCTATGAC-3') и T7 (5'-TAATACGACTCACTATAGGG-3') с помощью набора BigDye Terminator kit (Applied Biosystems, США). Реакция объемом 20 мкл содержала ~200 мкг ВАС-ДНК, 1.5 мкл BigDye 3.1, 0.25 рМ одного из праймеров (M13 или T7), 4 мкл 5x буфера, деионизированную воду. Реакцию проводили при следующих параметрах: предварительная денатурация 95 °С – 5 мин, затем 80 циклов: 95 °С – 30 с, 55 °С – 15 с, 60 °С – 4 мин. Продукты реакции очищали с помощью преципитации этанолом и разделяли на приборе 3730XL DNA Analyzer (Applied Biosystems). Секвенирование выполнено на мощностях ЦКП «Геномика» СО РАН (<http://www.niboch.nsc.ru/doku.php/corefacility>).

Флуоресцентная гибридизация *in situ*

Приготовление метафазных хромосом, FISH и идентификацию хромосом осуществляли согласно протоколу, описанному Е.А. Салиной и коллегами с незначительными модификациями (Salina et al., 2006). Общее количество проанализированных метафаз от каждого растения для каждого зонда составило 15–30. ДНК ВАС_029E07 мечена биотином либо дигоксигенином с помощью ник-трансляции. Биотинилированные пробы детектировали с помощью флуоресцеин авидина D (Vector Laboratories, США). Для усиления сигнала гибридизации использовали флуоресцеин антиавидин (Vector Laboratories). Меченные дигоксигенином ДНК-зонды выявлены с помощью антител к антидигоксигенин-родамину (Fab fragments, Sigma-Aldrich, США). Препараты помещали в среду Vectashield (Vector Laboratories), содержащую 0.5 мкг/мл DAPI (4', 6-диамидино-2-фенилиндол, Sigma-Aldrich) для окрашивания хромосом. Анализ препаратов проводили с помощью микроскопа Axioskop 2 Plus (Zeiss, Германия) и записывали на камеру VC-44 (PCO) CCD. Чтобы идентифицировать хромосомы, несущие сигнал, использовали зонд pSC119.2 (Bedbrook et al., 1980). Работы выполняли в ЦКП микроскопического анализа биологических объектов СО РАН (Новосибирск).

Компьютерный анализ последовательностей ДНК

Локализацию ВАС-клона 029E07 на референсной последовательности генома пшеницы осуществляли с помощью поиска алгоритмом BLAST с использованием в качестве запроса секвенированных ВАС-концевых последовательностей. Базой данных для поиска служили псевдомолекулы референсной последовательности генома мягкой пшеницы *T. aestivum* Чайниз Спринг RefSeq v2.1, расположенной в депозитории последовательностей IWGSC (<https://urgi.versailles.inra.fr>). Аннотирование участка референсной последовательности, соответствующей ВАС_029E07, проводили с помощью алгоритма BLAST с использованием базы данных повторов пшеницы TREP (<https://trep-db.uzh.ch/>) и баз данных нуклеотидных последовательностей NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>). Сателлитный повтор с длиной мономерной единицы 646 п.н. идентифицирован с помощью визуализации в программе для поиска сходства последовательностей YASS (<http://bioinfo.lifl.fr/yass/index.php>) при параметрах: E-value = e^{-5} , диапазон области сравнения 50–40,000 п.н. (Noé, Kucherov, 2005).

Последовательность мономера сателлитного повтора Rep646 использована как запрос для поиска в базах данных TREP, NCBI, RepBase (<https://girinst.org/repbase/>) (Kohany et al., 2006), а также в последовательностях депозитария IWGSC (IWGSC RefSeq v2.1. chromosomes, Durum Capelli v1, Durum Strongfield v1, Monococcum v1, Sharonensis v1, Speltoides v1, Tauschii v1, Urartu v1) и *T. dicoccoides* сорта Завитан на сайте GrainGenes (https://wheat.pw.usda.gov/cgi-bin/seqserve/blast_wheat.cgi). Для участка псевдомолекулы *T. dicoccoides* сорта Завитан, содержащего повтор Rep646, и соответствующего участка *T. aestivum* сорта Чайниз Спринг построена карта сходства с помощью программы YASS, чтобы оценить степень гомологии последовательностей у двух видов. Множественное выравнивание последовательностей ДНК отдельных мономеров повтора Rep646 проведено с по-

мощью программы MultAlin (<http://multalin.toulouse.inra.fr/multalin/>) (Corpet, 1988).

ПЦР-анализ

Специфичные праймеры для амплификации повтора Rep646 разработаны с использованием программы Primer3 (<http://bioinfo.ut.ee/primer3-0.4.0/>) и соответствовали консервативным участкам повтора. Последовательности праймеров: Rep646F (5'-CTTAGTTTCGTCCCGCTTTG-3'), Rep646R (5'-CCATTATCCCAACGATTGC-3'). Ожидаемая длина продукта амплификации составила 476 п.н. Качество амплификации ДНК проверено методом ПЦР с праймерами к гену 5S рРНК. Для образцов, показавших отсутствие продукта амплификации с праймерами Rep646F и Rep646R, применяли повторный ПЦР-анализ. Реакцию проводили в объеме 20 мкл: 50 нг ДНК-матрицы, 0.25 пМ прямого и обратного праймеров, 2 мкл буфера для ПЦР (65 мМ Трис-НСl, рН 8.9; 1.5 мМ MgCl₂; 16 мМ (NH₄)₂SO₄; 0.05 % Tween 20), 0.2 мМ каждого дНТФ и 1 ед. акт. Taq ДНК-полимеразы. Параметры реакции: предденатурация 94 °С – 4 мин; затем 35 циклов: 94 °С – 30 с, 55 °С – 30 с, 72 °С – 30 с. Продукты ПЦР разделяли в 1 % агарозном геле, фотографировали с помощью системы GelDoc XR⁺ (Bio-Rad, США).

Результаты

FISH с ВАС_029E07 и Rep646

Гибридизация ВАС_029E07 на метафазных хромосомах полиплоидных пшениц и их диплоидных сородичей показала различающиеся спектры. Так, наблюдали четкий точечный сигнал в дистальной области короткого плеча хромосомы 5В мягкой пшеницы сорта Чайниз Спринг. При этом у *Ae. speltooides* (SS), *Ae. tauschii* (DD) и *T. urartu* (A⁴A⁴), *T. timopheevii* (A^tA^tGG), линии пшеницы сорта Чайниз Спринг с хромосомой 5В, замещенной на хромосому *T. dicoccoides*, точечный сигнал отсутствовал, отмечена дисперсная локализация сигнала в субтеломерных районах всех хромосом (рис. 1).

Также проведен FISH-анализ непосредственно с последовательностью повтора Rep646, амплифицированной с использованием праймеров Rep646F и Rep646R. Сигналов гибридизации выявить не удалось, что, вероятно, связано с недостаточной длиной тракта для определения с помощью гибридизации стандартным протоколом *in situ* и требует применения другого протокола FISH, например с прямым мечением (Danilova et al., 2012).

Анализ структуры ВАС_029E07 и идентификация повтора Rep646

BLAST-поиск концевых последовательностей ВАС-клона 029E07 длиной 443 и 604 п.н. на референсной геномной последовательности мягкой пшеницы *T. aestivum* сорта Чайниз Спринг RefSeq v2.1 показал, что участок, соответствующий данному ВАС-клону, локализован в дистальном участке короткого плеча хромосомы 5В (координаты на псевдомолекуле 7007841...7101414 при общей длине хромосомы 714,697,677 п.н.) и имеет протяженность 93,573 п.н.

Аннотирование участка продемонстрировало, что данный район содержит кластер длиной 10,060 п.н., сформированный 16 повторяющимися единицами тандемного

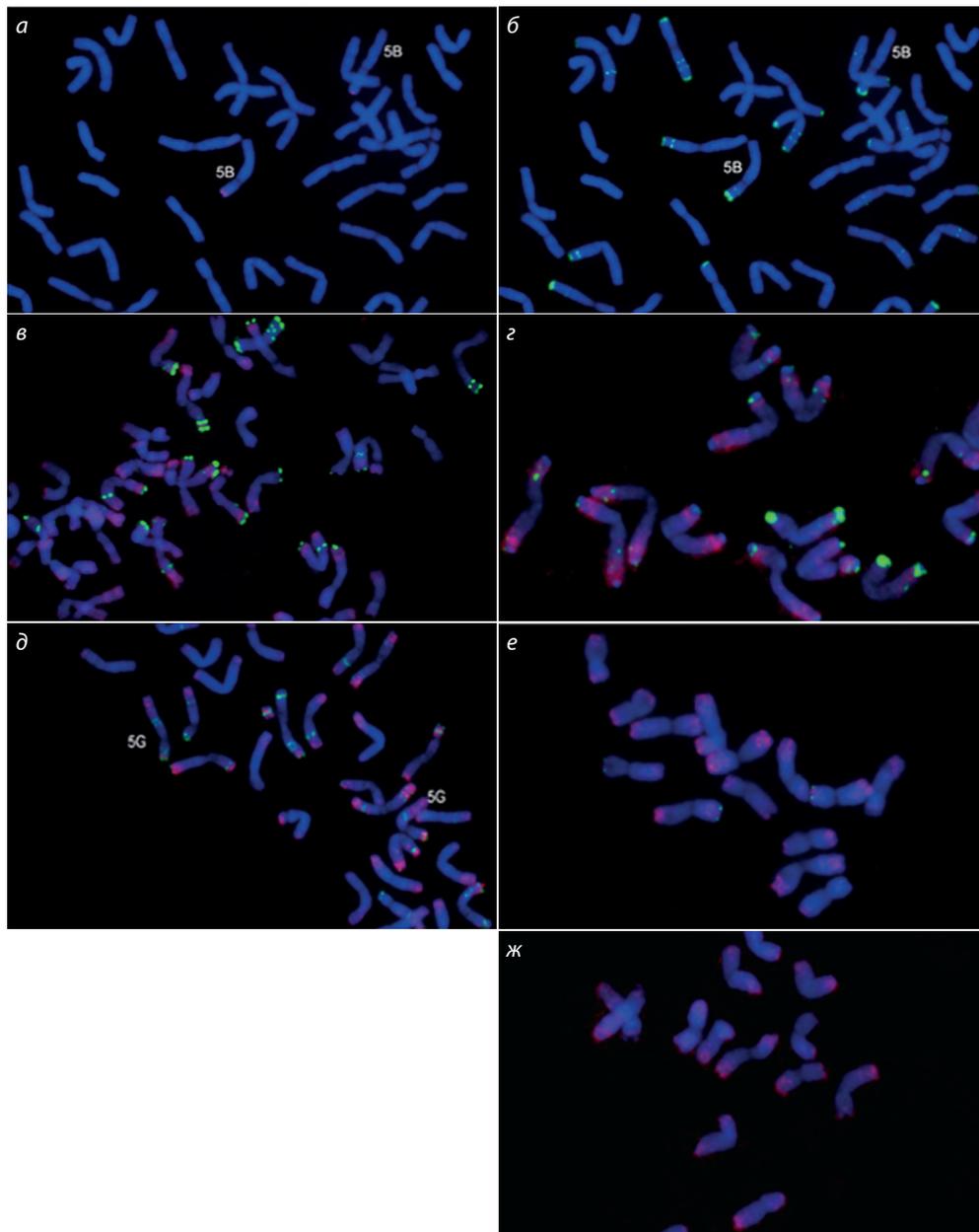


Рис. 1. FISH с зондами pSc119.2 и BAC_029E07 на митотические метафазные хромосомы видов *Triticum* и *Aegilops*: а – *T. aestivum* сорта Чайниз Спринг, BAC_029E07 (красный); б – *T. aestivum* сорта Чайниз Спринг, pSc119.2 (зеленый); в – *T. aestivum* сорта Чайниз Спринг с замещенной хромосомой 5В *T. dicoccoides*, BAC_029E07 (красный) + pSc119 (зеленый); г – *Ae. speltoides*, BAC_029E07 (красный) + pSc119.2 (зеленый); д – *T. timopheevii*, BAC_029E07 (красный) + pSc119.2 (зеленый); е – *Ae. tauschii*, BAC_029E07 (красный) + pSc119.2 (зеленый); ж – *T. urartu*

повтора с длиной мономера 646 п.н. Тандемный повтор составляет 10.8 % длины BAC-клона. Также участок, соответствующий данному BAC-клону, содержит 11.9 % ретро-транспозонов и 14.8 % ДНК-транспозонов, кроме того, 25 % BAC-клона приходится на гипотетические гены с неизвестной функцией (Приложение 2). Поиск по референсной геномной последовательности показал, что в других районах генома *T. aestivum*, а также в базах данных повторов TREP и RepBase и базе данных GenBank (NCBI) полные гомологи Rep646 отсутствовали. При этом отмечена частичная (на участке 1...134 п.н. последовательности повтора, мак-

симальная степень сходства 95 %) гомология с non_LTR-ретротранспозонами семейства Karin. Вероятно, тандемный повтор Rep646 служит частью последовательности неавтономного (неспособного к размножению) мобильного элемента Karin в составе BAC_029E07. На референсной последовательности хромосомы 5В мягкой пшеницы (RefSeq2.1) кластер мономеров повтора Rep646 имеет координаты 7057895...7066936. Согласно аннотации псевдомолекулы хромосомы 5В, данный участок обозначен как фрагментированная последовательность мобильного элемента Karin, однако уровень гомологии ограничивается 143 п.н. из 646

для каждого мономера. В базы данных повторов пшеницы запись о Rep646 не внесена, однако координаты на псевдомолекуле позволяют однозначно идентифицировать изучаемую последовательность. Среди последовательностей сородичей мягкой пшеницы повтор Rep646 найден у *Ae. speltoides* и *T. durum* в составе коротких скафолдов длиной до 1000 п.н., с уровнем гомологии последовательности повтора 99 %.

Протяженный кластер тандемных повторов Rep646 идентифицирован в дистальной части хромосомы 5B *T. dicoccoides* Завитан. Данный участок содержал 29 целых и 2 усеченные мономерные единицы. Сравнение участков референсных последовательностей геномов *T. aestivum* Чайниз Спринг и *T. dicoccoides* Завитан, содержащих тандемные повторы Rep646, показало коллинеарность и отсутствие хромосомных перестроек на участке, соответствующем ВАС_029E07 у *T. aestivum* и *T. dicoccoides* (рис. 2).

ПЦР-анализ образцов поли- и диплоидных пшениц со специфичными праймерами к повтору Rep646

С целью разработки специфичных праймеров проведено множественное выравнивание 16 мономерных последовательностей Rep646 *T. aestivum* и 29 *T. dicoccoides*. К консервативным участкам подобраны специфичные праймеры Rep646F и Rep646R, позволившие амплифицировать участок тандемного повтора длиной 476 п.н. (Приложение 3). Проведен анализ 218 образцов полиплоидных пшениц и их диплоидных сородичей (см. Приложение 1). Разные образцы демонстрировали наличие либо отсутствие ожидаемого фрагмента амплификации длиной около 476 п.н. (Приложение 4). Показано, что фрагмент, соответствующий повтору Rep646, отсутствует у всех изученных образцов диплоидных пшениц (*T. monococcum*, *T. boeoticum*, *T. urartu*, *Ae. speltoides*). При этом у ряда образцов тетра- и гексаплоидных пшениц специфичный фрагмент Rep646 присутствует: у 62 из 95 сортов мягкой пшеницы *T. aestivum*, 22 из 24 *T. spelta*, 18 из 25 *T. durum*, 3 из 16 *T. dicoccoides*, 5 из 21 *T. dicocum* и у 1 из 6 *T. araraticum*. У образца мягкой пшеницы сорта Чайниз Спринг с замещенной 5В-хромосомой от *T. dicoccoides* фрагмент амплификации отсутствовал. Таким образом, с помощью ПЦР-анализа можно наблюдать вариабельность по признаку наличия/отсутствия последовательности Rep646 у разных сортообразцов и линий полиплоидных пшениц.

Обсуждение

Сателлитные повторы с длиной мономера свыше 100 п.н. (максосателлиты) часто располагаются в служебных районах хромосом (центро- и теломеры) и выступают изменчивой фракцией генома, количество последовательностей которой может варьировать у близкородственных видов или различных образцов, при этом сами последовательности мономерных единиц остаются консервативными (Bedbrook et al., 1980; Salina et al., 2006; Su et al., 2019). Молекулярным механизмом, поддерживающим постоянство их структуры, является гомогенизация, а изменение количества копий и распространение в геноме обеспечивают неравный кроссинговер, проскальзывание репликации и амплификация с помощью механизма катящегося кольца (Sharma, Raina, 2005). Показано, что в течение эволюции, а также при об-

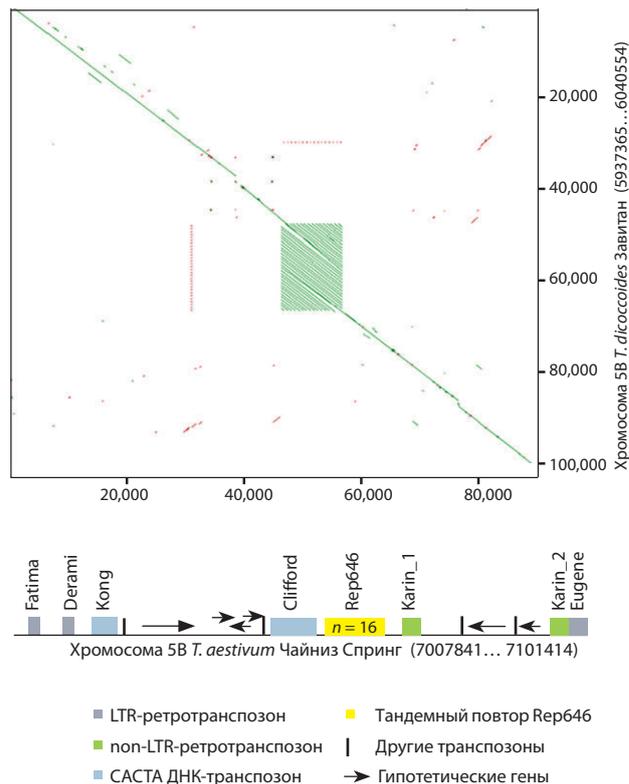


Рис. 2. Карта локального сходства участков геномов *T. aestivum* сорта Чайниз Спринг (ось x) и *T. dicoccoides* сорта Завитан (ось y), содержащих тандемный повтор Rep646

Идентичные последовательности ДНК (поиск сходства проведен при параметрах E-value = e^{-5} , диапазон длин сравниваемых последовательностей 50–40,000 п.н.) обозначены диагональной линией зеленого цвета, группа параллельных диагональных линий соответствует участку кластера тандемного повтора Rep646. Перпендикулярные зеленой красные линии обозначают инвертированные области. Указаны соответствующие координаты на псевдомолекулах хромосом 5B обоих видов. Схема организации ВАС_029E07 приведена в нижней части рисунка.

разовании природных и искусственных аллополиплоидов сателлитные повторы могут элиминироваться из генома (Salina et al., 2004).

Тандемные повторы часто используют для идентификации хромосом и гибридного материала, хромосомных перестроек и эволюционных взаимоотношений между видами *Triticum* и *Aegilops* (Salina, Adonina, 2018). Так, для субтеломерного тандемного повтора Spelt1 показаны внутривидовой полиморфизм по количеству сайтов гибридизации у полиплоидных пшениц группы Emmer и уменьшение количества сайтов по сравнению с образцами группы Timopheevii и *Ae. speltoides*, что может быть обусловлено реорганизацией повторяющихся последовательностей при формировании полиплоидов и элиминацией повтора в процессе эволюции пшеницы (Зошук и др., 2009).

В качестве зондов для хромосомного FISH-анализа зачастую используют непосредственно последовательности тандемных повторов. Однако в настоящем исследовании нам не удалось локализовать на хромосомах последовательность Rep646, вероятно, из-за недостаточной

протяженности кластеров повтора (порог чувствительности FISH на хромосомах пшеницы ограничен 10 тыс. п.н.). Для хромосомного анализа применен ВАС_FISH с клоном 029E07, содержащим тракт тандемных повторов Rep646 длиной 10 тыс. п.н. (порядка 10 % длины ВАС-клона), а также 25 % гипотетических генов, что позволило выявить четкий и единственный сигнал гибридизации на хромосоме 5B *T. aestivum*. Необходимо отметить, что при гибридизации *in situ* ВАС-клоны пшеницы часто демонстрируют дисперсный сигнал на хромосомах, что обусловлено соотношением семейств мобильных элементов в составе клонов (Zhang et al., 2004). Дисперсную гибридизацию ВАС_029E07 в субтеломерных районах хромосом других видов (*T. urartu*, *Ae. tauschii*, *Ae. speltoides*, *T. timopheevii*) можно объяснить невысоким содержанием мобильных элементов в составе клона – 26 % (при их общем содержании 85 % в геноме пшеницы) – и присутствием САСТА ДНК-транспозона семейства Clifford, которое характерно для субтеломерных районов хромосом (Sergeeva et al., 2010). Вероятно, возможно использование повтора Rep646 для хромосомного FISH-анализа с применением других протоколов, например прямого мечения либо Tyr-FISH (Khrustaleva, Kik, 2001; Danilova et al., 2012).

ПЦР-анализ 218 образцов поли- и диплоидных пшениц с использованием специфичных праймеров к повтору Rep646 показал наличие существенного внутривидового полиморфизма по присутствию сигнала амплификации у *T. aestivum*, *T. spelta*, *T. dicoccoides*, *T. durum*, *T. dicoccum*, *T. araraticum* и отсутствие специфичного фрагмента амплификации у диплоидов *T. monococcum*, *T. boeoticum*, *T. urartu*, *Ae. speltoides* и полиплоида *T. timopheevii*. Отсутствие сигнала у *Ae. speltoides*, предполагаемого донора генома В, можно объяснить небольшой выборкой изучаемых образцов либо тем, что в течение эволюции повтора Rep646 был элиминирован. В перспективе наблюдаемый внутривидовой полиморфизм позволяет использовать последовательность Rep646 для анализа гибридного материала пшениц.

Список литературы / References

Зошук С.А., Зошук Н.В., Амосова А.В., Дедкова О.С., Бадаева Е.Д. Исследование внутривидовой дивергенции пшениц группы Emmer методом гибридизации *in situ* с семейством тандемных повторов Spelt-1. *Генетика*. 2009;45(11):1556-1564. DOI 10.1134/S102279540911012X.
[Zoshchuk S.A., Zoshchuk N.V., Amosova A.V., Badaeva E.D., Dedkova O.S. Intraspecific divergence in wheats of the Emmer group using *in situ* hybridization with the Spelt-1 family of tandem repeats. *Russ. J. Genet.* 2009;45(11):1376-1384. DOI 10.1134/S102279540911012X]
Adonina I.G., Goncharov N.P., Badaeva E.D., Sergeeva E.M., Petrash N.V., Salina E.A. (GAA)n microsatellite as an indicator of the A genome reorganization during wheat evolution and domestication. *Comp. Cytogenet.* 2015;9(4):533-547. DOI 10.3897/CompCytogen.v9i4.5120.
Avni R., Nave M., Barad O., Baruch K., Twardziok S.O., ... Ronen G., Peleg Z., Pozniak C.J., Akhunov E.D., Distelfeld A. Wild emmer genome architecture and diversity elucidate wheat evolution and domestication. *Science*. 2017;357(6346):93-97. DOI 10.1126/science.aan0032.
Avni R., Lux T., Minz-Dub A., Millet E., Sela H., ... Stein N., Mascher M., Spannagl M., Wulff B.B.H., Sharon A. Genome sequences of three *Aegilops* species of the section Sitopsis reveal phylogenetic relationships and provide resources for wheat improvement. *Plant J.* 2022;110(1):179-192. DOI 10.1111/tpj.15664.
Bedbrook J.R., Jones J. O'Dell M., Thompson R.D., Flavell R.B. A molecular description of telomeric heterochromatin in secale species. *Cell*. 1980;19(2):545-560. DOI 10.1016/0092-8674(80)90529-2.

Corpet F. Multiple sequence alignment with hierarchical clustering. *Nucleic Acids Res.* 1988;16(22):10881-10890. DOI 10.1093/nar/16.22.10881.
Danilova T.V., Friebe B., Gill B.S. Single-copy gene fluorescence *in situ* hybridization and genome analysis: Acc-2 loci mark evolutionary chromosomal rearrangements in wheat. *Chromosoma*. 2012;121(6):597-611. DOI 10.1007/s00412-012-0384-7.
Dubcovsky J., Dvorak J. Ribosomal RNA multigene loci: nomads of the *Triticeae* genomes. *Genetics*. 1995;140(4):1367-1377. DOI 10.1093/genetics/140.4.1367.
Gerlach W.L., Dyer T.A. Sequence organization of the repeated units in the nucleus of wheat which contains 5S-rRNA genes. *Nucleic Acids Res.* 1980;8(21):4851-4865. DOI 10.1093/nar/8.21.4851.
International Wheat Genome Sequencing Consortium (IWGSC). Shifting the limits in wheat research and breeding using a fully annotated reference genome. *Science*. 2018;361(6403):eaar7191. DOI 10.1126/science.aar7191.
Khrustaleva L.I., Kik C. Localization of single-copy T-DNA insertion in transgenic shallots (*Allium cepa*) by using ultra-sensitive FISH with tyramide signal amplification. *Plant J.* 2001;25(6):699-707. DOI 10.1046/j.1365-313x.2001.00995.x.
Kohany O., Gentles A.J., Hankus L., Jurka J. Annotation, submission and screening of repetitive elements in Repbase: RepbaseSubmitter and Censor. *BMC Bioinformatics*. 2006;7:474. DOI 10.1186/1471-2105-7-474.
Komuro S., Endo R., Shikata K., Kato A. Genomic and chromosomal distribution patterns of various repeated DNA sequences in wheat revealed by a fluorescence *in situ* hybridization procedure. *Genome*. 2013;56(3):131-137. DOI 10.1139/gen-2013-0003.
Ling H.Q., Ma B., Shi X., Liu H., Dong L., ... Zhao S., Li Z., Zhang A., Wang D., Liang C. Genome sequence of the progenitor of wheat A subgenome *Triticum urartu*. *Nature*. 2018;557(7705):424-428. DOI 10.1038/s41586-018-0108-0.
Megyeri M., Farkas A., Varga M., Kovacs G., Molnar-Lang M., Molnar I. Karyotypic analysis of *Triticum monococcum* using standard repetitive DNA probes and simple sequence repeats. *Acta Agron. Hung.* 2012;60(2):87-95. DOI 10.1556/AAgr.60.2012.2.1.
Noé L., Kucherov G. YASS: enhancing the sensitivity of DNA similarity search. *Nucleic Acids Res.* 2005;33(Web Server issue):W540-W543. DOI 10.1093/nar/gki478.
Plaschke J., Ganai M.W., Röder M.S. Detection of genetic diversity in closely related bread wheat using microsatellite markers. *Theor. Appl. Genet.* 1995;91(6-7):1001-1007. DOI 10.1007/BF00223912.
Salina E.A., Numerova O.M., Ozkan H., Feldman M. Alterations in subtelomeric tandem repeats during early stages of allopolyploidy in wheat. *Genome*. 2004;47(5):860-867. DOI 10.1139/g04-044.
Salina E.A., Lim K.Y., Badaeva E.D., Shcherban A.B., Adonina I.G., Amosova A.V., Samatadze T.E., Vatolina T.Y., Zoshchuk S.A., Leitch A.R. Phylogenetic reconstruction of *Aegilops* section Sitopsis and the evolution of tandem repeats in the diploids and derived wheat polyploids. *Genome*. 2006;49(8):1023-1035. DOI 10.1139/g06-050.
Salina E.A., Adonina I.G. Cytogenetics in the study of chromosomal rearrangement during wheat evolution and breeding. In: Larramendy M., Soloneski S. (Eds.). *Cytogenetics – Past, Present and Further Perspectives*. London: IntechOpen, 2018. DOI 10.5772/intechopen.80486.
Salina E.A., Nesterov M.A., Frenkel Z., Kiseleva A.A., Timonova E.M., Magni F., Vrána J., Šafař J., Šimková H., Doležel J., Korol A., Sergeeva E.M. Features of the organization of bread wheat chromosome 5BS based on physical mapping. *BMC Genom.* 2018;19(Suppl 3):80. DOI 10.1186/s12864-018-4470-y.
Schneider A., Linc G., Molnar-Lang M. Fluorescence *in situ* hybridization polymorphism using two repetitive DNA clones in different cultivars of wheat. *Plant Breed.* 2003;122(5):396-400. DOI 10.1046/j.1439-0523.2003.00891.x.
Sharma S., Raina S.N. Organization and evolution of highly repeated satellite DNA sequences in plant chromosomes. *Cytogenet. Genome Res.* 2005;109(1-3):15-26. DOI 10.1159/000082377.
Sergeeva E.M., Salina E.A., Adonina I.G., Chalhou B. Evolutionary analysis of the CACTA DNA-transposon *Caspar* across wheat species using sequence comparison and *in situ* hybridization. *Mol. Genet. Genomics*. 2010;284(1):11-23. DOI 10.1007/s00438-010-0544-5.

Su H., Liu Y., Liu C., Shi Q., Huang Y., Han F. Centromere Satellite Repeats Have Undergone Rapid Changes in Polyploid Wheat Subgenomes. *Plant Cell*. 2019;31(9):2035-2051. DOI 10.1105/tpc.19.00133.

Wang X., Hu Y., He W., Yu K., Zhang C., ..., Kong L., Ling H., Zhao S., Liu D., Zhang A. Whole-genome resequencing of the wheat A subgenome progenitor *Triticum urartu* provides insights into its demographic

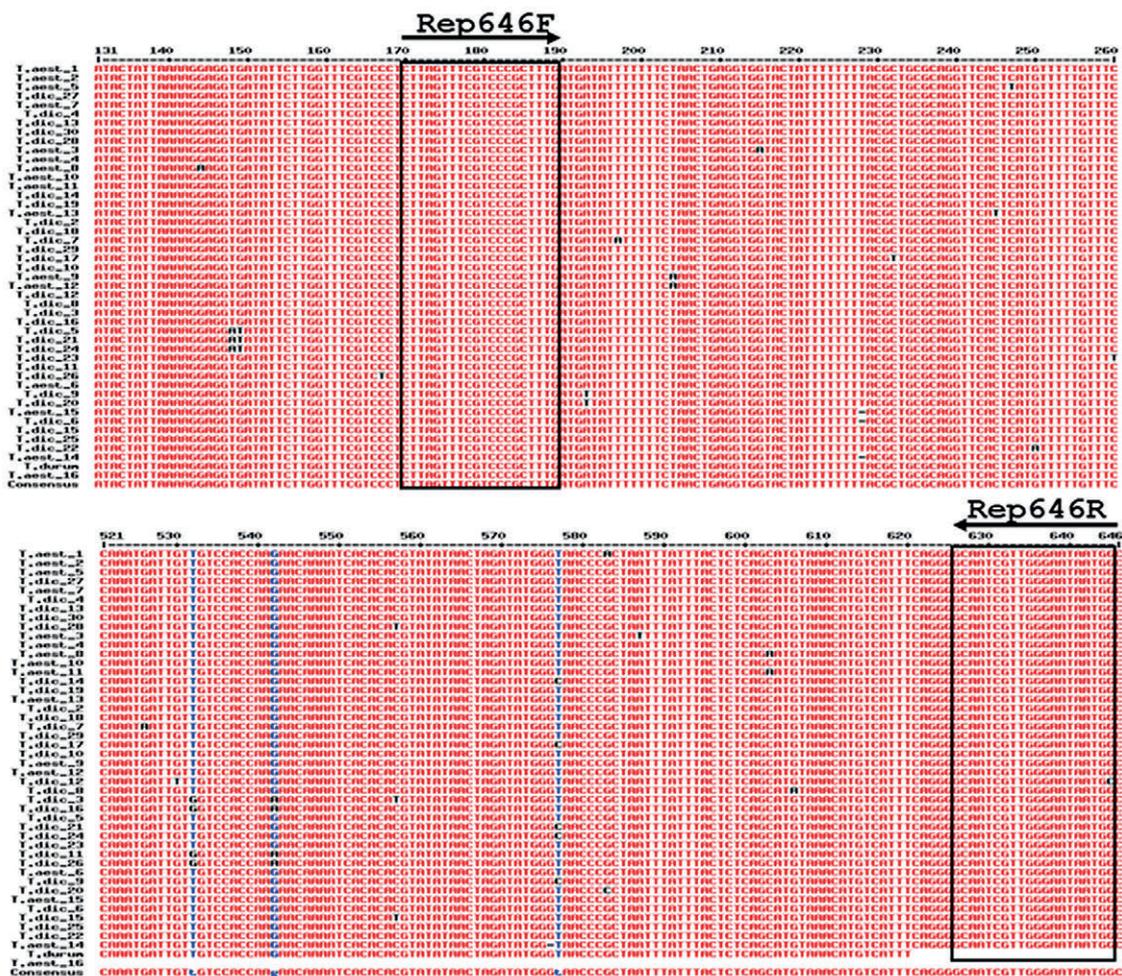
history and geographic adaptation. *Plant Commun.* 2022;100345. DOI 10.1016/j.xplc.2022.100345.

Zhang P., Li W., Fellers J., Friebe B., Gill B.S. BAC-FISH in wheat identifies chromosome landmarks consisting of different types of transposable elements. *Chromosoma*. 2004;112(6):288-299. DOI 10.1007/s00412-004-0273-9.

