

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

SCIENTIFIC-THEORETICAL JOURNAL
VESTNIK OF THE RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE

№ 1 ————— Январь-Февраль ————— 2021
January-February

Издается с января 1992 года. Выходит 6 раз в год.
ISSN 2500-2082

© Российская академия наук, 2021
© «Вестник российской сельскохозяйственной науки», 2021

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
академик РАН Г.А. Романенко

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
академики РАН

Авидзба А.М. (Национальный НИИ винограда и вина «Магарач»), **Горлов И.Ф.** (Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции), **Долгушкин Н.К.** (заместитель главного редактора РАН), **Иванов А.Л.** (Почвенный институт имени В.В. Докучаева), **Измайлов А.Ю.** (Федеральный научный агроинженерный центр РАН), **Каракотов С.Д.** (АО «Щелково Агрохим»), **Кашеваров Н.И.** (Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий РАН), **Кулик К.Н.** (Федеральный научный центр агроэкологии РАН), **Ван Мансвелт Ян** (Нидерланды), **Петров А.Н.** (Всероссийский НИИ технологий консервирования), **Попов В.Д.** (Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства), **Савченко И.В.** (Всероссийский НИИ лекарственных и ароматических растений), **Синеговская В.Т.** (Всероссийский НИИ сои), **Фисинин В.И.** (Федеральный научный центр «ВНИТИП» РАН), **Якушев В.П.** (Агрофизический НИИ)

член-корреспондент РАН

Багиров В.А. (Департамент координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Министерства науки и высшего образования РФ)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР – **Р.П. Сенина**

Журнал в виде отдельной базы данных Russian Science Citation Index (RSCI) размещен на платформе Web of Science. Зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) и в Международной информационной системе Agris, а также включен в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации трудов соискателей ученых степеней кандидата и доктора наук.

Полные тексты статей размещаются на сайте научной электронной библиотеки: elibrary.ru

Адрес: 119334, Москва, Ленинский проспект, д. 32 А,
Отделение сельскохозяйственных наук РАН, оф. 1006
Тел.: 8 (495) 938-17-51, 8 (985) 445-94-24, 8 (916) 504-79-50
E-mail: vrsn@vestnik-rsn.ru
Website: www.vestnik-rsn.ru

Published January 1992. Published 6 times a year.
ISSN 2500-2082

EDITOR
Academician of RAS G.A. Romanenko

EDITORIAL BOARD:
Academician of RAS

Avidzba A.M. (National Institute of Vine and Wine “Magarach”), **Gorlov I.F.** (Povolzhskiy (Volga) Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products), **Dolgushkin N.K.** (Russian Academy of Sciences), **Ivanov A.L.** (Soil Institute named after V. V. Dokuchayev), **Izmajlov A.Ju.** (Federal Scientific Agro-engineering center RAS), **Karakotov S.D.** (JSC “Shchelkovo Agrokhim”), **Kashevarov N.I.** (Siberian Federal Scientific center of Agrobiotechnology of RAS), **Kulik K.N.** (Federal Scientific center of Agroecology RAS), **Mansvelt, Jan Diek van** (Netherlands), **Petrov A.N.** (All-Russian Research Institute of Canning Technology), **Popov V.D.** (Institute of Agroengineering and environmental problems of agricultural production), **Savchenko I.V.** (All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants), **Sinegovskaja V.T.** (All-Russian Research Institute of Soy), **Fisinin V.I.** (Federal Scientific Center “VNITIP” RAS), **Jakushev V.P.** (Agrophysical Research Institute)

Corresponding member of RAS

Bagirov V.A. (Department of coordination of organizations in the field of agricultural Sciences of the Ministry of science and higher education of the Russian Federation)

EXECUTIVE EDITOR – **R.P. Senina**

The journal to a separate database of RSCI posted on the Web of Science platform. Registered in the Russian science citation index (RSCI) and the International information system Agris.

Full texts of articles are placed on the website of electronic library: elibrary.ru

Address: 119334, Moscow, Leninsky prospekt, 32 A,
Department of Agricultural Sciences
Tel.: +7 (495) 938 17-51, +7 (985) 445-94-24, +7 (916) 504-79-50
E-mail: vrsn@vestnik-rsn.ru
Website: www.vestnik-rsn.ru

Содержание / Contents

● ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ/ THEORETICAL INSIGHTS

- 4** Михайленко И.М., Тимошин В.Н., Веллер В.Е. / *Mikhaïlenko I.M., Timoshin V.N., Veller V.E.*
Оценивание параметров состояния биомассы посева яровой пшеницы / *Assessment of the biomass of spring wheat sowing*

● АГРОНОМИЯ/AGRONOMY

Растениеводство и селекция / Crop production and selection

- 9** Каракотов С.Д., Прянишников А.И., Косолапов В.М. и др. / *Karakotov S.D., Pryanishnikov A.I., Kosolapov V.M. et al.*
Методологические подходы оценки сортов озимой пшеницы в системе экологических испытаний АО «Шелково Агрохим» / *Methodological approaches for winter wheat varieties estimating in the JSC Schelkovo Agrokhim environmental test system*
- 16** Темирбекова С.К., Куликов И.М., Афанасьева Ю.В. и др. / *Temirbekova S.K., Kulikov I.M., Afanasieva Yu.V. et al.*
Исходный материал озимой пшеницы для селекции устойчивых к стрессовым факторам сортов / *Source material of a winter wheat for a stress-resistant varieties selection*
- 25** Башлакова О. Н., Синцова Н.Ф. / *Bashlakova O.N., Sintsova N.F.*
Сравнительная оценка гибридов картофеля в экологическом испытании / *Comparison estimation of a potatoes hybrids in ecological test*
- 28** Гуреева Е.В. / *Gureeva E.V.*
Влияние метеорологических условий на хозяйственно ценные признаки сои / *Influence of meteorological conditions on economically valuable soybean traits*
- 31** Седов Е.Н., Янчук Т.В., Корнеева С.А. / *Sedov E.N., Yanchuk T.V., Korneeva S.A.*
Пополнение сортимента яблони глубокозимними сортами / *Replenishment of an apple tree assortment with deep winter varieties*
- 33** Киселёва Е.Н., Раченко М.А., Камышова Л.Е., Раченко А.М. / *Kiseleva E. N., Rachenko M.A., Kamyshova L.E., Rachenko A.M.*
Биолого-хозяйственные особенности ремонтантной малины в условиях юго-восточной лесостепной зоны Иркутской области / *Biological and economic features of everbearing raspberry in southeast condition of forest steppe zone in Irkutsk region*
- #### *Защита растений / Plant protection*
- 37** Ахмедова П.М. / *Akhmedova P.M.*
Оценка новых гибридов томата в защищенном грунте / *Assessment of new tomatoes hybrids in a covered crop*

- 42** Долматов Е.А., Хрыкина Т.А. / Dolmatov E. A., Khrykina T.A.
Источники устойчивости к ржавчине груши / Sources of resistance to pear rust
Кормопроизводство / Fodder production
- 45** Бурлуцкий В.А., Мазуров В.Н., Семешкина П.С., Косолапов В.М. / Burlutskiy V.A., Mazurov V.N., Semeshkina P.S., Kosolapov V.M.
Продукционный потенциал и освоение растительных сообществ залежных земель Мещовского ополья в Калужской области / Production capabilities and exploitation of fallow lands plant communities of Meshchovsky opolye in the Kaluga region
- 52** Бабаева М.А., Осипова С.В. / Babaeva M.A., Osipova S.V.
Особенности пастбищных кормовых растений Терско-Кумской низменности при антропогенном прессинге / Features of fodder pasture plants in Tersko-Kumskaya lowland under anthropogenic pressure
Почвоведение / Soil Science
- 57** Ручкина А.В., Ушаков Р.Н., Новиков Н.Н. и др. / Ruchkina A.V., Ushakov R.N., Novikov N.N. et al.
Оценка конституционной основы плодородия агросерой почвы / Assessment of constitutional base of agro-grey soil fertility
Мелиорация / Melioration
- 62** Кружилин И.П., Новиков А.Е., Дубенок Н.Н. / Kruzhilin I.P., Novikov A.E., Dubenok N.N.
Обоснование водного режима почвы и регламента поливов аэробного риса / Justification of water regime and irrigation regulations for aerobic rice
- ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ/VETERINARY AND ZOOTECHNICS
- 67** Ивашенко М.Н., Дерюгина А.В., Игнатьев П.С. и др. / Ivashchenko M.N., Deryugina A.V., Ignatiev P.S. et al.
Морфофункциональные показатели эритроцитов крупного рогатого скота при стрессе и его коррекции низкоинтенсивным лазерным излучением / Morphofunctional parameters of cattle erythrocytes under stress and its correction by low-intensity laser radiation
- 72** Файзуллин Р.А., Сайфутдинов М.Р. / Fayzullin R.A., Sayphutdinov M.R.
Использование индексной селекции при оценке свиноматок крупной белой породы / Usage of index selection in the evaluation of large white breed sows

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-63276 от 06 октября 2015 г.,
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Подписано к печати 25.01.2021 г. Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 9,04. Уч.-изд. л. 9,25. Заказ № 1. Тираж 21 экз. Бесплатно.

Учредитель: Российская академия наук

16+

Издатель: Российская академия наук, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 14
Исполнитель по госконтракту № 4У-ЭА-068-20 ООО "Объединённая редакция",
109028, Москва, Подкопаевский пер., д. 5, каб. 6
Отпечатано ИП Ерхова И.М.
125267, Москва, Ленинградский пр-т, 47, тел. 8 495 799-48-85

И.М. Михайленко, доктор технических наук

В.Н. Тимошин, кандидат технических наук

Агрофизический научно-исследовательский институт

РФ, 195220, Россия, г. Санкт-Петербург, Гражданский проспект, 14

В.Е. Веллер, аспирант

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

РФ, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

E-mail: ilya.mihailenko@yandex.ru

УДК 633.11«321»:631.599

DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/4-8

ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ БИОМАССЫ ПОСЕВА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ*

В современном растениеводстве данные дистанционного зондирования Земли служат ключевой информационной технологией, так как позволяют оценить параметры состояния посевов сельскохозяйственных культур, число которых может достигать до десяти. На основании таких оценок принимаются управленческие решения, направленные на получение заданных конечных результатов. Оценить эти параметры по получившим в настоящее время широкому распространению вегетационным индексам невозможно, из-за их скалярной формы и безразмерной величины. В работе представлен классический подход к оцениванию параметров состояния посевов сельскохозяйственных культур, где данные ДЗЗ рассматриваются как косвенное измерение оцениваемых параметров. Отличие данной статьи от предыдущих работ подобной направленности заключается в том, что в качестве объекта рассматриваются сельскохозяйственные культуры с более сложной морфологической структурой, что неизбежно ведет к усложнению алгоритма оценивания. Кроме того, здесь уделено внимание такой важной особенности сельскохозяйственных объектов, как их пространственная распределенность. Для ее учета используется новый вид математических моделей, в которые введены пространственные координаты. В связи с существенным усложнением алгоритмов моделирования и оценивания на основе таких моделей, предложены более простые с точки зрения программной реализации аппроксимационные схемы. Основу таких схем составляют базовые алгоритмы, посредством которых сначала формируются оценки параметров для 20–30 элементарных участков посева, по которым выделяют пространственные вариации этих оценок и параметров отражения на используемых каналах системы ДЗЗ, а затем по данным вариациям строят параметры линейных пространственных корректоров.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, состояние посевов культур, оценивание параметров, математические модели, алгоритмы, пространственные корректоры.

I.M. Mikhaylenko, Grand PhD in Engineering sciences

V.N. Timoshin, PhD in Engineering sciences

Agrophysical Research Institute

RF, 195220, Sankt-Peterburg, Grazhdanskij prospekt, 14

V.E. Veller, PhD student

K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University – MTAА

RF, 127550, g. Moskva, ul. Timiryazevskaya, 49

E-mail: ilya.mihailenko@yandex.ru

ASSESSMENT OF THE BIOMASS OF SPRING WHEAT SOWING

The use of Earth remote sensing data (ERS) is a key information technology in modern crop production, as it allows you to assess the parameters of the state of crops of crops, the number of which can reach up to ten. Based on such assessments, managerial decisions are made aimed at obtaining specified final results. It is impossible to assess these parameters by the currently widely used vegetation indices, due to their scalar shape and dimensionless size. The paper develops a classical approach to the problem of assessing the parameters of the state of crops of crops, in which remote sensing data are considered as an indirect measurement of the estimated parameters. The difference of this article from previous works of a similar orientation is that crops with a more complex morphological structure are considered as an object of evaluation, which inevitably leads to a complication of the estimation algorithm. In addition, such an important feature of agricultural objects as their spatial distribution is considered here. To take it into account, a new kind of mathematical models is used in which spatial coordinates are introduced. Due to the significant complication of modeling and estimation algorithms based on such models, approximation schemes that are simpler in terms of software implementation are proposed. The basis of such schemes is the basic estimation algorithms, by which first estimates are formed for 20-30 elementary sowing areas, using which spatial variations of the estimates and reflection parameters are used on the used channels of the remote sensing system, and then linear spatial corrector parameters are constructed from these variations.

Key words: remote sensing of the Earth, state of crops, estimation of parameters, mathematical models, algorithms, spatial correctors.

При использовании данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в сельском хозяйстве уже стало привычным применение специальных технологий дешифрирования снимков, получае-

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-016-00008) / The study was performed with financial support of Russian Foundation of Basic Research (Project № 18-016-00008).