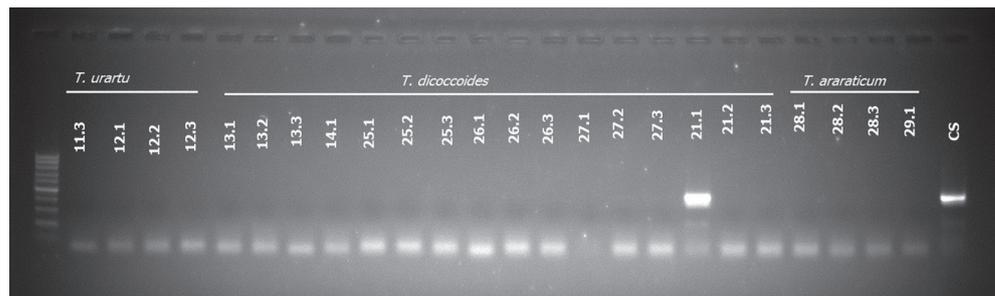
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 21.08.2022. После доработки 25.08.2022. Принята к публикации 29.08.2022.

Приложение 1. Множественное выравнивание мономерных последовательностей повтора Rep646, выделенных из геномных последовательностей *T. aestivum* Чайниз Спринг и *T. dicoccoides* Завитан, *T. durum*, результат приведен для участков 131–260 и 521–646 п.н. Для выравнивания использовали программу MultAlin. Мономеры последовательностей *T. aestivum* обозначены как T. aest., *T. dicoccoides* – как T. dic. Нумерация мономеров отражает их порядковый номер в кластере тандемных повторов. Красным цветом отмечены консервативные позиции, голубым и черным – полиморфные. Стрелками указаны участки праймеров Rep646F и Rep646R



Приложение 2. ПЦР-анализ образцов видов *T. urartu* (11.3 – TRI 17119, 12.1, 12.2, 12.3 – TRI 17129), *T. dicoccoides* (13.1, 13.2, 13.3 – IG 113301, 14.1 – IG 131234, 25.1, 25.2, 25.3 – IG 46287, 26.1, 26.2, 26.3 – IG 117890, 27.1, 27.2, 27.3 – IG 119430, 21.1, 21.2, 21.3 – IG 139189), *T. araraticum* (28.1, 28.2, 28.3 – PI 427400, 29.1 – PI 427403), *T. aestivum* Чайниз Спринг с использованием праймеров Rep646L и Rep646R. У образцов *T. dicoccoides* 21.1 и *T. aestivum* Чайниз Спринг видно присутствие продукта амплификации длиной 476 п.н.



Приложение 3. Список ди- и полиплоидных видов пшеницы и результаты ПЦР-анализа образцов со специфичными праймерами 464L и 464R. Оценивали наличие либо отсутствие специфичного фрагмента длиной 476 п.н.

№	Вид, геномная формула	Сорт/сортообразец	Наличие/отсутствие фрагмента
1	<i>T. monococcum</i> ,	TRI 19310	-
2	$2n = 2x = 14$,	TRI 4322	-
3	A ^m A ^m	TRI 19319	-
4	<i>T. boeoticum</i> ,	TRI 17103	-
5	$2n = 2x = 14$,	TRI 17098	-
6	A ^b A ^b	TRI 17081	-
7		TRI 17135	-
8		TRI 17146	-
9	<i>T. urartu</i> ,	TRI 18411	-
10	$2n = 2x = 14$,	TRI 17118	-
11	A ^u A ^u	TRI 17119	-
12		TRI 17129	-
13		K-453	-
14		K-77	-
15		K-911	-
16		K-1597	-
17		K-1018	-
18		K-66	-
19		K-1596	-
20	<i>Ae. speltoides</i> ,	I-570060	-
21	$2n = 2x = 14$,	K-2371	-
22	SS	K-2303	-
23		K-2276	-
24		K-443	-
25		K-48	-
26		K-1593	-
27		K-1706	-
28		K-1594	-
29		IG 113301	-
30		IG 131234	-
31		IG 131232	-
32		IG 109085	-
33		127H	-
34		IG 46283	-
35	<i>T. turgidum = dicoccoides</i> ,	IG 46277	-
36	$2n = 4x = 28$,	IG 46288	-
37	AABB	k-5198	-
38		IG 139189	+
39		IG 46388	-
40		IG 46297	-
41		IG 46528	+
42		IG 46287	-
43		IG 117890	-
44		IG 119430	+
45		Алтайка	+
46		Гордеиформе 53	-
47		Салют Алтая	-
48		Ангел	-
49		Омский корунд	+
50		Омский кристалл	+
51		Омская степная	+
52		Оренбургская 10	-
53		Безенчукская 200	+
54		Памяти Чеховича	+
55	<i>T. durum</i> ,	Елизаветинская	+
56	$2n = 4x = 28$,	Николаша	+
57	AABB	Гордеиформе 553	+
58		Башкирская 27	+
59		Воронежская 9	-
60		Каргала 28	-
61		Каргала 303	+
62		Медора	+
63		Стюарт 63	+
64		Дилс	+
65		Гордеиформе 950/99	+
66		Лавина	+
67		Дамсинская юбилейная	-
68		Гордеиформе 18567-6	+
69		Гордеиформе 18585-2	+

70		K 20750	-
71		K 45544	-
72		K 21169	-
73		K 14292	-
74		K 81	-
75		K 21278	-
76		K 14236	-
77		K 81416	-
78		PI 355496	-
79	<i>T. dicocum</i> ,	PI 352367	-
80	2n = 4x = 28,	Несбитт	+
81	AABB	TRI 16880	-
82		TRI 3424	-
83		TRI 584	-
84		Ku 8028	-
85		PI 552329	+
86		TA 10480	+
87		TRI 17058	+
88		PI 355507	+
89		K 30091	-
90		PI 606325	-
91		PI 427400	+
92		PI 427403	-
93	<i>T. araraticum</i> ,	PI 654340	-
94	2n = 4x = 28,	KU-8926	-
95	AAGG	PI 654340	-
96		TRI 17417	-
97	<i>T. timopheevii</i> ,	K-29558	-
98	2n = 4x = 28,	PI 119442	-
99	GGAtA ¹	ICG	-
100		Куйбышевская 2	+
101		Лютеценс 840	+
102		Тулайковская белозерная	+
103		Тулайковская степная	-
104		Тулайковская золотистая	-
105		Тулайковская 1	-
106		Тулайковская 10	+
107		Кинельская 40	+
108		Кинельская 60	-
109		Волгоуральская	+
110		Лютеценс 80	+
111		Лютеценс 85	+
112		Лютеценс 148	-
113		Алтайский простор	-
114		Алтайская 92	-
115		Алтайская 99	-
116		Алтайская 100	-
117		Алтайская 325	+
118		Алтайская 530	-
119		Эритроспермум 72	-
120		Сибирская 12	+
121	<i>T. aestivum</i> ,	Новосибирская 15	-
122	2n = 6x = 42,	Новосибирская 20	-
123	AABBDD	Новосибирская 22	+
124		Новосибирская 29	-
125		Новосибирская 67	+
126		Новосибирская 81	-
127		Новосибирская 89	+
128		Новосибирская 91	-
129		Лютеценс 25	+
130		Лютеценс 101	+
131		Обская 14	+
132		Кантегирская 89	+
133		Александрина	+
134		Удача	-
135		Полюшко	+
136		Баганская 93	+
137		Сирена	+
138		Краса 2	+
139		Туба	-
140		Красноярская 90	+
141		Веснянка 8	+
142		Альбидум 73	+
143		Рыбинская 127	+
144		Казачка	-
145		Ангарида	+

146	Мана 2	+
147	Тулеевская	+
148	Изида	+
149	Мария	+
150	АН 34	+
151	Мариинка	+
152	Салимовка	-
153	Киевская	+
154	Ностальгия	+
155	Алешина	+
156	Дарница	+
157	Серебрина	-
158	Речка	-
159	Латона	+
160	Провинция	-
161	Бэль	+
162	Устья	+
163	Чернява 13	+
164	Златозара	+
165	Тюменская 99	+
166	Икар	+
167	Скент 1	+
168	Илинская	+
169	Туринская	+
170	Сурента 1	+
171	Сурента 4	+
172	Сурента 5	+
173	Сурента 6	+
174	Сурента 7	-
175	Диас 2	+
176	Катюша	-
177	Тарская 6	+
178	Соната	+
179	Страда Сибири	+
180	Отрада Сибири	+
181	Терция	+
182	Прииртышская 86	-
183	Росинка 2	+
184	Омская 20	-
185	Омская 23	+
186	Омская 24	+
187	Омская 26	+
188	Омская 28	-
189	Омская 29	-
190	Омская 31	-
191	Омская 32	-
192	Омская 33	-
193	Омская 34	-
194	Омская 36	-
195	15014	-
196	15016	+
197	1731	+
198	1734	+
199	19092	+
200	19097	+
201	20538	+
202	20548	+
203	20625	+
204	21439	+
205	24724	+
206	39730	+
207	44741	+
208	45365	+
209	45366	+
210	45367	+
211	45750	+
212	46020	+
213	5038	+
214	5219	+
215	53660	+
216	62501	+
217	62995	+
218	6535	-

T. spelta,
 $2n = 6x = 42$,
AABBDD

Приложение 4. Состав ВАС-клона 029E07 (длина 93,576 п.н.). Номера гипотетических генов даны согласно аннотации RefSeq v1.0. Названия семейств мобильных элементов указаны в соответствии с классификацией повторов Triticeae, где RLG – LTR-ретротранспозоны надсемейства Gypsy, RIX – non-LTR-ретротранспозоны, DTC – ДНК-транспозоны надсемейства САСТА, DTT – ДНК-транспозоны Mariner, DTH – ДНК-транспозоны Helitron [Wicker et al., 2007]

Класс	Семейство	Длина, п.н.	Общая длина, п.н.	% последовательности ВАС-клона
Ретротранспозон	RLG_Fatima	978	11,114	11.9
	RLG_Derami	423		
	RIX_Karin	6082		
	RLG_Eugene	3631		
ДНК-транспозон	DTC_Kong	2252	13,831	14.8
	DTT_Icarus	264		
	DTM_Charon	234		
	DTC_Clifford	10,817		
	DTH_Kerberos	264		
Гены	<i>TraesCS5B01G005600</i>	9993	23,686	25.3
	<i>TraesCS5B01G007600LC</i>	2523		
	<i>TraesCS5B01G007700LC</i>	1702		
	<i>TraesCS5B01G007800LC</i>	1075		
	<i>TraesCS5B01G005700</i>	5474		
	<i>TraesCS5B01G007900LC</i>	2919		
Тандемный повтор	646 п.н.	10,063	10,063	10.8

 pismavavilov.ru

DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-14

Original article

Quantitative and qualitative indicators of the fiber of the new Duru-Gavkhar-4 cotton variety (*Gossypium barbadense* L.)

A.A. Mamaruziyev¹, E.Y. Karimov¹, A.N. Ahmedjanov¹, A.A. Azimov¹, O.A. Abdumavlanov²

Abstract: The currently sown fine-staple cotton varieties are characterized by low yield, late ripening, and resistance to various Fusarium races wilt and other cotton pests. Breeders are faced with the task of providing cotton-textile clusters with raw materials from high-quality cotton fiber. This requires the creation of new fine-fiber varieties of cotton, combining early maturity, high yields with increased number of fruit branches, quantity, and weight of raw cotton in one box. These important elements ensure the yield of fine-staple cotton. This article deals with the creation of the cotton variety Duru-Gavkhar-4 belonging to the genus *Gossypium barbadense* L. using a traditional synthetic breeding method. During many years of individual selection, a new promising fine-staple cotton variety Duru-Gavkhar-4 was created, which was obtained by crossing the Duru-Gavkhar variety with the 96471 variety. The new variety successfully passed the State Variety Test in 2020 with a result of 98 % in terms of varietal purity and uniformity. The fiber of the new cotton variety Duru-Gavkhar-4 belongs to type I. The vegetation period of the variety is 125–128 days, the yield is 33–38 centner/ha, the fiber yield is 33–35 %, the draw weight of one box is 4.0–4.2 g, the fiber length is 39–41 mm, the weight of 1000 seeds is 118.2 g. In terms of quantitative and qualitative indicators, this variety dominates the control variety, that was Termez-31 (*G. barbadense* L.). The micronaire index is 3.8–4.1, which fully meets the requirements of the textile industry. The promising cotton variety Duru-Gavkhar-4 is currently being tested in the cotton-textile cluster of “KOVOTECH” in the Bagat district of the Khorezm region.

Key words: *G. barbadense* L.; cotton; variety; fiber; micronaire; qualitative indicators.

Acknowledgments: The products used for this research are the commonly and predominantly used products in our area of research and country. There is no conflict of interest between the authors and producers of the products because we do not intend to use these products as an avenue for any litigation but the advancement of knowledge. Also, the research was not funded by the producing company, rather it was funded by the personal efforts of the authors.

For citation: Mamaruziyev A.A., Karimov E.Y., Ahmedjanov A.N., Azimov A.A., Abdumavlanov O.A. Quantitative and qualitative indicators of the fiber of the new Duru-Gavkhar-4 cotton variety (*Gossypium barbadense* L.). *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii* = *Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2022;8(3):249-254. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-14

Оригинальное исследование

Количественные и качественные показатели нового сорта тонковолокнистого хлопчатника Дуру-Гавхар-4 (*Gossypium barbadense* L.)

A.A. Мамарузиев¹, Э.Ё. Каримов¹, А.Н. Ахмеджанов¹, А.А. Азимов¹, О.А. Абдумавланов²

Аннотация: Высеваемые в настоящее время сорта тонковолокнистого хлопчатника отличаются низкой урожайностью, поздним сроком созревания, устойчивостью к различным фузариозным увяданиям и другим вредителям хлопчатника. Перед селекционерами стоит задача обеспечения хлопково-текстильных кластеров сырьем из высококачественного хлопкового волокна. Все это требует создания новых тонковолокнистых сортов хлопчатника, сочетающих скороспелость, высокую урожайность с повышенным числом плодовых ветвей, количеством и массой хлопка-сырца в одной коробочке. Данные важные характеристики обеспечивают высокий выход волокна тонковолокнистого хлопчатника. В статье рассмотрено создание сорта хлопчатника Дуру-Гавхар-4, относящегося к роду *Gossypium barbadense* L., традиционным синтетическим методом селекции. В ходе многолетней индивидуальной селекции создан новый перспективный сорт тонковолокнистого хлопчатника Дуру-

¹ Institute of Genetics and Plants Experimental Biology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
Институт генетики и экспериментальной биологии растений Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан

² Shanxi University, Taiyuan, China
Университет Шаньси, Тайюань, Китай

 Abduqayum60@mail.ru

 Mamaruziyev A.A., Karimov E.Y., Ahmedjanov A.N., Azimov A.A., Abdumavlanov O.A., 2022

Гавхар-4, полученного методом скрещивания сорта Дуру-Гавхар с сортом 9647И. Новый сорт успешно прошел государственное сортоиспытание в 2020 г. с результатом 98 % по сортовой чистоте и однородности. Волокно нового сорта хлопчатника Дуру-Гавхар-4 относится к I типу. Вегетационный период сорта – 125–128 дней, урожайность – 33–38 ц/га, выход волокна – 33–35 %, масса одной коробочки – 4.0–4.2 г, длина волокна – 39–41 мм, масса 1000 семян – 118.2 г. По количественным и качественным показателям этот сорт доминирует над контрольным сортом Термез-31 (*G. barbadense* L.). Индекс микронейра составляет 3.8–4.1, что полностью соответствует требованиям текстильной промышленности. Перспективный сорт хлопчатника Дуру-Гавхар-4 в настоящее время проходит испытание в хлопково-текстильном кластере «КОВОТЭК» в Багатском районе Хорезмской области.

Ключевые слова: *G. barbadense* L.; хлопчатник; сорт; волокно; микронейр; количественные признаки.

Introduction

The realization of the potential of new varieties is closely related to environmental conditions and agricultural practices of cultivation. Obtaining high yields depends mainly on the growing conditions in a given zone. The new resolution of the Uzbekistan Presidential Administration of 2021 dated October 29, number UA-260, 2-decree in chapter 16 refers to increasing the cultivated area of new varieties and obtaining high yields in the cotton and grain growing system through the introduction of innovative technologies. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated September 16, 2019, No. 4453 "On the development of the light industry" set the task of developing research on genetics, breeding, and seed production of fine-fibered cotton and expanding the sown area in cotton-textile clusters. A necessity in cotton growing is the creation of new varieties of fine-fibrous cotton. An urgent problem for fine-fibrous cotton is the renewal of cotton varieties with traits that combine high yields.

New varieties and lines being created by us are genetically balanced populations differing from each other by certain economic and biological features. Varieties of the *Gossypium barbadense* L. species have always been the focus of breeders because of their high fiber quality and disease resistance. One of the main disadvantages of previous fine-fiber varieties of cotton is their low yield and late maturation. In recent years, great success has been achieved in the selection of fine-fiber cotton based on various methods of interspecific hybridization (simple, complex, double, convergent hybridization, etc.).

P.Sh. Ibragimov and V.A. Avtonomov (1993) used long-staple cotton varieties (*G. barbadense* L.) 9871I, 9929-I, Ash-24, Termez-16, Giza-45 as a primary source for breeding work. Hybridization was carried out and fiber quality, early maturity, fiber length, and inheritance of yield traits were studied. In the F_2 generation, the plants showed segregation for these traits. In the study of A.R. Tyaminov (1994), a possibility of the combination of early maturity and fiber yield in fine-fiber cotton varieties was investigated, and the following introduced varieties were used as parents: Karshi-7, Karshi-8, Ash-81, 9891I, 9883-I, 9872-I, ML-108. As a result of this research, the following varieties were recommended as donors for early maturity traits: Karshi-7, ML-108, Karshi-8, and 9891I. S.M. Nabiev et al. (2020) studied indicators of the morpho-physiological characteristics of fine-staple cotton. It has been established that the lack (deficiency) of water in various varieties and lines of fine-staple cotton demonstrates different genotypic sensitivity in the morpho-physiological parameters of the leaf.

O.J. Jalilov (1996) crossed fine-fiber varieties to create highly heterotic hybrids and transfer useful features of cotton fiber

to cultivated species; they established a high combination ability of the resulting hybrids. M.M. Kiktev (1996) noted that *G. barbadense* L. has high technological qualities of fiber but is inferior to medium-fiber cotton varieties in terms of yield, rate of cotton bolls opening, requires increased effective temperatures, etc. Nevertheless, scientists are working on crossing fine-staple cotton with medium-staple cotton to create highly heterotic hybrids.

The creation and introduction of new cotton varieties into the crop agricultural systems that meet the requirements of the textile industry are important and relevant. The efforts of breeders aim to increase productivity and ripening rates and improve fiber quality. Research performed by Y.A. Alkuddsi et al. (2020), L.V. Hoffmann et al. (2018), N.B. Gubanova et al. (2021) has shown that such quality indicators of fiber as length and micronaire are closely related.

Y.E. Elmogahzy and C.H. Chewing (2002) emphasize that the long fiber, like that of the low-yielding cotton species *G. barbadense* L., is genetically stronger, thinner, and more uniform than the shorter fiber of the widely cultivated early-ripening and high-yielding cotton varieties belonging to the *G. hirsutum* L. species.

One of the ways to solve this problem is the interspecific crossing of *G. hirsutum* L. \times *G. barbadense* L. The effectiveness of complex hybridization in improving economically valuable traits of cotton has been studied by several researchers. The role of interspecific hybridization (*G. barbadense* L. \times *G. hirsutum* L.) in improving resistance to environmental stress factors was studied by F. Wang et al. (2011). F.N. Kushanov (2017) emphasizes that the problem of obtaining genotypes that are not only resistant to wilt, but also have excellent quality and high yields, remains an urgent one.

G.I.A. Mohamed et al. (2009), M.Kh. Kimsanbaev and V.A. Avtonomov (2009), K.P.M. Dhamayanthi and K. Subashree (2016) studied geographically distant varieties and the inheritance and variability of valuable traits in F_1 - F_2 hybrids of Egyptian varieties and of the *G. barbadense* species. Studying the length of the fiber in American cotton on F_1 hybrids, A. Abdullaev (2002) observed the intermediate inheritance of this trait. The intermediate nature of fiber length inheritance was also preserved in F_2 . Using varieties of fine-staple cotton 9871I, 9929I, Ash-24, Termez-16, Giza-45, V.A. Avtonomov et al. (2018) studied yield traits in hybrids, the weight of one box, the number of boxes, early maturity, length, and yield of fiber. The authors observed in F_1 a heterotic effect, intermediate inheritance, and depression in some hybrids in the F_2 generations, an intermediate splitting of traits was observed. N.V. Mohan Kumar and I.S. Katageri (2017) studied hybrid populations of varieties

and showed the variety-forming ability in terms of a complex of economically valuable traits, fiber quality, and adaptability of cotton to external environmental conditions.

Thus, from a brief review, it can be seen that the results of numerous studies (Çoban, Ünay, 2017; Gohil et al., 2017; Zhang et al., 2017) on heterosis, the nature of trait inheritance, genetic analysis, as well as the correlation of traits in cotton are rather ambiguous. This is because the researchers worked in different regions and with different genotypes. This suggests that the identification of patterns is not absolute, but largely depends on many factors and mainly on the genotypes that formed the analyzed hybrid material, usually dependent on environmental conditions. Our main goal is to create thin fiber varieties of cotton that meet textile requirements with high fiber quality.

Materials and methods

The primary material for the research was the variety of fine-fiber cotton Duru-Gavkhar, which was crossed with the variety 96471 (Duru-Gavkhar x 96471). And following multiple individual selections, a new cotton variety Duru-Gavkhar-4 was developed (Fig. 1). The vegetation period of the variety is 125–128 days, the productivity is 33–38 centner/ha, the fiber yield is 33–35 %, the weight of raw cotton per one cotton boll is 4.0–4.2 g, the fiber length is 39–41 mm, the weight of 1000 seeds is 118.2 g. The micronaire index is 3.8–4.1, which fully meets the requirements of the textile industry. Also, the L-5570 line was obtained from the population of the Duru-Gavkhar variety, as a result of multiple individual selections. In this work, the Termez-31 variety was used as a control variable.

The experiment was conducted at the scientific and experimental base of the Institute of Genetics and Plant Experimental Biology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, which is located in the Zangiata district of the Tashkent region on an area of 1 ha. The experiment started in 2010.

The experimental cotton research station is located 20 km from Tashkent on the upper terrace of the Chirchik River at an altitude of 398 meters above sea level. The climate is sharply continental, summer (June, July +40...+44 °C) is characterized by high temperature, and winter (January, February) is characterized by a decrease in temperature (on average 0...–8 °C) (Fig. 2, a). Significant precipitation occurs in autumn, winter, and spring (see Fig. 2, b). In summer, precipitation is not enough for the development of cotton, which necessitates artificial irrigation. The soil is a typical sierozem of long-term irrigation. The content of humus in the soil is 0.8–1.2 %, and the degree of mobile phosphorus in the soil is 30–38 mg/kg. In 2021, the amount of precipitation in March and April increased compared to 2020. This affected the sowing time in the field experiments (see Fig. 2, b). In this regard, sowing was carried out in late April and early May.

Variants of the experiment were sown in four repetitions, according to the planting scheme 90×20×1. The agricultural practices adopted for the Tashkent region were used in the experiment, providing normal plants' growth and development throughout the growing season. Each line was planted in 25-hole rows.

During the growing season, the recordings and observations of the following processes and traits were conducted:



Fig. 1. The shape of the bush of fine-staple cotton *G. barbadense* L. Duru-Gavkhar-4 variety and its characteristics

germination, flowering, maturation, the height of the main stem, number of sympodial branches and cotton bolls, wilt infestation level, the weight of raw cotton per one cotton ball, the 1000 seed weight, fiber length, and yield. The harvest of raw cotton was taken into account from the entire area of each plot.

From each, test samples of cotton bolls were taken from the first places of the second part in the fourth sympodia. Concerning test samples, the following quantitative parameters were measured: the weight of raw cotton per one boll, the yield and length of the fiber, 1000 seed weight, the fiber index, etc. Among quality indicators, the following were analyzed: UI – fiber length uniformity index (it is an indication of the distribution of fiber length within the fibrogram); SFI – index of short fibers (a value that is calculated using a sophisticated algorithm); Str – specific breaking load (the bundle strength is the breaking strength of the cotton fibers in grams per tex) was determined by using high-tech equipment HVI Uster 1000 computers to analyze the fiber at the “Sifat” certification center in Tashkent; Mic – the micronaire indicator characterizes the fineness and maturity of the cotton fiber. The upper half average length (UHML) is the mean length by the number of fibers in the largest half by weight of fibers in a cotton sample, usually measured from the fibrogram. Upper half mean length is normally equivalent to the staple length.

All records, observations, and laboratory analyses were carried out according to the methodology adopted for elite seed production (Dospikhov, 1985).

Results

Flowering and maturation rates

The timing of passing through the flowering stage is an important indicator of early maturity, which is relevant for the northern zones of cultivation of fine-fiber cotton. In the process

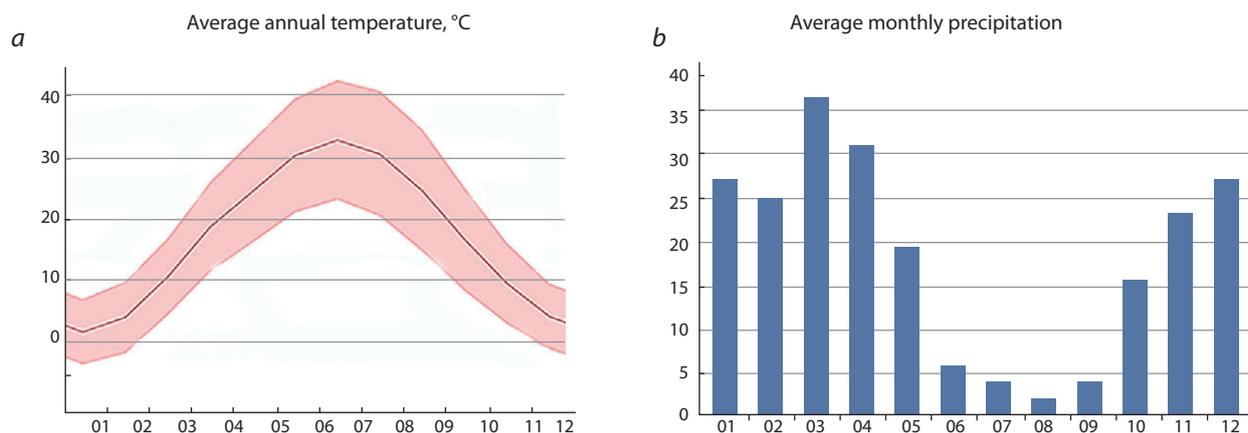


Fig. 2. Average annual temperature (a) and precipitation (b) at the experimental research station located on the upper terrace of the Chirchik River

Table 1. Flowering and maturation rate

Varieties and lines	Duru-Gavkhar-4			L-5570			Termez-31		
	X ± Sx	δ	v	X ± Sx	δ	v	X ± Sx	δ	v
Flowering, days	71.18 ± 0.34	1.47	1.70	73.06 ± 0.31	1.59	1.64	74.20 ± 0.55	1.52	1.63
Maturation, days	127.48 ± 0.445	1.58	1.27	129.19 ± 0.41	1.34	1.69	130.36 ± 0.61	1.60	1.78

Note. Table 1–3: X mean indicator of signs, S mean variation; δ – an indicator of the variability of signs; v – coefficient of variation of signs (a comparative indicator of several signs among themselves).

Table 2. Fiber length and fiber yield indicators

Varieties and lines	Duru-Gavkhar-4			L-5570			Termez-31		
	X ± Sx	δ	v	X ± Sx	δ	v	X ± Sx	δ	v
Fiber length, mm	41.2 ± 0.19	0.90	1.22	40.5 ± 0.31	0.67	1.22	38.6 ± 0.10	1.09	1.27
Fiber yield, %	34.6 ± 0.29	0.378	1.60	33.8 ± 0.41	0.284	1.52	32.9 ± 0.28	0.18	1.48

of investigating the parameters of flowering and maturation, it has been revealed that there is a tendency for an accelerated development process in the Duru-Gavkhar-4 variety and the L-5570 line compared to the control Termez-31 variety (Table 1).

Fiber length and fiber yield indicators

In terms of fiber length, the Duru-Gavkhar-4 variety exceeded the L-5570 line and the standard Termez-31 variety by 1.6–2.7 mm. The fiber yield of the Duru-Gavkhar-4 variety was 34.6 %, for the L-5570 line, it was 33.8 %, and for the standard variety Termez-31, it was 32.9 %. According to the results of domestic and foreign researchers, there is a negative correlation between the length and fiber yield, and in this case, the correlation has been compromised to a certain extent.

Quantitative indicators

Yield components are made up of such elements as the number of fruit branches, the number and raw cotton weight per ball, etc. According to this indicator, the Duru-Gavkhar-4 variety and the L-5570 line surpassed the standard Termez-31 variety in the number of fruit branches, and the superiority was provided by some shortening of the internodes along the main stem, the best indicator for this trait was observed in the Duru-Gavkhar-4 variety.

The number of cotton bolls per plant is the most important element that provides the yield of cotton. The realization of the potential of new lines and varieties for fruiting is closely related to environmental conditions and agricultural practices of cultivation. With a comparative assessment of this trait, it becomes clear that the number of bolls set on a bush depends on the growing conditions in a given cultivation zone and characterizes the genotype of the investigated material.

The superiority of the variety Duru-Gavkhar-4 over the line and the standard variety in terms of quantitative traits was undoubtedly established (Table 3).

Quality indicators of fiber of fine-fiber cotton

The micronaire indicator characterizes the fineness and maturity of the cotton fiber. In the variety Duru-Gavkhar-4 and the line L-5570, the micronaire index that characterizes the fineness and maturity of the cotton fiber was 3.7 and 3.8, respectively, in the standard Termez-31 variety this indicator was 4.3 (Fig. 3, a). The upper half average length of the Duru-Gavkhar-4 variety and L-5570 line was 41.8 and 41.1 mm, respectively. In the control Termez-31 variety, this indicator was 38.2 mm (see Fig. 3, b). The fiber length uniformity index of the Duru-Gavkhar-4 variety and the L-5570 line was 89 and 88 %, respectively, while in the

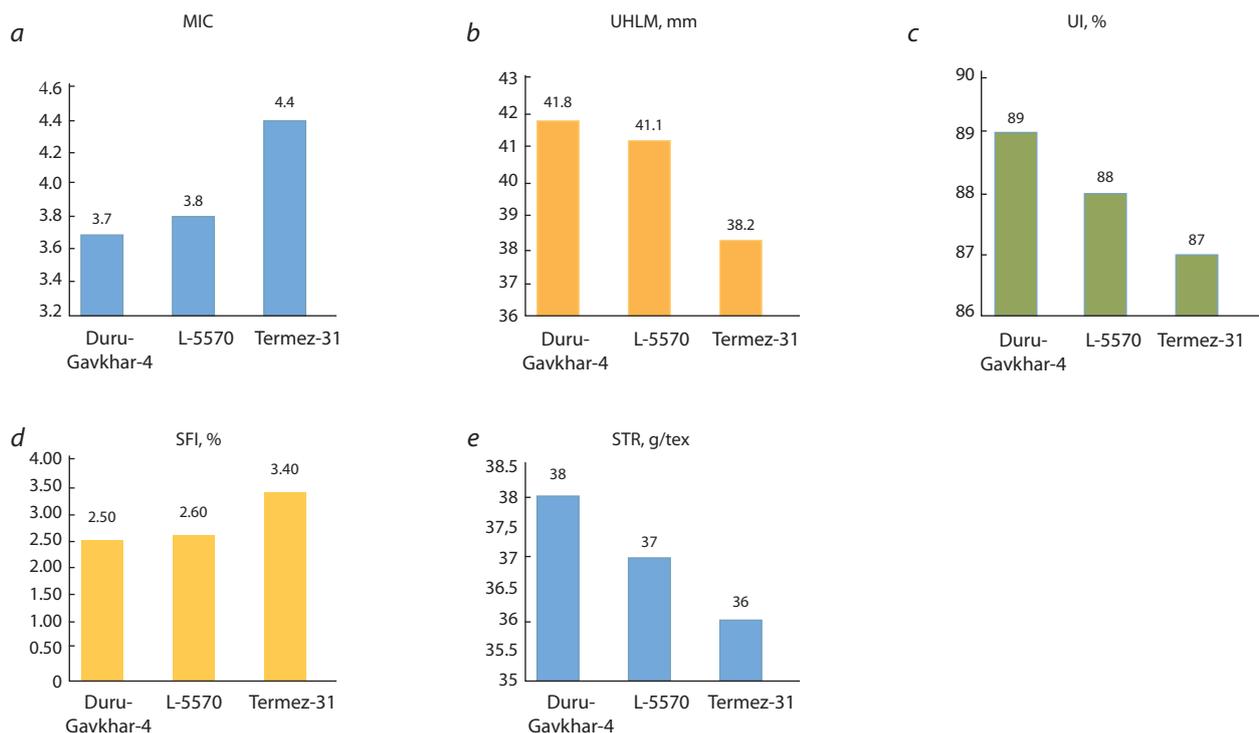


Fig. 3. The quality indicators of fiber of fine-fiber cotton varieties Duru-Gavkhar-4, Termez-31, and line L-5570: *a*, the micronaire indicator (Mic); *b*, index of short fiber (SFI); *c*, specific breaking load (Str); *d*, the upper half average length (UHML); *e*, fiber length uniformity index (UI)

Table 3. Quantitative indicators

Varieties and lines	Duru-Gavkhar-4			L-5570			Termez-31		
	X ± Sx	đ	v	X ± Sx	đ	v	X ± Sx	đ	v
Number of fruit branches in pcs.	23.2 ± 0.47	0.57	3.80	22.8 ± 0.73	0.56	4.95	20.4 ± 1.38	0.42	5.10
Number of cotton balls in Fig. 1	22.6 ± 0.82	1.56	5.66	21.9 ± 0.86	1.19	3.48	18.7 ± 0.74	1.25	4.70

control variety Termez-31 this indicator was at the level of 87 % (see Fig. 3, c). The index of short fibers of the Duru-Gavkhar-4 variety and the L-5570 line was 2.5 and 2.6 %, respectively. In the control variety Termez-31, this index was 3.4% (see Fig. 3, d). The relative breaking load is considered to be one of the important indicators of fiber quality in the textile industry. This indicator for the Duru-Gavkhar-4 variety and L-5570 line was 38 and 37 g/tex, respectively. This indicator is the control variety Termez-31 was 36 g/tex (see Fig. 3, e).

Discussion

The creation of new fine-fiber varieties of cotton corresponds with the need to continue evolutionary changes in cotton growing. Newly created varieties and lines are equalized populations that differ from each other in certain economic and biological characteristics. Varieties of the *G. barbadense* species have always been the focus of breeders because of their high fiber quality and disease resistance. In recent years, the susceptibility of fine fiber varieties of cotton to new strains of *Fusarium oxysporum* has increased. One of the main disadvantages of the previous fine-fiber varieties of cotton is their low yield and late

maturation. In recent years, great success has been achieved in the selection of fine-staple cotton in the Republic.

The process of passing the flowering rate is an important indicator of early maturity, which is relevant for the northern zones of cultivation of fine-staple cotton. In the process of studying the parameters of flowering and maturation, there was a tendency for an accelerated development process in the Duru-Gavkhar-4 variety and the L-5570 line compared to the control variety Termez-31. Yield indicators are made up of such elements as the number of fruit branches, the number and weight of raw cotton in one box, etc. According to this indicator, the Duru-Gavkhar-4 variety and the L-5570 line surpassed the standard Termez-31 variety in the number of fruit branches, and the superiority was ensured by some shortening of the internodes along the main stem, the best indicator for this trait was observed in the Duru-Gavkhar-4 variety. The superiority of the variety Duru-Gavkhar-4 over the line and the standard variety in terms of quantitative ratio was undoubtedly proven.

Fiber quality indicators are important features required in the textile industry to achieve the final result. The micronaire index of the Duru-Gavkhar-4 variety and the L-5570 line was 3.7 and 3.8, respectively, which is the best fiber index for the

textile industry. The upper average length of the variety Duru-Gavkhar-4 and line L-5570 was 41.8–41.1 mm, respectively. This indicator of the control variety Termez-31 is 38.2 mm. The fiber length uniformity index of the Duru-Gavkhar-4 variety and L-5570 line was 89 and 88 %, respectively. While in the control variety Termez-31 this indicator was at the level of 87 %. The index of short fibers of the Duru-Gavkhar-4 variety and the L-5570 line was 2.5 and 2.6 %. For the control variety Termez-31, it was 3.4 %. The relative breaking load is one of the important indicators of fiber quality in the textile industry is the relative breaking load. This indicator for the variety Duru-Gavkhar-4 and line L-5570 was 38 and 37 g/tex, respectively. This indicator in the control variety Termez-31 is 36 g/tex.

The conducted studies have shown the breeding value and expediency of using the new variety Duru-Gavkhar-4 in the cotton-textile clusters of the southern region of the Republic. Starting from 2022, a production test and laboratory studies of fiber quality are planned in the system of the cotton-textile cluster "KOVOTECH" in the Khorezm region of the Republic of Uzbekistan. The newly created variety Duru-Gavkhar-4 and line L-5570 are valuable in terms of genetic characteristics. But the main value is meeting the increased demands of the cotton-textile clusters and the textile industry.

As a result of the study, the promising line L-5570, that differs from the control varieties in fiber quality, yield, and resistance to diseases and pests of cotton, was also isolated from the population of the Duru-Gavkhar variety by the method of individual selection.

Conclusion

The conducted studies have shown the breeding value and feasibility of using the new Duru-Gavkhar-4 variety and line L-5570 in the cotton-textile clusters of the southern region of the Republic. The created variety and line are valuable in terms of genetic characteristics, but the main value is meeting the increasing demand of the cotton-textile clusters and the textile industry. Starting from 2022, a production test and laboratory studies of fiber quality of the Duru-Gavkhar-4 variety are planned to be implemented in the system of the cotton-textile cluster "KOVOTECH" in the Khorezm region of the Republic of Uzbekistan, while seed selection, breeding, and production research regarding the promising L-5570 line will be continued.

References

Alkuddsi Y.A., Patil S.S., Manjula S.M. Identifying extra-long-staple suitable lines (*G. barbadense* L.) with improved fiber qualities to release new lines. Proceedings of the Conference on Study, Development, Conservation, and Prospects of Effective Use of Cotton and Other Crops Biodiversity. Tashkent: Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, FAN Publ., 2020;339-343.

Avtonomov V.A., Akhmedov D.D., Mukhammadiev A.M. Breeding of fine fiber varieties of cotton. Tashkent: Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, FAN Publ., 2018;86-88. (in Russian)

Abdullayev A. Genetic potential of *Gossypium* L. genus importance and a practical use. *Cotton Science*. 2002;14:86.

Çoban M., Ünay A. Gene Action and Useful Heterosis in Interspecific Cotton Crosses (*G. hirsutum* L. × *G. barbadense* L.). *J. Agr. Sci.-Tarim Bili*. 2017;23(4):438-443. DOI 10.15832/ankutbd.385864.

Dhamayanthi K.P.M., Subashree K. Assessment of yield and yield-related traits to determine earliness in Egyptian cotton (*G. barbadense* L.). *Electron. J. Plant Breed*. 2016;7(3):771-777. DOI 10.5958/0975-928X.2016.00103.4.

Dospekhov B.A. Methods of field experience. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. (in Russian)

Elmogahzy Y.E., Chewning Jr. C.H. Cotton fiber to yarn manufacturing technology: optimizing cotton production by using the engineered fiber selection system. Cary, N.C.: Cotton Inc., 2002.

Gohil S.B., Parmar M.B., Chaudhari D.J. Study of Heterosis in Interspecific Hybrids of Cotton (*G. hirsutum* L. × *G. barbadense* L.). *J. Pharmacogn. Phytochem*. 2017;6(4):804-810.

Gubanov N.B., Narimanov A.A., Azimov A.A., Sadikova Z.Y., Khotamov M.M., Khasanov R.K., Yusupova S.H.K., Namozov Z.A. Fiber yield and fiber length indicators of interspecific cotton genotypes. *Plant Cell Biotechnol. Mol. Biol*. 2021;22(29-30):93-100.

Hoffmann L.V., Cardoso K.C.M., Rocha A.S.N.C., Oliveira A.I.D., Abreu A.G., Pereira C.C.O., Malafaia G., Menezes I.P.P. Genetic diversity of *G. barbadense* L. from the central Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*. 2018;48(1):1-9. DOI 10.1590/1809-4392201603313.

Ibragimov P.Sh., Avtonomov V.A. Inheritance of main farm traits of the varieties belong to species *G. barbadense* L. Proceedings of the Conference on the Problems of Cotton Plant Genetics, Selection, Seed-Breeding and Clover Growing. Tashkent: Mekhnat Publ., 1993:47-50. (in Russian)

Jalilov O.J. Theoretical foundations of cotton breeding. Tashkent: Mekhnat Publ., 1996;223. (in Russian)

Kiktev M.M. On the issue of the question of addressing the distribution area of *G. barbadense* L. Proceedings of the Conference on the Biological Bases for Optimizing the Early Maturity and Productivity of Plants. Tashkent: Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, IEBR, FAN Publ., 1996;65-66. (in Russian)

Kushanov F.N. QTL mapping of loci and genes controlling photoperiodic flowering in cotton. Doctoral Dissertation. Tashkent: Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, IGEBR, 2017. (in Russian)

Kimsanbaev M.Kh., Avtonomov V.A. Variability and heredity of the productivity of raw cotton per one plant in interspecific geographically distant hybrids F_1-F_3 of cotton *G. barbadense* L. In: Book of cotton, alfalfa selection, and seed production. Tashkent, AAS, Mekhnat Publ., 2009;132-137. (in Russian)

Mohamed G.I.A., Abd-El-Halem S.H.M., Ibrahim E.M.A. Genetic analysis of some morphological traits of Egyptian cotton (*G. barbadense* L.) under different environments. *Assiut. J. Agric. Sci*. 2009;40(1):1-16.

Mohan Kumar N.V., Katageri I.S. Genetic variability and heritability Study in F_2 Population of *G. barbadense* L. Cotton for Yield and its Components. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci*. 2017;6(6):975-983. DOI 10.20546/ijcmas.2017.606.114.

Nabiev S.M., Khamdullaev Sh.A., Shavqiev J.Sh., Matniyazova X.X., Usmanov R.M. Indications of morphophysiological signs in fine-fiber cotton ridges and varieties. Proceedings of the Conference on Study, Development, Conservation, and Prospects of Effective Use of Cotton and Other Crops Biodiversity. Tashkent: Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, FAN Publ., 2020;316-319. (in Uzbek)

Tyaminov A.R. Combinational ability of varieties of fine-fiber cotton in terms of early maturity and fiber yield. *Uzbek Biological Journal*. 1994;(1):57-60. (in Russian)

Wang F., Gong Y., Zhang C., Liu G., Wang L., Xu Z., Zhang J. Genetic effects of introgression Genomic components from Sea Island cotton (*G. barbadense* L.) on fiber-related traits in upland cotton (*G. hirsutum* L.). *Euphytica*. 2011;181(1):41-53. DOI 10.1007/s10681-011-0378-1.

Zhang J.F., Abdelraheem A., Wu J.X. Heterosis, combining ability and genetic effect, and relationship with genetic distance based on a diallel of hybrids from five diverse *Gossypium barbadense* genotypes. *Euphytica*. 2017;213(9):208. DOI 10.1007/s10681-017-1997-y.

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

Received April 22, 2022. Revised July 27, 2022. Accepted August 1, 2022.

 pismavavilov.ru

DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-15

Краткое сообщение

Популяционная генетика домашней кошки (*Felis catus* L., 1758) острова Кунашир

С.К. Холин  , Ю.Н. Сундуков 

Аннотация: Для определения частот мутантных аллелей проведены исследования фенотипов домашних кошек на о. Кунашир и для сравнения в г. Холмск (о. Сахалин). Генетические профили сравнивали с профилями других дальневосточных популяций. Высокая доля бобтейлов (65.2 %) в популяции о. Кунашир отличает ее от остальных популяций Российской Федерации. Популяция острова в большей степени сходна с другими прибрежными популяциями Дальнего Востока России, чем с популяциями о. Хоккайдо (Япония). Показано, что в формировании генетической структуры кунаширской популяции значительную роль играл эффект основателя и бутылочного горлышка.

Ключевые слова: частоты мутантных аллелей; популяционная генетика; домашняя кошка; остров Кунашир.

Благодарности: Авторы признательны профессору П.М. Бородину (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск) за консультации по частной генетике домашней кошки, а также выражают благодарность Л.А. Сундуковой, оказавшей неоценимую помощь в сборе материала.

Для цитирования: Холин С.К., Сундуков Ю.Н. Популяционная генетика домашней кошки (*Felis catus* L., 1758) острова Кунашир. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2022;8(3):255-259. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-15

Short message

Population genetics of the domestic cat (*Felis catus* L., 1758) of Kunashir Island

S.K. Kholin  , Y.N. Sundukov 

Abstract: To determine mutant allele frequencies, surveys of phenotypes of domestic cats were conducted in Kunashir Island and for comparison in Kholmsk City (Sakhalin Island). The genetic profiles were compared to those from other Far Eastern populations. The high proportion of Bobtails (65.2 %) in the Kunashir population distinguishes it from the rest of the Russian Federation. The population of island is more similar to other littoral populations of Far East of Russia than to such of Hokkaido Island (Japan). It is shown that initially in the formation of the genetic structure of the Kunashir Island population, the founder effect played an important role, and then the bottleneck effect.

Key words: mutant allele frequencies; population genetics; domestic cat; Kunashir Island.

For citation: Kholin S.K., Sundukov Y.N. Population genetics of the domestic cat (*Felis catus* L., 1758) of Kunashir Island. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2022;8(3):255-259. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-15 (in Russian)

Генетический полиморфизм по окраске и длине шерсти делает домашнюю кошку (*Felis catus* L., 1758) подходящим объектом для исследований по популяционной генетике (Todd, 1977). К настоящему времени проведено значительное число подобных работ практически по всему миру (Холин, 2018).

На Дальнем Востоке России первые исследования, посвященные популяционной генетике домашней кошки, относятся к концу 1970-х – началу 1980-х гг. и проведены в материковой части региона (Borodin et al., 1978; Манченко, 1981). Островные популяции этого региона впервые изучены в двух городах южного Сахалина в середине 1980-х гг.

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

 h.axyridis@mail.ru

 Холин С.К., Сундуков Ю.Н., 2022

(Холин, 1990). В результате отмечена их относительно слабая дифференциация по частотам большинства мутантных аллелей от материковых недалежевосточных популяций кошек. Исключение составила частота аллеля ta^b , которая оказалась высокой и сравнимой с таковой в популяциях портовых городов Юго-Восточной Азии (Todd, 1983). Согласно миграционно-исторической гипотезе, выдвинутой N. Todd (1977, 1983), частота этого аллеля в популяциях домашних кошек связана с особенностями расселения людей в недавнем прошлом и торговлей посредством морского транспорта.

Исторические особенности развития российского Дальнего Востока позволяют предположить более сложное формирование популяций домашних кошек этого региона, на что обращали внимание ранее (Холин, 1990, 2012). Так, Курильские острова, как и южная половина острова Сахалин, долгое время входили в состав Японии (Высоков и др., 2008). С точки зрения популяционной генетики кошек на Дальнем Востоке РФ особый интерес представляют изолированные островные популяции домашней кошки Южных Курил. Одно присутствие здесь так называемых курильских бобтейлов уже выделяет эти популяции среди прочих в России (Кочеткова, 2007) (рис. 1).

Цель данной работы – описание и сравнительный анализ генетического профиля популяции домашней кошки пгт Южно-Курильск (о. Кунашир, Сахалинская область) с популяциями соседних регионов (юга Дальнего Востока РФ и Японии).

Исследование проведено в мае – ноябре 2017 г. Наблюдениями охвачен весь Южно-Курильск и его окрестности. Животных фотографировали с помощью цифрового фотоаппарата. Такой метод при камеральной обработке позволяет более точно идентифицировать фенотип животного. Фиксировали только уличных и свободно гуляющих домашних кошек.

Популяция домашних кошек г. Холмск (о. Сахалин) ранее уже была обследована (Холин, 1990, 2013, 2016). Однако, учитывая, что в генетике окраски домашней кошки произошли изменения (Eizirik et al., 2010; David et al., 2014; Montague et al., 2014), для более объективного сравнения двух островных популяций в мае – июне того же года получены новые данные по этой популяции. Использована описанная выше методика сбора материала.

Определены частоты аллеля O , сцепленного с полом локуса Orange (рис. 2, а, б), а также аллелей пяти аутосомных локусов: Agouti (a) (см. рис. 1, а, рис. 2, а), Tabby (ta^b) (см. рис. 1, б), Ticked (Ti^A)¹, Dilution (d), Long hair (l). Аллель I контролирует длину шерсти, остальные определяют тип окраски и рисунка шерстного покрова². Характер фенотипического проявления и наследования генов описан Р. Робинсоном (1993а, б). Кроме того, выявлены частоты трех мутантных аллелей одного аутосомного локуса (ген KIT), отвечающих



Рис. 1. Курильский бобтейл: а – неагути, пегий (генотип $aaW^{S?}$); б – мраморный (генотип $Ti^+?ta^bta^b$)

Fig. 1. The Kurilian Bobtail: а, non-agouti, piebald spotting (genotype $aaW^{S?}$); б, blotched tabby (genotype $Ti^+?ta^bta^b$)

за тип белой окраски шерсти: Glowing (w^g), Piebald spotting (W^S) (см. рис. 1, а, рис. 2, а, б) и Dominant White (W)³. Частота встречаемости короткохвостости (бобтейл) выражена в процентах⁴. Всего зарегистрировано 146 кошек в Южно-Курильске и 113 в Холмске. Число животных, проанализированных по каждому локусу, указано в табл. 1 и 2.

Поскольку пол животных не определен, частота аллеля O и ее ошибка оценены методом максимального правдоподобия (Adalsteinnsson, Blumenberg, 1984). Формулы нахождения ожидаемых численностей генотипов по локусу Orange взяты из (Robinson, Silson, 1969). Расчет частот аллелей других локусов и их ошибок проведен стандартным спо-

¹ Установлено, что кошек с так называемой абиссинской окраской следует рассматривать как носителей доминантного аллеля Ti^A (локус Ticked) (Eizirik et al., 2010).

² В обеих популяциях также, возможно, обнаружены особи-носители аллеля I локуса Melanin inhibitor. Однако для подтверждения требуется осмотр животного (Робинсон, 1993а).

³ Этот тип наследования белой окраски кошек подтвержден недавними исследованиями (David et al., 2014; Montague et al., 2014).

⁴ Недавно выяснен характер наследования короткохвостости у японских бобтейлов (Pollard et al., 2015). Данный признак демонстрирует простой аутосомно-доминантный тип наследования с переменным выражением длины хвоста. Вероятно, курильские кошки имеют аналогичную природу наследования.

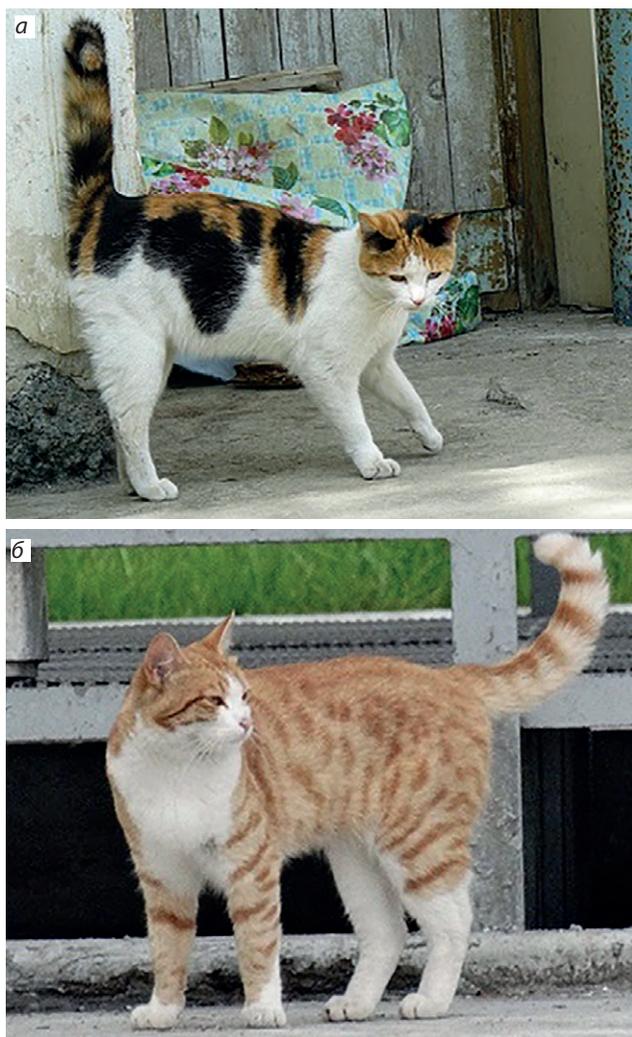


Рис. 2. Не бобтейл: *a* – черепаховая, пегая самка с слегка укороченным хвостом (генотип $aaOoW^{S?}$, возможно, $ta^b ta^b$); *b* – рыжий, пегий, с разорванными полосами самец с нормальным хвостом (генотип $Ti^{+?}Ta?OYW^{S?}$)

Fig. 2. Not bobtail: *a*, tortoiseshell, piebald spotting female with slightly shortened tail (genotype $aaOoW^{S?}$, probably $ta^b ta^b$); *b*, orange, piebald spotting, broken mackerel male with normal tail (genotype $Ti^{+?}Ta?OYW^{S?}$)

собом (Гончаренко и др., 1985). В случае тестирования на панмиксию использован критерий χ^2 (Животовский, 1983). Попарное сравнение популяций по отдельным локусам

выполнено с помощью критерия χ^2 с применением arcsin-преобразования частот аллелей (Животовский, 1991).

Обобщенное сравнение генетического сходства исследованных популяций с таковыми соседних регионов проведено методом главных координат на основе дистанции Нея (Животовский, 1983) в программе Past v. 3.26 (Hammer et al., 2001).

В табл. 1 представлены результаты проверки на панмиксию по локусу Orange и оценка частоты аллеля O в исследованных популяциях. В обоих случаях отмечено соответствие наблюдаемых и ожидаемых частот генотипов ($p > 0.50$ и $p > 0.20$ соответственно). В этой ситуации возможна оценка частот других аутосомных аллелей. Частота этого аллеля в популяции Южно-Курильска ниже, чем в сахалинской, однако различия между ними статистически недостоверны ($p > 0.15$).

В табл. 2 приведены частоты аллелей в двух исследованных популяциях, рассчитанные в предположении панмиксии, и результаты их попарного сравнения. Сравнение частот аллелей показало высокое сходство популяций ($p = 0.114\text{--}0.940$). Только частота аллеля d статистически достоверно ниже в популяции Холмска ($p < 0.02$).

Из 132 кошек в выборке из Южно-Курильска 86 были бобтейлами ($65.2 \pm 4.1\%$). В популяции Холмска бобтейлов наблюдали ранее (Холин, 2013). В выборке, рассматриваемой в данной работе, из 97 особей 7 были бобтейлами ($7.2 \pm 2.6\%$), что статистически значимо ниже, чем в курильской выборке ($p < 0.00001$). Наблюдаемая доля бобтейлов в популяции кошек Южно-Курильска выше в два раза ($p < 0.00005$), чем в популяциях соседнего о. Хоккайдо (Япония) ($32.0 \pm 2.3\%$, $n = 8$) (Nozawa, Kawamoto, 2013).

В табл. 3 представлены генетические профили изученных популяций и популяций о. Хоккайдо и г. Владивосток как наиболее географически близких из других исследованных популяций. Так, популяции о. Хоккайдо имеют относительно низкие частоты аллелей ta^b и I. Сравнение популяций по частоте этих аллелей показало статистически достоверные отличия японских популяций от прочих изученных ($p < 0.05$). Кроме того, частота аллеля d в популяциях Курильска и Владивостока достоверно выше, чем в популяциях о. Хоккайдо ($p < 0.025$).

На рис. 3 представлены результаты анализа матрицы генетических дистанций на основе данных табл. 3 между популяциями методом главных координат. Как видно из диаграммы, популяции домашних кошек располагаются в

Таблица 1. Наблюдаемое и ожидаемое соотношение генотипов локуса Orange, проверка на панмиксию (χ^2) и оценка частоты аллеля O ($q(O)$)

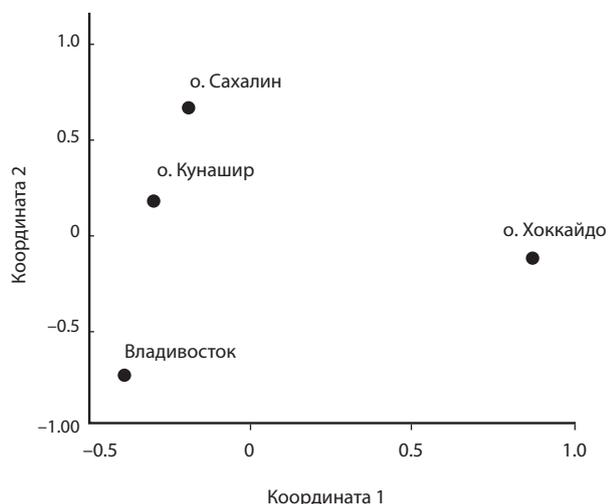
Table 1. Observed and expected genotype ratio at the Orange locus, testing for panmixia, and estimation of the O allele frequency ($q(O)$)

Соотношение генотипов	Генотип			χ^2 , $df = 1$	$q(O) \pm SE$
	O/?	O/+	+/?		
Южно-Курильск					
Наблюдаемое	17	18	107	0.424	0.178 ± 0.027
Ожидаемое	14.91	20.80	106.30		
Холмск					
Наблюдаемое	20	16	73	1.131	0.250 ± 0.035
Ожидаемое	16.99	20.41	71.60		

Здесь и в табл. 2: ? – состояние второго аллеля неизвестно.

Таблица 2. Наблюдаемое соотношение фенотипов (Obs.), оценка частот мутантных аллелей (q) и χ^2 -тест на однородность
Table 2. Observed phenotype ratio (Obs.), estimation of mutant allele frequencies (q) and χ^2 -test of heterogeneity

Генотип	Южно-Курильск		Холмск		χ^2	p
	Obs.	q \pm SE	Obs.	q \pm SE		
a/a	65/127	0.715 \pm 0.031	48/89	0.734 \pm 0.036	0.095	0.758
+/?	62/127		41/89			
ta ^b /ta ^b	9/77	0.342 \pm 0.054	8/66	0.348 \pm 0.058	0.006	0.940
+/?	68/77		58/66			
Ti ^A /?	2/79	0.013 \pm 0.009	1/67	0.007 \pm 0.007	0.135	0.713
+/?	77/79		66/67			
d/d	17/137	0.352 \pm 0.040	5/108	0.215 \pm 0.047	5.655	0.017
+/?	110/137		103/108			
w ^g /w ^g	10/77	0.360 \pm 0.053	13/52	0.500 \pm 0.060	2.500	0.114
+/?	67/77		35/52			
W ^S /?	65/142	0.264 \pm 0.028	56/108	0.306 \pm 0.035	0.532	0.466
+/?	77/142		52/108			
W/?	2/146	0.007 \pm 0.005	4/113	0.018 \pm 0.009	0.658	0.417
+/?	144/146		109/113			
l/l	31/146	0.461 \pm 0.037	22/112	0.443 \pm 0.042	0.083	0.773
+/?	115/146		90/112			

**Рис. 3.** Распределение дальневосточных популяций домашней кошки в пространстве первых двух главных координат на основе анализа матрицы генетических дистанций**Fig. 3.** Distribution of Far Eastern populations of the domestic cat in the space of the first two principal coordinates, based on the analysis of genetic distance matrix**Таблица 3.** Частоты мутантных аллелей в популяциях домашних кошек Дальнего Востока**Table 3.** Mutant allele frequencies in domestic cat populations of Far East

Аллель	о. Кунашир	о. Сахалин	Владивосток*	о. Хоккайдо**
O	0.178	0.250	0.182	0.151
a	0.715	0.734	0.689	0.694
ta ^b	0.342	0.348	0.479	0.159
Ti ^A	0.013	0.007	–	0.007
d	0.352	0.215	0.352	0.199
W ^{***}	0.007	0.018	0.016	0.026
l	0.461	0.443	0.419	0.141

* неопубликованные данные С.К. Холина; ** средние значения по данным К. Nozawa и Y. Kawamoto (2013); *** данные по другим аллелям этого локуса для Владивостока и о. Хоккайдо отсутствуют.

пространстве координат в соответствии со своим географическим положением и наблюдаемыми различиями по частоте мутантных аллелей.

Полученные результаты позволяют сделать заключение, что популяция домашней кошки Южно-Курильска генетически более близка к другим популяциям российского Дальнего Востока, чем к популяциям о. Хоккайдо. Единственный факт, указывающий на связь популяции кошек Южно-Курильска с японскими популяциями, это высокая доля бобтейлов. В настоящее время Южные Курилы – единственное место в Российской Федерации с высоким процентом кошек бобтейлов. Три основные причины могли повлиять на современную генетическую структуру рассматриваемой популяции. Во-первых, популяция домашней кошки Южно-Курильска немногочисленна и относительно изолирована. Во-вторых, имеет значение двойное происхождение этой популяции. До Второй мировой войны на месте Южно-Курильска было небольшое японское рыболовецкое селение. Интенсивно поселок начал развиваться только после окончания войны. Становление популяции кошек происходило уже без влияния японских популяций. В-третьих, повлияло разрушительное цунами 1994 г., в результате которого численность популяции кошек резко снизилась. Таким образом, изначально значительную роль играл эффект основателя, затем – бутылочного горлышка. В результате в популяции домашней кошки Южно-Курильска сложилась своеобразная генетическая структура, отличающая ее от таковых соседних регионов.

Список литературы / References

Высоков М.С., Василевский А.А., Костанов А.И., Ищенко М.И. История Сахалина и Курильских островов с древнейших времен до начала XXI столетия. Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное издательство, 2008.
[Vysokov M.S., Vasilevsky A.A., Kostanov A.I., Ishchenko M.I. History of Sakhalin and the Kuril Islands from ancient times to the beginning of the XXI century. Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalinskoye Knizhnoye Izdatelstvo, 2008. (in Russian)]

- Гончаренко Г.Г., Лопатин О.Е., Манченко Г.П. Мутантные гены окраски в популяциях домашних кошек средней Азии и европейской части СССР. *Генетика*. 1985;21(7):1151-1158. [Goncharenko G.G., Lopatin O.E., Manchenko G.P. Coat colour mutant genes in domestic cat populations of Middle Asia and European part of the USSR. *Genetika (Moscow)*. 1985;21(7):1151-1158. (in Russian)]
- Животовский Л.А. Статистические методы анализа частот генов в природных популяциях. В: Итоги науки и техники. Общая генетика. М.: ВИНТИ, 1983;8:76-104. [Zhivotovsky L.A. Statistical methods for analyzing gene frequencies in natural populations. In: Results of science and technology. General genetics. Moscow: VINITI Publ., 1983;8:76-104. (in Russian)]
- Животовский Л.А. Популяционная биометрия. М.: Наука, 1991. [Zhivotovsky L.A. Population biometry. Moscow: Nauka Publ., 1991. (in Russian)]
- Кочеткова Н.В. Курильский бобтейл. М.: ООО «Аквариум принт», 2007. [Kochetkova N.V. Kurilian bobtail. Moscow: Akvarium Print Publ., 2007. (in Russian)]
- Манченко Г.П. Новые данные о частотах мутантных генов окраски у домашних кошек СССР. *Генетика*. 1981;17(12):2195-2202. [Manchenko G.P. New data on the mutant genes frequencies in the domestic cats of the USSR. *Genetika (Moscow)*. 1981;17(12):2195-2202. (in Russian)]
- Робинсон Р. Генетика окрасок. В: Генетика кошки. Новосибирск: Наука, 1993а;44-53. [Robinson R. Genetics of colors. In: Cat genetics. Novosibirsk: Nauka Publ., 1993а;44-53. (in Russian)]
- Робинсон Р. Генетика структуры шерсти. В: Генетика кошки. Новосибирск: Наука, 1993б;53-57. [Robinson R. Coat structure genetics. In: Cat genetics. Novosibirsk: Nauka Publ., 1993б;53-57. (in Russian)]
- Холин С.К. Частоты мутантных генов в двух популяциях домашних кошек южного Сахалина. *Генетика*. 1990;26(12):2200-2206. [Kholin S.K. Coat colour mutant gene frequencies in two domestic cat populations of south Sakhalin Island. *Genetika (Moscow)*. 1990;26(12):2200-2206. (in Russian)]
- Холин С.К. Частоты мутантных генов окраски шерсти в популяциях домашних кошек населенных пунктов Приморского края. *Генетика*. 2012;48(5):655-659. DOI 10.1134/S1022795412050122. [Kholin S.K. Coat colour mutation gene frequencies in domestic cat populations of Primorskii krai, Russia. *Rus. J. Genet.* 2012;48(5):558-561. DOI 10.1134/S1022795412050122]
- Холин С.К. Новые данные о частотах мутантных аллелей в популяции домашних кошек г. Холмск (о. Сахалин). *Амурский зоологический журнал*. 2013;5(4):473-475. [Kholin S.K. New data on the mutant alleles frequencies in the domestic cat population of Kholmok (Sakhalin Island). *Amurskii Zoologicheskii Zhurnal*. 2013;5(4):473-475. (in Russian)]
- Холин С.К. Динамика частот мутантных аллелей в популяции домашней кошки (*Felis catus* L., 1758) г. Холмск (о. Сахалин). *Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН*. 2016;3:104-107. [Kholin S.K. Dynamics of mutant allele frequencies in the cat population (*Felis catus* L., 1758) in the city of Kholmok, Sakhalin Island. *Bulletin of the North-East Science Center*. 2016;3:104-107. (in Russian)]
- Холин С.К. Библиография по популяционной генетике домашней кошки (*Felis catus* L.). Владивосток: ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН, 2018. [Kholin S.K. Bibliography on the population genetics of a domestic cat (*Felis catus* L.). Vladivostok: Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity Publ., 2018. (in Russian)]
- Adalsteinsson S., Blumenberg B. Simultaneous maximum likelihood estimation of the frequency of sexlinked orange and the male ratio in the cat. *Carnivore Genet. Newsl.* 1984;4:68-77.
- Borodin P.M., Bochkarev M.N., Smirnova I.S., Manchenko G.P. Mutant allele frequencies in domestic cat populations of six Soviet cities. *J. Hered.* 1978;69(3):169-174. DOI 10.1093/oxfordjournals.jhered.a108918.
- David V.A., Menotti-Raymond M., Wallace A.C., Roelke M., Kehler J., Leighty R., Eizirik E., Hannah S.S., Nelson G., Schaffer A.A., Connelly C.J., O'Brien S.J., Ryugo D.K. Endogenous retrovirus insertion in the KIT oncogene determines *White* and *White spotting* in domestic cats. *G3 (Bethesda)*. 2014;4(10):1881-1891. DOI 10.1534/g3.114.013425.
- Eizirik E., David V.A., Buckley-Beason V., Roelke M.E., Schaffer A.A., Hannah S.S., Narfström K., O'Brien S.J., Menotti-Raymond M. Defining and mapping mammalian coat pattern genes: Multiple genomic regions implicated in domestic cat stripes and spots. *Genetics*. 2010;184(1):267-275. DOI 10.1534/genetics.109.109629.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 2001;4(1):1-9.
- Montague M.J., Li G., Golfi B., Warren W.C. Comparative analysis of the domestic cat genome reveals genetic signatures underlying feline biology and domestication. *PNAS*. 2014;111(48):17230-17235. DOI 10.1073/pnas.1410083111.
- Nozawa K., Kawamoto Y. Genetic polymorphisms in coat color and other morphological traits of the Japanese feral cats – The 4th compilation of mainland data. *Rep. Soc. Res. Native Livestock*. 2013;26:105-139.
- Pollard R.E., Koehne A.L., Peterson C.B., Lyons L.A. Japanese Bobtail: vertebral morphology and genetic characterization of an established cat breed. *J. Feline Med. Surg.* 2015;17(8):719-726. DOI 10.1177/1098612X14558147.
- Robinson R., Silson M. Mutant gene frequencies in cats of Southern England. *Theor. Appl. Genet.* 1969;39(7):326-329. DOI 10.1007/BF00281914.
- Todd N.B. Cats and commerce. *Sci. Am.* 1977;237(5):100-107.
- Todd N.B. Cat population genetics on the littoral of the Indian Ocean and South China Sea: a preliminary assessment. *Carnivore Genet. Newsl.* 1983;4(7):248-262.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 22.08.2022. После доработки 30.08.2022. Принята к публикации 05.09.2022.

 pismavavilov.ru

DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-16

Обзор

Вавиловский вектор возникновения цитогенетики

Н.Ш. Булатова 

Аннотация: Первый отечественный форум по генетическим ресурсам (Санкт-Петербург, июнь 2022 г.) привлек внимание исследователей различных направлений к вопросам изучения биоресурсов. В этом ключе отношением к биоресурсной проблематике из современных разделов генетики выделяется цитогенетика. Работы и история цитогенетики в России имели свою специфику в ранний период привлечения новых методов на генетических основах в связи с осуществлением глобальных планов изучения растительных ресурсов. Это происходило в продолжение двух блестящих десятилетий российской генетики, между 1920 и 1940 гг., под непосредственным влиянием Н.И. Вавилова вслед за открытием им закона гомологических рядов в наследственной изменчивости. В статье приведены свидетельства на основании опубликованных материалов из научного наследия академика Н.И. Вавилова, рисующие обстоятельства рождения цитогенетики растений, до сих пор остававшиеся без должного внимания историков науки. В интерпретации Вавилова цитогенетика приобрела конкретные характеристики происхождения (время, место и цель, также, возможно, имя) благодаря V Международному генетическому конгрессу, состоявшемуся в 1927 г. Не будучи исследователем хромосом, только ученый с таким широким горизонтом взглядов, как Н.И. Вавилов, смог оценить эволюционный потенциал цитогенетической изменчивости и в качестве руководителя Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур в Ленинграде (будущий знаменитый ВИР) сделал все для появления и международной презентации новой ветви генетики, цитогенетики, и ее авторов – целой когорты русской школы цитологии.