мых систематическими повторными съемками с различных аппаратов, с помощью которых обеспечивается наблюдение за динамикой развития сельскохозяйственных культур и прогнозирование урожайности. При этом, чаще всего строят различные варианты вегетационных индексов (ВИ), среди которых наибольшее распространение получил индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Используя подобные ВИ, по цветовому тону изображения полей судят об их агротехническом состоянии. [1, 2, 10, 11]

Расчет большей части вегетационных индексов базируется на двух наиболее стабильных участках кривой спектральной отражательной способности растений. Такой подход позволяет получать только обобщенные оценки состояния посевов. Важно заметить, что при расчете любого ВИ снижается информационный потенциал метода ДЗЗ, так как ВИ представляет собой разновидность свертки сигналов в скалярную величину, что всегда приводит к уменьшению общей информативности отдельных каналов. Для повышения эффективности данного фактора следует не уменьшать, а увеличивать число независимых каналов измерения. [5] Так, число продуктивных показателей посева, которые необходимо оценивать, может достигать 10. Оценить эти состояния по одному или нескольким скалярным ВИ невозможно и некорректно.

В работах [4-6 и др.] развивается подход, основанный на классическом оценивании параметров состояния посевов сельскохозяйственных культур по данным ДЗЗ, рассматриваемым как косвенное измерение состояния объекта. Этот подход апробирован на различных кормовых культурах, биомассу которых используют для приготовления кормов.

Цель работы – развитие классического подхода к оцениванию параметров состояния посевов более сложных по своей морфологической структуре зерновых культур.

Постановка задачи

Оценивание параметров состояния биомассы посева яровой пшеницы заключается в построении в реальном времени оценок таких физических параметров, как плотность общей биомассы и ее товарной части (урожайность), а также ее состав по сухой и сырой массе. Оценки этих параметров будут использоваться для решения задач управления агротехнологиями. Классический подход к оцениванию заключается в уточнении априорной информации о параметрах состояния посевов по апостериорной информации, в нашем случае – данным ДЗЗ.

Вся априорная информация об оцениваемых параметрах содержится в математических моделях, отражающих их зависимость от основных влияющих факторов. В связи с тем, что посев яровой пшеницы может характеризоваться двумя различными структурами биомассы – до колошения и после его наступления, в задаче оценивания используются две математические модели. [5, 8] Развернутая форма модели параметров биомассы яровой пшеницы до колошения имеет следующий вид [8]:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} x_{1m}^{\&}(y, h) \\ x_{2m}^{\&}(y, h) \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}_m \begin{bmatrix} x(t)_{1m}(y, h) \\ x(t)_{2m}(y, h) \end{bmatrix} + \\ &+ \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} \end{bmatrix}_m \begin{bmatrix} v_N(t, y, h) \\ v_K(t, y, h) \\ v_P(t, y, h) \\ v_{Mg}(t, y, h) \\ v_5(t, y, h) \end{bmatrix} + \\ &+ \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \end{bmatrix}_m \begin{bmatrix} f_1(t) \\ f_2(t) \\ f_3(t) \end{bmatrix}, \quad (1) \\ &t \in (T_{1m}, T_{2m}), x_{1m}(T_{1m}) = 0, x_{2m}(T_{2m}) = 0; \end{aligned}$$

где x_{1m} и x_{2m} – средняя по площади поля плотность биомассы (урожай) и сырой массы посева, ц га⁻¹; внешние возмущения в обоих блоках: f_1, f_2, f_3 – среднесуточные показатели – соответственно температуры воздушной среды, °С; уровня радиации, Вт (м² ч)⁻¹; –интенсивности осадков, мм; v_N, v_K, v_P, v_{Mg} – содержание в почве (кг га⁻¹): азота, калия, фосфора магния; v_4 – влагозапас, мм; y, h – пространственные координаты, м.

Каноническая векторно-матричная символьная форма модели (1):

$$\begin{aligned} X_m^{\&}(y, h) &= A_m X_m(t, y, h) + B_m V(t, y, h) + C_m F(t), \\ &t \in (T_{1m}, T_{2m}), X_m(T_{1m}, y, h) = 0. \quad (2) \end{aligned}$$

Развернутая форма модели параметров биомассы яровой пшеницы с начала колошения:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} x_{1u}^{\&}(y, h) \\ x_{2u}^{\&}(y, h) \\ x_{3u}^{\&}(y, h) \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}_u \begin{bmatrix} x_{1u}(t, y, h) \\ x_{2u}(t, y, h) \\ x_{3u}(t, y, h) \end{bmatrix} + \\ &+ \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} & b_{35} \end{bmatrix}_u \begin{bmatrix} v_N(t, y, h) \\ v_K(t, y, h) \\ v_P(t, y, h) \\ v_{Mg}(t, y, h) \\ v_5(t, y, h) \end{bmatrix} + \\ &+ \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix}_u \begin{bmatrix} f_1(t) \\ f_2(t) \\ f_3(t) \end{bmatrix} \quad (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &t \in (T_{1u}, T_{2u}), x_{1u}(T_{1u}, y, h) = x_{1u0}(y, h), x_{2u}(T_{1u}, y, h) = x_{2u0}(y, h), \\ &x_{3u}(T_{1u}, y, h) = x_{3u0}(y, h); \end{aligned}$$

где x_{1u}, x_{2u}, x_{3u} – средние по площади показатели, ц га⁻¹: плотности биомассы посева (биологический урожай), сырой массы посева, массы колосьев посева (урожай).

Каноническая векторно-матричная символьная форма модели (3):

$$\begin{aligned} X_u^{\&}(y, h) &= A_u X_u(t, y, h) + B_u V(t, y, h) + C_u F(t), \\ &t \in (T_{1u}, T_{2u}), X_u(T_{1u}, y, h) = X_{u0}(y, h). \quad (4) \end{aligned}$$

Информация о параметрах состояния биомассы посева, формируемая моделями (2), (4), должна корректироваться по реальным измерениям, для чего вводятся модели ДЗЗ.

Модель оптических измерений (Д33) состояния биомассы посева яровой пшеницы на период до начала колошения в векторно-матричной символьной форме:

$$Z_m^T(y, h) = P_m W(X_m(y, h)). \quad (5)$$

где: $Z_m^T(y, h) = [z_{1m}(y, h) \ z_{2m}(y, h)]$ – вектор параметров отражения для пространственной координаты (y, h) видимом диапазоне (400...700 нм) (z_1) и в ближнем инфракрасном диапазоне (750–950 нм) (z_2); P – матрица параметров модели.

$W(X_m(y, h)) = [1x_{1m}(y, h)x_{2m}(y, h)x_{1m}^2(y, h)x_{2m}^2(y, h)x_{1m}^3(y, h)x_{2m}^3(y, h)]$ – вектор-функция, в котором параметры состояния посева: x_{1m}, x_{2m} – плотность посева для пространственной координаты (y, h) ц га⁻¹ – биомассы (биологический урожай), сырой массы.

Модель оптических измерений (модель Д33) состояния биомассы посева яровой пшеницы от начала колошения до созревания урожая в векторно-матричной символьной форме:

$$Z_u(y, h) = P_u W(X_u(y, h)) \quad (6)$$

где: $Z_u^T(y, h) [z_{1u}(y, h) \ z_{2u}(y, h) \ z_{3u}(y, h)]$ – вектор интегрированных параметров отражения в зеленом (500...565 нм), красном (625...740 нм), ближнем ИК (750...950 нм) (z_{1m}, z_{2m}, z_{3m} соответственно).

Вектор – функция:

$$W(X_u(y, h)) = [1 \ x_{1u}(y, h) \ x_{2u}(y, h) \ x_{3u}(y, h) \ x_{1u}^2(y, h) \ x_{2u}^2(y, h) \ x_{3u}^2(y, h) \ x_{1u}^3(y, h) \ x_{2u}^3(y, h) \ x_{3u}^3(y, h)] \quad (7)$$

где аргументами являются параметры состояния посева для пространственной координаты (y, h) : x_{1u}, x_{2u}, x_{3u} – плотность (ц га⁻¹) биомассы посева; сырой массы; массы колосьев соответственно.

Главная особенность векторно-матричных математических моделей заключается в том, что здесь компоненты векторов представлены не скалярными величинами, а двумерными распределениями соответствующих параметров биомассы в динамических моделях состояния и параметров отражения в моделях Д33. Такой подход значительно усложняет алгоритмы моделирования и оценивания, и приводит к необходимости ввода пространственных циклов, где число переменных зависит от способа разбивки общей поверхности поля на элементарные участки. Так, при площади элементарного участка 2 м², число циклических переменных составит 5000 на 1 га, при общей посевной площади поля под посевом 500 га, общее число элементарных участков и циклов алгоритма – 2,5 10⁶ ед. Поэтому, при больших площадях посевов (более 1000 га) целесообразно использовать аппроксимационные схемы моделирования и оценивания. Суть таких схем заключается в том, что сначала моделируются и оцениваются средние по площади поля параметры состояния посева, которые затем корректируются по поверхности поля посредством корректирующей модели одинаково для состояния посева до и после колошения (опуская индексы фенологического состояния посева)

$$\begin{aligned} X(t, y, h) &= X(t) + \Delta X(y, h), \\ \Delta X(y, h) &= K \Delta Z(y, h), \end{aligned} \quad (8)$$

где: K – матрицы пространственного корректора для моделей (2), (4), параметры которых оцениваются путем формирования массива вариаций параметров отражения Д33 $\Delta Z(y, h)$ и оценок параметров биомассы $\Delta X(y, h)$ по 30...40 элементарным участкам.

Для формирования оценок параметров биомассы $X(t, y, h)$ на выбранных элементарных участках используется следующий алгоритм локального оценивания, построенный на основе моделей (2), (4). [5, 6]:

$$\begin{aligned} \hat{X}(t, y, h) &= AX(t, y, h) + BV(t, y, h) + CF(t) + \\ &+ R(t, y, h)P \frac{\partial W^T(X)}{\partial X} K_z^{-1} (Z(t, y, h) - X(t, y, h)), \\ \hat{R}(t, y, h) &= R(t, y, h)A^T + AR(t, y, h) - \\ &- R(t, y, h)P_i \frac{\partial W^T(X)}{\partial X} K_z^{-1} \frac{\partial W(X)}{\partial X} P^T R(t, y, h), \end{aligned} \quad (9)$$

где: $R(t, y, h)$ – матрицы ошибок оценивания, имеющие размерность, соответствующую векторам параметров биомассы моделей (2), (4).

Апробация алгоритмов оценивания

Апробацию алгоритмов оценивания проводили на опытном полигоне Меньковского филиала Агрофизического института. Площадь поля была разбита на 82 элементарных участка, обозначенных номерами. С десяти таких участков отбирали пробы биомассы посева и почвы в течение всего вегетационного периода. В образцах методом лабораторного анализа выявляли физические и химические параметры. Одновременно выполняли приземное дистанционное зондирование ручным гиперспектрометром HandHeld 2 Portable Spectroradiometer (производитель ASD Inc., США). На основании мониторинговой информации идентифицировали все используемые в алгоритме оценивания математические модели. В интервале времени, предшествующему колошению, фиксировали параметры отражения в видимом и ближнем ИК оптических диапазонах (рис. 1). Ошибки оценивания по обоим параметрам соответствуют 10%-у полю допуска. Для интервала вегетации от начала колошения до созревания зерна фиксировали параметры отраже-

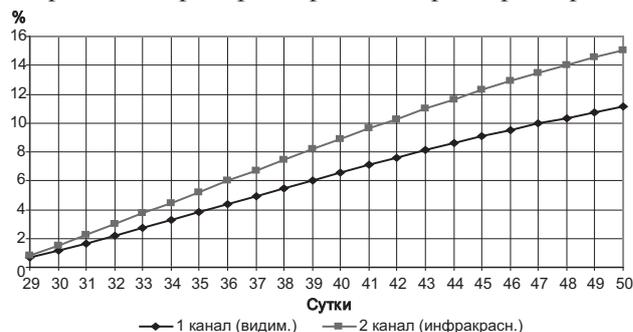


Рис. 1. Динамика средних по площади поля параметров отражения посева яровой пшеницы в интервале времени, предшествующем колошению.

ния в зеленом, красном и ближнем ИК диапазонах оптического спектра, а в составе биомассы оценивали массу колосьев (урожай). Эти структурные изменения не отразились на точности оценивания (рис. 2).

Такую же процедуру оценивания применяли на 30 элементарных участках, по результатам которой была сформирована БД, включающая в себя два сег-

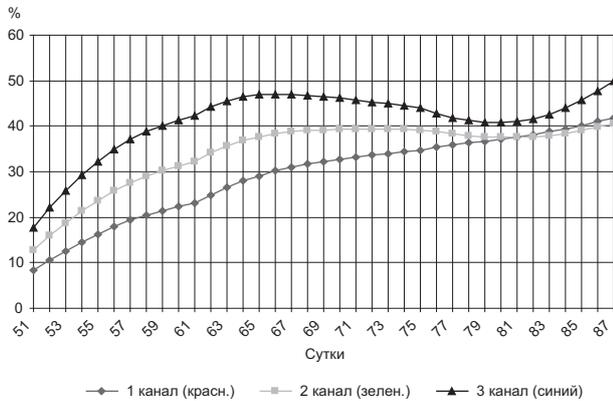


Рис. 2. Динамика параметров отражения посева яровой пшеницы в интервале времени от колошения до созревания зерна.

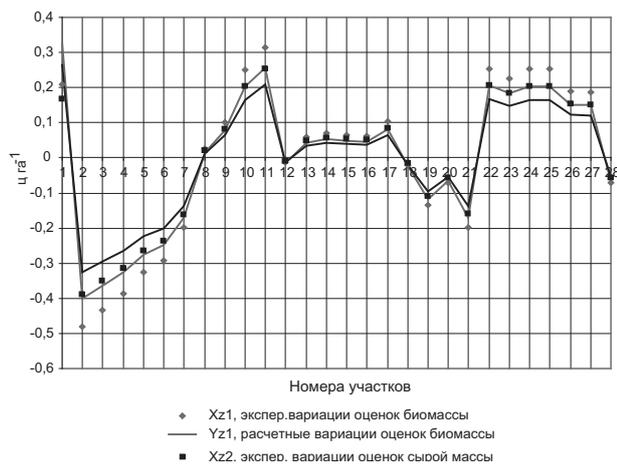


Рис. 3. Настройка пространственного корректора оценок биомассы посева яровой пшеницы в интервале времени, предшествующем колошению.

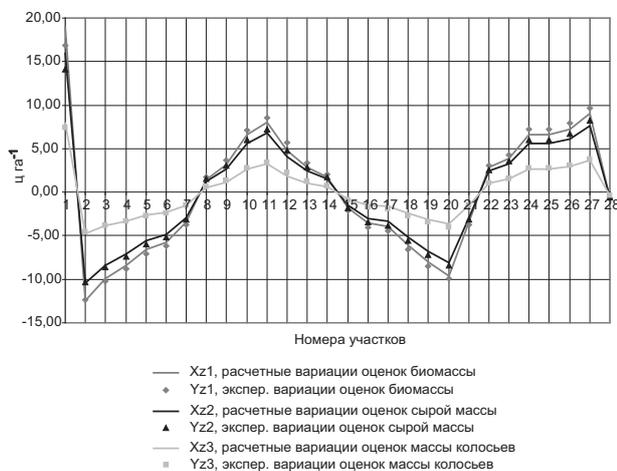


Рис. 4. Настройка пространственного корректора оценок биомассы посева яровой пшеницы в интервале времени от колошения до созревания зерна.

мента, до начала колошения и от начала колошения до фазы созревания зерна в колосе. Полученная БД служит информационной основой для настройки пространственных корректоров оценок. Как видно из графиков настройки пространственных корректоров, точность настройки достаточно высокая (в пределах 5%-го интервала), что обеспечивает достаточно надежную пространственную коррекцию оценок параметров биомассы (рис. 3, 4). Такие оценки построены для 70-х суток вегетационного периода, когда был сделан облет опытного поля и получены данные ДЗЗ в используемых оптических диапазонах.

Выводы. Предложена новая методика и алгоритм оценивания параметров биомассы посева зерновых культур по данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), развивающие классический подход к проблеме оценивания, основанный на использовании математических моделей оцениваемых параметров и их связи с данными ДЗЗ. Основное отличие предложенной методики заключается в переходе к моделям с пространственными переменными и учете фенологических фаз посева зерновых. Для упрощения вычислительных процедур, связанных с наличием пространственных переменных, предложен аппроксимационный подход, основанный на использовании линейных пространственных корректоров, число которых равно числу структур математических моделей параметров состояния биомассы посева. Построение пространственных корректоров осуществляется путем многократного решения задачи оценивания на отдельных элементарных участках и выделения пространственных вариаций данных ДЗЗ и оценок, по которым настраивают параметры пространственных корректоров.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Антонов, В.Н. Мониторинг состояния посевов и прогнозирование урожайности яровой пшеницы по данным ДЗЗ / В.Н. Антонов, Л.А. Сладких // Геоматика. – 2009. – № 4. – С. 50–53.
2. Барталев, С.А. Классификация некоторых типов сельскохозяйственных посевов в южных регионах России по спутниковым данным MODIS / С.А. Барталев, Е.А. Лупян, И.А. Нейштадт, И.Ю. Савин // Исследование Земли из космоса. – 2006. – № 3. – С. 68–75.
3. Марчуков, В.С. Теория и методы тематической обработки аэрокосмических изображений на основе многоуровневой сегментации / В.С. Марчуков. – М.: Геодезия и Картография. – 2011. – С. 27.
4. Михайленко, И.М. Оценивание химического состояния почвенной среды по данным дистанционного зондирования Земли. / И.М. Михайленко, В.Н. Тимошин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 18. – № 4. – С. 125–134.
5. Михайленко, И.М. Математическое моделирование и оценивание химического состояния почвенной среды по данным дистанционного зондирования Земли / И.М. Михайленко, В.Н. Тимошин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 9. – Ч. 2. – С. 26–38.
6. Михайленко, И.М. Принятие решений о дате заготовки кормов на основе данных дистанционного зондирования Земли и подстраиваемых математических моделей / И.М. Михайленко, В.Н. Тимошин // Со-

- временные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15. – № 1. – С. 164–175.
7. Михайленко, И.М. Управление сроками сева по данным дистанционного зондирования Земли /И.М. Михайленко, В.Н. Тимошин// Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14. – № 5. – С. 178–189.
 8. Михайленко, И.М. Дистанционное зондирование Земли в сельскохозяйственной науке и практике / И.М. Михайленко, В.П. Якушев// Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 4. – С. 21–25.
 9. Mikhailenko, I.M. Assessment of crop and soil state using satellite remote sensing data / I.M. Mikhailenko // International Journal of Information Technology & Operations Management – Vol. 1. – № 5 – August 2013. – P. 41–51.
 10. Ponzoni, F.J. Local Illumination Influence on Vegetation Indices and Plant Area Index (PAI) Relationships *Remote Sens* / F.J. Ponzoni, Borges da Silva C., Benfica dos Santos S., O.C. Montanher, Batista dos Santos T.– 2014. – 6(7) – 6266–6282; doi:10.3390/rs6076266Article.
 11. Sims, D.A. Relationships Between Leaf Pigment Content and Spectral Reflectance Across a Wide Range of Species, Leaf Structures and Developmental Stages / D.A. Sims, J.A. Gamon // Remote Sensing of Environment. – 2002. – P. 337–354.
 4. Mihajlenko, I.M. Ocenivanie himicheskogo sostoyaniya pochvennoj sredi po dannym distancionnogo zondirovaniya Zemli. / I.M. Mihajlenko, V.N. Timoshin // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – 2018. – Т. 18. – № 4. – С. 125–134.
 5. Mihajlenko, I.M. Matematicheskoe modelirovanie i ocenivanie himicheskogo sostoyaniya pochvennoj sredi po dannym distancionnogo zondirovaniya Zemli /I.M. Mihajlenko, V.N. Timoshin// Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2018. – № 9. – Ch. 2. – С. 26–38.
 6. Mihajlenko, I.M. Prinyatie reshenij o date zagotovki kormov na osnove dannyh distancionnogo zondirovaniya Zemli i podstraivaemyh matematicheskikh modelej / I.M. Mihajlenko, V.N. Timoshin// Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – 2018. – Т. 15. – № 1. – С. 164–175.
 7. Mihajlenko, I.M. Upravlenie srokami seva po dannym distancionnogo zondirovaniya Zemli /I.M. Mihajlenko, V.N. Timoshin// Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – 2017. – Т. 14. – № 5. – С. 178–189.
 8. Mihajlenko, I.M. Distancionnoe zondirovanie Zemli v sel'skohozyajstvennoj nauke i praktike /I.M. Mihajlenko, V.P. YAKushev// Vestnik rossijskoi sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2016. – № 4. – С. 21–25.
 9. Mikhailenko, I.M. Assessment of crop and soil state using satellite remote sensing data / I.M. Mikhailenko // International Journal of Information Technology & Operations Management – Vol. 1. – № 5. – August 2013. – P. 41–51.
 10. Ponzoni, F.J. Local Illumination Influence on Vegetation Indices and Plant Area Index (PAI) Relationships *Remote Sens* / F.J. Ponzoni, Borges da Silva C., Benfica dos Santos S., O.C. Montanher, Batista dos Santos T. – 2014. – 6(7) – 6266–6282; doi:10.3390/rs6076266Article.
 11. Sims, D.A. Relationships Between Leaf Pigment Content and Spectral Reflectance Across a Wide Range of Species, Leaf Structures and Developmental Stages / D.A. Sims, J.A. Gamon // Remote Sensing of Environment. – 2002. – P. 337–354.

LIST OF SOURCES

1. Antonov, V.N. Monitoring sostoyaniya posevov i prognozirovanie urozhajnosti yarovoj pshenicy po dannym DZZ / V.N. Antonov, L.A. Sladkih // Geomatika. – 2009. – № 4. – С. 50–53.
2. Bartalev, S.A. Klassifikaciya nekotoryh tipov sel'skohozyajstvennyh posevov v yuzhnyh regionah Rossii po sputnikovym dannym MODIS /S.A. Bartalev, E.A. Lupyan, I.A. Nejshtadt, I.YU. Savin // Issledovanie Zemli iz kosmosa. – 2006. – № 3. – С. 68–75.
3. Marchukov, V.S. Teoriya i metody tematicheskoj obrabotki aerokosmicheskikh izobrazhenij na osnove mnogourovnevnoj segmentacii/ V.S. Marchukov. – М.: Geodeziya i Kartografiya. – 2011. – С. 27.
4. Mihajlenko, I.M. Ocenivanie himicheskogo sostoyaniya pochvennoj sredi po dannym distancionnogo zondirovaniya Zemli. / I.M. Mihajlenko, V.N. Timoshin // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – 2018. – Т. 18. – № 4. – С. 125–134.
5. Mihajlenko, I.M. Matematicheskoe modelirovanie i ocenivanie himicheskogo sostoyaniya pochvennoj sredi po dannym distancionnogo zondirovaniya Zemli /I.M. Mihajlenko, V.N. Timoshin// Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2018. – № 9. – Ch. 2. – С. 26–38.
6. Mihajlenko, I.M. Prinyatie reshenij o date zagotovki kormov na osnove dannyh distancionnogo zondirovaniya Zemli i podstraivaemyh matematicheskikh modelej / I.M. Mihajlenko, V.N. Timoshin// Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – 2018. – Т. 15. – № 1. – С. 164–175.
7. Mihajlenko, I.M. Upravlenie srokami seva po dannym distancionnogo zondirovaniya Zemli /I.M. Mihajlenko, V.N. Timoshin// Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – 2017. – Т. 14. – № 5. – С. 178–189.
8. Mihajlenko, I.M. Distancionnoe zondirovanie Zemli v sel'skohozyajstvennoj nauke i praktike /I.M. Mihajlenko, V.P. YAKushev// Vestnik rossijskoi sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2016. – № 4. – С. 21–25.
9. Mikhailenko, I.M. Assessment of crop and soil state using satellite remote sensing data / I.M. Mikhailenko // International Journal of Information Technology & Operations Management – Vol. 1. – № 5. – August 2013. – P. 41–51.
10. Ponzoni, F.J. Local Illumination Influence on Vegetation Indices and Plant Area Index (PAI) Relationships *Remote Sens* / F.J. Ponzoni, Borges da Silva C., Benfica dos Santos S., O.C. Montanher, Batista dos Santos T. – 2014. – 6(7) – 6266–6282; doi:10.3390/rs6076266Article.
11. Sims, D.A. Relationships Between Leaf Pigment Content and Spectral Reflectance Across a Wide Range of Species, Leaf Structures and Developmental Stages / D.A. Sims, J.A. Gamon // Remote Sensing of Environment. – 2002. – P. 337–354.

С.Д. Каракотов, академик РАН

А.И. Прянишников, член-корреспондент РАН

Акционерное общество «Щелково Агрохим»

РФ, 141108, Московская обл., г. Щелково, ул. Заводская, д. 2, корпус 142, к. 204

В.М. Косолапов, академик РАН

Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса

РФ, 141055, Московская обл., г. Лобня, Научный городок, корпус 1

В.И. Зотиков, член-корреспондент РАН

Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур

РФ, 302502, Орловская обл., Орловский р-н, п. Стрелецкий, ул. Молодежная, 10, корп. 1

А.В. Титаренко, доктор сельскохозяйственных наук

Закрытое акционерное общество «Павловская Нива»

РФ, 396420, Воронежская область, г. Павловск, ул. Набережная, д. 3

П.В. Полушкин, кандидат сельскохозяйственных наук

Индивидуальный предприниматель КФХ Е.П. Цирулев

РФ, 445560, Самарская обл., с. Приволжье, ул. Комарова, д. 2А

В.М. Кочетов, кандидат сельскохозяйственных наук

Администрация Большеболдинского района Нижегородской области

РФ, 607940, Нижегородская обл., с. Большое Болдино, ул. Пушкинская, д. 2

E-mail: a_pryan@mail.ru

УДК 633.112.1 «321»: (631.527+631.531.02)

DOI:10.30850/vrsn/2021/1/9-15

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ОЦЕНКИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ АО «ЩЕЛКОВО АГРОХИМ»

В статье на основе мультилокационных испытаний с различными почвенно-климатическими условиями и технологическими подходами для возделывания полевых культур (Орел, Самара, Нижний Новгород, Воронеж) описан алгоритм системного подхода к изучению индивидуальных особенностей 17 сортов и образцов озимой пшеницы, и показаны принципы их подбора в единую систему для стабилизации производства высококачественного зерна. Экологические подходы к оценке индивидуальных особенностей сортов дало возможность вычленить узкие моменты в реализации их адаптивного потенциала, поведения в единой системе агро-биогеоценоза, конкретизировать влияние взаимодействия «генотип-среда» на проявление отдельных признаков, знание которых позволяет сформировать последовательность технологических приемов, благоприятно влияющих на формирование генотипов высокой продуктивности. По результатам анализа выделены сорта Леонида, Гром и Немчиновская 85 в качестве перспективных для производства в Центральной России, показавшие высокую продуктивность и оказавшиеся близкими по степени отзывчивости на условия выращивания. Новый сорт озимой пшеницы Немчиновская 85, помимо этого, характеризовался высокими критериями качества зерновой продукции. Сорта Изумруд Дубовицкого и ДФ 2020 выделены высоким уровнем адаптивных свойств, которые выразились в их превосходстве в жестких условиях Поволжья и регионах с пониженным уровнем увлажнения во время налива зерна. Результаты также указали на высокую технологичность и узкие рамки экологических границ при использовании сортов Аист и Синева в производстве, которые наиболее полно реализовали свой потенциал только в системе интенсивных технологий выращивания с умеренным или же повышенным режимом увлажнения во второй половине вегетации.