Ключевые слова: генетическая цитология; генетические ресурсы; наследие Н.И. Вавилова; российские цитогенетики; V Международный генетический конгресс.

Благодарности: Работа подготовлена в знак благодарности и доброй памяти о начале научной работы автора в 1969 г. в Институте цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск), о лаборатории цитогенетики под руководством классика цитогенетики профессора Веры Вениаминовны Хвостовой (1903–1977), об уроках школы жизни от гения цитогенетики незабвенной Севили Ибрагимовны Раджабли (1932–1989). Работа проведена по научным планам ИПЭЭ РАН без дополнительного финансирования.

Для цитирования: Булатова Н.Ш. Вавиловский вектор возникновения цитогенетики. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2022;8(3):260-264. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-16

Review

Vavilov vector of the emergence of cytogenetics

N.Sh. Bulatova 

Abstract: The first national Forum on Genetic Resources (St. Petersburg, June 2022) attracted the attention of researchers in various fields to the study of biological resources. In this vein, cytogenetics stands out from the modern sections of the genetic direction with its attitude to bioresource issues. The work and history of cytogenetics in Russia had its own specifics in the exploratory period of early genetics in connection with the implementation of global plans for the study of plant resources. This happened during two brilliant decades of Russian genetics between 1920 and 1940 under the direct influence of N.I. Vavilov, following his discovery of the law of homological series in hereditary variation. The article provides evidence based on published materials from the scientific heritage of Academician N.I. Vavilov, depicting the circumstances of the birth of plant cytogenetics, but which have remained until now without due attention of historians of science. In Vavilov's interpretation, cytogenetics acquired specific characteristics of origin (time, place, and purpose, possibly also a name), thanks to the V International Genetic Congress held in 1927. Not being a chromosome researcher, only a scientist with a broad horizon, like N.I. Vavilov, was able to assess the evolutionary potential of cytogenetic variation and, as the head of the Institute of Applied Botany and New Cultures in Leningrad (the future famous VIR), did everything for the appearance and international presentation of a new branch of genetics, cytogenetics, and its authors – a whole cohort of the Russian school of cytology.

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, Москва, Россия
A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

 bulatova.nina@gmail.com

 Булатова Н.Ш., 2022

Key words: genetical cytology; genetic resources; N.I. Vavilov heritage; Russian cytogeneticists; V International Genetic Congress.

For citation: Bulatova N.Sh. Vavilov vector of the emergence of cytogenetics. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selekcii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2022;8(3):260-264. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-16 (in Russian)

В июне 2022 г. в Санкт-Петербурге под эгидой Вавиловского общества генетиков и селекционеров (ВОГиС) состоялся первый научный форум по генетическим ресурсам России. Форум объединил девять конференций, призванных осветить современные направления работы с коллекциями генетических ресурсов и их применение в фундаментальной науке, медицине и сельском хозяйстве¹. Цитогенетическая информация была представлена отдельными докладами на ряде конференций форума. Однако выбор города, прославленного коллекцией мировых растительных ресурсов академика Н.И. Вавилова, и проведение мемориальной конференции в созданном им институте (ВИР) позволили сосредоточиться на важном для истории цитогенетики событии. Как выясняется, возникновение цитогенетики в качестве новой научной дисциплины целенаправленно шло в этом городе, носившем имя Ленинград, в гуще огромной творческой работы по изучению генетической природы разнообразия растительных ресурсов планетарного масштаба, развернутой благодаря Н.И. Вавилову в нашей стране в блистательные два десятилетия генетики – 1920–1940 гг. Тема истории нашла отражение в программе двухдневных заседаний в ВИР, проведенных в формате всероссийской конференции под названием «Генетические ресурсы растений для генетических технологий: к столетию Пушкинских лабораторий ВИР», одновременно посвященной и 135-летию самого Николая Ивановича Вавилова (рис. 1). В настоящей статье

изложены материалы нашей презентации на этой конференции², свидетельствующие о персональном вкладе великого ученого и его школы в возникновение цитогенетики.

Впервые задача изучения растительных ресурсов планетарного масштаба поставлена Н.И. Вавиловым перед прикладной ботаникой и всей сельскохозяйственной наукой после открытия закона гомологических рядов в наследственной изменчивости в 1920 г. (Вавилов, 1920). Вторая редакция закона вышла в 1922 г. на английском языке (Vavilov, 1922). В окончательной редакции, опубликованной в 1935 г. (Вавилов, 1935) и впоследствии неоднократно переиздававшейся (все три версии представлены в академическом издании к столетию Н.И. Вавилова (Вавилов, 1987)), автором засвидетельствовано, что закон был положен в основу работ института по дифференциальной систематике растений, необходимой для построения системы несметного числа культурных форм. После командировки в США и Канаду в 1921 г. и знакомства с лабораторией Т. Моргана и его соавторами по хромосомной теории наследственности (Morgan et al., 1915) Н.И. Вавилов привлек «всю королевскую рать» отечественной цитологии растений к работам по систематике в своем институте. С 1925 г. руководить цитологической лабораторией Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур (ВИПБиНК) в Ленинград приглашен из Киева профессор Григорий Андреевич Левитский.

В 1927 г. цитологами подготовлен отдельный выпуск институтского журнала, замечательный сразу в нескольких отношениях. Во-первых, с этого номера (том XVII, № 3) название издания «Труды по прикладной ботанике и селекции» дополнено термином «генетика» – журнал стал называться «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции» и издается под таким наименованием до сих пор. Во-вторых, выпуск был назван в редакционном предисловии генетико-цитологическим и посвящен «основателю генетической цитологии в нашей стране Сергею Гавриловичу Навашину» (рис. 2). В-третьих, тот первый выпуск обновленного издания, и об этом позже Николай Иванович сообщит в своих лекциях по истории генетики (Вавилов, 2012. Гл. VI, С. 98), был подготовлен к V генетическому конгрессу, который состоялся 11–17 сентября 1927 г. в Берлине (Германия).

Авторами генетико-цитологического выпуска вместе с Н.И. Вавиловым были руководители цитологического и генетического отделов ВИПБиНК – Григорий Андреевич Левитский и Георгий Дмитриевич Карпеченко соответственно. Выпуск содержит 14 работ 13 авторов, сотрудников разных подразделений института и близких по профилю организаций. Статьи опубликованы с развернутыми резюме на иностранных языках (английском или немецком), заголовки включены в общий список оглавления тома вместе с русскими наименованиями (Приложение).

Стоит отметить, что название выпуска «генетико-цитологический» довольно быстро устарело и сейчас забыто.

¹ <https://brc2022.vogis.org>



Рис. 1. Программа Первого научного форума «Генетические ресурсы России» (Санкт-Петербург, 2022)

Fig. 1. Programme of the first national Forum on Genetic Resources (St. Petersburg, 2022)

² http://www.vir.nw.ru/wp-content/uploads/2021/10/programma_BRK_final.pdf

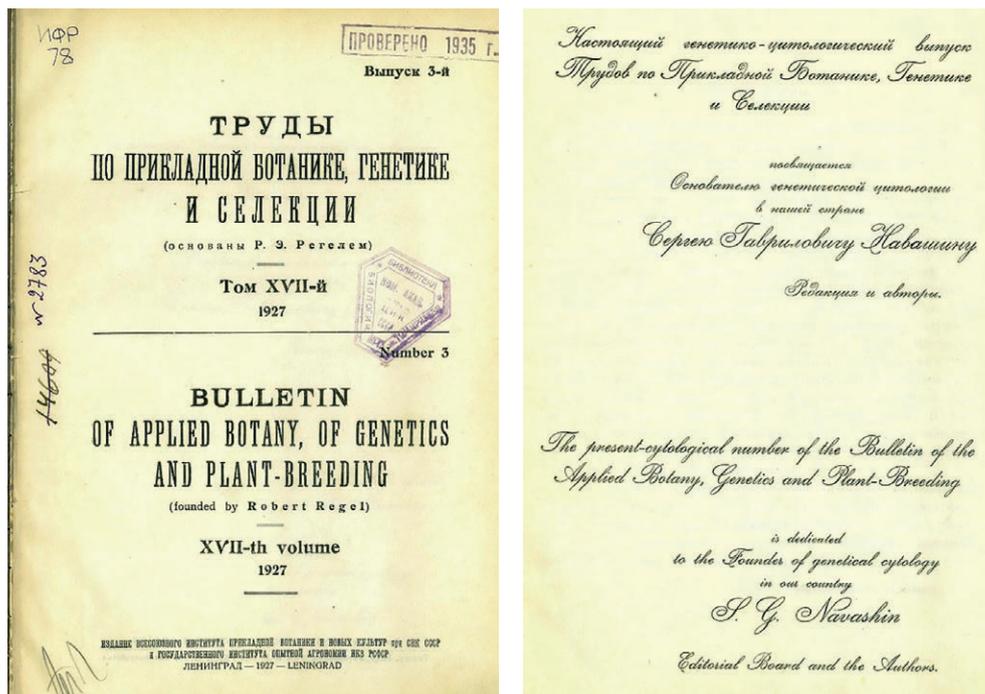


Рис. 2. Выпуск журнала «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции» (Ленинград, 1927) с посвящением «Основателю генетической цитологии в нашей стране Сергею Гавриловичу Навашину»

Fig. 2. Issue of the journal "Bulletin of Applied Botany, Genetics and Breeding" (Leningrad, 1927) with dedication "To the founder of genetical cytology in our country S.G. Navashin"

По свидетельству Н.И. Вавилова, номер, по сути, стал презентацией новой научной дисциплины «цитогенетика» на V генетическом конгрессе. Об этом ясно говорится в лекциях, прочитанных по прошествии десяти лет Н.И. Вавиловым в Академии наук в Москве в 1938 г. в разгар гонений на генетику, но напечатанных отдельной книгой только в 2012 г.

В книге, изданной под названием «Этюды по истории генетики» и ценной в наше время, по представлению научных редакторов издания, открытием сейчас малоизвестной предыстории генетики (И.А. Захаров-Гезехус, Т.Б. Авруцкая), Николай Иванович Вавилов (2012) охарактеризовал генетический конгресс в Берлине как главный, как бы переломный момент в истории генетики, которая, по свидетельству ученого (Вавилов, 2012: глава VI), возникла как ветвь эволюционного учения, но от которого в то время обнаруживала, по его словам, ряд поучительных ошибочных отхождений во взглядах ведущих генетиков. Эволюционному пессимизму ветеранов, высказанному с трибуны названного съезда, Н.И. Вавилов противопоставил оптимизм аудитории: «В секциях на том же конгрессе мы слушали доклады об экспериментально полученных гибридах разных родов, разных видов, при этом плодовых, перебрасывающих, таким образом, мост между видами и родами. V конгресс генетики, по существу, свидетельствовал о рождении новой могучей ветви генетики – цитогенетики, уже позволяющей вплотную подходить к вопросам макрофилогении» (Вавилов, 2012. С. 109).

Тем самым рождение цитогенетики ассоциировалось Н.И. Вавиловым с возвратом к проблемам эволюции на V генетическом конгрессе. По оглавлению статей в подго-

товленном для международного конгресса выпуске «Трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции» (приведены в Приложении) нетрудно заметить, что именно эти темы звучали в оптимистически настроенных аудиториях берлинского генетического форума.

Отметим, что в летописи 50-летия отечественной цитогенетики в 1967 г. видный цитогенетик Александра Алексеевна Прокофьева-Бельговская не выделяет даты рождения цитогенетики в череде событий, связанных с развитием цитогенетических исследований в стране (Прокофьева-Бельговская, 1967). Вместе с тем в потоке имен выдающихся ученых, среди которых начиналась с 1930 г. ее собственная научная биография, Н.И. Вавилов охарактеризован как обладающий огромной полнотой знаний в области генетики и эволюции и как предугадавший еще в 1920-х гг. важнейшее значение исследования хромосом для решения проблем видообразования и практической селекции (Прокофьева-Бельговская, 2005). Хотя возникновение цитогенетики нигде кроме записей Н.И. Вавилова не зафиксировано современниками в качестве отдельного события, представляется, что осознание подобного явления имело место. Имя Vavilov более полувека значилось в венке мировой славы, который с 1947 г. украшал обложку журнала *Heredity*, созданного выдающимся европейским цитогенетиком Сирилом Дарлингтоном.

Из нашей собственной недавней переписки с зарубежными коллегами можно сделать заключение об отсутствии определенной точки зрения на возникновение цитогенетики как отдельной научной дисциплины. Эти частные мнения интуитивно соотносят рождение цитогенетики с публи-

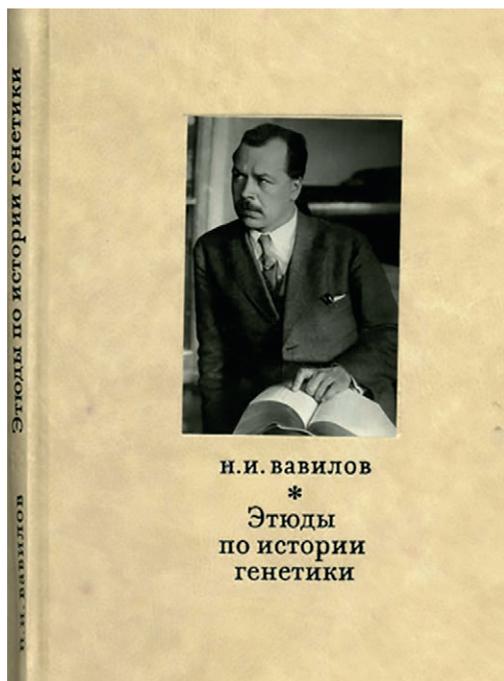


Рис. 3. Книга, опубликованная в 2012 г., составлена из лекций Н.И. Вавилова по начальному периоду истории генетики – до 1938 г.
Fig. 3. The book, published in 2012, is composed of lectures by N.I. Vavilov on the initial period of the history of genetics until 1938

кациями либо хромосомной теории Моргана с соавторами 1915 г. (Morgan et al., 1915), либо основных обобщений 1930-х гг. С. Дарлингтона (Darlington, 1932) и Ф. Добжанского (Dobzhansky, 1937), хотя в этих изданиях термин «цитогенетика» практически отсутствует. В названиях работ, процитированных в крупной монографии 1937 г. (Dobzhansky, 1937), лишь в редких англоязычных публикациях 1930-х гг. встречались одно- или двусложные термины cytogenetics (одна статья) и cyto-genetic (две статьи), также в двух публикациях отмечен немецкий вариант genetisch-cytologische, тогда как в основном исследовании хромосом были представлены как «цитологические». Новое название получило широкое распространение в тесной связи с цитогенетикой человека во второй половине XX века, намного позже даты, названной Н.И. Вавиловым и неведомой современным историкам цитогенетики (Ferguson-Smith, 2015). На этом фоне примечательно неоднократное упоминание в книге Вавилова (2012) термина «цитогенетика» и вариантов («цитогенетики», «цитогенетический»). В двух лекциях (главы IV и VI книги) на восьми страницах отмечено десять таких употреблений (рис. 3), а это значит, что в свободном обращении эти слова присутствовали в лексиконе лектора и аудитории в 1938 г. Так, автор использовал термины «цитогенетика–цитогенетики–цитогенетический» в двух главах, IV и VI, на С. 72–74, 76, 77, 109, 112, 115.

Обзор работ по систематике растений, опубликованный к столетию закона гомологических рядов (Родионов и др., 2020), показывает успешность применения данных кариологии и молекулярной филогении для идентификации таксономического сходства и различий, что привело к

открытию феномена скрытых (криптических) видов среди ботанических объектов и цитогенетически различных популяций внутри видов без явных признаков классических таксономических отличий по морфологии. Продемонстрировано, что в результате использования достижений молекулярной филогении и сравнительной геномики экспериментальная систематика растений способна перейти к решению новых задач, прямо вытекающих из вавиловского закона рядов параллельной фено- и генотипической изменчивости (Юрченко, Захаров, 2007).

Надо полагать, что вектор, определенный академиком Вавиловым, не остановится на достигнутом цитогенетикой почти вековым возрасте. Вместе с другими методами на генетической основе в новом столетии цитогенетике предстоит поиск новых подходов к проблемам изучения, использования и сохранения генетических ресурсов.

Список литературы / References

- Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Саратов, 1920.
[Vavilov N.I. The law of homologous series in variation. Saratov, 1920. (in Russian)]
- Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. В: Теоретические основы селекции растений. Т. 1. М.-Л.: Сельхозгиз, 1935;75-128.
[Vavilov N.I. The law of homologous series in variation. Theoretical foundations of plant breeding. Vol. 1. Moscow – Leningrad: Selkhozgiz Publ., 1935;75-128. (in Russian)]
- Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Л.: Наука, 1987.
[Vavilov N.I. The law of homologous series in variation. Leningrad: Nauka Publ., 1987. (in Russian)]
- Вавилов Н.И. Этюды по истории генетики. М.: Новый хронограф, 2012.
[Vavilov N.I. Etudes in genetics history. Moscow: Novyi Khronograf Publ., 2012. (in Russian)]
- Прокофьева-Бельговская А.А. Достижения цитогенетики за 50 лет в СССР. *Генетика*. 1967;10:86-113.
[Prokofieva-Belgovskaya A.A. The advances of cytogenetics in the USSR. *Genetics (USSR)*. 1967;10:86-113. (in Russian)]
- Прокофьева-Бельговская А.А. Портрет на фоне хромосом. М.: Научный мир, 2005.
[Prokofieva-Belgovskaya A.A. Portrait against the background of chromosomes. Moscow: Nauchnyi Mir Publ., 2005. (in Russian)]
- Родионов А.В., Шнейер В.С., Пунина Е.О., Носов Н.Н., Гнутиков А.А. Закон гомологических рядов и систематика. *Генетика*. 2020;56(11):1227-1238. DOI 10.31857/S0016675820110077.
[Rodionov A.V., Shneyer V.S., Punina E.O., Nosov N.N., Gnutikov A.A. The law of homologous series in variation for systematics. *Russ. J. Genet.* 2020;56(11):1227-1238. DOI 10.1134/S1022795420110071]
- Юрченко Н.Н., Захаров И.К. Концепции биологической гомологии: исторический обзор и современные взгляды. *Информ. вестн. ВОГиС*. 2007;11(3-4):537-546.
[Yurchenko N.N., Zakharov I.K. The concept of biological homology: historical and contemporary view. *Informatsionny Vestnik VOGIS = The Herald of Vavilov Society for Geneticists and Breeders*. 2007;11(3-4):537-546. (in Russian)]
- Vavilov N.I. The law of homologous series in variation. *J. Genet.* 1922;12(1):49-89. DOI 10.1007/BF02983073.
- Darlington C.D. Recent advances in cytology. London: J. & A. Churchill, 1932. Dobzhansky T. Genetics and the origin of species. New York: Columbia University Press, 1937.
- Ferguson-Smith M.A. History and evolution of cytogenetics. *Mol. Cytogenet.* 2015;8:19. DOI 10.1186/s13039-015-0125-8.
- Morgan T.H., Sturtevant A.H., Muller H.J., Bridges K.B. The mechanism of Mendelian heredity. New York: Holt & Co., 1915.

Приложение

Содержание генетико-цитологического выпуска журнала «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции» 1927 г. (том XVII, № 3).

[*Bulletin of applied botany, of genetics and plant-breeding*. 1927;17(3)]

Список составлен с указанием номера первой страницы

[The first page of each paper is indicated]

- С. 3. Левитский Г.А., Кузьмина Н.Е. Кариологический метод в систематике и филогенетике рода *Festuca* (подр. *Eu-Festuca*). [Levitsky G.A., Kuzmina N.E. Karyological investigations on the systematics and phylogenetics of the genus *Festuca*]
- С. 37. Свешникова И.Н. Кариологический очерк рода *Vicia*. [Sveshnikova I.N. Karyological studies on *Vicia*]
- С. 73. Эмме Е.К. Материалы к цитологии рода *Secale* L. [Emme H. Zur Cytologie der Gattung *Secale* L.]
- С. 101. Рыбин В.А. О числе хромосом при соматическом и редукционном делениях у культурной яблони в связи с вопросом о стерильности пыльцы некоторых ее сортов. [Rybin V.A. On the number of chromosomes observed in the somatic and reduction division of the cultivated apple in connection with pollen sterility of some of its varieties]
- С. 121. Навашин М.С. Об изменении числа и морфологических признаков хромосом у межвидовых гибридов. [Navashin M.S. On the variation of the number and morphological characters of the chromosomes in interspecific hybrids]
- С. 151. Эгиз С.А. опыты междувидовой гибридизации в роде *Nicotiana*. I. Гибридизация между видами *N. rustica* (тютюн) и *N. Tabacum* (табак). [Eghis S.A. Experiments on interspecific hybridization in the genus *Nicotiana*. I. Hybridization between the species *N. rustica* L. and *N. Tabacum* L.]
- С. 191. Рыбин В.А. Полиплоидные гибриды *Nicotiana tabacum* L. × *Nicotiana rustica* L. (Предварительное сообщение). [Rybin V.A. Polyploid hybrids of *Nicotiana tabacum* L. × *Nicotiana rustica* L. (Preliminary communication)]
- С. 241. Кузьмина Н.Е. О хромосомах *Beta vulgaris* L. [Kuzmina N.E. On the chromosomes of *Beta vulgaris* L.]
- С. 253. Марценицина К.К. Хромосомы некоторых видов рода *Linum* L. [Martzenitzina K.K. The chromosomes of some species of the genus *Linum* L.]
- С. 265. Эмме Е., Шепелева Е. Попытка кариологического анализа в пределах вида *Linum usitatissimum* L. [Emme H., Schepeljeva E. Versuch einer karyologischen Artanalyse von *Linum usitatissimum* L.]
- С. 273. Мельников А.Н. К сравнительной анатомии стебля русских льнов. [Melnikov A.N. A contribution to the comparative anatomy of the stem of Russian flax]
- С. 289. Левитский Г.А., Бенецкая Г.К. О кариотипе *Solanum tuberosum* L. [Levitsky G.A., Benetzkaja G.K. On the karyotype of *Solanum tuberosum* L.]
- С. 305. Карпеченко Г.Д. Полиплоидные гибриды *Raphanus sativus* L. × *Brassica oleracea* L. (К проблеме экспериментального видообразования). [Karpechenko G.D. Polyploid hybrids of *Raphanus sativus* L. × *Brassica oleracea* L. (On the problem of experimental species formation)]
- С. 411. Вавилов Н.И. Географические закономерности в распределении генов культурных растений. Предварительное сообщение. [Vavilov N.I. Geographical regularities in the distribution of the genes of cultivated plants. Preliminary communication]

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 07.07.2022. После доработки 20.07.2022. Принята к публикации 29.07.2022.

 pismavavilov.ru

DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-17

Обзор

«Моя мечта теперь – быть в Абиссинии»: Абиссиния и Эритрея в фотографиях Н.И. Вавилова

Т.Б. Авруцкая 

Аннотация: После возвращения Н.И. Вавилова на родину из абиссинской (эфиопской) экспедиции летом 1927 г. фотоматериал оформлен в виде двух альбомов. Огромное количество фотографий (только в двух альбомах «Абиссиния» и «Эритрея» около двух тысяч), сделанных ученым, рассмотрены как непосредственные дорожные документы, дополняющие дневниковые и рабочие тетради. Представляя фотографии Вавилова, автор дает возможность читателям заново, через 95 лет, пройти по маршруту экспедиции и увидеть то, что уловил взгляд естествоиспытателя.

Ключевые слова: возделываемые растения; биоразнообразие; история прикладной ботаники; Н.И. Вавилов; эфиопская экспедиция.

Для цитирования: Авруцкая Т.Б. «Моя мечта теперь – быть в Абиссинии»: Абиссиния и Эритрея в фотографиях Н.И. Вавилова. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2022;8(3):265-314. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-17

Обзор

“My dream now is to be in Abyssinia”: Abyssinia and Eritrea in the photos of N.I. Vavilov

Т.Б. Avrutskaya 

Abstract: After N.I. Vavilov returning home from the Abyssinian (Ethiopian) expedition in the summer of 1927, photographic material was organized in two albums. A huge amount of photos (two photoalbums titled “Abyssinia” and “Eritrea” contain about two thousands of them) is considered as important travel documents which complemented diaries and notebooks. Introducing the main themes of Vavilov’s photos, the author gives readers the opportunity to repeat the route of the expedition and see the same things as the naturalist did 95 years ago.

Key words: cultivated plant; biodiversity; history of applied botany; N.I. Vavilov; Ethiopian expedition.

For citation: Avrutskaya T.B. “My dream now is to be in Abyssinia”: Abyssinia and Eritrea in the photos of N.I. Vavilov. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2022;8(3):265-314. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-17 (in Russian)

Во «Введении» к незавершенной книге «Пять континентов» Николай Иванович Вавилов пишет о желании поделиться своими впечатлениями от «наиболее замечательных районов Земли, где зарождалась, творилась и творится великая земледельческая культура» (Вавилов, 1987. С. 15). Одним из таких районов была Абиссиния (Эфиопия). Вавилов

страстно стремился в эту страну, серьезно готовился к экспедиции, но она долгое время была для него самой желанной и недостижимой (Страна..., 1987).

Он писал своим корреспондентам: «Все мысли, как бы проникнуть в Абиссинию. Обдумываю обходные пути.... Надо добраться во что бы ни стало в Эфиопию» (Научное на-

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук, Москва, Россия
Комиссия по сохранению и разработке научного наследия академика Н.И. Вавилова Российской академии наук, Москва, Россия
N.I. Vavilov Institute of General Genetics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
Commission for the Preservation and Development of the Scientific Heritage of Academician N.I. Vavilov of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

 tata221151@mail.ru

 © Авруцкая Т.Б., 2022

следство..., 1980. С. 283, 284), «Главное желание проникнуть в страну солнца – Эфиопию. Но и ко львам визы россиянам заказаны» (Там же. С. 293).

Только воля и удивительная целеустремленность позволили Н.И. Вавилу преодолеть все препятствия и попасть в страну, о которой он мечтал долгие годы: «Надо было, по-видимому, отказаться от утопической мысли попасть в

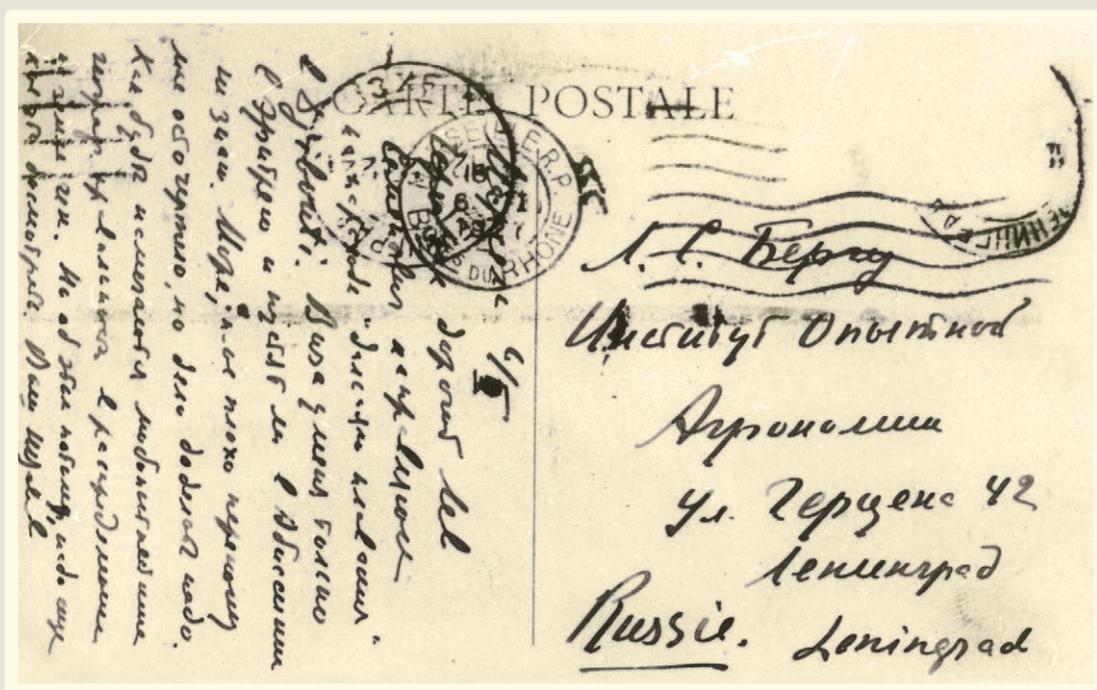
Абиссинию, но я никак не мог с этим примириться – ведь по всем нашим теоретическим предположениям Восточная Африка должна была характеризоваться самостоятельной культурной флорой, пока еще никем не исследованной, известной лишь по обрывкам флористических исследований» (Вавилов, 1987. С. 133).

Л.С. Бергу¹

Марсель
6/I [1927 г.]

Через час[,] дорогой Лев Семенович[,] направляюсь на пароходе «дальнего плавания» в Djibouti². Виза у меня только в Эритрею[,] и пустят ли в Абиссинию[,] не знаю. Море, к[отор]ое плохо переношу[,] мне осточертело, но дело доделать надо. Как будто намечаются любопытнейшие географ[ические] правильности в распределении на земле ген. Но об этом потом, надо еще кое-что досмотреть.