Ключевые слова: адаптивное растениеводство, селекция, продуктивность, стабильность, озимая пшеница, статистические методы оценки, сорта.

S.D. Karakotov, Academician of RAS

A.I. Pryanishnikov, Corresponding member of RAS

Shchelkovo Agrokhim JSC

RF, 1411082, Moskovskaya obl., g. Shchelkovo, ul. Zavodskaya, 2, korp. 142, k. 204

V.M. Kosolapov, Academician of RAS

Federal Williams Research Centre of Forage Production and Agroecology

RF, 141055, Moskovskaya obl., g. Lobnya, Nauchnyj gorodok, korp. 1

V.I. Zotikov, Corresponding member of RAS

Federal Scientific Centre of Legumes and Groat Crops

RF, 302502, Orlovskaya obl, Orlovskij r-n, p. Streletskij, ul. Molodezhnaya, 10, korp. 1

A.V. Titarenko, Grand PhD in Agricultural sciences

Pavlovskaya Niva JSC

RF, 396420, Voronezhskaya obl. g. Pavlovsk, ul. Naberezhnaya, 3

P.V. Polushkin, PhD in Agricultural sciences

Individual Entrepreneur PFE E.P. Tsirulev

RF, 445560, Samarskaya obl., s. Privolzhye, ul. Komarova, 2

V.M. Kochetov, PhD in Agricultural sciences

Administration of Bolshoye Boldino District, Nizhny Novgorod Region

RF, 607940, Nizhnegorodskaya obl., s. Bolshoye Boldino, ul. Pushkinskaya, 2

Email: a_pryan@mail.ru

METHODOLOGICAL APPROACHES FOR WINTER WHEAT VARIETIES ESTIMATING IN THE JSC SCHELKOVO AGROKHIM ENVIRONMENTAL TEST SYSTEM

Based on multi-location tests with different edaphic and climatic conditions and process approaches to the cultivation of field crops (Oryol, Samara, Nizhny Novgorod, Voronezh), the article dwells on the algorithm of a systemic approach to studying the individual charac-

teristics of 17 varieties and samples of winter wheat, and shows the principles of their selection to form a single system for the purpose of stabilising the production of high-quality grain. Ecological approaches to the assessment of individual characteristics of different wheat varieties allowed identifying bottleneck issues related to the implementation of their adaptive potential, behaviour in the single system of agrobiogeocenosis, specifying the influence of the genotype–environment interaction on the manifestation of individual characteristics. The understanding of these issues makes it possible to develop a process sequence beneficial for the formation of genotypes with high productivity. Following the analysis, the breeds Leonida, Grom and Nemchinovskaya 85 wheat varieties were identified as promising for production in Central Russia. They showed high productivity and proved to be close in terms of sensitivity to growing conditions. In addition, a new wheat variety, Nemchinovskaya 85, demonstrated high quality of grain product. Izumrud Dubovitskogo and DF2020 varieties were distinguished by a high level of adaptive properties, expressed as their superiority in severe conditions of the Volga region and regions with a low level of soil moisture during grain filling. The study also suggests high processability and narrow limits of ecosystem boundaries when using Stork and Sineva wheat varieties in production, which most fully implemented their potential only in the system of intensive cultivation technologies with moderate to increased soil-moisture regimen in the second half of the vegetation season.

Key words: adaptive horticulture, selection, productivity, stability, winter wheat, statistical estimation, varieties.

Специфика экологических подходов при решении проблемы стабилизации производства с использованием селекционного фактора заключается в оценке особенностей адаптивного потенциала сортов и их поведения в единой системе агrobiогеоценоза. [11] В связи с тем что спектр генов, «участвующих» в формировании продуктивных свойств, будет меняться от среды к среде, экологически подвижному признаку невозможно дать достоверную генетическую характеристику. Поэтому анализировать сорта следует как по вертикали (на определенную глубину лет), так и по горизонтали (на основе экологических испытаний). [5, 6] Именно такой системный подход, через призму ответных реакций растений на факторы воздействия со стороны среды или же технологических приемов, позволяет полнее описать природу заложенных в сорте свойств.

Важным элементом изучения становится математический аппарат, который должен подчеркнуть индивидуальность сорта в ответ на техногенные и биоклиматические факторы, а также вычлнить эффект взаимодействия «генотип–среда» (genotype–environment interaction (GEI)). В проблеме повышения «стабильности системы» важен не только метод оценки, но и, прежде всего, биологическое содержание самого понятия, где на статистические подходы ложится задача вскрыть природу биологической концепции устойчивости. На современном этапе имеется широкий набор статистических методов, с их помощью возможно определить степень влияния GEI на урожайность и выделить генотипы, для которых это влияние минимально. [1, 2, 3, 9, 10] Классическим решением можно считать системный подход, реализованный через типизацию погодных условий и специфичность структуры урожая зерна. [7]

Цель работы – применяя экологические подходы к оценке индивидуальных особенностей озимой пшеницы, выделить перспективные для производства сорта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Апробация эколого-генетических подходов к оценке озимой пшеницы была реализована в системе испытаний АО «Щелково Агрохим» при изучении 17 сортов в различных эколого-географических точках России: ООО «Дубовицкое» (Орловская область), ФНЦ ЗБК (г. Орел), ИП КФХ Цирулев Е.П. (Самарская область), ПЗ «Пушкинское» (Нижегородская область), ООО «Павловская Нива» (Воро-

нежская область). Данные экологические полигоны различаются почвенными и климатическими условиями. Предприятия Орловской и Нижегородской областей, которые относятся к черноземной лесостепной зоне, характеризовались хорошим режимом увлажнения на протяжении всего периода вегетации растений. В ООО «Павловская Нива» (сухая лесостепная зона) отмечено слабое выпадение осадков в период формирования зерновки и созревания, а в ИП КФХ Цирулев Е.П. (степная черноземная зона) – устойчивая засуха с повышенным температурным режимом во второй половине вегетации.

Технология выращивания в ООО «Дубовицкое» представляла собой своеобразный полигон интенсивности, где предусматривалась полная схема защиты растений и минерального питания, включающая как макро- (NPK), так и мезо- (S, Mg) и микроэлементы (Zn, Cu, B, Mn и др.). Вся система питания была сформирована под программу получения урожайности 100 ц/га. Система питания в ФНЦ ЗБК и ООО «Павловская Нива» – двукратная подкормка озимой пшеницы ранней весной и в период выхода растений в трубку, в Б. Болдино и ИП КФХ Цирулев Е.П. применяли технологически традиционную для региона систему подкормки посевов только ранней весной.

В изучение вовлечены сорта: *Московская 39*, *Московская 40*, *Московская 56*, *Немчиновская 85*, низкорослая Линия 982 и скороспелая Линия 2340 (ФНЦ «Немчиновка»), *Синева* и *Аист* (ФНЦ ЗБК), *Леонида* (КФХ им. Левашова, Орловская обл.), *Снигурка* и *Астарт* (ООО «Павловская Нива»), *Гром* и *Безостая 100* (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко), *Скинстр* (Полетаев), *Корочанка* (Белгородский НИИСХ), *ID 6002* и *DF 5803* (АО «Щелково Агрохим»).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Средняя урожайность сортов по опытам составила более 5 т/га (табл. 1) – от 3,30 т/га на жестком засушливом фоне в ИП КФХ Цирулев Е.П. (Самарская область) до 8,31 т/га на полигоне интенсивности в ООО «Дубовицкое» (Орловская область).

С помощью кластерного анализа объединяли сорта, близкие по характеру формирования и реализации продуктивных свойств. Оценивали распределение генотипов внутри их совокупности на основе инерционности относительно центра тяжести анализируемой выборки методом ортогональной регрессии. [4, 5] Следует отметить важный момент

данного вида регрессии. Она представляет собой большую часть эллипса рассеивания, сумма квадратов расстояний от которой эмпирических точек рассеивания минимальная. За единицу измерения переменных приняты величины, нормализованные через стандартное отклонение (σ), что позволяет минимизировать «фоновый» эффект абсолютных величин и количественно характеризовать реакцию растений на факторы воздействия внешней среды.

Формализация величин в «нормализованной» системе координат «фонового (ФП)/селекционного (СП) признаков» при изучении сортов в различных экологических точках дает возможность свести результаты анализов в единую матрицу для последующего выделения образцов с более сдержанной генотипической отзывчивостью на GEI. [6,7] Поскольку большей дисперсией характеризовалась изменчивость продуктивных свойств сортов в зависимости от агроклиматических условий региона и технологии выращивания, то за фоновый признак приняли вариабельность показателя, а за селекционный – урожайность сортов (рис. 1).

Изучение разнонаправленности сдвигов продуктивных свойств сортов под влиянием генетических и средовых причин в двумерной системе координат «урожайность/вариабельность» позволило охарактеризовать количественно реакцию сортов на условия выращивания и разделить по их инерционности вокруг генеральной средней выборки на четыре группы.

Консервативные. Сорта этой группы вошли в диапазон первого доверительного интервала вокруг центра ортогональной регрессии, что характеризует средний уровень выборки по изучаемым критериям. К таким образцам была отнесена экспериментальная низкорослая *Линия 982*, которая по абсолютным величинам не уступала средним оценкам выборки

сорт как по урожайности (6,03 т/га против 6,11), так и по вариабельности ($\sigma=2,18$), приближаясь также к стандартным значениям в опыте – 2,12.

Адаптивные. Сорта, находящиеся в границах второго доверительного интервала, – *Московская 39*, *Московская 56*, *Корочанка*, скороспелая форма 2340 и *Астарт*. Уже на уровне этой группы были дифференцированы образцы с положительными сдвигами по продуктивности, но с более высокой вариабельностью – *Астарт* (6,48 т/га, $\sigma=2,23$), а сорта московской селекции и *Корочанка* – со сдержанной вариабельностью и несколько пониженным уровнем урожайности (5,86 т/га, $\sigma=1,91$).

Пластичные. Дифференцированы образцы со **слабым варьированием** урожайности – *DF 5803*, *ID 6002*, *Московская 40* (5,79 т/га, $\sigma=1,80$), что характеризует их сдержанную реакцию при формировании продуктивности на условия вегетации, в том числе и на факторы интенсификации. Данные сорта были расположены в третьей четверти ортогональной регрессии (--). В противоположность им сорта первой четверти (++) этой группы *Немчиновская 85*, *Гром*, *Леонида* и *Снигурка* характеризовались **высоким уровнем варьирования** ($\sigma=2,29$) и максимальной урожайностью (6,59 т/га). Эту группу сортов можно интерпретировать как высоко отзывчивые не только на благоприятные условия выращивания, но и на возделывание по интенсивным технологиям, о чем свидетельствуют высокие показатели урожайности на полигоне интенсивности в ООО «Дубовицкое» – более 9,0 т/га.

Инерционные. Образцы выходят за рамки трех доверительных интервалов области распределения (основной эллипс) общей выборки в системе координат «урожайность/вариабельность», к ним отнесены сорта – *Синева*, *Аист*, *Безостая 100* и *Скипетр*. Первые три сорта выделялись своей нестабильностью

Таблица 1.

Урожайность сортов озимой пшеницы в экологическом испытании АО «Щелково Агрохим» (2019)

Образец	Урожайность, т/га						
	Дубовицкое	ФНЦ ЗБК	Воронеж	Болдино	Самара	Среднее	Станд. откл.
<i>Московская 39</i>	7,12	7,30	7,28	4,00	3,39	5,82	1,95
<i>Московская 40</i>	6,99	7,23	6,54	4,37	2,96	5,62	1,87
<i>Московская 56</i>	7,35	7,97	5,94	4,08	3,80	5,83	1,88
<i>DF 5803</i>	7,97	6,55	6,40	4,87	3,30	5,82	1,78
<i>Синева</i>	9,25	8,15	4,61	4,91	2,72	5,93	2,69
<i>Корочанка</i>	7,34	8,03	6,59	4,09	3,93	6,00	1,88
<i>ID 6002</i>	8,37	5,93	6,64	4,91	3,78	5,93	1,74
<i>Линия 982</i>	8,82	6,43	7,08	4,60	3,22	6,03	2,18
<i>Линия 2340</i>	7,59	6,67	7,16	4,28	3,24	5,79	1,92
<i>Снигурка</i>	8,90	7,57	7,70	5,58	3,37	6,62	2,17
<i>Леонида</i>	9,44	8,02	6,90	5,41	3,39	6,63	2,34
<i>Немчиновская 85</i>	9,45	7,70	6,68	5,44	3,19	6,49	2,36
<i>Безостая 100</i>	8,04	5,90	7,85	4,50	2,49	5,76	2,34
<i>Аист</i>	8,90	8,07	5,21	5,44	2,50	6,02	2,54
<i>Гром</i>	9,31	6,87	8,20	4,99	3,65	6,60	2,31
<i>Астарт</i>	8,64	8,20	6,88	5,53	3,13	6,48	2,23
<i>Скипетр</i>	7,77	7,50	7,96	4,92	4,09	6,45	1,81
Среднее	8,31	7,30	6,80	4,82	3,30	6,11	2,12
НСР₀₅	0,87	0,82	0,96	0,55	0,47		

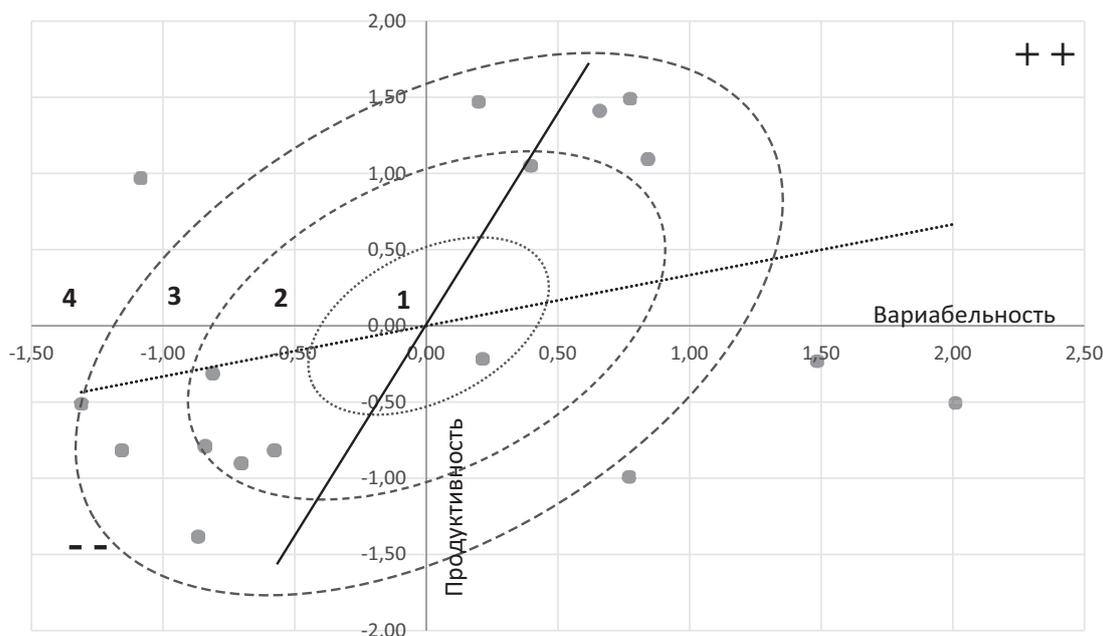


Рис. 1. Ортогональная регрессия продуктивности сортов озимой пшеницы и ее вариабельности в экологическом испытании АО «Щелково Агротех»: 1 – консервативные, 2 – адаптивные, 3 – пластичные, 4 – инерционные.

при реализации продуктивных свойств, *Скипетр*, наоборот, показал высокую стабильность ($\sigma=1,81$).

Следует подчеркнуть, что первые три группы сортов предопределили основной тренд в системе координат «урожай/вариабельность», указывающий на прямую зависимость критериев оценки. Об этом свидетельствует высокая теснота взаимосвязи – $r=0,87$ и соответствующее их графическое расположение в 1-й (++) и 3-й (--) четвертях ортогональной регрессии. Сорта последней группы, вследствие их малочисленности, за счет инерционного момента (2-я и 4-я четверть) повлияли на величину данной зависимости, снизив корреляцию до $r=0,43$, и на группировку образцов по характеру проявления продуктивных свойств. С помощью кластерного анализа сгруппировали образцы, близкие по своей реакции на условия выращивания. [6, 7] Изучение позволило выделить несколько групп сортов, отличающихся уровнем урожайности и особенностями их проявления в экологических точках испытания, влияющих на степень вариабельности (рис. 2).

Первая группа. *Немчиновская 85*, *Леонида*, *Снигурка* и *Астарт* – высокоурожайные сорта, которые характеризовались высокой отзывчивостью на условия выращивания. Средняя урожайность названных сортов в системе испытаний АО «Щелково Агротех» составила 6,56 т/га, величина стандартного отклонения – $\sigma=2,28$ (табл. 2).

Вторая группа. Сорта *Московская 39*, *Московская 40*, *Московская 56*, *Корочанка* и скороспелая форма Л 2340 в противоположность первой группе отличались высокой адаптированностью ($\sigma=1,90$) при сравнительно низкой продуктивности (в среднем 5,81 т/га).

Следующие кластеры по особенностям реализации продуктивных свойств занимали промежуточное положение среди отмеченных выше групп.

Третья группа. *Гром*, *Скипетр*, низкорослые формы 982, DF 5803, ID 6002 составили отдель-

ную группу адаптированных сортов с высокими показателями продуктивности (6,17 т/га), что характеризовало их адекватную отзывчивость на условия выращивания в общем тренде изменчивости ($\sigma=1,96$).

Четвертая группа. Позднеспелые сорта *Синева* и *Аист* характеризовались высокими продуктивными свойствами в благоприятных для вегетации условиях Орловской области, однако резко снижали данные показатели в более жестких условиях, что отразилось и на величине коэффициента вариации – 43,8 % ($\sigma=2,62$), максимальном среди выборки анализируемых сортов.

Результаты группировки сортов кластерным анализом большей частью подтвердили выводы, полученные методом ортогональной регрессии. Исключением стали сорта – *Безостая 100*, который не смог сформировать вокруг себя самостоятельную кластерную группу, и *Скипетр*, вошедший в одну подгруппу с сортом *Гром* и селекционными образцами группы ID 6002. Экспериментальная линия Л 982 по выявленным тенденциям изменчивости продуктивных свойств в системе экологических испытаний вошла в группу ID 6002.

Таким образом, анализируя урожайность, можно сделать вывод о перспективности использования сортов первой группы в условиях Центральной Рос-

Таблица 2. Характеристика кластерных групп сортов по урожайности в экологическом испытании АО «Щелково Агротех» (2019)

Кластер	Число сортов	Урожайность, т/га	Стандартное отклонение, σ	Коэффициент вариации, %
<i>Немчиновская 85</i>	4	6,56	2,28	34,72
ID 6002	5	6,17	1,96	31,82
<i>Московская 39</i>	5	5,81	1,90	32,70
<i>Синева</i>	2	5,98	2,62	43,84

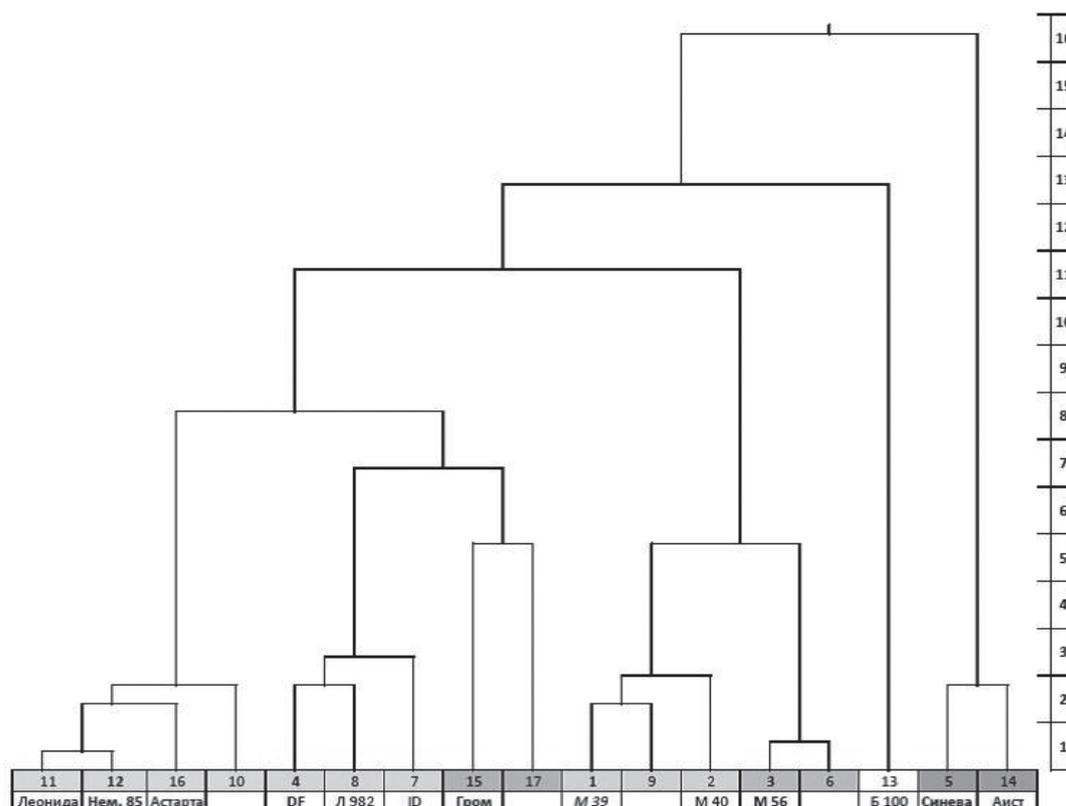


Рис. 2. Дендрограф кластерного анализа урожайности сортов озимой пшеницы в различных точках России. 1 – *Московская 39*, 2 – *Московская 40*, 3 – *Московская 56*, 4 – *DF5803*, 5 – *Синева*, 6 – *Корочанка*, 7 – *ID 6002*, 8 – *Л 982*, 9 – *Л 2340*, 10 – *Снигурка*, 11 – *Леонида*, 12 – *Немчиновская 85*, 13 – *Безостая 100*, 14 – *Аист*, 15 – *Гром*, 16 – *Астарт*, 17 – *Скипетр*.

сии для возделывания по интенсивным технологиям, чему способствует их адекватная реакция на факторы интенсификации (табл. 3). Сорта группы ID 6002, проявляя высокие адаптивные свойства, лучше реализовали свой потенциал продуктивности в жестких условиях выращивания Поволжья и в регионах с пониженным уровнем увлажнения во время налива зерна (Павловск). Сорта этой группы характеризовались повышенным уровнем отзывчивости на факторы интенсификации в условиях Орловской области (26,9 % против 15,7 % у сортов первой группы). Результаты выявили высокую технологичность и узкие экологические границы при использовании в производстве сортов *Аист* и *Синева*, которые наиболее полно реализовали свой потенциал при интенсивном выращивании в условиях хорошего увлажнения. Средняя урожайность этих сортов 8,60 т/га, что на 0,11 т/га выше сортов первой группы.

С целью расширения рамок информативности оценки при характеристике сортов провели аналогичный анализ в системе координат, где за фоновый признак приняли урожайность, а за селекционный – содержание белка. Изучение показало наличие устойчивой отрицательной зависимости с вариацией между анализируемыми признаками – от $r = -0,39$ (ООО «Павловская Нива», Воронежская область) до $r = -0,58$ (ООО «Дубовицкое», Орловская область). Результаты ортогональной регрессии оценки в ООО «Дубовицкое» отражены на рис. 3. В данном соотношении продуктивных свойств и содержания белка в зерне изучаемой выборки сортов

(в рамках первого доверительного интервала) выделен типичный образец – ID 6002.

Сорта по степени «инерционности» в системе «урожайность/белок» были сгруппированы как типичные, стабильные, вариабельные и инерционные. Выявлены сорта, определяющие главный тренд изменчивости данного соотношения, а также высокобелковые – *Московская 39*, *Московская 40*, *Московская 56*, *Корочанка* и *Скипетр*, характеризующиеся относительно низким уровнем продуктивности, *Леонида*, *Синева*, *Аист*, *Астарт* и линия Л 982, реализующие отмеченный уровень соотношения с повышением урожайности. Среди отмеченных групп выделены сорта с наиболее высокими положительными сдвигами по белку в зерне при повышенной продуктивности и относящиеся к 1-й четверти ортогональной регрессии (++) – *Немчиновская 85*, *Гром* и *Снигурка*.

В ООО «Дубовицкое» у сортов получены величины, характеризующие инерционный эффект показателей в системе координат «урожайность/со-

Таблица 3. Урожайность групп сортов в различных регионах испытания

Кластерная группа	Урожайность, т/га				
	Дубовицкое	ФНЦ ЗБК	Воронеж	Болдино	Самара
<i>Немчиновской 85</i>	9,11	7,87	7,04	5,49	3,27
<i>Московской 39</i>	7,28	7,44	6,70	4,16	3,46
<i>ID 6002</i>	8,45	6,66	7,26	4,86	3,61
<i>Синева</i>	9,08	8,11	4,91	5,18	2,61

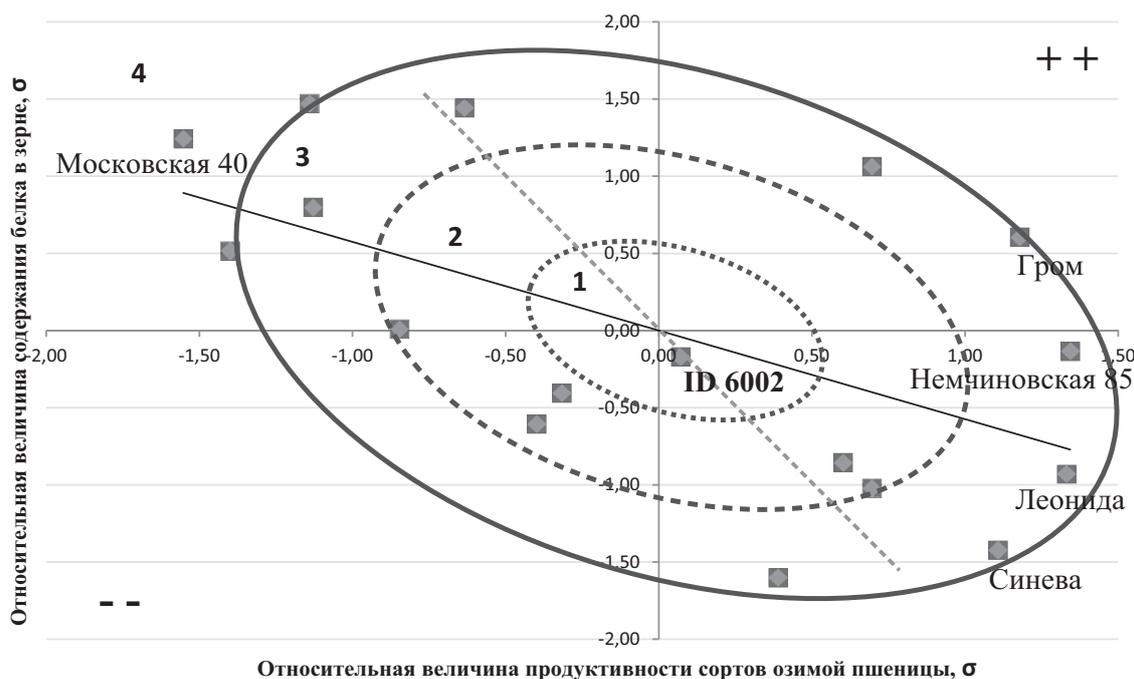


Рис. 3. Ортогональная регрессия параметров продуктивности и содержания белка в зерне у сортов озимой пшеницы на полигоне интенсивности ООО «Дубовицкое» 2019 г.: 1 – типичные, 2 – стабильные, 3 – переменные, 4 – инерционные.