Ваш Н. Вавилов



Фотокопия открытки Л.С. Бергу. Из фондов мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова (ИОГен РАН, Москва).

¹ Берг Лев Семёнович (1876–1950) – географ и биолог, академик АН СССР (1946). С 1922 по 1934 г. – зав. отделом прикладной ихтиологии ГИОА. Разработал учение о ландшафтах и развил учение В.В. Докучаева о природных зонах. С 1940 г. – президент Географического общества СССР. Лауреат Сталинской премии 1-й степени (1951, посмертно). См. о нем: (Мурзаев, 1983).

² Джибути – порт в Аденском заливе, столица Французского Сомали, конечная точка морской части маршрута Н.И. Вавилова.

Проф. [Г.К.] Мейстеру

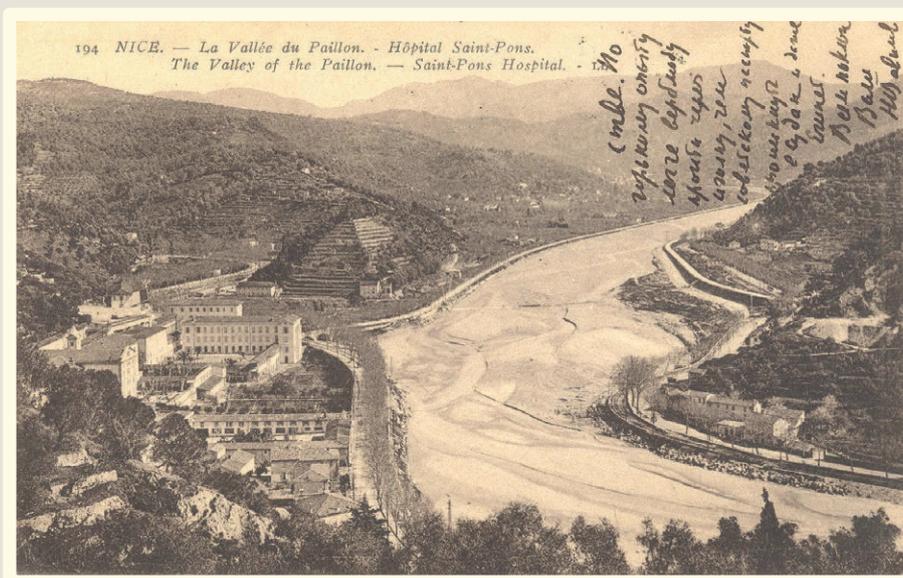
12/1 [1927 г.]
Суэцкий канал

Завтра, дорогой Георгий Карлович³,
буду в Красном море, оттуда направляюсь в Сомалию. Здесь должна распутаться в значительной мере загадка пшениц Средиземья. Кое-что удалось понять. Группу 28-хром[осомных] пшениц можно географически дифференцировать. Но много выросло и новых загадок, к[отор]ые может решить только центральная горная Африка. Пытаюсь проникнуть[,] но трудно россиянину в простран-

стве. По горькому опыту легче верблюду пройти через иголку, чем советскому паспорту проникнуть в Судан и даже Египет.

Всем поклон,
Ваш Н. Вавилов

<На лицевой стороне открытки:>



Оригинал открытки Г.К. Мейстеру. Из фондов Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).

³ Мейстер Георгий Карлович (1873–1943) – селекционер, академик ВАСХНИЛ (1935). Директор Балашовского опытного поля (1908–1914). С 1920 по 1935 г. – директор Саратовской опытной станции, одновременно зав. каф. генетики, селекции и семеноводства Саратовского СХИ (1921–1933). Организатор и директор (1920–1926) Саратовской «Госсемкультуры». Вице-президент (1935–1937) и и. о. президента (1937) ВАСХНИЛ. См. о нем: (Сайфуллин и др., 2013).



ученого, Ю.Н. Вавилов⁴, собираясь передать их в Российский государственный архив экономики (РГАЭ, Москва), счел необходимым предоставить возможность отсканировать листы альбомов для того, чтобы в мемориальном кабинете-музее в ИОГен РАН были сохранены их копии. В это же время Ю.Н. Вавилов передал в дар кабинету-музею оригинальные конверты с дублями фотографий, сделанных Н.И. Вавиловым в Абиссинии. По конвертам двух типов с типографскими штампами FOTO ELETTRICA GALLO & C. Asmara = Cas. Post. N. 316 (7,5 × 11 см) и Fotografia Modernissima FERRARESE & GALLO Piazza Nuova Cattedrale TRIPOLI – Casella Postale N. 120

В Джибути Вавилов узнает, что никакого статуса виз на въезд в Абиссинию никогда не существовало и печати в паспорте французского губернатора Французского Сомали было достаточно. По политическим и экономическим обстоятельствам в Абиссинию ему пришлось ехать одному. О тех невероятных испытаниях, с которыми пришлось встретиться в Африке, он редко рассказывал, лишь иногда вспоминал, что поездка была интересной, но трудной.

В Абиссинии и Эритрее Н.И. Вавилов проводил сбор образцов семян, вел дневник. Пребывание также отражено в огромном числе фотографий, сделанных им во время экспедиции. В книге «Пшеницы Абиссинии...» (1931) Н.И. Вавилов приводит только три фотографии из альбома «Абиссиния» с изображением помолы зерна на примитивной каменной терке (фото 86) и «рушения (обрушения)» (снятия плодовых оболочек с зерна механическим способом) полбы в деревянной ступе (фото 219 и 368).

В дальнейшем фотоматериал неоднократно использован в качестве иллюстраций в его научных и популярных публикациях, докладах и просветительских лекциях. Следует отметить, что Н.И. Вавилов щедро делился фотографиями с этнографами и географами. Серии фотографий, сделанные ученым, хранятся в Музее антропологии и этнографии РАН им. Н.Н. Миклухо-Маклая и Русском географическом обществе (оба – Санкт-Петербург) (Грум-Гржимайло, 1986).

После возвращения на родину фотоматериал был оформлен в виде двух альбомов довольно большого формата (27 × 35,5 см), обозначенных Н.И. как «Абиссиния» и «Эритрея». На листах альбомов серо-синего цвета, оформленных идентично, размещены черно-белые фотографии небольшого размера (4,5 × 6 и 6 × 9 см), которые расположены рядами, пронумерованы и имеют машинописные подписи (рис. 1 и 2).

В 2009 г. альбомы на непродолжительное время попали в Мемориальный кабинет-музей Н.И. Вавилова в Институте общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук (ИОГен РАН, Москва). Это было связано с тем, что сын

(12 × 15 см) стало понятно, что фото отпечатаны с негативов Н.И. Вавилова в двух местах – Асмаре (Эритрея) и Триполи (Ливан) (рис. 3). На некоторых конвертах можно заметить автографы Вавилова. Видя подписи к фотографиям в альбомах, мы смогли атрибутировать и те, которые находились в конвертах. Кроме того, появилась возможность соотнести фото с датами и конкретизировать маршрут Н.И.

Следует отметить, что в 2012 г. к 125-летию ученого и 85-летию его абиссинской (эфиопской) экспедиции готовилась поездка группы ученых ИПЭЭ РАН, ИОГен РАН, ВИР, ИЦиГ СО РАН в Эфиопию (JERBE-12)⁵ по маршруту экспедиции Н.И. Вавилова 1927 г. К этому времени пишущая эти строки получила фотокопии 1-й тетради «Абиссинского дневника» Н.И. Вавилова (рис. 4). Ее передал историк член Вавиловской комиссии РАН⁶ В.Д. Есаков⁷, расшифровавший и ранее опубликовавший часть «Дневника» вместе с Ю.Н. Вавиловым (Страна..., 1987). Полагаю, что оригиналом «Абиссинского дневника» пользовался М.А. Поповский⁸ во время работы над книгой «Надо спешить» (Поповский, 1968). Фотокопия с оригинала «Дневника» была сделана Н.Р. Ивановым⁹, снимавшим фотокопии со всех документов, связанных с Н.И. Вавиловым. Уже С. Резник (1968) использовал фотокопию «Дневника».

⁴ Вавилов Юрий Николаевич (1928–2018) – физик, д. ф.-м. н., сотрудник Физического института им. П.Н. Лебедева АН СССР (РАН), младший сын Н.И. Вавилова. Член Вавиловской комиссии АН с 1966 г.

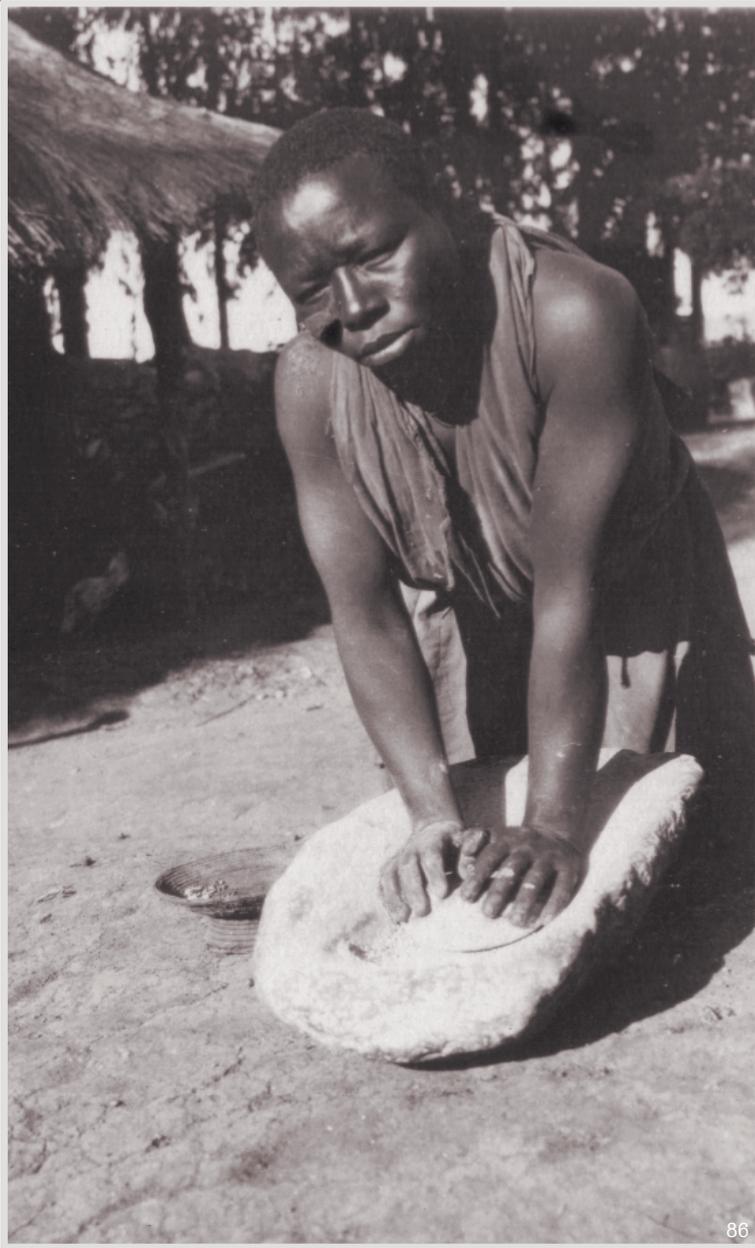
⁵ JERBE – Joint Ethiopian-Russian Biological Expedition (Совместная российско-эфиопская биологическая экспедиция).

⁶ Комиссия по сохранению и разработке научного наследия Н.И. Вавилова АН СССР (РАН), организованная в 1966 г. (Аврцкая, Захаров-Гезехус, 2016).

⁷ Есаков Владимир Дмитриевич (1932–2015) – историк, д. и. н., сотрудник Института истории АН СССР (ныне Институт российской истории РАН). Член Вавиловской комиссии РАН с 1981 г. См. о нем: https://ru.wikipedia.org/wiki/Есаков,_Владимир_Дмитриевич

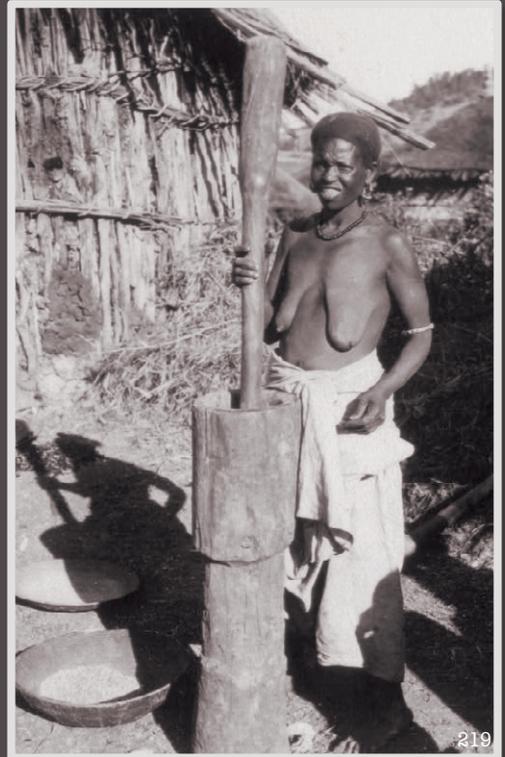
⁸ Поповский Марк Александрович (1922–2004) – писатель, автор книг и статей о Н.И. Вавилове. Член Вавиловской комиссии с 1966 г. Эмигрировал в США.

⁹ Иванов Николай Родионович (1903–1978) – растениевод, д. с.-х. н. Лауреат премии им. Н.И. Вавилова АН СССР (1977), ученый секретарь Комиссии по сохранению и разработке научного наследия Н.И. Вавилова АН СССР с 1966 по 1978 г. В годы Великой Отечественной войны был хранителем коллекции семян мировой коллекции ВИР. См. о нем: (Буравцева и др., 2018).



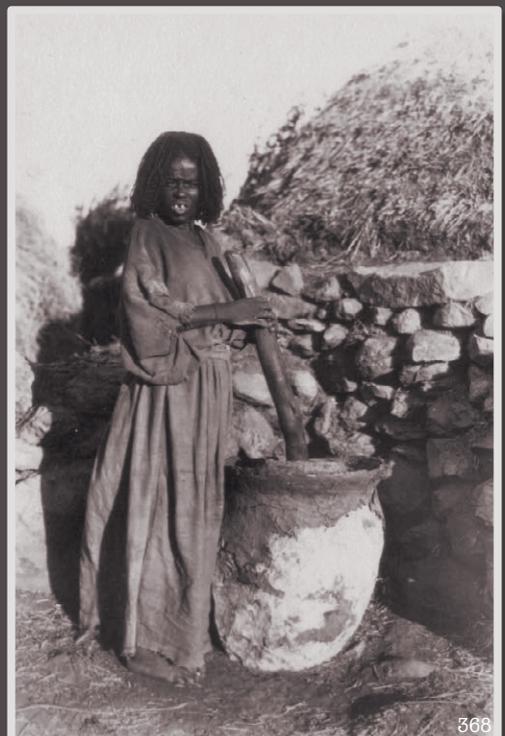
86

83–86. Харрар. Помол зерна на камнях. Обычный способ измельчения зерна в Абиссинии. Здесь и далее фото Н.И. Вавилова приведены из альбомов «Абиссиния» и «Эритрея», если не указано «из фондов Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова в ИОГен РАН (Москва)». Нумерация фото в альбомах дана цифрами в правом нижнем углу при их сборке.



219

219–220. «Рушение» полбы в ступе. В гал[л]а-ских деревнях у Дедера, Черчерский район.



368

368. «Обрушение» полбы в ступе около верховьев Голубого Нила (подпись дана по: Пшеницы..., 1931. С. 194).

АБИССИНИЯ



1. Сомалия. Джибути. Солевой завод.



2-5. Сомалия около Джибути. Ковы. Местная порода.



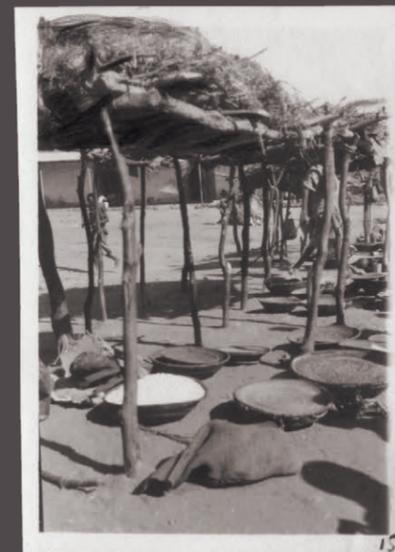
6-7. Деревня около Джибути. Сомалия.



8-12. Джибути. Базар. Сомалийцы.



13-14. Harrar. /В.Абиссиния/. Заросли акаций.



15. Dire-Daouda. /В.Абиссиния/. Зерновой базар.

Рис. 1. Первая страница альбома «Абиссиния».

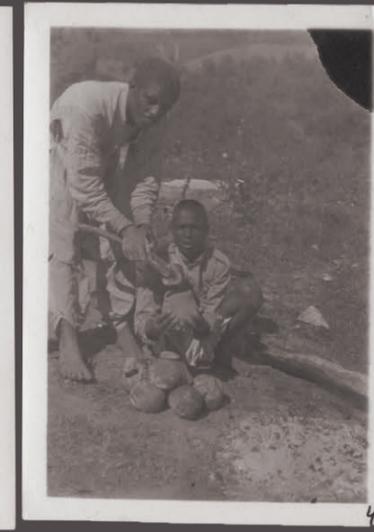
ЭРИТРЕЯ



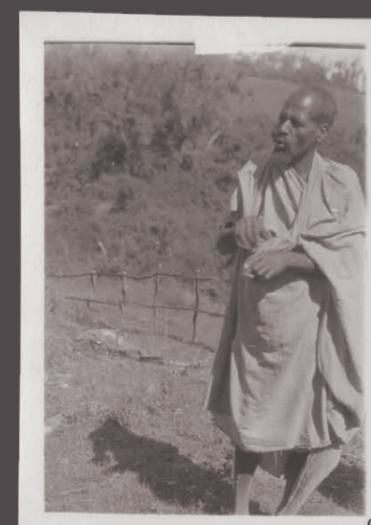
1. К северу от Асмары.



2-3. Дети около Асмары.



4-8. Приготовление хлеба – бурурта. Накаленный камень обмазывается тестом и обжигается в костре.



9. Крестьянин в горах около Асмары.

Рис. 2. Страница альбома «Эритрея».

а



б



Рис. 3. Конверты из фотоателье Асмары (а) и Триполи (б). Из фондов Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).

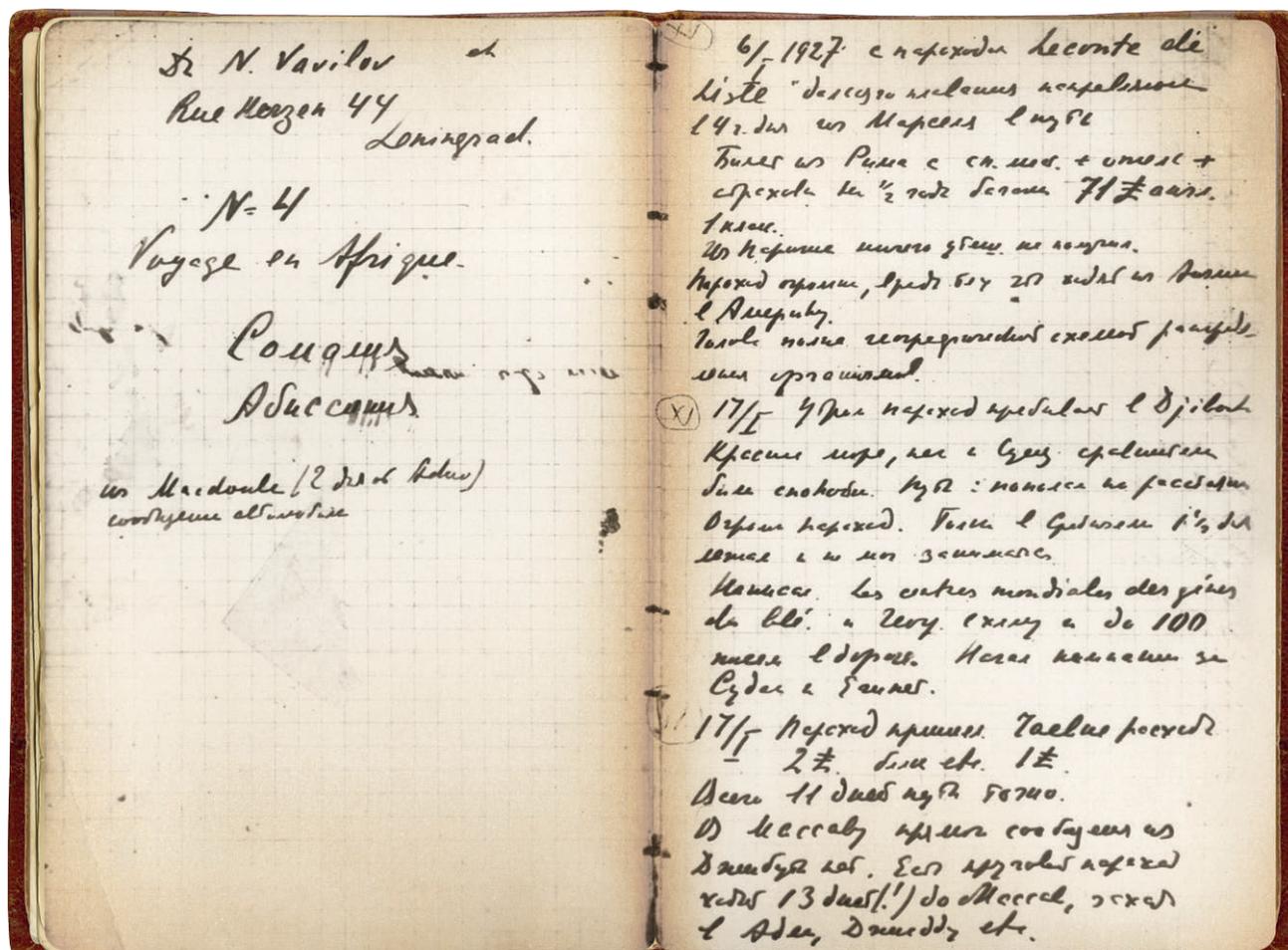


Рис. 4. Фото первого разворота «Абиссинского дневника»¹⁰.

¹⁰ Первая страница «Дневника» опубликована ранее: Макеев А. По следам Вавилова. Российские ученые повторили путь выдающегося генетика, который 85 лет назад собрал уникальные образцы семян сельскохозяйственных культур. URL: <https://rusmir.media/2013/03/01/genetik> (дата обращения 21.05.2022). Все страницы 1-й тетради «Дневника» см. в двух предыдущих номерах «Писем в Вавиловский журнал генетики и селекции» (Вавилов, 2022а, б).



Рис. 5. Участники экспедиции JERBE-2012 (слева направо): 1-ряд – Н.П. Гончаров, А.М. Кудрявцев, Мулуgeto (Mulugeta Wegaveleu), Е.В. Зуев; 2-й ряд – Д.В. Щепоткин, Ю.А. Столповский, А. Мясников (шофер экспедиции). Гондар. 13 ноября 2012 г.

Судьба «Дневника» неизвестна. В настоящее время фотокопия его 1-й тетради и оттиски из «Писем в Вавиловский журнал генетики и селекции» с его расшифровкой (Вавилов, 2022а, б) хранятся в Мемориальном кабинете-музее Н.И. Вавилова в ИОГен РАН. Электронные копии альбомов с экспедиционными фотографиями, фотокопии 1-й тетради «Дневника» и французской карты с маршрутом Н.И. Вавилова по Абиссинии (из ВИР) были переданы А.А. Даркову¹¹ Т.Б. Авруцкой для копирования и использования во время экспедиции 2012 г. (рис. 5).

Впоследствии этот материал использовался при организации выставки «Два века – два взгляда», которая была подготовлена Мемориальным кабинетом-музеем Н.И. Вавилова ИОГен РАН и Дарвиновским музеем¹². Выставка была посвящена двум экспедициям в Абиссинию (Эфиопию) – Н.И. Вавилова 1927 г. и прошедшей по его маршруту в 2012 г. На выставке были представлены черно-белые фотографии 1927 г. Н.И. Вавилова и цветные – участников JERBE-12 Ю.А. Столповского (ИОГен РАН) и Д.В. Щепоткина (ИПЭЭ РАН). На открытии выставки присутствовали сотрудники посольства Республики Эфиопия в РФ, позже посетившие Мемориальный кабинет-музей Н.И. Вавилова в ИОГен

РАН, где с большим интересом ознакомились с оригинальными историческими фотографиями Н.И. Вавилова в Абиссинии. В дальнейшем своими впечатлениями об экспедиции JERBE-12 поделились Ю.А. Столповский (2014) в статье, вышедшей в журнале *National Geographic*, и А.М. Кудрявцев¹³. Кроме того, были опубликованы результаты сравнительного изучения эфиопских пшениц, собранных с интервалом в 85 лет экспедициями Н.И. Вавилова и JERBE-2012 (Бадаева и др., 2018; Trifonova et al., 2021).

В 2016 г. кабинет-музей Н.И. Вавилова ИОГен РАН получил в дар от Н. Курносова¹⁴ фотоаппараты Н.И. Вавилова, подаренные ученым сыну Олегу и сохраненные его вдовой¹⁵. С одной из фотокамер, смею предположить, Вавилов отправился в Абиссинию.

В начале XX в. стеклянные фотопластинки были заменены листовыми пленками, что значительно упростило процесс съемки. В кабинете-музее представлена такая кассета с листовыми негативами, переданная в дар вместе с фотокамерами Н.И. Вавилова.

¹¹ Дарков Андрей Анатольевич – сотрудник ИПЭЭ РАН, координатор проекта «Совместная российско-эфиопская биологическая экспедиция» (JERBE).

¹² URL: <http://www.darwinmuseum.ru/news/efiopiya-dva-veka-dva-vzglyada-2> (дата обращения 16.07.2022).

¹³ Макеев А. По следам Вавилова. Российские ученые повторили путь выдающегося генетика, который 85 лет назад собрал уникальные образцы семян сельскохозяйственных культур. URL: <https://rusmir.media/2013/03/01/genetik> (дата обращения 21.05.2022).

¹⁴ Курносов Никон – внук Л.В. Курносовой, математик, даритель Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова ИОГен РАН.

¹⁵ Курносова Лидия Васильевна (1918–2006) – астрофизик, д. ф.-м. н. С 1946 по 2006 г. – сотрудник ФИАН, жена старшего сына Н.И. – Олега Николаевича Вавилова (1918–1946). Даритель Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова ИОГен РАН.



Фотоаппараты Н.И. Вавилова в экспозиции Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).



Кассета фирмы Agfa (нем. Aktiengesellschaft für Anilin) с листовыми пленками. Из фондов Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).

Огромное количество фотографий, сделанных Вавиловым (только в двух альбомах их более двух тысяч), можно рассматривать как непосредственные экспедиционные (дорожные) документы, дополняющие его дневниковые и рабочие тетради. При их просмотре заметно стремление ученого к максимальному охвату всего увиденного – окружающего растительного и животного мира, уклада жизни населения, сельскохозяйственных орудий труда. Следует отметить особый интерес Н.И. к жизни населения тех стран, которые он посещал (Вавилов, 1987). Его заинтересованный

взгляд выхватывал интересные сцены. Благодаря фотографиям Н.И. мы имеем удивительную возможность через 95 лет пройти по маршруту абиссинской экспедиции и увидеть то, что его поразило, что уловил взгляд ученого. Первый взгляд очень важен: он дает ученому при последующем просмотре возможность оживить в памяти впечатления.

Не только фотографиями Н.И. документирует свой маршрут, а также прорисовкой маршрута на карте, который он приводит в «Пшеницах Абиссинии»: Джибути – Аддис-Абеба – Анкобер – Фиче – Гондар – Аксум – Асмара – Массауа



352–358. Караван экспедиции на пути в Анкобер.

(Пшеницы..., 1931. С. 4). Огромное количество фотоматериала с экспликациями не дало возможности привести их в данной статье в полном объеме. Пишущей эти строки пришлось выделить не только характерные фото, но и часто повторяющиеся по мере продвижения каравана по маршруту. Благодаря неполной копии «Абиссинского дневника», частично опубликованного к 100-летию ученого (Страна..., 1987) и более полно к 95-летию его абиссинской экспедиции (Вавилов, 2022а, б), письмам и открыткам, которые Н.И. писал, направляясь из Марселя в Джибути, и которые при возможности посылал из Аддис-Абебы и Асмары (Научное наследство..., 1980; Николай Иванович..., 1994, 1997; Н.И. Вавилов..., 1995), а также незаконченными главами книги «Пять континентов» (Вавилов, 1987) и книгам «Караваны, дороги, колосья» А. Роскина (1932), «Надо спешить» М. Поповского (1968) и «Николай Вавилов» С. Резника (1968) мы можем получить достаточно полное представление об абиссинской экспедиции Н.И. Вавилова.

Абиссиния

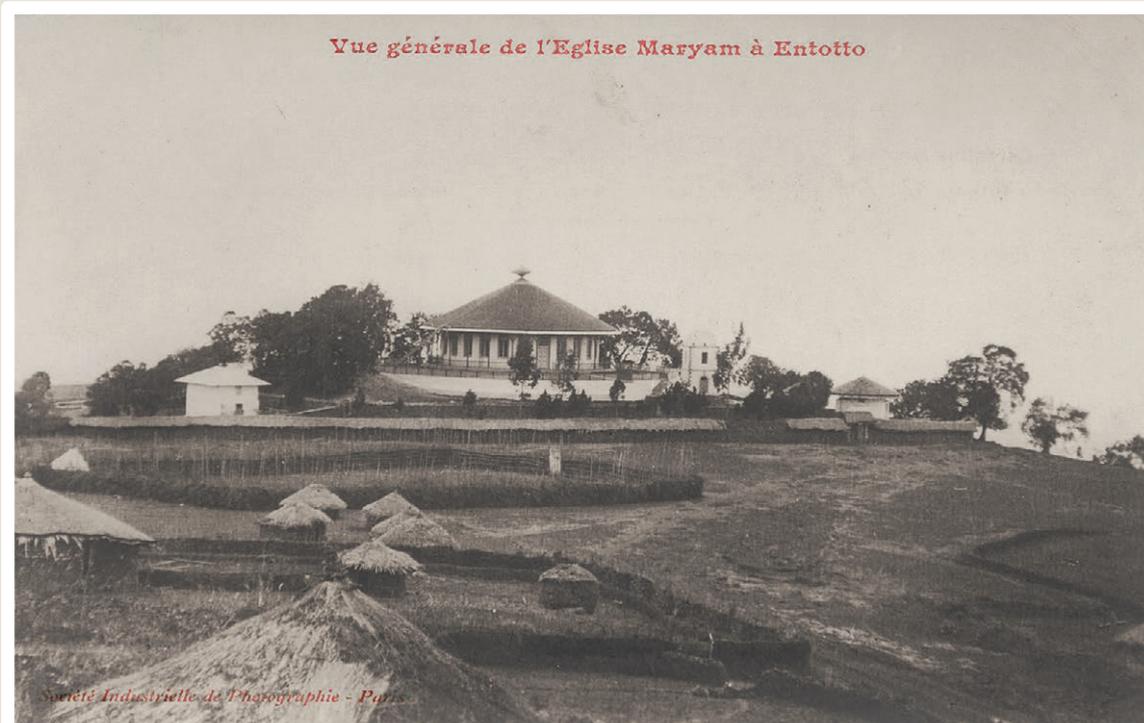
Чтобы путешествовать по стране, оказалось необходимым иметь пропуск («подорожную») от правительства (Вавилов, 2022б). В ожидании разрешения – пропуска и аудиенции у Рас Тафари – Н.И. пишет письма и открытки коллегам. К сожалению, в кабинете-музее представлена только

фотокопия лицевой стороны открытки с изображением императрицы Заудиту^{16, 17} и автографом на ней Н.И. Вавилова, обратная сторона с именем адресата и датой отправления отсутствует. Читаем: «В путешествии становишься поневоле философом, от растений идешь к человеку. Привет Владимиру Ивановичу и Георгию Владимировичу [Вернадским – Т.А.]. Кавалеру ордена печати Соломона* особый привет из страны царицы Савской. На 2 месяца исчезаю в эфиопской деге – горах – и выйду в Эритрею в апреле. Ваш Н. Вавилов».

Феноменальную способность Вавилова в писании писем и открыток отметил один из его корреспондентов: «Ведь Вы мастер писать во всех положениях, стоя, лежа, на ходу, в поезде, в автомобиле. Всегда вспоминаю с уважением и преклонением Вашу неутомимость» (Николай Иванович..., 1997. С. 201).

¹⁶ Заудиту (1876–1930) – вторая дочь Менелика II, императрица Эфиопии с 1916 по 1930 г. Первая женщина на престоле в Абиссинии со времен легендарной царицы Савской.

¹⁷ В сентябре 1916 г. императрицей Эфиопии объявлена 40-летняя дочь Менелика II Заудиту (тетка свергнутого императора), а регентом, то есть фактическим правителем, – 24-летний Тафари Маконнен. До этого он, один из младших сыновей раса Маконнен, с 16-летнего возраста был губернатором области Сидамо, затем области Харар. После переворота 1916 г. Тафари Маконнен получил титул «рас» (примерно соответствует князю) и ныне почитается поклонниками как Бог Рас Тафари. После смерти в ноябре 1930 г. императрицы Заудиту он коронован как император Хайле Селассие (1930–1975).