держанию белка». Их обобщение в единой системе экологических испытаний позволило сформировать наиболее полную картину индивидуальных особенностей нового сорта в его реакции на эффекты взаимодействия «генотип-среда» (рис. 4).

С помощью системного анализа в качестве перспективных для использования в производстве Центральной России как высокопродуктивных и близких по степени изменчивости данных свойств от условий выращивания определены сорта *Леонида*, *Немчиновская 85* и *Гром*. При сопоставлении «инерционности» данных сортов в системе координат «урожайность/содержание белка в зерне» выявлены их различия в ре-

акции хозяйственного комплекса (рис. 4). Так, сорт *Немчиновская 85* помимо пластичности, которую он проявлял при реализации продуктивных свойств, характеризовался высоким инерционным моментом по качеству зерновой продукции (1,15). По степени изменчивости данного параметра он также выделялся среди отмеченных сортов ($\sigma=1,33$), что указывает на высокую степень его отзывчивости на условия выращивания. Сорт *Леонида* в противоположность *Немчиновской 85* характеризовался консервативностью ($\sigma=0,16$) в проявлении самого низкого показателя содержания белка в зерне (-1,07), *Гром* в данной системе координат занимал промежуточное положение.

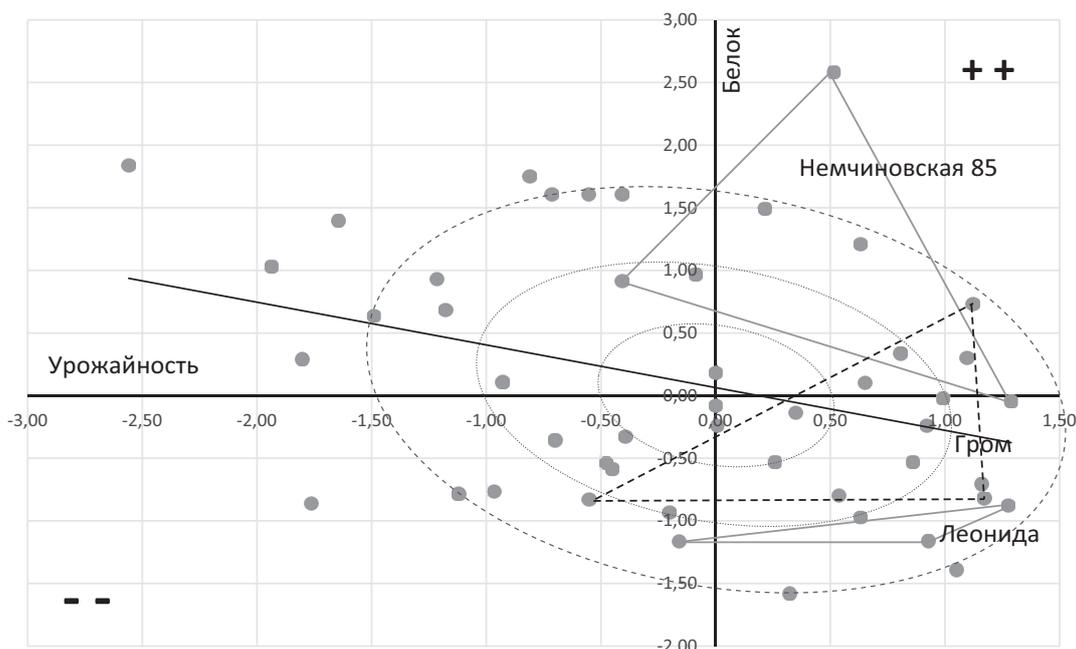


Рис. 4. Инерционность хозяйственного комплекса сортов озимой пшеницы в экологическом испытании АО «Щелково Агрохим» в 2019 г.

Таким образом, в результате эколого-географических подходов АО «Щелково Агрохим» при изучении особенностей сортов озимой пшеницы систематизирована их оценка при выделении перспективных генотипов для адаптивного растениеводства, конкретизировано влияние «генотип-средовых» взаимодействий отдельных признаков, знание которых дает возможность сформировать последовательность технологических приемов для реализации генотипов высокого потенциала. Выделены сорта *Леонида*, *Гром* и *Немчиновская 85* в качестве перспективных для производства в Центральной России, показавшие высокую продуктивность и близкие по степени отзывчивости на условия выращивания. Новый сорт озимой пшеницы *Немчиновская 85*, помимо этого, характеризовался высокими критериями качества зерновой продукции, у сортов группы ID 6002 и DF 5803 отмечен высокий уровень адаптивных свойств, которые отразились на их превосходстве в условиях Поволжья и регионах с пониженным уровнем увлажнения во время налива зерна. По результатам испытаний данные образцы озимой пшеницы в 2020 году переданы на ГСИ РФ под названиями *Изумруд Дубовицкого* и *ДФ 2020* (дата приоритета 06.08.2020). Результаты свидетельствуют о высокой технологичности и узких экологических границах использования сортов *Аист* и *Синева* в производстве, которые наиболее полно реализовали свой потенциал в системе интенсивных технологий выращивания при умеренных и повышенных режимах увлажнения второй половины их вегетации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Генетические основы селекции растений. Т. 1. Общая генетика растений / науч. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск: Белорусская наука, 2008. – 551 с.
2. Генетические основы селекции растений. Т. 2. Частная генетика растений / науч. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск: Беларуская наука, 2010. – 579 с.
3. Драгавцев, В.А. К проблеме генетического анализа полигенных количественных признаков растений. / В.А. Драгавцев // СПб.: ВИР, 2003. – 18 с.
4. Крамер, Г. Математические методы статистики. / Г. Крамер – М.: «Мир», 1975. – 648 с.
5. Оценка сортов зерновых культур по адаптивности и другим полигенным системам (под ред. Драгавцева В.А.). – СПб.: ВИР, 2002. – 80 с.
6. Прянишников, А.И. Адаптивная селекция: теория и практика отбора на продуктивность / А.И. Прянишников, Савченко И.В., Мазуров В.Н. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. – № 3 – С. 29–32.
7. Прянишников, А.И. Научные основы адаптивной селекции в Поволжье. / А.И. Прянишников // – М.: РАН, 2018. – 96 с.

8. Прянишников, А.И. Алгоритмы селекционных программ на адаптивность. / А.И. Прянишников, И.В. Савченко // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. – № 4 (24). – С. 54–61.
9. Смиряев, А.В. Биометрия в генетике и селекции растений. / А.В. Смиряев, С.П. Мартынов, А.В. Кильчевский. – М.: Изд-во МСХА, 1992. – 269 с.
10. Солонечный, П. Н. Оценка стабильности генотипов ячменя ярового с помощью АММИ анализа. / П.Н. Солонечный // Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция (130-летию со дня рождения Р.Э. Давида). – Саратов, 2017. – С. 64–67.
11. Сюков, В.В. Экологическая селекция растений: типы и практика (обзор). / В.В. Сюков, А.И. Менибаев / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17. – № 4 (3). – С. 463–466.

LIST OF SOURCES

1. Geneticheskie osnovy selekcii rastenij. T. 1. Obshchaya genetika rastenij / nauch. red. A.V. Kil'chevskij, L.V. Hotyleva. – Minsk: Belorusskaya navuka, 2008. – 551 s.
2. Geneticheskie osnovy selekcii rastenij. T. 2. Chastnaya genetika rastenij / nauch. red. A.V. Kil'chevskij, L.V. Hotyleva. – Minsk: Belaruskaya navuka, 2010. – 579 s.
3. Dragavcev, V.A. K probleme geneticheskogo analiza poligennykh kolichestvennykh priznakov rastenij. / V.A. Dragavcev // SPb.: VIR, 2003. – 18 s.
4. Kramer, G. Matematicheskie metody statistiki. / G. Kramer // – M.: «Mir», 1975. – 648 s.
5. Ocenka sortov zernovykh kul'tur po adaptivnosti i drugim poligennym sistemam (pod red. Dragavceva V.A.). – SPb.: VIR, 2002. – 80 s.
6. Pryanishnikov, A.I. Adaptivnaya selekciya: teoriya i praktika otbora na produktivnost' / A.I. Pryanishnikov, Savchenko I.V., Mazurov V.N. // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2018 – № 3 – S. 29–32.
7. Pryanishnikov, A.I. Nauchnye osnovy adaptivnoj selekcii v Povolzh'e. / A.I. Pryanishnikov // – M.: RAN, 2018. – 96 s.
8. Pryanishnikov, A.I. Algoritmy selekcionnykh programm na adaptivnost'. / A.I. Pryanishnikov, I.V. Savchenko // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2017. № 4 (24). – S. 54–61.
9. Smiryaev, A.V. Biometriya v genetike i selekcii rastenij. / A.V. Smiryaev, S.P. Martynov, A.V. Kil'chevskij – M.: Izd-vo MSKHA, 1992. – 269 s.
10. Solonechnyj, P.N. Ocenka stabil'nosti genotipov yachmenya yarovogo s pomoshch'yu AMMI analiza. / P.N. Solonechnyj // Ekologiya, resursoberezhenie i adaptivnaya selekciya (130-letiyu so dnya rozhdeniya R.E. Davida). – Saratov, 2017. – S. 64–67.
11. Syukov, V.V. Ekologicheskaya selekciya rastenij: tipy i praktika (obzor). / V.V. Syukov, A.I. Menibaev / Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2015. – T. 17. – № 4 (3). – S. 463–466.

С.К. Темирбекова, доктор биологических наук, профессор
 Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
 РФ, 143050, Московская обл., Одинцовский р-н, Большие Вяземы

И.М. Куликов, доктор экономических наук, академик РАН

Ю.В. Афанасьева, кандидат сельскохозяйственных наук
 Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства
 РФ, 115598, г. Москва, ул. Загорьевская, 4

Е.В. Зуев, кандидат сельскохозяйственных наук
 ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»
 РФ, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42-44

О.О. Белошاپкина, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
 Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
 РФ, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

А.В. Дементьев, младший научный сотрудник
 ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»
 РФ, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42-44
 E-mail: sul20@yandex.ru

УДК 633.11:631.5:57.022

DOI:10.30850/vrsn/2021/1/16-24

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ УСТОЙЧИВЫХ К СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ СОРТОВ

Представлены результаты 50-летнего изучения генофонда озимой пшеницы из мировой коллекции ВИР на устойчивость к биотическим стрессовым факторам в условиях Московской области согласно «идеалу» сорта, отмеченного Н.И. Вавиловым в 1935 году. Полевые изучения озимой пшеницы проведены в ФГБНУ ФНЦ садоводства, фитопатологические исследования – в ФГБНУ ВНИИ фитопатологии и РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева. Коллекцию пшеницы изучали согласно Методическим указаниям ВИР, использовали унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. Семена на устойчивость к энзимо-микозному истощению оценивали оригинальными методами. Установлено ежегодное поражение коллекционных образцов озимой пшеницы бурой ржавчиной, мучнистой росой без ощутимого хозяйственного ущерба. Отмечено поражение септориозом колоса и листьев два раза, фузариозом колоса два раза, корневыми гнилями один раз, вирусом желтой карликовости ячменя один раз, энзимо-микозным истощением семян 20 раз, 3-я стадия ЭМИС – прорастание зерна на корню три раза. Выделен исходный материал по устойчивости к биотическим стрессовым факторам региона для использования в селекционном процессе. Несмотря на трудности соединения в одном сорте пшеницы всех лучших качеств в максимальном их выражении, отечественными селекционерами созданы выдающиеся сорта пшеницы, близкие к «идеалу», отмеченному Н.И. Вавиловым.

Ключевые слова: озимая пшеница, генофонд ВИР, биотические факторы, фузариоз, септориоз, ЭМИС, корневые гнили, ВЖКЯ.

S.K. Temirbekova, Grand PhD in Biological Sciences, Professor
 All-Russian Research Institute of Phytopathology
 RF, 143050, Moskovskaja obl., Odintsovskiy r-n, Bolshie Vyazemy

I.M. Kulikov, Grand PhD in Economic Sciences, Academician of RAS
Yu.V. Afanasieva, PhD in Agricultural Sciences
 Federal Scientific Selection and Technology Center for Horticulture and Nursery
 RF, 115598, g. Moskva, ul. Zagorevskaya, 4

E.V. Zuev, PhD in Agricultural Sciences
 N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)
 RF, 190000, g. St. Petersburg, ul. Bolshaya Morskaya, 42-44

O.O. Beloshapkina, Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor
 Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy
 RF, 127550, g. Moskva, ul. Timiryazevskaya, 49

A.V. Dementiev, junior researcher
 N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)
 RF, 190000, g. St. Petersburg, ul. Bolshaya Morskaya, 42-44
 E-mail: sul20@yandex.ru

SOURCE MATERIAL OF A WINTER WHEAT FOR A STRESS-RESISTANT VARIETIES SELECTION

The paper presents the results of the 50-year-long research in to the winter wheat genepool from the VIR world collection in Moscow Region to assess biotic stress resistance following N.I. Vavilov's concept of 'ideal variety' proposed in 1935. Federal Scientific Selection and Technology Center for Horticulture and Nursery was responsible for the field studies of winter wheat, and the All-Russian Research Institute of Phytopathology and Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy – for phytopathological studies. The wheat collection was studied in compliance with the VIR Methodological Guidelines using the International COMECON list of descriptors for the genus *Triticum* L. Resistance against enzyme-mycotic exhaustion of seeds (EMIS) was tested using original techniques. It was found that annual brown rust and powdery mildew attacks in the collection's winter wheat samples caused no significant

economic damage. Two cases of Septoria head and leaf blotch, two cases of Fusarium head blight, one case of root rot, one case of barley yellow dwarf virus, 20 cases of EMIS, and three cases of 3rd-degree EMIS, i.e. seed germination in an ear, were recorded. The parent material resistant to the biotic stresses of the region was selected for breeding. Despite the difficulties in combining all the best qualities in one wheat variety in their maximum expression, domestic breeders have created outstanding wheat varieties close to the "ideal" noted by N.I. Vavilov.

Key words: winter wheat, VIR gene pool, biotic stresses, Fusarium blight, Septoria blotch, EMIS, root rot, barley yellow dwarf virus.

Н.И. Вавилов в своем докладе в 1935 году особую роль для «идеала» сорта отметил устойчивость к болезням. [3] Он считал, что выведение сортов культурных растений, устойчивых к болезням и вредителям, составляет одну из главных задач селекции. Н.И. Вавилов – основоположник учения об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям. Он был первым и до сих пор единственным творцом теории, которая по существу названа «теорией генотипического иммунитета». Это один из главных разделов теоретических основ интродукции растений. Н.И. Вавилов доказал селекционеру, генетикам и ботаникам, что иммунитет связан с генетической природой растений, реакция растения-хозяина на внедрение паразита определяется генетическим положением хозяина сравнительно с другими близкими видами. Современное развитие теории генотипического иммунитета позволило открыть важные для селекции закономерности сопряженной эволюции хозяина и паразита на их совместной родине. Труднейшая и наиболее актуальная задача современной селекции – соединение в одном и том же сорте устойчивости одновременно к различным заболеваниям. Селектируя сорт на иммунитет, следует учитывать возможность изменения расового состава паразитов, которое в значительной мере зависит от изменений погоды, и привнесения новых вирулентных рас. [2, 4] Поэтому особое значение приобретает комплексный или групповой иммунитет – одновременная устойчивость к нескольким паразитам, ко многим физиологическим расам.

В бывшем Московском Отделении ВИР имени Н.И. Вавилова, ныне ФГБНУ ФНЦ садоводства, в течение более 50 лет ведется изучение генофонда мировой коллекции озимой пшеницы, составляющей около 3 тыс. образцов.

Цель работы – выделить материал с комплексной устойчивостью к различным заболеваниям для создания сортов озимой пшеницы с групповым иммунитетом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые изучения озимой пшеницы проведены в ФГБНУ ФНЦ садоводства, фитопатологические исследования – в ФГБНУ ВНИИ фитопатологии и РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева.

Материалом исследования послужила дублетная коллекция озимой мягкой пшеницы ВИР, которая находится на хранении в отделе генофонда ФНЦ садоводства в количестве 2626 образцов.

Климат Московской области умеренно влажный, умеренно континентальный. Среднегодовое количество осадков составляет 450...800 мм. Суммы температур более 10°C убывают от 2100°C на юго-востоке и востоке, до 1900°C на северо-западе, вегетационный

период (выше +10°C), укорачивается от 140...145 до 120...125 дней.

По влагообеспеченности и тепловым ресурсам Московская область пригодна для возделывания почти всех сельскохозяйственных культур умеренного пояса. Ступинский район относится ко второму (II) агроклиматическому району, занимающему центральную часть области и входящему в подрайон 11 а – с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами. [18] Почва промерзает до 50...75 см на открытых территориях и до 30...50 см на защищенных. Почва оттаивает 21...29 апреля. Физическая спелость наступает у суглинистых почв, в среднем 20, а у супесчаных – 18 мая. Продолжительность безморозного периода составляет 120...135 дней, что достаточно для полного созревания возделываемых культур. Устойчивый снежный покров образуется к 25 ноября – 2 декабря, а средняя высота снежного покрова составляет 35 см, который может продержаться до 137...143 дней. Гидротермический коэффициент равен 1,3–1,4.

Посев коллекции озимой пшеницы (500 зерен/м²) проводили в оптимальные сроки 25–27 августа в полевом научном севообороте по черному пару, сеялкой ССФК-7М, площадь делянки 2 м². Под предпосевную культивацию вносили НРК 68-60-30, а в подкормку весной – N 50. Агротехника общепринятая для региона. Стандартом служили – сорт *Мионовская 808*, а также в разные годы – *Полукарлик 3*, *Заря*, *Немчиновская 52*, *Московская 39*, которые высевали через 10 и 50 образцов, соответственно.

Коллекцию пшеницы изучали согласно Методическим указаниям ВИР [7, 11], использовали унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. [20] Семена на устойчивость к энзимомикозному истощению оценивали оригинальными методами. [15, 16]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Источники озимой мягкой пшеницы по устойчивости к основным болезням, выявленные в эпитотийные годы исследований

Розовая снежная плесень, возб. *Microdochium nivale* (Fr) Samuels & I.C. Hallett (син. *Fusarium nivale* (Fr.) Ces.)

За годы исследований сильное проявление розовой плесени на посевах озимой пшеницы отмечено для семи сезонов: в 1985–1986, 1988–1989, 1989–1990, 1997–1998, 2000–2001, 2002–2003, 2004–2005 годах. При проведении фитопатологического анализа был идентифицирован возбудитель данной болезни – *Microdochium nivale* (Fr) Samuels & I.C. Hallett.

Симптомы болезни: при раннем сильном поражении происходит искривление, склеивание и от-

мириание листьев с беловато-розовым налётом на них, гибель растений, вызывающая изреживание посевов. У сохранившихся растений на листьях, начиная с нижних, отмечены водянистые, затем коричневеющие пятна с бело-розовым паутинистым налётом грибницы и конидиального спороношения, рис. 1. (2-я стр. обл.). Листья склеиваются и отмирают, разрушается узел кушения. На погибших растения в отдельные годы при микроскопировании можно увидеть сумчатое спороношение гриба в виде красноватых округлых плодовых тел (перитециев).

По устойчивости к розовой снежной плесени, числу зерен с колоса, крупнозерности, полеганию и урожайности в 1989–1998 годах выделились: *Linna* (к-45889), *Hja* 24499 (к-62273) из Финляндии; *WW* 23262 (к-51808), *Holger* (к-62310), *Sheriff Dickopf* (к-40526), *Svalofs Sonnet II* (к-45132), *Sv* 61246 (к-47099), *WW* 24089 (к-51803), *Sv* 65646 (к-55305), *Hildur* (к-54130), *Kosack* (к-58137) из Швеции; *PP* 114-74 (к-57618), *Liwilla* (к-57580) из Польши; *Hornet* (к-60100), *Legend* (к-61498), *Maris Ploughman* (к-57944) из Великобритании; *PE* 6490 (к-52656) из Дании; *Zdar* (к-57255) из Чехии; *Remus* (к-56904), *Caristern* (к-57610), *Tukan* (к-57579) из Германии; *Радуга* (к-50948), *Немчиновская 846* (к-56861), *Лютесценс 497/83* (к-57657) из Московской обл., РФ; *Бригантина* (к-55181) из Украины.

В 2003 и 2005 годах по устойчивости и урожайности отмечены сорта: стандарт *Московская 39* из Московской обл., урожайность – 178 г/м²; *Казанская 560* (к-63565) из Татарстана – 327 г/м²; к-15339 из Беларуси – 295 г/м²; *Мильтурум 5811* (к-40710) из Ленинградской обл. – 192 г/м²; к-11231 из Воронежской обл. – 190 г/м²; *Tab 2598*, к-44326 (187 г/м²); финские образцы: *B* 503 (к-44839) – 177 г/м², *Antti* (к-42673) – 150 г/м²; *Карельская безостая* (к-40579) из Карелии – 160 г/м²; линии из Краснодарского края: *КОС 2168-92* (к-63584) – 140 г/м², *КОС 2113-92* (к-63595) – 130 г/м², *КОС 2300-92* (к-63588) – 140 г/м²; *Северодонецкая юбилейная* (к-63567) из Ростовской обл. – 160 г/м²; сорта из США: *Hoff* (к-63543) – 130 г/м², *Hall* (к-63556) – 160 г/м². У вышеперечисленных образцов среднее число зерен с одного колоса – 42...59 шт., масса 1000 зерен – 45 г.

Мучнистая роса, возб. *Blumeriagraminis* (DC.) Speer (син. *Erysiphegraminis* DC.f.sp. *tritici* Em. Marshal)

Эпифитотия мучнистой росы зафиксирована в 1981 и 1987 годах. Следует отметить, что оценка мировой коллекции пшеницы озимой на устойчивость к мучнистой росе необходима, но в условиях Московской обл. за 50 лет не отмечена существенная вредоносность болезни и связанные с этим потери урожая. Все образцы отечественной и зарубежной селекции – высокотолерантные.

В 1981 году из 547 изученных образцов пшеницы у 162 было слабое поражение мучнистой росой (балл 7), у 185 – среднее и сильное (5 и 3), стандарт *Мироновская 808* очень сильно поражен мучнистой росой (1). Слабо поразились мучнистой росой сорта и линии: *Hohenthurmer 6921/68* (к-50620), *Hohenthurmer 5171/67* (к-50631), *Hohenthurmer 2078/70* (к-50628), *Hohenthurmer 20901/70*

(к-50629), *Hohenthurmer 13653/67* (к-50632), *Hohenthurmer 27691/71* (к-50675), *Hohenthurmer 29521/69* (к-50676), *Hadmerslebener 22228/70* (к-50612) из Германии; *Oasis* (к-51829), *Tecumseh* (к-51792) из США; *Wattines* (к-50740) из Франции. Выявленные образцы по урожаю и массе 1000 зерен (400...450 г/м² и от 45...47 г) превосходили стандарт (400 г/м² и 37 г).

В 1987 году из 500 образцов коллекции устойчивостью к мучнистой росе (балл 7) характеризовались сорта: *Kronjuwel* (к-57615), *Urban* (к-59547) из Германии; *UN7050* (к-57255) из Чехии; *Sv. 75268* (к-56156), *Helge* (к-56872), *Walde* (к-51794), *Sv. Vg 74393* (к-56065) из Швеции; *FM-187* (и-441409) из Польши; *Maris Durrin* (к-55232), *Maris Marksman* (к-55233) из Великобритании; *Колыбеловская 33* (к-56422) из Самарской обл.; *Заря* (к-49916) из Московской обл. По урожайности данные образцы не уступали стандарту – 550...600 г/м², однако имели более низкую массу 1000 зерен – 30...40 г (масса 1000 зерен стандарта – 41 г).

Буря ржавчина, возб. *Puccinia triticina* Eriks

Обязательная оценка пшеницы озимой из генфонда ВИР на устойчивость к бурой ржавчине проводится ежегодно. Сильное проявление болезни в 1976 и 1977 годах не причинило значительного ущерба. Во все годы урожайность и масса 1000 зерен у источников устойчивости была ниже стандарта на 10...25 %. Однако предпочтение можно отдать образцам, которые представляют интерес для селекции как устойчивые и высокотолерантные. По устойчивости к бурой ржавчине выделили: *Dipples Triumph* (к-45029), *Sylvia* (к-46607), *Ibis* (к-45335) из Германии; *Sturdy* (к-48223), *Wester* (к-48229), *Wesel* (к-48231), *Kansas 594-2* (к-51242), *Nelson* (к-63522), *Charmany* (к-63526), *TAM 108* (к-61609), *TAM 200* (к-61610), *Ks 90 WGRG 10* (к-62377) из США; *Ives* (к-63016) из Финляндии; *Justus* (к-63280), *Leopold* (к-63275), *Expert* (к-63273) из Австрии; *Alrakis* (к-63369) из Швейцарии; *Волжская 6* (к-63120) из Ульяновской обл.; *Слав* (к-63117), *Tau* (к-63002) из Владимирской обл.; *Московская 39* из Московской обл.

Образец *Neuzucht 14/14* (к-40109) из Германии, который П.П. Лукьяненко использовал в своих скрещиваниях, в условиях Московской обл. в 1990-е годы стал сильно поражаться бурой ржавчиной, возможно, из-за появления новых физиологических рас.

Корневые гнили, фузариозная, возб. *Fusarium* sp., в том числе *F.culmorum* *F.avenaceum* *F.oxysporum* Schlecht. ex Fr., и гельминтоспориозная, или обыкновенная, возб. *Bipolaris sorokiniana* Shoem. (син. *Drechslera sorokiniana* Subram.et Jain, *Helminthosporium sativum* Pam.)

Сильное поражение корневыми гнилями смешанной этиологии было отмечено в 1990 году. Болезнь проявилась до фазы молочной спелости в виде белоколосицы – одного из типичных симптомов корневых гнилей. Из обследуемых 500 образцов 40 сформировали мелкое, шуплое зерно, при повторном посеве они были всхожими. Корневые

гнили разной этиологии – вредоносные и трудноискоренимые микозы, для которых фитосанитарный мониторинг обязателен. [1]

Коллекционные образцы во все годы изучения были толерантны к возбудителю корневых гнилей и болезнь значимого ущерба не причиняла.

Устойчивость к энзимо-микозному истощению семян

Лимитирующим фактором региона, также считается устойчивость к повышенной и избыточной влажности в период налива зерна, что вызывает развитие и прогрессирование сопряженной болезни – «истекание» зерна или энзимо-микозное истощение семян (ЭМИС). Исследователи – Холодный Н.Г. [19], Дунин М.С, Темирбекова С.К. [9], Сандухадзе Б.И. [14] отмечали, что при недостатке положительных температур, повышенной атмосферной влажности, часто проявляемой в период созревания зерна, снижается урожай (30...50 % и более) и одновременно ухудшается качество зерна.