Открытка с церковью Марии на горе Энтото. Из фондов Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).



Регент Рас Тафари и императрица Эфиопии Заудиту. Фотокопии открыток из фондов Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).

Д.Н. Прянишникову¹⁸

Adis Abbeba

11.II 27 г.

Дорогой Дмитрий Николаевич!¹⁹

Пишу Вам из Эфиопии[,] куда добрался[,] наконец[,] после долгих мытарств. Здесь, как и предполагал[,] особый, оригинальный центр ген. По группе тв[ёрдых] пшениц максимум разнообразия здесь. Даже виды не дифференцированы. Тоже по ячменям

<На лицевой стороне открытки:>

Овес связан с полбой. Нет сомнений[,] что европ[ейский] горох взят отсюда. Ряд новых хлебных культур. Пытаюсь проникнуть вглубь страны, а оттуда в Эритрею. Всем привет[,]

Ваш Н. Вавилов



Открытка Д.Н. Прянишникову. АРАН. Ф. 632, оп. 4, д. 121, л. 3.

¹⁸ АРАН. Ф. 632, оп. 4, д. 121, л. 3. Автограф.

¹⁹ Прянишников Дмитрий Николаевич (1865–1948) – агрохимик, физиолог растений. Академик АН СССР, ВАСХНИЛ. Основоположник советской научной школы агрономической химии. Профессор Петровской академии, позже МСХИ/ТСХА. Герой Социалистического Труда (1945). Лауреат премии им. В.И. Ленина (1926), Сталинской премии 1-й степени (1941) и премии им. К.А. Тимирязева РАН (1945). Учитель Н.И. Вавилова. См. о нем: (Академик Дмитрий Николаевич..., 1948).

Л.С. Бергу

Addis Abbeba (Ethiopia)

11/II [1927 г.]

Дорогой Лев Семенович.

Что бы там ни было, а добрался до Эфиопии. Центр ген здесь любопытнейший. По пшеницам даже виды еще не дифференцировались. Видел на днях зоологов из Field's Museum (Chicago). Говорят[,] 2/3 новых родов по птицам. Нашли ряд новых видов и родов грызунов, обезьян.

Параллелизмы тут поразительные. Что н[и] тронь – полный ряд. Сижу как на иголках, жду разрешения моему каравану...



Фотокопия открытки из фондов Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).

После встречи с регентом Рас Тафари Вавилов получает долгожданный «документ с национальным гербом в виде льва, где русский путешественник именовался гостем Эфиопии и всем местным властям предписывалось... беспрепятственно пропускать через границы» (Вавилов, 1987. С. 137). «Сегодня караван (11 мулов, 12 человек, 7 ружей, 2 копыя, 2 револьвера) выступает вглубь страны» (Научное наследство..., 1980. С. 295). Из Аддис-Абебы Н.И. отправляет собранный им материал – 61 посылку по 5 кг семян, оставляет адрес для писем: Asmara[,] Eritrea[,] Africa. Poste restante (Там же. С. 295). «Началась походная жизнь караван, солдаты, клопы – словом, simple life. Но все это ничего, лишь бы сделать, что надо!» (Цит. по: Поповский, 1968. С. 142).

Н.И. уже имел богатый экспедиционный опыт, умел организовывать караван и был привычным к трудностям. Но

в Абиссинии он не имел поддержки дипломатических представителей Советской страны, как в Афганистане, так как с Абиссинией у СССР на тот момент времени не было дипотношений, а также поддержки коллег-ученых – надеяться пришлось только на себя: «Ни о какой технической помощи говорить не приходится, самим придется быть всем, не рассчитывая на чью-либо помощь» (Научное наследство..., 1980. С. 261).

По обычаям страны надо было брать с собой вооруженную охрану, запастись винтовками, необходимыми для защиты от диких зверей, при переходе через реку Такэзе, кишашую крокодилами. По правилам, установленным правительством Абиссинии, каждый путешественник перед отправлением каравана в длинный путь заключает у губернатора Аддис-Абебы договор со всем караваном. В этот до-

В.Е. Писареву²⁰Adis Abbeba
11.II.[1927 г.]

Дорогой В[иктор] Е[вграфович].
Судьба моя решается на этих днях. Пусть мой караван вглубь страны или нет.
Прошу Вас зарезервировать мне на Европу 1000 руб. Расходы здесь очень большие, т. к. караван с солдатами доходит до 15 человек. По пшеницам находил здесь исключит[ельную] важность. Вся группа *durum* (даже *persicum* ...нрб...).

Ваш Н. Вав[илов]



Фотокопия открытки из фондов Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).

²⁰ Писарев Виктор Евграфович (1882–1972) – селекционер, Герой Социалистического труда (1962), лауреат Сталинской премии 3-й степени (1951). С 1921 по 1933 г. работал в Отделе прикладной ботаники и селекции/ВИПБиНК/ВИР (с 1924 г. – зам. директора института), позже – на Московской областной опытной станции/НИИ сельского хозяйства центральных районов Нечерноземья в Немчиновке. См. о нем: (Гончаров Н.П., Гончаров П.Л., 2007).

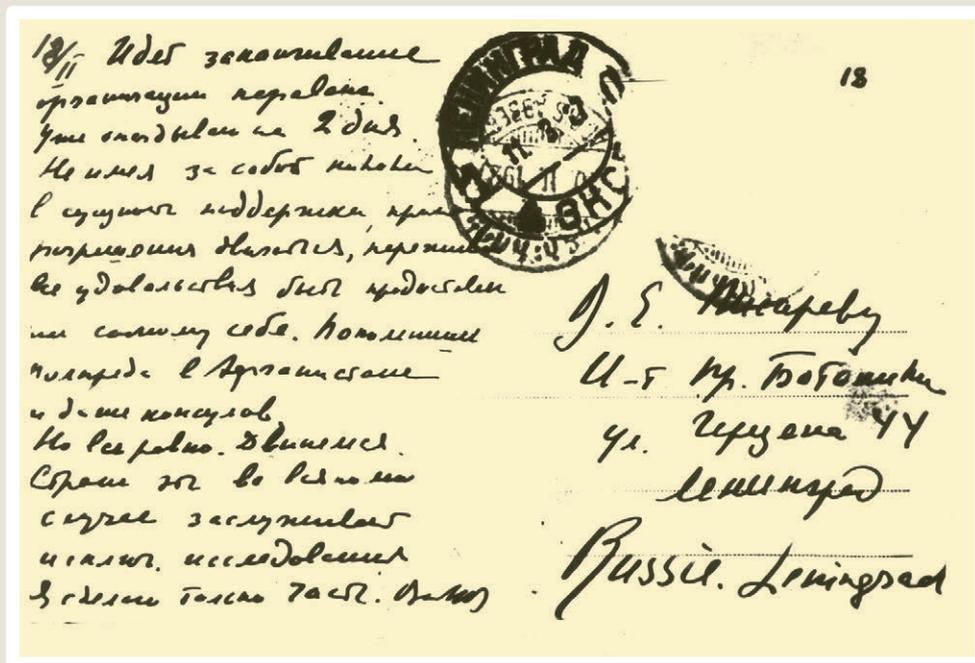
говор вписывались обязанности начальника экспедиции. Он должен быть внимательным к людям, кормить, лечить, давать им три раза в месяц глистогонные средства, в случае смерти – похоронить по принятым в стране обычаям. Следует отметить, что Н.И. предложили взять кандалы и использовать их для усмирения нарушителей дисциплины, как обычно делают все – и французы, и англичане. Губернатор Аддис-Абебы был удивлен отказом Н.И. и заявил: «Помните, молодой человек...» (Вавилов, 1987. С. 139). Караван в альбомах «Абиссиния» и «Эритрея» представлен много-

кратно: это и сборы, остановки на отдых и переправы через реки (фото 258–259, 346–347). На одной из фотографий на переднем плане мы можем видеть походный чемодан (фото 355 на С. 285). Вероятно, это тот самый чемодан Н.И. (рис. 6), который теперь хранится в фондах Государственного исторического музея (ГИМ, Москва). Этот чемодан заказан Вавиловым в Англии в 1921 г. для транспортировки семян, с удобными отделениями внутри для укладки пакетов. Необычно большого размера чемодан сделан по эскизу Н.И. и сверху имеет инициалы заказчика – “NV” (Nikolai Vavilov –

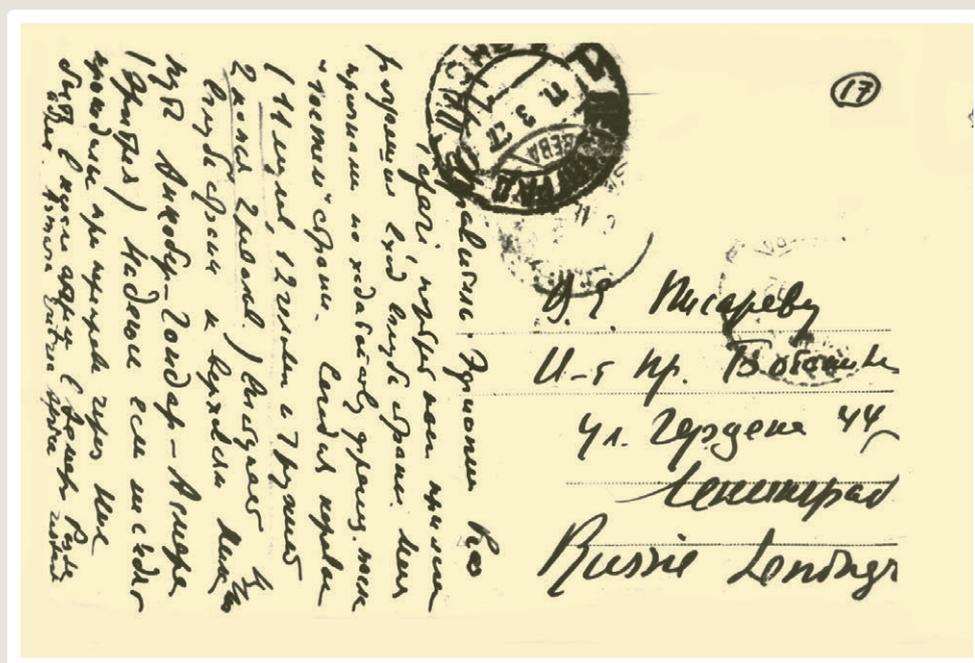
В.Е. Писареву

18.II.[1927 г.]
[Adis Abbeba]

Идет заканчивание организации каравана. Уже опаздываю на 2 дня. Не имея за собой никакой в сущности поддержки, кроме разрешения двигаться, переживаю все удовольствия быть предоставленным самому себе. Помнишь полпреда в Афганистане и даже консулов. Но все равно. Двинемся. Страна эта во всяком случае заслуживает исключительного исследования. Я сделаю только часть. Ваш Н.В.



Фотокопия открытки В.Е. Писареву. Из фондов Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).



Фотокопия открытки В.Е. Писареву. Из фондов Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).



258-259. Addis-Abeba. Выступление каравана.



346–347. Addis-Abeba. Сбор каравана.



352-358. Караван экспедиции на пути в Анкобер.



Рис. 6. Дорожный чемодан Н.И. Вавилова.
Из фондов ГИМ (Москва).



371. Ответственный персонал каравана
экспедиции.



465–469. Анкобер. Базар.



465-469. Анкобер. Базар.



280–287. Addis-Abeba. Базар.



964. Шкура леопарда (Гондар).



280-287. Addis-Abeba. Базар.

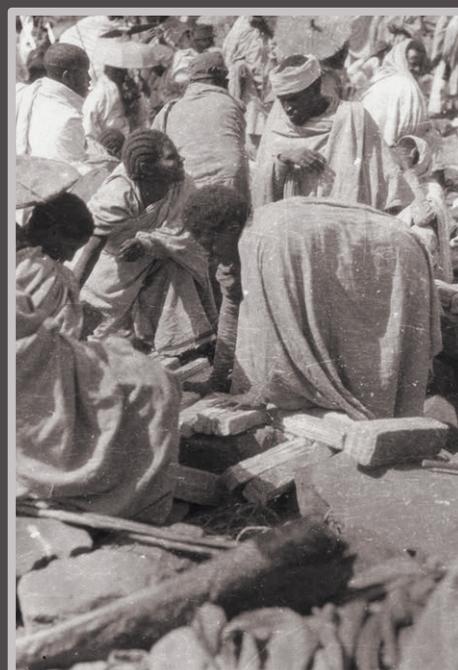


Рис. 7. Соль на рынке. Из фондов
Мемориального кабинета-музея
Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).



Амхары. Открытка, оригинал. Из фондов Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).

Николай Вавилов). Интересна история его обнаружения. По рассказу Ф.Х. Бахтеева²¹, они привезли с Н.Р. Ивановым чемодан из Саратова, когда пытались разыскать точное место захоронения Вавилова. В саратовской тюрьме они добились ознакомления с медицинскими документами, связанными с кончиной Вавилова, и с большим трудом получили его экспедиционный чемодан, который стал реликвией кабинета Н.И. Вавилова в ВИР. В 1970 г. сотрудник ГИМ З.Д. Ясман²², которая собирала материалы об отечественной науке для ГИМ, попросила передать чемодан в музей на государственное хранение. Ученики Вавилова, посоветовавшись, пришли к единогласному решению о передаче реликвии в ГИМ. Чемодан неоднократно был экспонатом выставок.

«С трудом поднимается караван, едят без конца, греются у костра (ночуем на 2000 м и утром прохладно), – писал в своем дневнике Н.И. – Всех надо самому будить, снимая с них одеяла и шамма. Каждый день одно и то же. Дисциплину привить безнадежно» (Страна..., 1987. С. 55). Приходилось менять проводников. Многочисленные препятствия возникали в пути, но лишь о некоторых мы можем догадаться,

рассматривая фотографии. Это труднейший спуск к Голубому Нилу (Аббаю) и переправа вброд через кишашую огромными крокодилами реку Голубой Нил и реку Такэзе на границе Эфиопии и Эритреи.

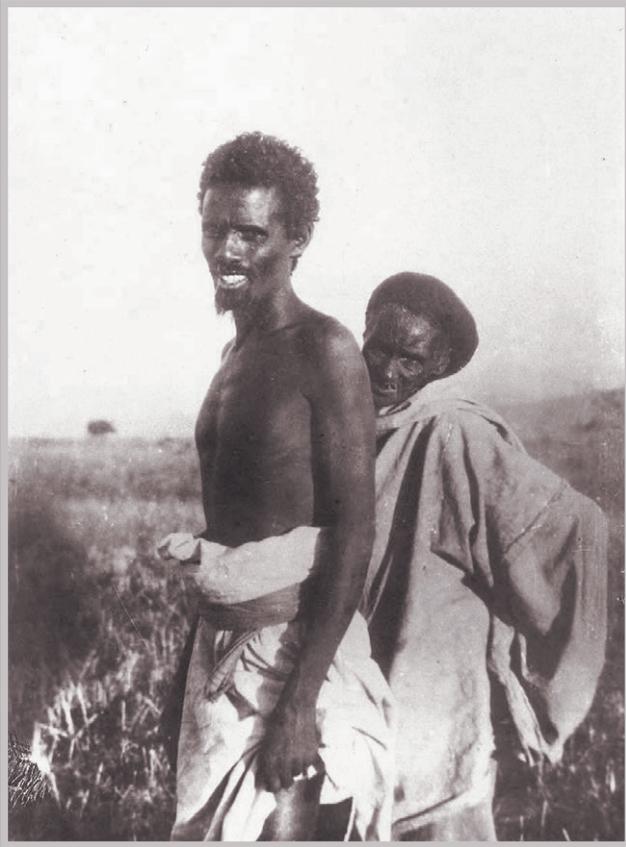
Итальянская миссия, проявив интерес к профессору из России, прикомандировала своего сотрудника Хакима, переводчика, с которым Н.И. мог также общаться на итальянском языке, совершив его перед конференцией в Италии²³. Следует отметить, что численность и состав каравана немного менялся по мере продвижения по стране, но амхарец Хаким и старший каравана Кассия были постоянными участниками и сопровождали караван до Асмары.

По ночам в палатке при свете маленького фонаря Вавилов разбирал собранный за день материал, делал этикетки на колосовой сбор, писал письма и открытки сотрудникам института. Приходилось не раз дежурить всю ночь, поддерживая огонь костра, когда караван крепко спал. Спасал тогда крепкий кофе из зерен дикорастущего кофейного куста. Огромные заросли кофейного дерева сосредоточены в южной части Абиссинии – родине кофе. Н.И. Вавилов неоднократно отмечал превосходство дикого кофе по качеству и содержанию кофеина. Начнем, конечно, с базаров, куда сходилось население близлежащих деревень и удаленных районов. Базар – место не только для торговли, но и общения,

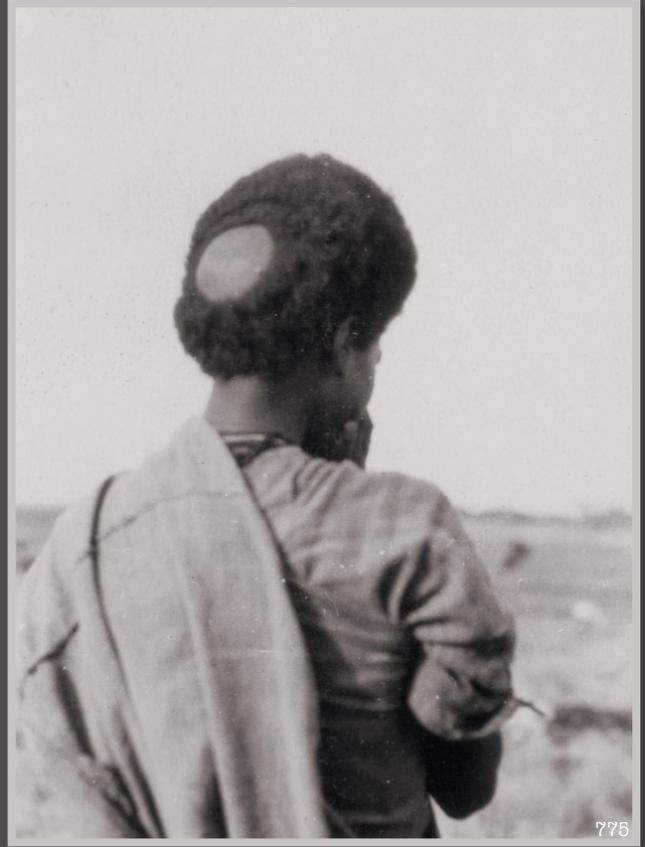
²¹ Бахтеев Фатих Хафизович (1905–1982) – ботаник, д. б. н., профессор. Лауреат премии им. Н.И. Вавилова АН СССР (1970). Аспирант, затем сотрудник ВИР. Внес большой вклад в издание и пропаганду научных трудов Н.И. Вавилова.

²² Цит. по: авторизованная рукопись З.Д. Ясман. 2007. 8 с. Из фондов Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова ИОГен РАН.

²³ Международная конференция по пшенице (25 апреля 1927 г., Рим).

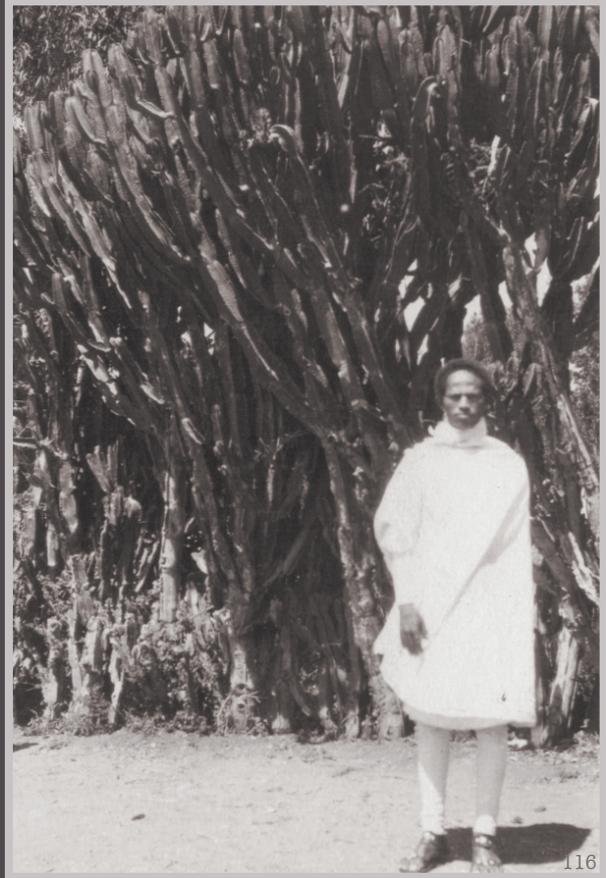


Галласы. Из фондов Мемориального кабинета-музея
Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).



775-777. Жительницы верховий Нила.
Дамские прически.

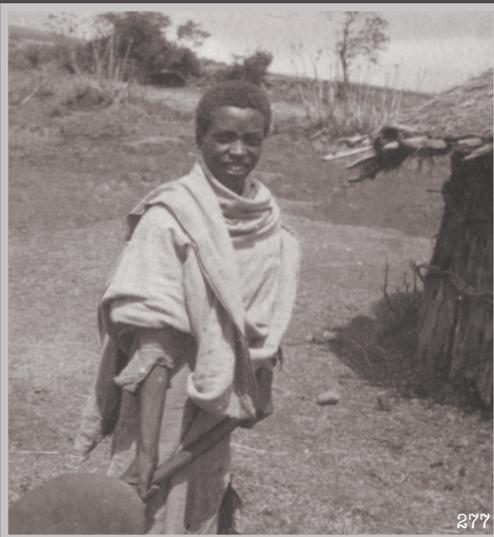
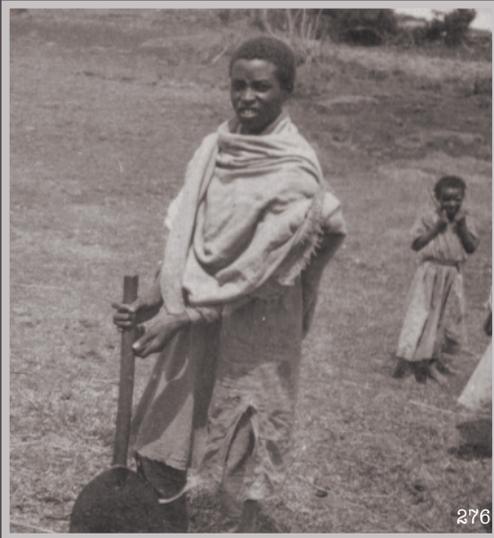




115–116. Харрар. Заросли древовидного молочая.



619–623. Пахота. Абиссинский плуг. К северу от Фичи.



276–279. Деревни около Addis-Abeba.

обмена новостями: себя показать и других посмотреть. Для Н.И. базары были одним из источников сборов образцов семян растений. В Аддис-Абебе базар «представлял огромный интерес. Сюда со всех сторон рано утром сходились крестьяне, принося в платках и мешочках на продажу зерно и раскладывая его на базарной площади. Это была своего рода выставка, где в короткое время можно обозреть, что возделывает страна, чем живет население» (Вавилов, 1987. С. 138). «Базар Аддисы преимуществ[енно] мелочен по зерну. Даже мешки пуда по 3 редкость, привозят по 5–10 фунтов разного з[ерна]» (Страна..., 1987. С. 52).

Но не везде можно было использовать деньги как платежное средство. На базаре Гондара Н.И. столкнулся с необычным средством платежа – им служили куски кристаллической соли и перец. Гондар – древняя столица, натуральный обмен на базаре, раз в неделю, плетеные зонтики – такая мода, при том ее держатся не только женщины, но еще больше мужчины. У Гондара «на базаре деньги потеряли свое значение, деньги пришлось менять на соль и перец. Кристаллическая соль служит обменной валютой для крупных операций, сушеный красный перец, вызывающий невероятное чиханье, идет в качестве мелкой монеты. Покупая образцы зерна, расплачиваемся горстью красного перца. Стоимость мула 20–30 кусков соли», – отмечал Вавилов (Там же. С. 143) (рис. 7).

В отдельных районах население с боязнью и озлобленностью относилось к белому человеку при взятии образцов растений, боялись сглаза. Но, как отмечал Н.И., «человек не злое существо» – когда они переставали бояться, становились добрыми и приветливыми (Там же. С. 47).

Для Н.И. Вавилова базары служили также прекрасной возможностью увидеть разнообразие этнических групп, которое довольно полно отражено в фотографиях: «Сомалийцы имеют несколько монголоидные черты, особенно сказывающиеся в суженных глазах, в широких скулах, во взъерошенных волосах. Амхары обычно арийского или семитического типа с курчавыми волосами, с темным цветом кожи. Они ходят в белых штанах, обычно босиком и завернутые в белую простыню – шаму, которая служит одновременно и одеждой, и одеялом в ночное время. Сомалийцы резко отличаются и по языку, и по религии. Сомалийцы обычно мусульмане, амхары исповедуют своеобразную христианскую веру, близкую к православной» (Вавилов, 1987. С. 136).

Вавилов вглядывался в лица мужчин и женщин, отмечал их своеобразие, варьирующий цвет кожи, фотографировал удивительные женские прически с выбритой макушкой «для пуска крови или других целей».

«Гал[л]а с прической в тонкие косички. У изб и на базаре постоянно видишь женщин, или ищущих вшей (черных преимущественно), или заплетающих косички. Затем эти косички смазываются маслом и уже с год не заплетаются» (Страна..., 1987. С. 54).

В каждом пункте, где останавливался караван, Н.И. фотографировал дома, в которых живут крестьяне: «прочные построенные из камня, вросшие в землю. Настила полов нет. Животные и люди живут под одной крышей» (Вавилов, 1987. С. 140). На фото 115–116 представлена группа хижин, шалашей из камня, тростника или прутьев, с коническими кры-

шами из соломы. У хижин заборы из канделябробразного молочая (*Euphorbia abyssinica* J.F.Gmel.).

В экспедициях по земледельческим районам мира несомненный интерес для Вавилова представляли способы и техника обработки почвы, посев, уборка. В Абиссинии Н.И. наблюдал первобытные черты земледелия и всего сельского хозяйства страны. Его поразили примитивность и своеобразие быта и обычаев, приемов земледелия, многие сельскохозяйственные работы производились вручную, «грубая пахота» примитивным орудием – абиссинским плугом (фото 279), обработка почвы мотыгами.

«Посев исключительно ручной, разбросной. Удобрение практикуется значительно редко, но стерня предыдущего хлеба перед посевом обыкновенно тщательно собирается в кучи и сжигается, зола же старательно распределяется по всему полю (около Фичи, Анкобера и Гондара)» (Пшеницы..., 1931. С. 7). «Уборку пшеницы производят обыкновенно серпом, реже простым выдергиванием растений» (Там же. С. 10). Обмолот пшеницы обыкновенно производят на току прогоном животных или палками.

Часто встречаются на фотографиях изображения посуды для приготовления традиционных инжира-блинов²⁴ и специальных корзин для их хранения. Блины готовят из муки хлебного злака – теффа²⁵, эндемика Абиссинии. Вкус инджеры удалось оценить пишушей эти строки на приеме в посольстве Эфиопии в РФ, приглашение на которое мы получили после посещения Чрезвычайным и Полномочным послом Республики Эфиопия выставки в Дарвиновском музее (Москва) «Два века – два взгляда».

Н.И. отмечал: Абиссиния не только страна замечательных злаков, но и хороших спиртных напитков. Тала – абиссинское пиво, тэч – «замечательный напиток, приготовляемый брожением из пчелиного меда» (Вавилов, 1987. С. 140). Н.И. даже приводит процесс изготовления доступного везде пива из проросшего ячменя. «Этот напиток [тала – Т.А.] изготавливается также весьма примитивно, – замечает Вавилов. – Проросший ячмень бросают в огромный глиняный кувшин, в котором происходит брожение. Кувшин покрывают обыкновенно куском кизяка²⁶. Периодически женщина взбалтывает грязной рукой жидкость» (Там же. С. 141).

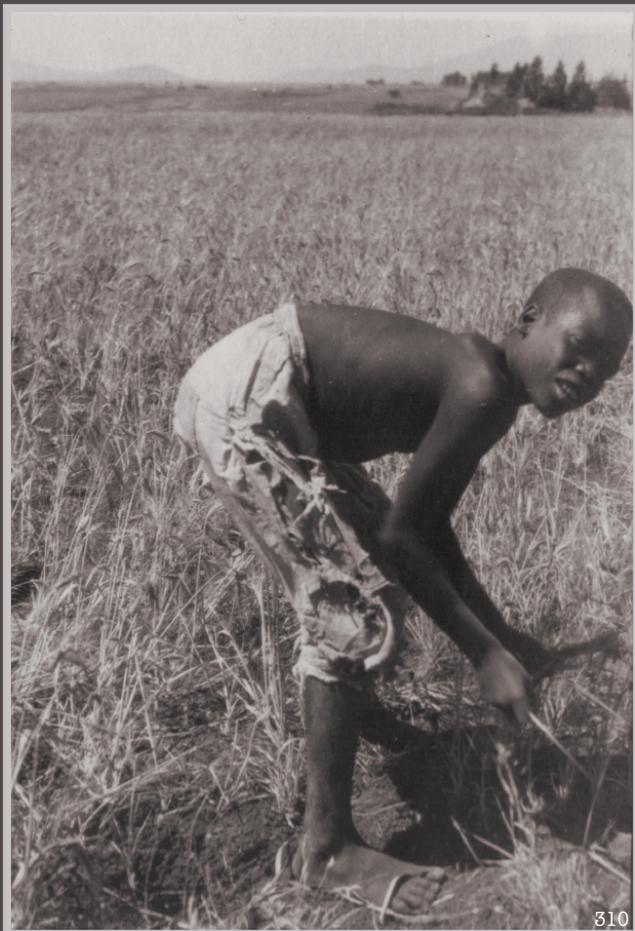
Заинтересовал Н.И. и необычный способ пчеловодства. Возвратившись на родину, Вавилов опубликует заметку «Пчеловодство в Абиссинии» в журнале, редактором которого был химик и пчеловод А.Н. Брюхоненко²⁷. «Пчеловодство очень распространено в Абиссинии в высоких горных районах, так называемой “деге”, – писал Вавилов. – Ульи устраиваются весьма примитивно из прутьев различных деревьев, главным образом акаций. Приготавливается большой цилиндр до метра длиной, с диаметром 1/2 метра, в котором делается несколько перекладин из прутьев же, и такой улей помещается на деревьях, иногда по несколько ульев

²⁴ Современное написание «инджера» – традиционное блюдо эфиопской кухни.

²⁵ *Eragrostis abyssinica* (Jacq.) Link (= син. *Eragrostis tef* (Zuccagni) Trotter) – эндемичный абиссинский хлебный злак, введенный в культуру в Абиссинии как зерновая культура. Во всех других странах используется как кормовая культура.

²⁶ Кизяк – высушенный и прессованный навоз, используемый преимущественно как топливо или строительный материал.

²⁷ Брюхоненко Александр Николаевич (1873–1967) – химик и пчеловод, ученик А.М. Бутлерова. Один из преподавателей Н.И. Вавилова.



310. Около Addis-Abeba. Уборка ячменя.



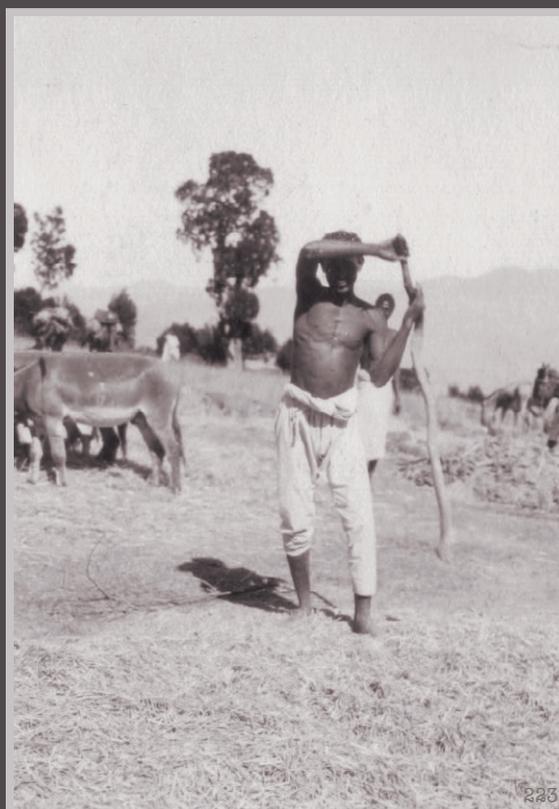
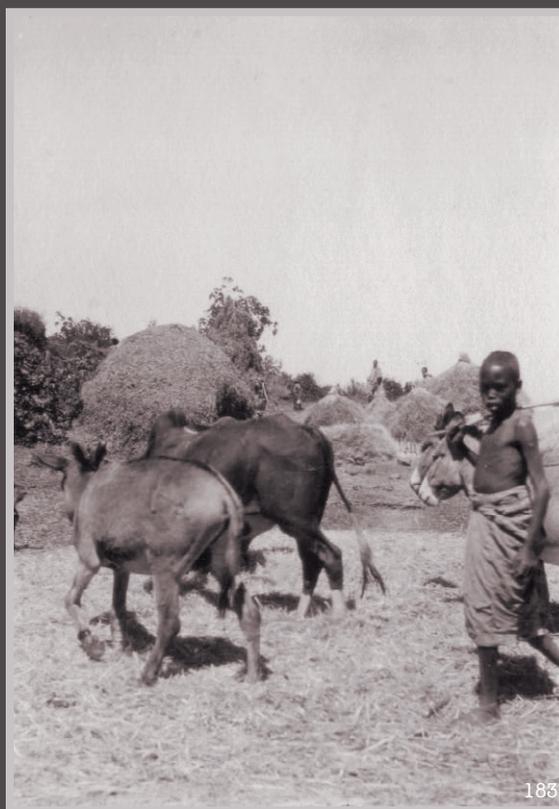
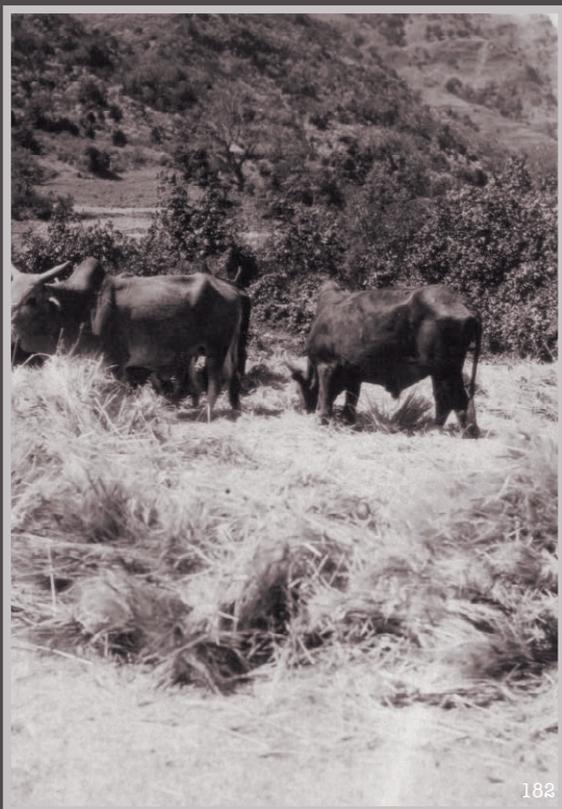
313. Около Addis-Abeba. Уборка ячменя.

на одном дереве. Абиссинская пчела не крупная, не злая. Отделенный мед перетапливается и выливается в глиняные кувшины, которые держатся в запечатанном виде. Цена меда сравнительно высокая: кувшин меда около 5–7 фунтов стоит 2–3 таллера, т. е. 2–3 серебряных полноценных рубля. Мед, по нашему опыту, не очень сладкий, но хорошего качества. Обычно кувшин меда преподносят в подарок путнику. Нам несколько раз пришлось получать такой подарок от местных абиссинских властей» (Вавилов, 1928). Интересно отметить, что в июльском номере журнала, за тот же год, А.Н. Брюхоненко в своей автобиографии «К портрету» написал о своем ученике: «есть такие выдающиеся натуралисты, далеко превзошедшие своего учителя, как агроном Н.И. Вавилов» (Брюхоненко, 1928. С. 206).

Поразило ученого в Абиссинии разнообразие и пестрота

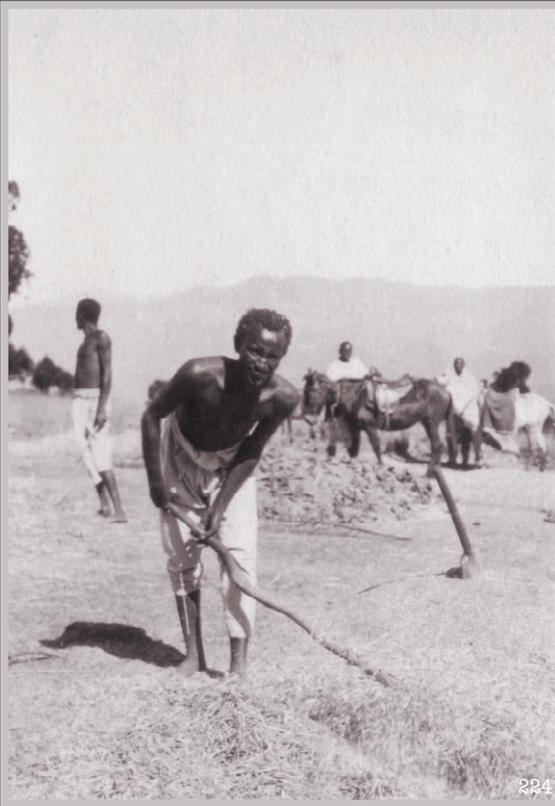
коз, овец, крупного рогатого скота – это была совершенно особая группа животных, совсем особые породы, скорее всего, особые виды: «Козы с рогами антилоп, стройные, всех цветов... стройные козы с гладкой тонкой кожей, короткошерстные овцы... Овцы с подгрудкой, как у коров зебу-вида. Все мелкие овцы замечательные, бело-черные... Лошади типа пони... Скот здесь зебувидный, крупный, в большом разнообразии, с типичными подгрудками в виде кружев и масти со своеобразными узорами... Рогатый скот отличается по характеру рогов, такой пестроты мне не приходилось видеть раньше. Коровы типично среднего размера, темно-коричневого цвета зебу-вида с бахромой у подгрудка. Серые одномастные среднего размера ослы» (Страна..., 1987. С. 47).

В фотографиях отражена встреча Вавилова с докторами

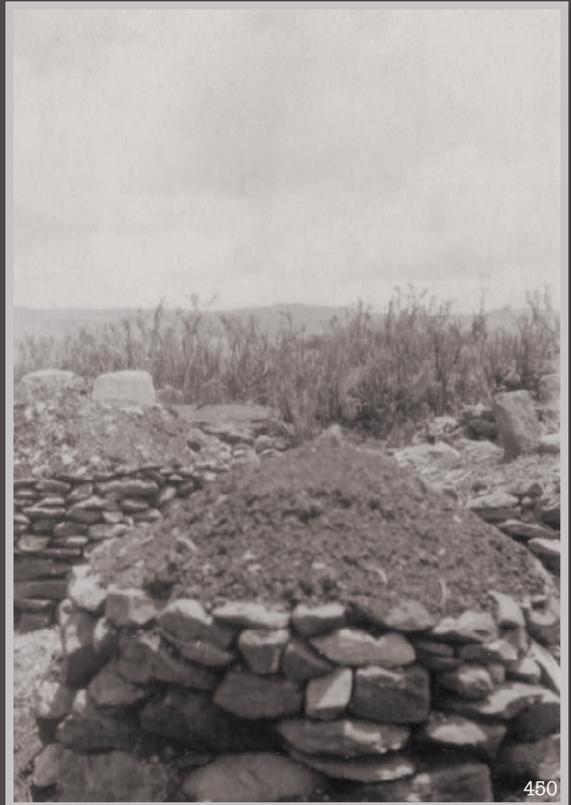


182–184. Гара Мулата. Харрар.
Обмолот хлеба скотом.

222–224. Dedar /Чирчерский район/.
Обмолот палками дурры /сорго/.

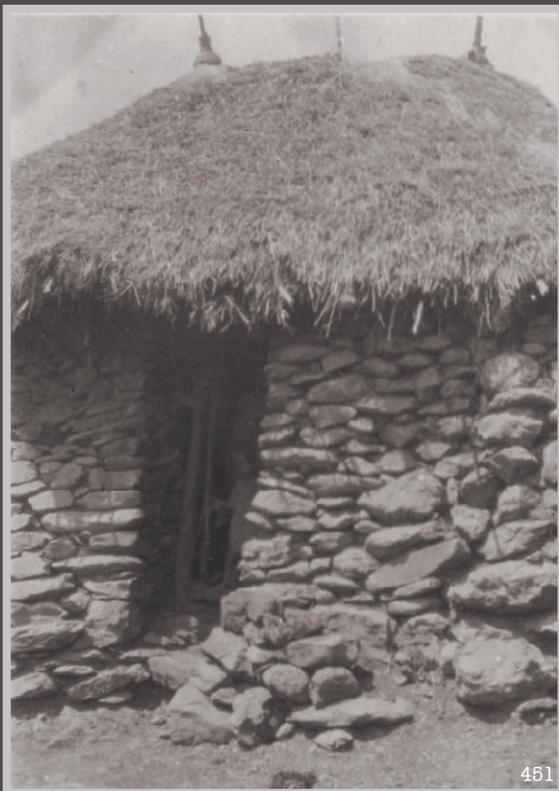


224

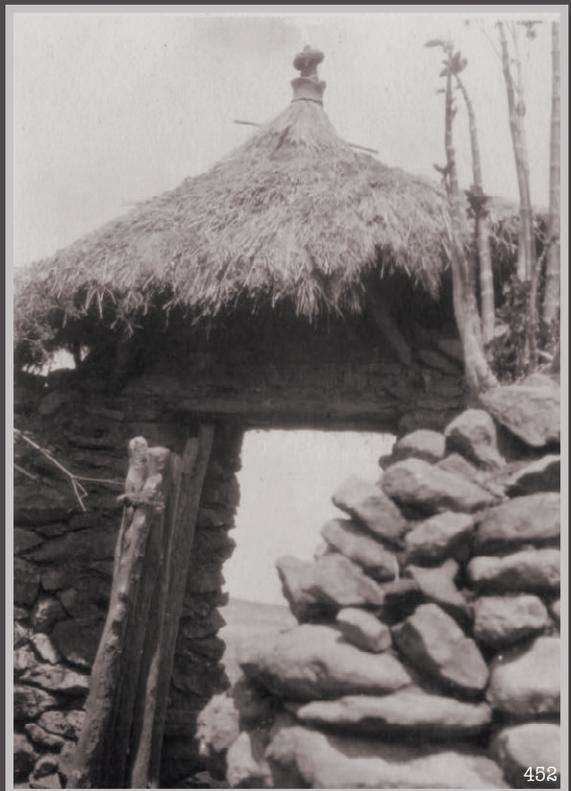


450

222-224. Dedar /Чирчерский район/.
Обмолот палками дурры /сорго/.



451



452

450-453. У Анкобер'а. Деревни. Типы изб. Крестьяне.



728



730

728–730. Посуда для изготовления инжиры-блинов. Dangala. /Верховья Нила/.

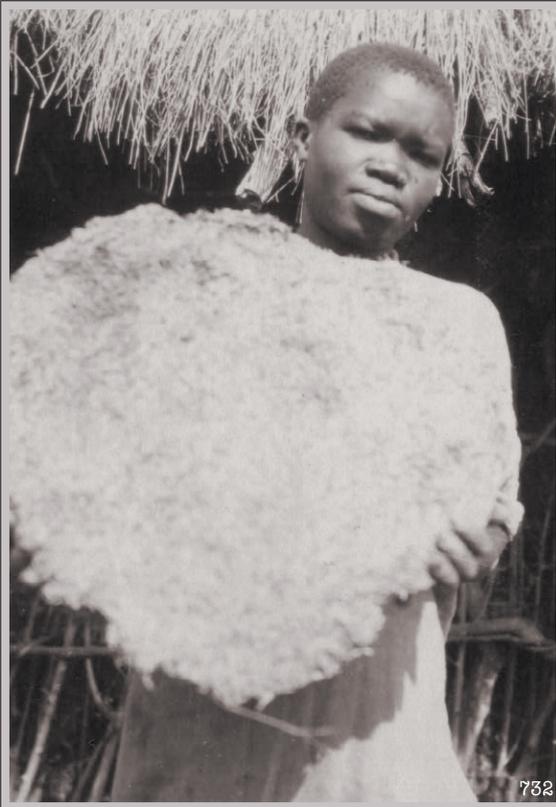


708

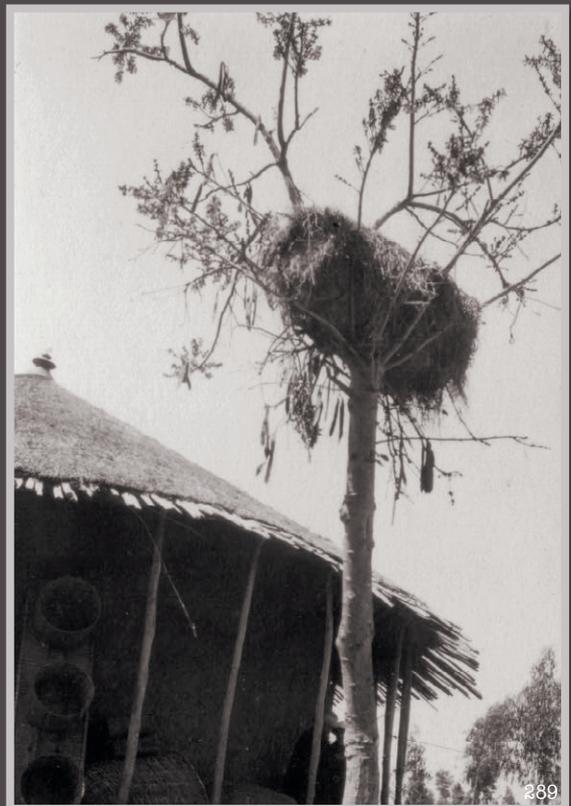


710

708–710. Инжира-блины в специальных корзинах. Dangala. /Верховья Нила/.



732-734. Пророщенный на блюде ячмень для приготовления солода для пива /таллы/ [Эритрея].



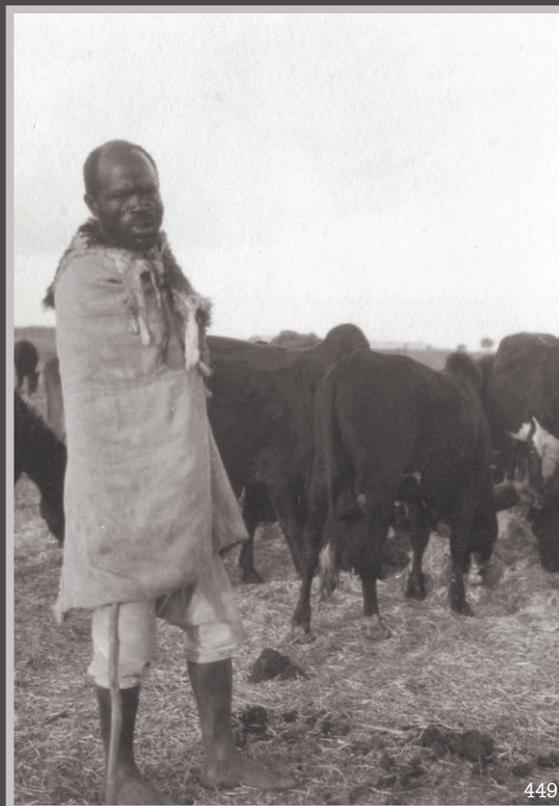
288-289. Деревня около Addis-Abeba. Ульи-шлетенки на деревьях.



407. Дебра Маркос. /Центр. Абиссиния/. Рогатый скот с большими рогами.



838–839. Стада коз в районе р. Такассе [Такэзе – Т.А.].



448–449. <В альбоме даны без подписи – Т.А.>

Осгудом (Osgood)²⁸ и Фуэрлес (Fuerles) – участниками американской зоологической экспедиции из Музея естественной истории им. Филда (Field's Museum) в Чикаго. Об этой встрече он сообщил Г. Харлану²⁹ – «около Цаны³⁰ я встретил д-ра Осгуда и день провел с ним» (Николай Иванович..., 1994. С. 173).

Он также описывает встречу с экспедицией владельца зоопарка в Гамбурге Гаганбека, направившего целый корабль с экспедицией для поимки животных для его зоологического сада и торговли ими в Европе (Вавилов, 1987). У Голубого Нила произошла встреча с генералом Хайла, охранявшим верховья Нила. На всем протяжении пути Н.И. Вавилов становился участником церемоний в его честь, тяготился этим, так как они затягивались надолго и сопровождались застольями. Генерал, охраняющий Нил, «показывает пойманную львицу, предлагал охоту. Все это прекрасно, но надо торопиться, а главное, после трех дней не соберешь половины караванчиков. Вежливо или невеж-

ливо, покидаем гостеприимного хозяина» (Там же. С. 142).

Известно, сколь активным и решительным был Н.И. во время экспедиций, как быстро завязывал знакомства и вовлекал в работу по сбору семян культурных растений. В Аддис-Абебе ему удалось встретить русских эмигрантов – «наилучшую интеллигентную группу» (инженера путей сообщения А.Г. Трахтенберга, полковника-инженера Ф.Е. Коввалова, хорошего, хоть и злого врача В.И. Гаврилова³¹, Д.Н. Трофимова) – и поручить им сбор семян и колосьев в мешочки, которые раздавал при отъезде из Аддис-Абебы. Они отправляли ему посылки и письма, из которых мы узнаем о сборах в провинции Воламо, Воллега, Камбата, Арусси, Сири (у реки Калата) (Николай Иванович..., 1997. С. 185, 198, 229). «Когда у меня будут необходимые принадлежности, то я соберу Вам отличный и редкий гербарий африканских растений» (Там же. С. 138).

«Мы получили семена, которые представляют большой интерес, – писал Вавилов Д.Н. Трофимову. – Они будут высеяны в нынешнем году на наших опытных станциях – всем мой тейнастелин³² (Николай Иванович..., 1997).

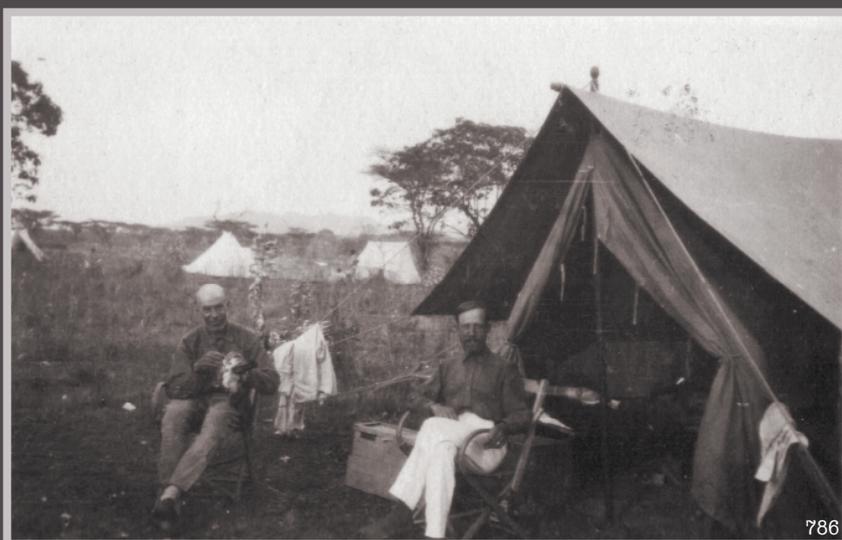
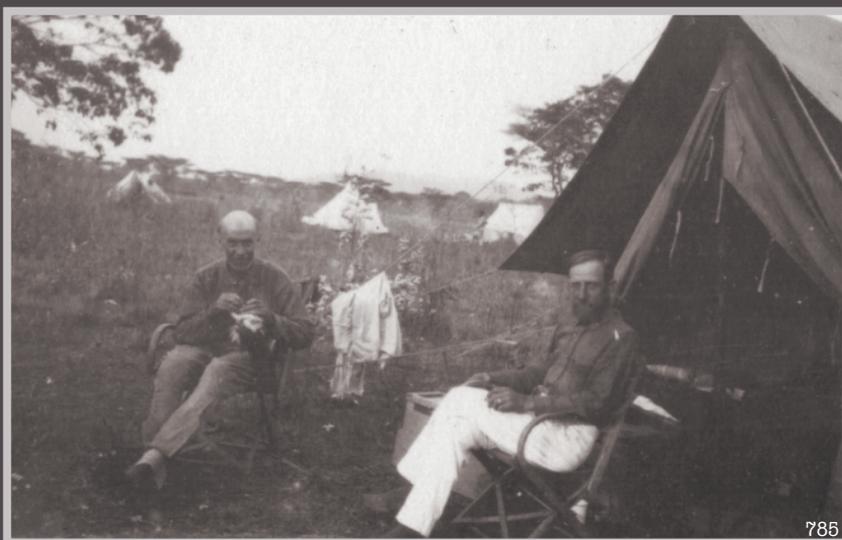
²⁸ Осгуд Уилфрид Хадсон (Osgood Wilfred Yudson, 1875–1947) – американский натуралист и путешественник. Сотрудник Музея естественной истории им. Филда в Чикаго (США).

²⁹ Четырьмя годами ранее (в 1923 г.) американский растениевод Гарри Харлан уже побывал в Эфиопии (Harlan, 1925).

³⁰ Тана – самое крупное озеро Эфиопии, находится на севере страны, из него берет начало Голубой Нил.

³¹ Гаврилов В.И. – с 1922 по 1929 г. личный врач императрицы Заудиту. URL: <https://labas.livejournal.com/962793.html> (дата обращения 04.07.2022).

³² Привет (амх.).



785–787. Встреча с американской зоологической экспедицией
Д-ра Osgood'a и Д-ра Fuerles /Field's Museum/.

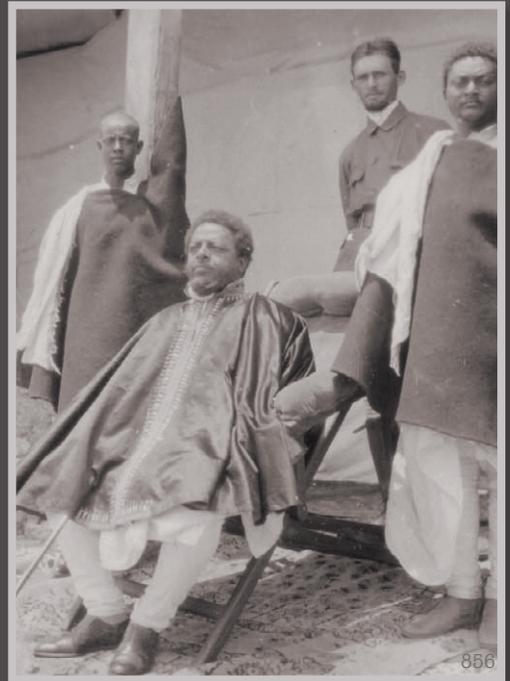


542–546. Начальство в верховьях Голубого Нила. Казазмач со свитой.

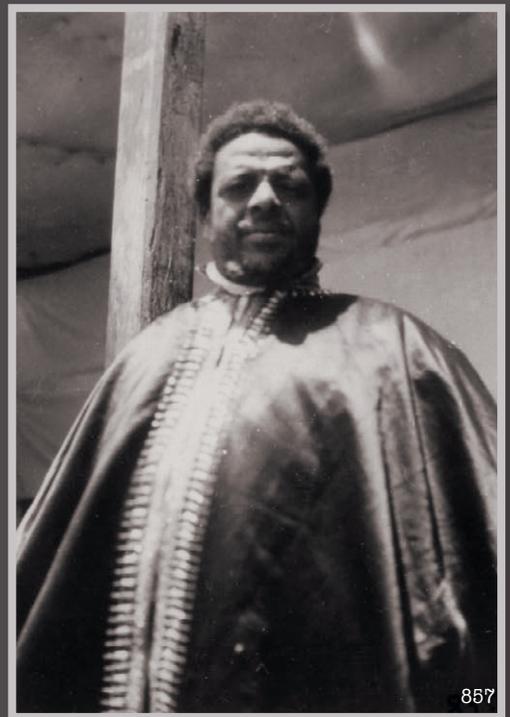


859

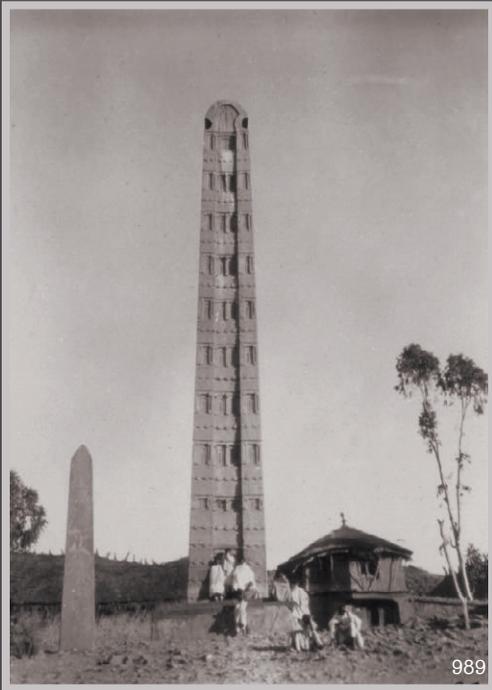
855–857. Дезазмач Дабата /к северу от Гондара/.



856



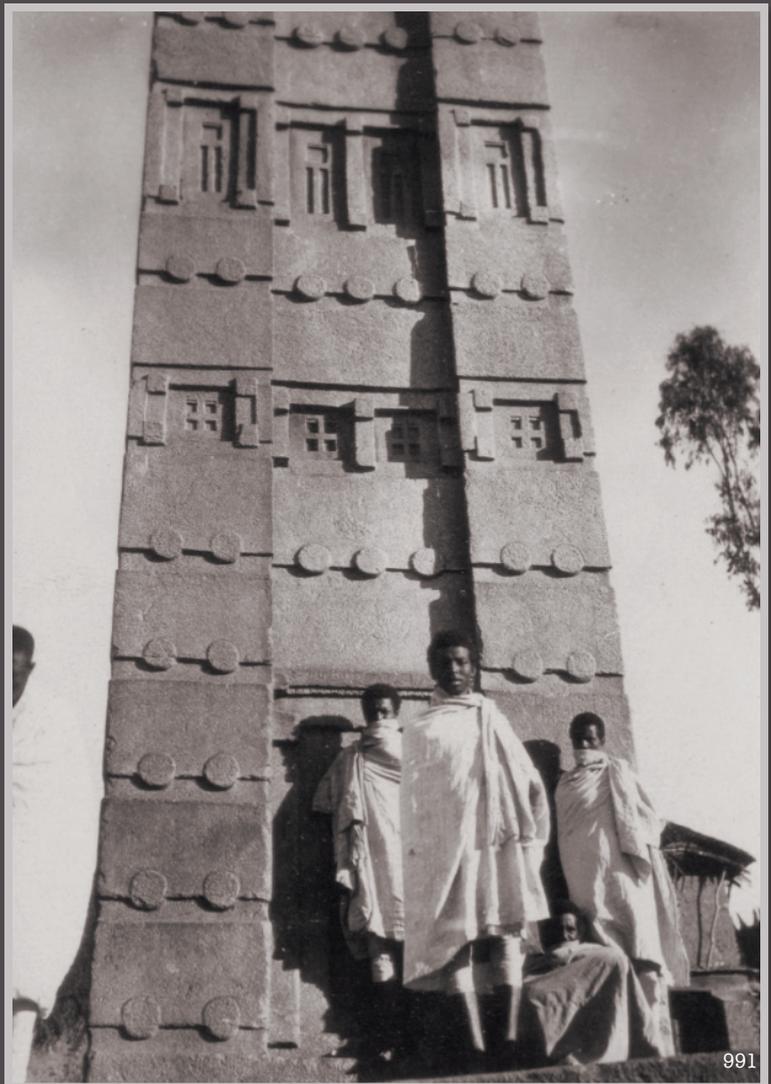
857

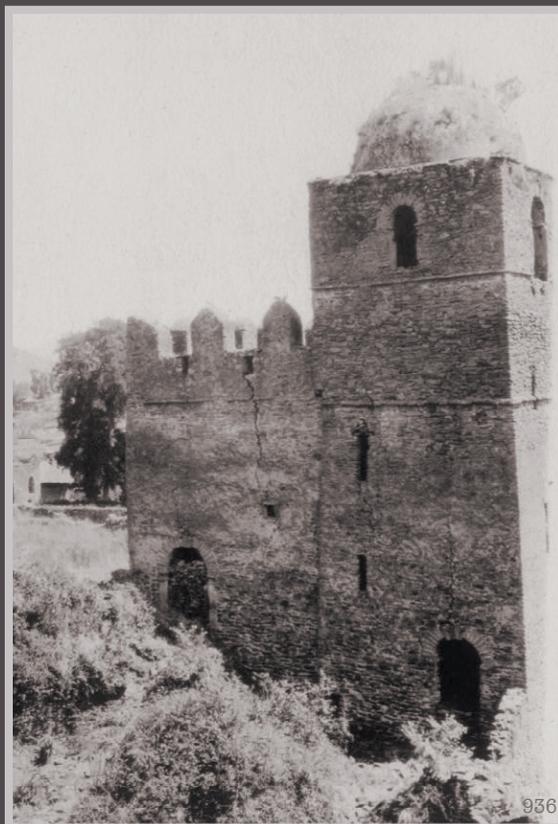
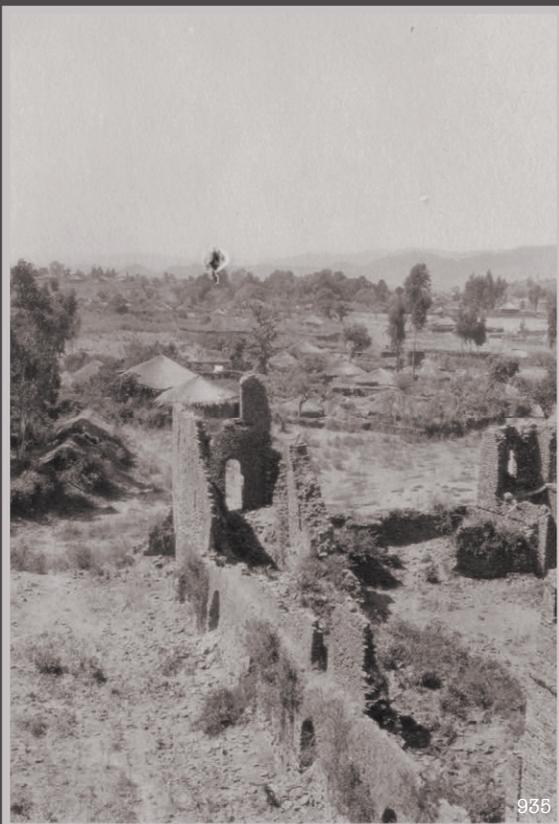
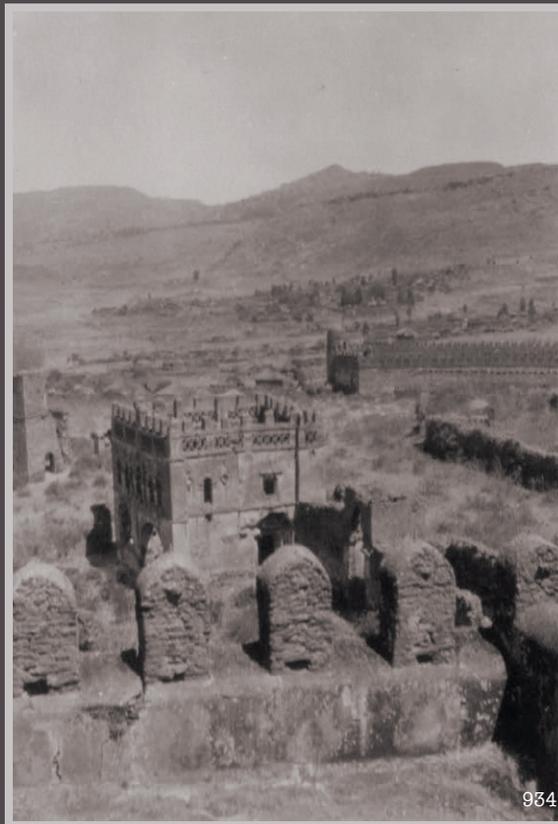
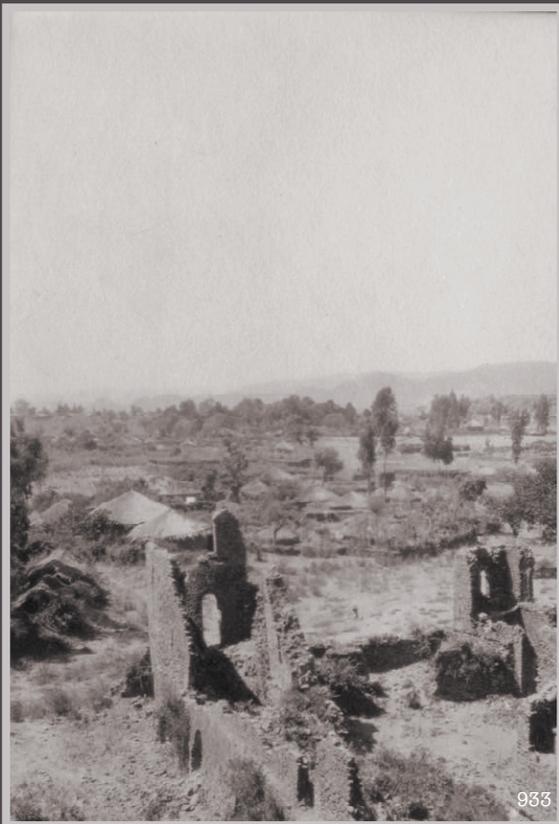


348-349. Русская лечебница д-ра В.И. Гаврилова в Addis-Abeba.



989-992. Аксум и его обелиски.





933–941. Гондар. Развалины дворца, сооруженного португальцами в 17 веке. Вид окрестностей и самого города.



134–135. Платтации агавы в имении проф. Балдерати.

Как ботаника Н.И. не могло не заинтересовать своеобразие дикой растительности: саванна с редкими акациями с горизонтальной кроной, оазисы абиссинской финиковой пальмы, кофейное и дынное дерево, около построек огромные кусты дикой клещевины – фотографий дикой флоры очень много. «Смотрю внимательно дикую растительность, – отмечал Н.И., – но в ней не вижу родичей. Это важный факт. Их нет...» (Страна..., 1987. С. 50).

Поразил Н.И. Вавилова Аксум, который «весь на камне и прилип, как гнездо ласточки к горам»³³. В «Пяти континентах» он дает его описание: «Вот и царство Аксумское, древнейшая в истории оседлая культура верховьев Голубого Нила. Превосходно сохранились огромные обелиски с непочитанными надписями, свидетели старой культуры, син-

хроничной временам фараонов» (Вавилов, 1987. С. 143). Сооружение обелисков с ритуальной целью было характерно для аксумитов еще в дохристианские времена. После своей христианизации они прекратили строительство стел. Здесь был построен и древнейший из действующих христианских храмов Африки – церковь Марии Сионской в Аксуме, в которой, согласно преданиям, хранится вывезенный Мелеником I (первым легендарным негусом Эфиопии, сыном израильского царя Соломона и царицы Савской) ковчег Завета. В этой церкви веками совершались коронавания эфиопских императоров³⁴.

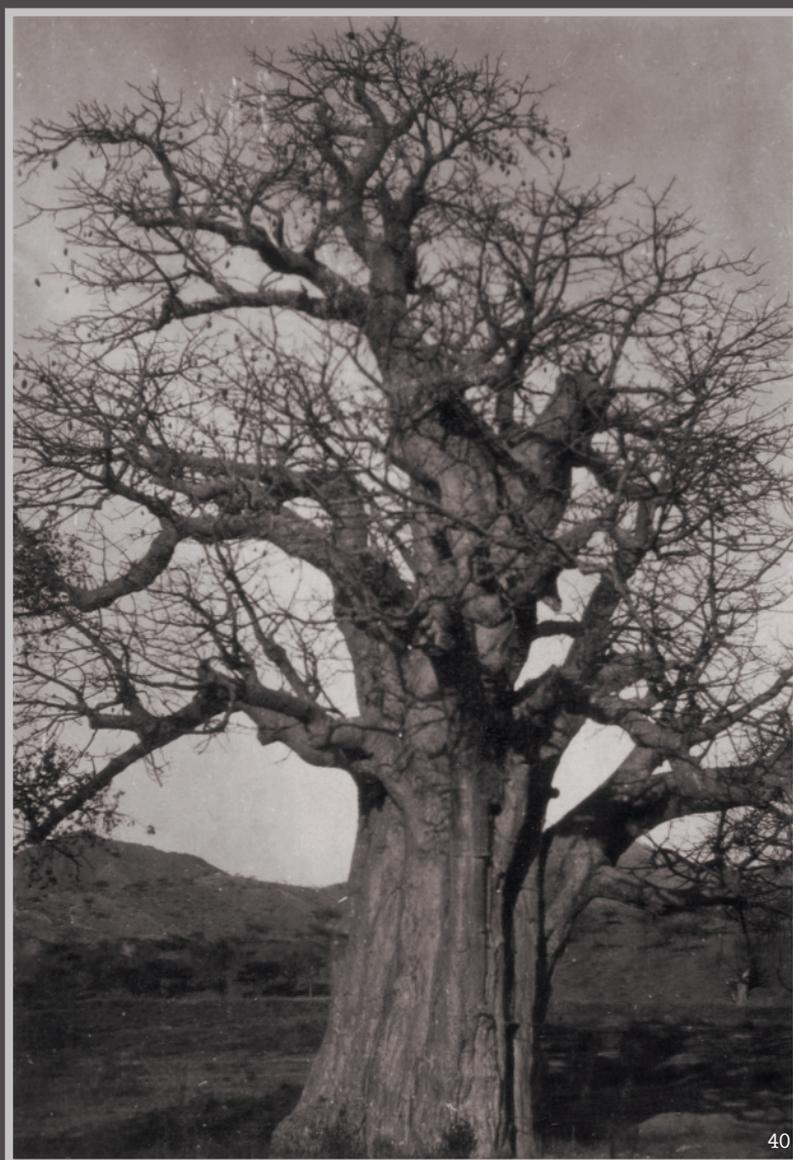
Посещение Аксума навело Н.И. на раздумья о воле, роли энергии и энтузиазма в судьбе стран. «Для Эфиопии, во всяком случае, – это удивительные сооружения, свидетели

³³ Цит. по: Поповский, 1968. С. 152.

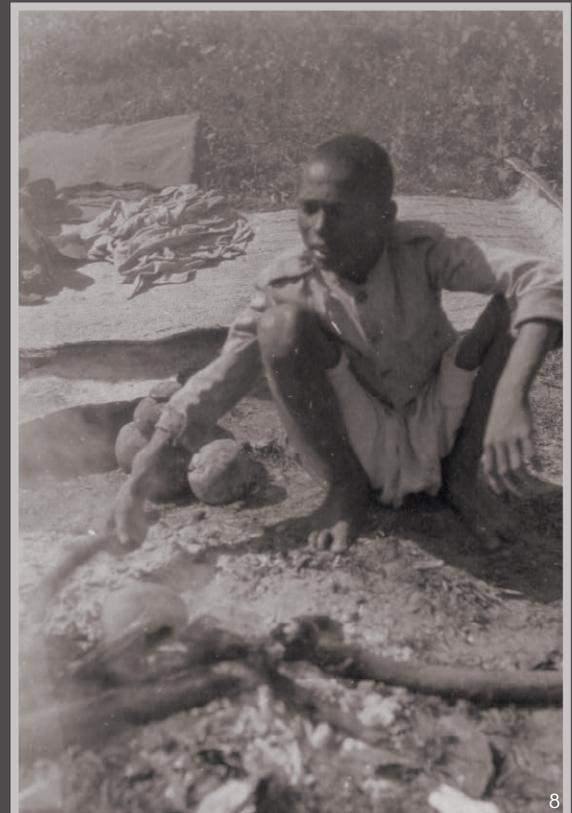
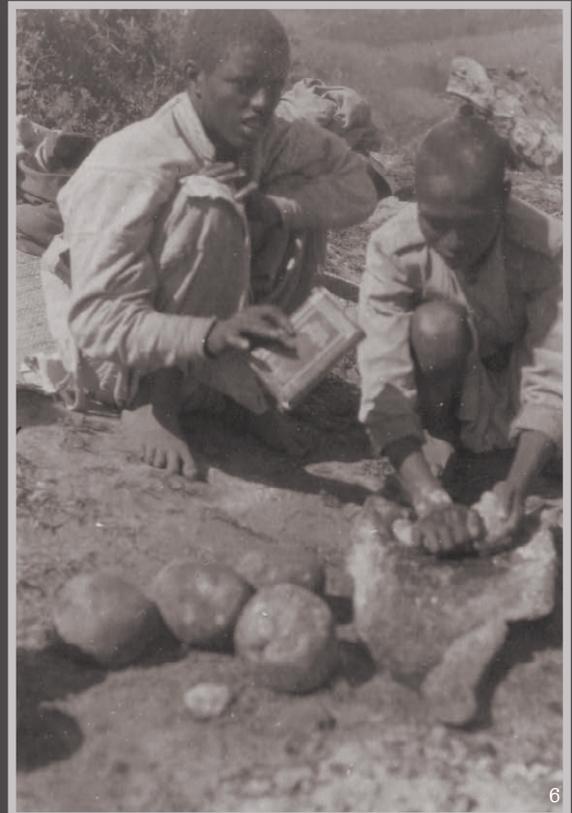
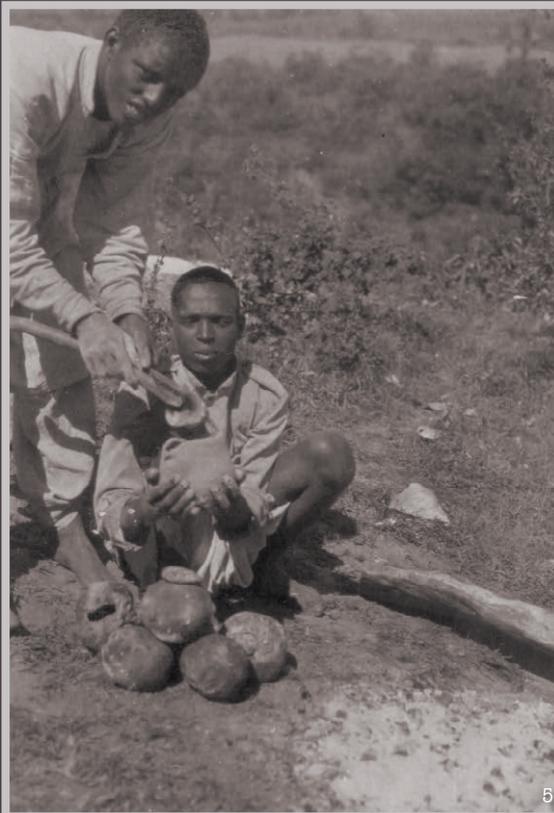
³⁴ URL: [https://wiki.cologne/Аксум_\(город\)](https://wiki.cologne/Аксум_(город)) (дата обращения 23.09.2021).



200. Дынное дерево около Керена [Эритрея].



40. Баобаб у Керена [Эритрея].

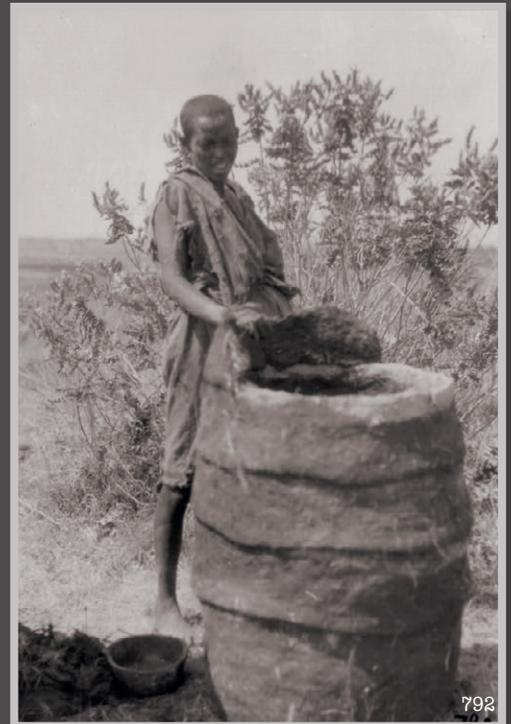


4-8. Приготовление хлеба – бурурта. Накаленный камень обмазывается тестом и обжигается на костре.



275

275. Деревня около Addis-Abeba. Корзины-амбары для хранения зерна [Абиссиния].

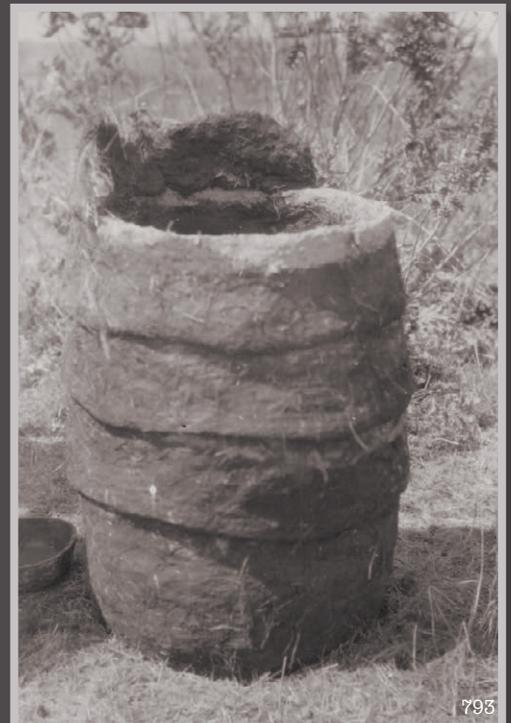


792



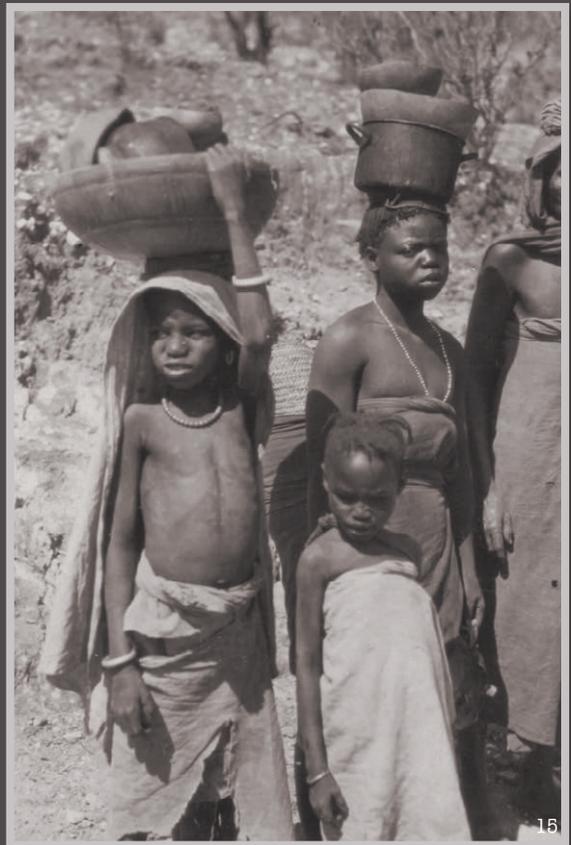
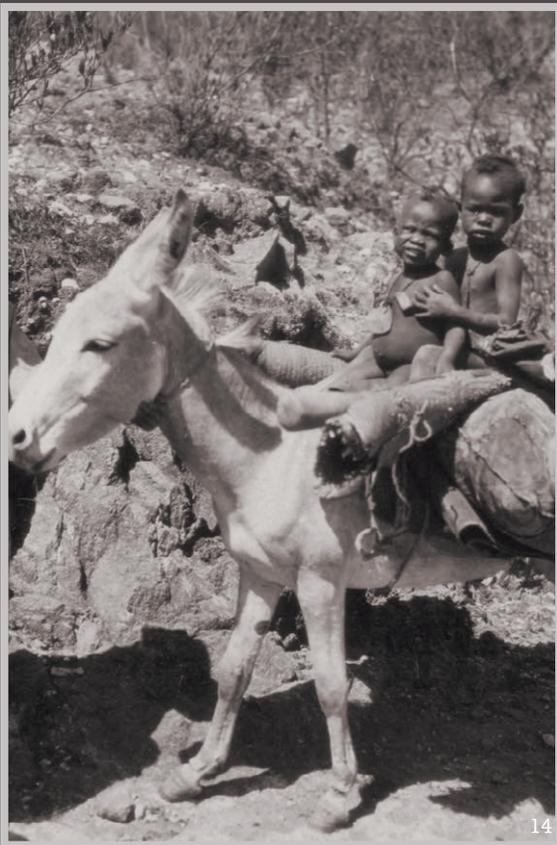
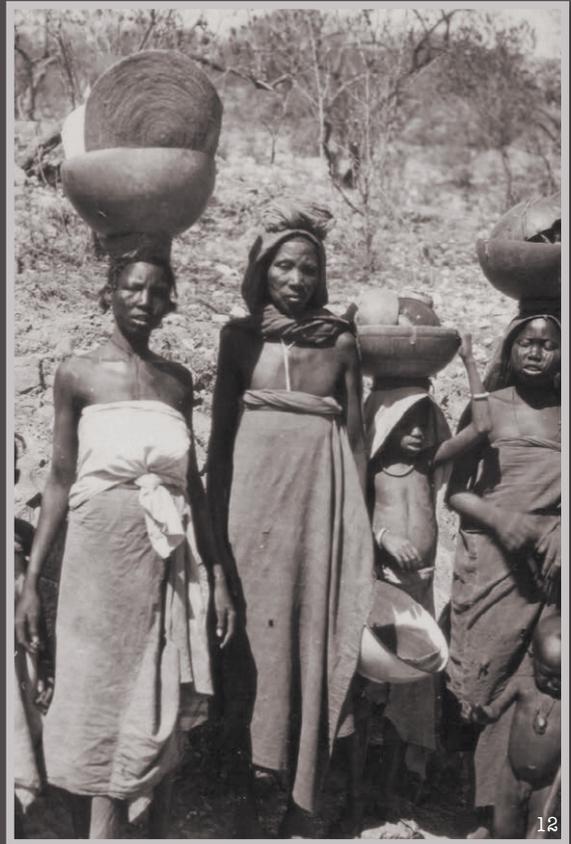
920

Рис. 8. Кадки-зернохранилища. Эритрея. Из фондов Мемориального кабинета-музея Вавилова (ИОГен РАН).



793

792–793. Кадки-зернохранилища. С[еверная] Абиссиния. Район реки Такассе.



11–23. Паломники из Центральной Африки на пути в Мекку около Керена [Эритрея]. 7.IV.27 [г.].



Порт с панорамой Массауа. Открытка, оригинал. Из фондов Мемориального кабинета-музея Н.И. Вавилова (ИОГен РАН).

напряженной воли, которой так мало в стране. Когда-то, очевидно, и здесь энтузиазм ли, фанатизм объединял массу и увлек ее даже на строительство прекрасных обелисков. Чтобы поставить их, высечь, надо было много концентрированной энергии. Эта концентрация имела место. Аксум тому свидетель» (Страна..., 1987. С. 55).

Интерес Вавилова привлекли развалины дворцов, следы захвата португальцами в XV в. Северной Абиссинии и Горной Эритреи. Но для ученого Аксум навсегда останется местом первоклассного открытия – здесь была обнаружена неизвестная в науке безостая твердая пшеница: «Это, пожалуй, самая интересная и теоретически[,] и практически находка за все время путешествия по Абиссинии» (Вавилов, 1987. С. 143), до сих пор являющаяся потенциальным донором это уникального для тетраплоидных пшениц признака (Гончаров и др., 2003).

Эритрея

Из Абиссинии Н.И. движется в Эритрею, в Асмаре – культурный город с мощеными дорогами, гостиницами и клумбами. В Асмаре появилась возможность получить корреспонденцию, отправить посылки с собранными семенами и колосьями, сдать оружие, отпечатать фотографии, сделанные в Абиссинии. Здесь Вавилов торжественно попрощался со своими спутниками – старшим каравана Кассия и переводчиком Хакимом, с которыми в течение двух с половиной месяцев он прошел более двух тысяч километров.

В Асмаре Н.И. составляет план продолжения экспедиции с участием доктора Бенедиктиса, директора Департамента земледелия: посещение главных сельскохозяйственных районов Эритреи, опытных имений. С доктором Бенедиктисом Вавилов продолжит переписку, будет справляться у него о его поездке в Йемен, выяснять интересующий вопрос, «нашел ли дикорастущий ячмень, а может[,] и дикую пшеницу», вспоминать с удовольствием «наше путешествие по Эритрее» (Николай Иванович..., 1997. С. 45).

Около Асмаре Вавилов вместе с Балдерати посещает имения, где «...предприимчивые итальянцы пытаются разводить цитрусовые, дынное дерево, манго (*Mangifera indica* L.) и другие тропические плодовые» (Вавилов, 1987. С. 147). В Керене³⁵ особое внимание уделено «царству величайших деревьев баобабов» – *Adansonia digitata* L. (Там же). Вавилов с интересом наблюдал, когда «в апреле листья опали, и взорам предстает курьезное зрелище огромных стволов с множеством веток, растопыренных в виде рук. Стволы нередко достигают такой толщины, что в них можно было разместить большое жилище в несколько комнат, целую квартиру» (Там же).

Отмечен Николаем Ивановичем особый способ приготовления хлеба – бурурта: «Сделанным из муки пшеницы или тэффа тестом обмазывают круглые камни. Раскладываются костер, и когда в нем останутся лишь пылающие угли,

³⁵ Третий по величине город в Эритрее, расположенный к северо-западу от Асмаре. Административный центр провинции Ансэба.

то на них бросают обмазанные тестом камни. Хлеб, естественно, подгорает, и нужна большая ловкость, для того, чтобы он не сгорел окончательно» (Вавилов, 1987. С. 147).

Н.И. отметил, как своеобразно сохранялся урожай в избах, шалашах, корзинах-амбарах (фото 275), специальных чанах из прутьев, обмазанных глиной (рис. 8, фото 792–793).

Последний пункт в Эритрее – Массауа, порт на берегу Красного моря. Время, оставшееся до отхода парохода, Н.И. пытается использовать для походов по пустынным районам около Массауа. Через Массауа двигались паломники – мусульмане в Мекку, и Н.И. имел возможность «обозреть всю пестроту народов, племен, которыми так богата Африка» (Вавилов, 1987. С. 149).

Абиссинская экспедиция закончилась – за три месяца было пройдено караваном две тысячи километров, собрано шесть тысяч образцов растений и отправлено в ВИР в Ленинград 120 посылок с ними, сделано несколько тысяч фотографий, собраны образцы почв Восточной Африки. 8 апреля 1927 г. из Керена (Эритрея) Н.И. пишет В.Е. Писареву: «Имею честь доложить Вашему превосходительству, что третьего дня мною окончена отправка материалов экспедиции из Абиссинии. 4 дня и ночи, без конца, онемели руки от подписывания (830 бланков таможеннику по 7 на посылку и другие)» (Научное наследство..., 1980. С. 295).

В заключение хотелось бы привести слова из письма русского эмигранта А.Г. Трахтенберга Н.И. Вавилову: «Теперь Вы, разумеется, уже забыли все эти мелкие неприятности, и жизнь на экваториальном плоскогорье должна Вам опять представляться сказкой, каковой представлялась Вам и до Вашей поездки. Так вот, на фоне этой сказки вспоминайте иногда о нас, северянах, дышащих под 8° [СШ – Т.А.] разреженным воздухом...» (Вавилов, 1997. С. 165) и выдержку из рецензии Д.С. Лихачева³⁶ на научно-популярную книгу Н.И. Вавилова «Пять континентов»: «Однако, несмотря на отдельные происки, Н.И. отмечал удивительное дружелюбие населения... И что замечательно: Николай Иванович с какой-то особенной заботой и доброжелательностью относится ко всем встреченным им лицам. Он не держит зла даже на тех, кто ему мешал в его экспедициях. Может быть, этому способствовал скрытый юмор, который в нем был в избытке? Целиком скрыть его за деловым характером его описаний ему все-таки не удалось. А может быть, этому способствовало удивительное умение проникать в души других людей, учитывать условия их воспитания и жизни? Во всяком случае, его терпимость к недостаткам и внутренняя благодарность всем своим помощникам в путешествиях – признак глубочайшей интеллигентности, свойственной Н.И. Вавилову во всем его поведении, в его страстном служении своей Родине» (Лихачев, 1987. С. 121–123).

Благодарности: Автор выражает благодарность Ю.Н. Вавилову (ФИАН, Москва), Н.Р. Иванову (ВИР, Санкт-Петербург), В.Д. Есакову (ИРИ РАН, Москва), Л.В. Курносковой (ФИАН, Москва), координатору JERBE А.А. Даркову (ИПЭЭ РАН) и участникам JERBE-12 чл.-кор. РАН А.М. Кудрявцеву, д-ру биол. наук

Ю.А. Столповскому (оба – ИОГен РАН, Москва), Д.В. Щепоткину (ИПЭЭ РАН) и акад. РАН Н.П. Гончарову (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск), Н. Курносову (Москва).

Список литературы / References

- Аврутская Т.В., Захаров-Гезехус И.А. К 50-летию Комиссии по наследию и разработке научного наследия академика Н.И. Вавилова. *Вестн. Рос. акад. наук.* 2016;86(10):947-952. DOI 10.7868/50869587316100042.
- [Avrutskaya T.B., Zakharov-Gezekhus I.A. To the 50th Anniversary of the Commission for the Heritage and Development of the Scientific Heritage of Academician N.I. Vavilov. *Vestnik Rossiyskoy Akademii Nauk = Annals of the Russian Academy of Sciences.* 2016;86(10):947-952. DOI 10.7868/50869587316100042. (in Russian)]
- Академик Дмитрий Николаевич Прянишников: Герой Социалистического Труда. Лауреат Сталинской премии. М.: Изд-во ТСХА, 1948.
- [Academician Dmitry Nikolaevich Pryanishnikov: Hero of Socialist Labor. Laureate of the Stalin Prize. Moscow: Timiryazev Agricultural Academy Publ., 1948. (in Russian)]
- Бадаева Е.Д., Шишкина А.А., Гончаров Н.П., Зуев Е.В., Лысенко Н.С., Митрофанова О.П., Драгович А.Ю., Кудрявцев А.М. Эволюция *Triticum aethiopicum* Jakubz. с позиции хромосомного анализа. *Генетика.* 2018;54(6):613-628. DOI 10.7868/50016675818060048.
- [Badaeva E.D., Shishkina A.A., Goncharov N.P., Zuev E.V., Lysenko N.S., Mitrofanova O.P., Dragovich A.Yu., Kudriavtsev A.M. Evolution of *Triticum aethiopicum* Jakubz. from the position of chromosome analysis. *Russ. J. Genet.* 2018;54(6):629-642. DOI 10.1134/S1022795418060029]
- Брюхоненко А.Н. К портрету. *Вестник российского и иностранного пчеловодства.* 1928;(7):206.
- [Bryukhonenko A.N. To the portrait. *Vestnik Rossiyskogo i Inostrannogo Pchelovodstva = Bulletin of Russian and Foreign Beekeeping.* 1928;3(7):206. (in Russian)]
- Буравцева Т.В., Егорова Г.П., Вишнякова М.А., Котелкина И.В. Николай Родионович Иванов. СПб.: ВИР, 2018.
- [Buravtseva T.V., Egorova G.P., Vishnyakova M.A., Kotielkina I.V. Nikolai Rodionovich Ivanov. St. Petersburg: VIR Publ., 2018. (in Russian)]
- Вавилов Н.И. Пчеловодство Абиссинии. *Вестник российского и иностранного пчеловодства.* 1928;3(2):56.
- [Vavilov N.I. Abyssinian beekeeping. *Vestnik Rossiyskogo i Inostrannogo Pchelovodstva = Bulletin of Russian and Foreign Beekeeping.* 1928;3(2):56. (in Russian)]
- Вавилов Н.И. Пять континентов. Изд. 2-е. М.: Наука, 1987.
- [Vavilov N.I. Five continents. 2nd edn. Moscow: Nauka Publ., 1987. (in Russian)]
- Вавилов Н.И. Voyage en Afrique: Сомалия. Абиссиния. Часть 1. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2022a;8(1):5-83. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-01.
- [Vavilov N.I. Voyage en Afrique: Somalia. Abyssinia. Part 1. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding.* 2022a;8(1):5-83. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-01 (in Russian)]
- Вавилов Н.И. Voyage en Afrique: Сомалия. Абиссиния. Часть 2. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2022b;8(2):113-196. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-07.
- [Vavilov N.I. Voyage en Afrique: Somalia. Abyssinia. Part 2. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding.* 2022b;8(2):113-196. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-07. (in Russian)]
- Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. К 125-летию со дня рождения Виктора Евграфовича Писарева. *Сиб. вестн. с.-х. науки.* 2007;11(179):111-120.
- [Goncharov N.P., Goncharov P.L. To the 125th anniversary of the birth of Viktor Evgrafovich Pisarev. *Sibirskiy Vestnik Selskokhozyaystvennoy Nauki = Siberian Herald of Agricultural Science.* 2007;11(179):112-121. (in Russian)]
- Гончаров Н.П., Митина Р.Л., Анфилова Н.А. Наследование безостости у тетраплоидных видов пшениц. *Генетика.* 2003;39(4):565-569.
- [Goncharov N.P., Mitina R.L., Anfilova N.A. Inheritance of awnlessness

³⁶ Лихачев Дмитрий Сергеевич (1906–1999) – филолог, культуролог, искусствовед, д. ф. н., профессор, академик АН СССР (1970). Автор фундаментальных трудов, посвященных истории русской литературы (главным образом древнерусской) и культуры. Председатель правления Российского фонда культуры.

- in tetraploid wheat species. *Russ. J. Genet.* 2003;39(4):463-466. DOI 10.1023/A:1023326202320]
- Грум-Гржимайло А.Г. В поисках растительных ресурсов мира. (Некоторые научные итоги путешествий академика Н.И. Вавилова). М.: Изд-во АН СССР, 1962.
[Grumm-Grzhimailo A.G. In search of plant resources of the world. (Some scientific results of the travels of academician N.I. Vavilov). Moscow: Publ. House of the USSR Academy of Sciences, 1962. (in Russian)]
- Лихачев Д.С. «Пять континентов» Н.И. Вавилова как художественное произведение. *Природа.* 1987;(10):121-123.
[Likhachev D.S. "Five Continents" of N.I. Vavilov as a work of art. *Priroda = Nature.* 1987;(10):121-123. (in Russian)]
- Мурзаев Э.М. Лев Семёнович Берг, 1876–1950. М.: Наука, 1983.
[Murzaev E.M. Lev Semyonovich Berg, 1876–1950. Moscow: Nauka Publ., 1983. (in Russian)]
- Научное наследие. Т. 5. Николай Иванович Вавилов. Из эпистолярного наследия 1911–1928 гг. М.: Наука, 1980.
[Scientific Heritage. Vol. 5. Nikolai Ivanovich Vavilov. From the Epistolary Heritage of 1911–1928. Moscow: Nauka Publ., 1980. (in Russian)]
- Н.И. Вавилов: Документы, фотографии. СПб.: Наука, 1995.
[N.I. Vavilov: Documents, photos. St. Petersburg: Nauka Publ., 1995. (in Russian)]
- Николай Иванович Вавилов: научное наследие в письмах (международная переписка): В 6 т. Т. 1: Петроградский период, 1921–1927. М.: Наука, 1994.
[Nikolai Ivanovich Vavilov: Scientific Heritage in Letters (international correspondence): In 6 vols. Vol. 1: The Petrograd Period, 1921–1927. Moscow: Nauka Publ., 1994. (in Russian)]
- Николай Иванович Вавилов: научное наследие в письмах (международная переписка): В 6 т. Т. 2: 1927–1930. М.: Наука, 1997.
[Nikolai Ivanovich Vavilov: Scientific Heritage in Letters (international correspondence): In 6 vols. Vol. 2: 1927–1930. Moscow: Nauka Publ., 1997. (in Russian)]
- Поповский М. Надо спешить. М.: Детгиз, 1968.
[Popovsky M. We must hurry. Moscow: Detgiz Publ., 1968. (in Russian)]
- Пшеницы Абиссинии и их положение в общей системе пшениц: к познанию 28-хромозомной группы культурных пшениц / Сост. Н.И. Вавилов, О.К. Фортунатова, М.М. Якубцинер, Е.Ф. Пальмова, Е.И. Николаенко, Е.А. Столетова, К.А. Верховская, Л.Л. Шрейбер, С.Г. Сыроватский. Л.: ВИР, 1931. (Прил. 51-е к *Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции*).
[Wheats of Abyssinia and their position in the general wheat system: to the knowledge of the 28-chromosome group of cultivated wheat / Сопм. N.I. Vavilov, O.K. Fortunatova, M.M. Yakubtsiner, E.F. Palmova, E.I. Nikolaenko, E.A. Stoletova, K.A. Verkhovskaya, L.L. Schreiber, S.G. Syrovatsky. Leningrad: VIR Publ., 1931. (Suppl. 51 to *Proceedings on Applied Botany, Genetics, and Breeding*). (in Russian)]
- Резник С. Николай Вавилов. М.: Мол. гвардия, 1968.
[Reznik S. Nikolai Vavilov. Moscow: Molodaya Gvardiya Publ., 1968. (in Russian)]
- Роскин А. Караваны, дороги, колосья. М.: ОГИЗ; Мол. гвардия, 1932.
[Roskin A. Caravans, Roads, Ears. Moscow: OGIz; Molodaya Gvardiya Publ., 1932. (in Russian)]
- Сайфуллин Р.Г., Прянишников А.И., Свистунов Ю.С. Мейстер Георгий Карлович (1873–1938). *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2013;17(2):368-373.
[Saifullin R.G., Pryanishnikov A.I., Svistunov Yu.S. Meister Georgiy Karlovich (1873–1938). *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding.* 2013;17(2):368-373. (in Russian)]
- Столповский Ю.А. В стране идущих людей. *National Geographic Россия.* 2014;(129):106-115.
[Stolpovsky Yu.A. In the country of walking people. *National Geographic Russia.* 2014;(129):106-115. (in Russian)]
- Страна для философии земледелия замечательная. Из Абиссинского дневника Н.И. Вавилова. *Природа.* 1987;(10):46-56.
[The country is wonderful for the philosophy of agriculture. From the Abyssinian diary of N.I. Vavilov. *Priroda = Nature.* 1987;(10):46-56. (in Russian)]
- Harlan H.V. A caravan journey through Abyssinia. *National Geographic Magazine.* 1925;47(6):613-663.
- Trifonova A.A., Dedova L.V., Zuev E.V., Goncharov N.P., Kudryavtsev A.M. Comparative analysis of the gene pool structure of *Triticum aethiopicum* wheat accessions conserved *ex situ* and recollected in field after 85 year later. *Biodiversity and Conservation.* 2021;30(2):329–342. DOI 10.1007/s10531-020-02091-6.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 07.07.2022. После доработки 20.07.2022. Принята к публикации 29.07.2022.

«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.

Всем статьям присваивается DOI.

Входит в РИНЦ и DOAJ.

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: 11.10.2022