Комплексная или сопряженная болезнь – ЭМИС за 50 лет исследований проявлялась 21 раз в следующих годах: 1976-1980, 1981, 1985, 1986, 1987, 1990, 1991, 1994, 1995, 1999, 2003, 2004, 2006, 2009, 2013, 2019, 2020.

Абиотические и биотические причины заболевания и главные особенности патогенеза (возникновение и развитие) ЭМИС можно охарактеризовать как сопряженные патологические процессы, протекающие в большинстве случаев в две стадии, а иногда и с дополнительной, качественно иной, третьей стадией – прорастание на корню, в валках и во влажных ворохах. [9, 15]

Во все годы изучения обильные осадки выпадали в фазе цветения – налива зерна, что способствовало развитию первой энзимной (неинфекционной) стадии – биологическое травмирование на корню и микозная стадия (болезнь колоса). За 50 лет трижды зафиксирована третья стадия – прорастание на корню.

Известно, что условия благоприятные для проявления действий абиотических факторов складываются значительно раньше, нежели для деятельности фитопатогенов. Во влажных условиях, начиная с цветения, на растении в результате неинфекционных ферментативных процессов создается для грибов идеальный питательный субстрат. Макро-микротравмы, образующиеся при осмотическом и гидростатическом давлении – результат энзимной стадии, мы назвали биологическим травмированием на корню. [10, 16] Они служат «открытыми воротами» для внедрения фитопатогенов. Ранее в научной литературе было отмечено только механическое травмирование семян при уборке, сушке. Мы установили скрытые и открытые травмы в фазах цветения-полной спелости, рис. 2 (2-я стр. обл.)

При каждом новом увлажнении колосьев и зерен не только у пшеницы, но и у других зерновых культур: ржи, тритикале, ячменя, овса, кукурузы, о чем свидетельствуют данные по потерям сухого вещества в различные фазы развития и массы 1000 зерен, образуются новые «порции» продуктов гидролиза белка, углеводов и липидов, что становится идеальной средой для грибов, которая активизирует метаболизм фитопатогенов и способствует дальнейшему

разрушению зерна. В этих условиях у сапрофитных и полупаразитных грибов, таких как альтернария и фузариум, при питании на средах различного биохимического качества вышеперечисленных зерновых культур отбираются из состава популяции паразитические формы, которые подавляют жизнеспособность семян в процессе длительного хранения и снижают всхожесть при посеве в неблагоприятные годы. Вредоносность семенной инфекции нарастает от заражения до формирования всходов. В дальнейшем ведущая роль в патогенезе принадлежит почвенной микобиоте.

В условиях Московской области в течение 17 лет из 21 отмечены массовые поражения колосьев альтернариозом у пшеницы, ржи и озимого тритикале – возбудитель *Alternaria alternata* (Fries) Keisler. (син. *A. tenuis* Nees.), рис. 3 (2-я стр. обл.).

В отдельные годы экологическую нишу альтернариоза на колосьях и зернах занял фузариоз, а в 1987 – септориоз листьев и колоса. Нашими наблюдениями установлено, что споры грибов начинают появляться в фазах колошения и цветения зерновых культур [9], а в фазе налива зерна их численность резко возрастает. Грибы рода *Alternaria* – почти универсальные, высоко адаптированные обитатели генеративных органов (пыльники) и зерновок пшеницы, овса и ячменя, ржи и тритикале в Центральном регионе РФ. Заражение колоса и семян альтернарией при влажной погоде происходит с цветения до уборки, а также в процессе хранения. Для роста и размножения гриба пользуется готовым идеальным питательным субстратом, образовавшимся в результате гидролиза продуктов обмена веществ растений, выступающими на поверхность. В 1987, 1988, 1990, 1997, 2020 годах отмечено массовое поражение колосьев альтернариозом (проявление симптома черноколосицы, черниколоса).

В сапротрофной популяции *Alternaria alternata* появлялись мутации, обеспечивающие патогенность, и токсинообразование. Иногда патотип *A. alternata* ведет двойственный образ жизни, переходя от сапротрофной к паразитической форме существования, что имеет большое практическое значение. Способность к токсинообразованию у *A. alternata* и действие токсинов сводится к последовательному, ступенчатому подавлению механизмов общей устойчивости у восприимчивых растений, а также потерям жизнеспособности семян в процессе хранения (табл. 1).

У сортов, убранных в засушливый 2010 год, через 8 лет хранения отмечено невысокое заселение зерен *A. alternata* – от 5 до 18 %, при энергии прорастания от 20 до 72 %, всхожести – 35...95 %. Следовательно, семена, убранные в сухой год, сохраняют хорошую жизнеспособность и после 8 лет хранения, поскольку они были заселены патогеном в наименьшей степени. Урожай, убранный во влажный год и заложенный на хранение, больше всего поражается альтернарией и через пять лет хранения у семян жизнеспособность снижается, о чем свидетельствуют данные 2011 года через 8 лет хранения (табл. 2).

Обращаем внимание на то, что семенной материал с пониженной жизнеспособностью не следует использовать для производства семян, поскольку

Таблица 1.

Влияние возбудителя *A. alternata* на жизнеспособность семян при их посеве после длительного хранения (8 лет)

№ кат. ВИР	Сорт	Происхождение	Энергия прорастания	Всхожесть,	Зараженность семян, % (<i>A. Alternata</i>)	Масса зерна с 1 м ²
54668	<i>Лютеценс 444/73</i>	Россия, Московская обл.	24,00	35,00	5,00	570
54706	<i>Monopol</i>	Германия	59,00	80,00	11,00	510
55529	<i>Tundra</i>	Нидерланды	48,00	69,00	12,00	515
55801	<i>Лютеценс 12</i>	Курская обл.	44,00	78,00	9,00	600
55930	<i>TAW 3295/73</i>	ГДР до 1990 г.	70,00	95,00	0,00	422,5
55932	<i>TAW 12181/72</i>	ГДР до 1990 г.	44,00	65,00	0,00	390
55933	<i>TAW 13802/72</i>	ГДР до 1990 г.	31,00	52,00	0,00	510
55944	<i>TAW 4229/74</i>	ГДР до 1990 г.	20,00	42,00	0,00	525
55971	<i>Л-1749</i>	Курская обл.	36,00	36,00	0,00	620
56339	<i>Derwent</i>	Англия	32,00	49,00	0,00	530
57221	<i>Oberst</i>	Германия	20,00	41,00	0,00	475
57222	<i>Severin</i>	Германия	45,00	60,00	0,00	620
57614	<i>Kadav</i>	Польша	42,00	65,00	0,00	540
58036	<i>Folke</i>	Швеция	72,00	84,00	0,00	505
58138	<i>Ragnar</i>	Швеция	40,00	64,00	15,00	420
58302	<i>Falke</i>	Германия	60,00	69,00	0,00	395
58305	<i>Faras</i>	ГДР до 1990 г.	32,00	45,00	0,00	450
58367	<i>SMH 1624</i>	Польша	29,00	41,00	0,00	460
58831	<i>Лютеценс 398</i>	Россия, Воронежская обл.	21,00	37,00	18,00	585
62274	<i>Hankkijas Ilves</i>	Финляндия	35,00	48,00	0,00	350
57009	<i>Disponent</i>	Германия	37,00	64,00	0,00	370

в нем обнаружено большое число генетических мутаций. В производственных условиях постоянно, независимо от существования восприимчивых сортов, происходят естественные мутации от сапротрофных типов к специфичным патогенам растений, образующим специфичные для хозяев токсины. Эти полевые наблюдения объясняют наблюдавшиеся ранее внезапные появления болезней, вызываемых *A. alternata* на посевах новых созданных и интродуцированных восприимчивых культур. В лабораторных условиях патоген терял свою специфическую вирулентность и свойство образовывать токсин. Кроме того, в большой популяции сапротрофных *A. alternata* при благоприятных условиях культуры удавалось обнаружить спонтанный токсинообразующий мутант. Таким образом, специфическая вирулентность патотипов *A. alternata* зависит, видимо, от способности продуцировать специфические для хозяев токсины, действие которых сводится к последовательному подавлению механизмов устойчивости у растений. Ранее был отмечен данный факт снижения жизнеспособности семян при проявлении паразитических свойств гриба после пятилетнего хранения. [6, 17]

В период длительного хранения семян при малейшем изменении влажности и температурного режима активизируются процессы дыхания, работа гидролитических энзимов — амилаз, протеаз, а также альтернативных и других патогенов, находящихся на поверхности и внутри зерновок. Иногда численность мико- и микробиоты возрастает в геометрической прогрессии.

Во все годы исследований толерантны к альтернативному колосу и семяна были сорта Немчиновской селекции: *Заря* (к-49916), *Янтарная 50* (к-54610),

Немчиновская 52 (к-59269), *Немчиновская 25*, *Московская 39* (к-64160), а также зарубежной: *Мириновская 808* (к-43920), *Ровенская 31*, *Одесская 51* (к-46620) из Украины; *Bersee* (к-40092) из Франции; *Compal* (к-57585), *Tukan* (к-57579), *Ibis* (к-45335) из Германии; *Kadav* (к-57614), *FM 187*, *PP 114-74* (к-57618) из Польши; *Vocquiau* (к-49824) из Бельгии.

Фузариоз колоса, возбудители: *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc. и др.

Эпифитотия фузариоза колоса в условиях Московской области отмечена два раза за 50 лет: в 1979 году на озимом тритикале и яровой пшенице, в 1991 — на озимом тритикале, озимой и яровой пшенице. Причина развития болезни заключалась в биологическом травмировании на корню — энзимная стадия ЭМИС. В фазах цветения, налива зерна в июле отмечен 21 день с осадками, за месяц их выпало 208,5 мм или 260 % к норме. Август был теплый и дождливый (15 дней), осадков выпало 180,8 % к норме, относительная влажность воздуха была 71...85 %. В фазе цветения обнаружены симптом «роса-медовка» в мужских и женских генеративных органах — пыльниках, которые богаты гидролитическими энзимами, углеводами, белками и липидами. Влажная погода с обильными осадками вызвала активность гидролитических энзимов, что привело к разложению биополимеров и образованию «росы-медовки», которая послужила идеальным субстратом для внедрения фитопатогенов. При фитопатологической экспертизе выделены грибы *Fusarium avenaceum* и *F. culmorum*. Растения пшеницы на 100 % были покрыты

Таблица 2.

Влияние возбудителя *A. Alternata* на жизнеспособность семян при их посеве после длительного хранения (8 лет)

№ кат ВИР	Сорт	Происхождение	Урожай, г/м ²	Масса 1000 зерен, гц	Энергия прорастания	Всхожесть	Зараженность семян, %	
							(<i>A. Alternata</i>)	(<i>Fusarium</i> sp.)
5144	Kubb	Швеция	395	44	75,00	80,00	10,00	
9087	Банатка	Россия, Воронежская обл.	535	24	8,00	8,00	97,00	
9681	–	Россия, Калужская обл.	467,5	29	1,00	4,00	92,00	
9695	–	Россия, Владимирская обл.	322,5	40	39,00	45,00	88,00	
9696	–	Россия, Владимирская обл.	465	27	48,00	52,00	40,00	
9762	–	Россия, Тверская обл.	360	33	12,00	12,00	24,00	
9765	Местная	Россия, Псковская обл.	512,5	30	4,00	12,00	99,00	
10010	Kraffts Verbesserter Siegerlaender	Германия до 1949 г.	382,5	33	0,00	0,00	95,00	
5183	Smoa	Швеция	347,5	37	20,00	32,00	37,00	
6258	Beal	Германия до 1949 г.	365	44	52,00	64,00	55,00	5,00
10267	–	Россия, Смоленская обл.	297,5	38	8,00	12,00	85,00	9,00
10473	Томская	Россия, Томская обл.	305	23	28,00	32,00	19,00	
10566	–	Россия, Псковская обл.	477,5	43	20,00	20,00	32,00	
10571	–	Россия, Ленинградская обл.	270	35	12,00	16,00	36,00	
6301	Roggen	Германия до 1949 г.	282,5	39	36,00	40,00	34,00	
6302	Roberts	Германия до 1949 г.	335	32	23,00	36,00	37,00	
13221	–	Россия, Тверская обл.	457,2	29	16,00	28,00	25,00	
13121	Tystofte Smaahvede II	Дания	365	34	28,00	44,00	60,00	
15199	Московская 2470	Россия, Московская обл.	295	39	30,00	36,00	32,00	
19106	Костромка	Россия, Тверская обл.	442,5	40	55,00	60,00	37,00	
22428	–	Россия, Тверская обл.	557,5	39	48,00	52,00	10,00	5,00
15197	Московская 2453	Россия, Московская обл.	390	37	3,00	8,00	57,00	
15198	Московская 2460	Россия, Московская обл.	317,5	35	4,00	6,00	49,00	3,00
19099	–	Россия, Тверская обл.	545	41	43,00	61,00	31,00	
19399	–	Россия, Красноярский край	385	32	0,00	4,00	99,00	
22391	Московская 2323	Россия, Московская обл.	357,5	42	6,00	17,00	36,00	
22418	Сандомирка	Россия, Орловская обл.	447,5	38	42,00	65,00	11,00	
25143	Ankar	Швеция	375	41	50,00	67,00	36,00	
25147	Kroontarwe	Нидерланды	382,5	47	0,00	0,00	95,00	
25153	W x EP	Нидерланды	590	44	35,00	40,00	22,00	
26140	Siegerlander	Германия до 1949 г.	357,5	42	25,00	38,00	15,00	
24500	Михайловка	Россия, Ленинградская обл.	402,5	37	2,00	5,00	42,00	
24923	–	Россия, Приморский край	305	38	10,00	16,00	10,00	
50610	Hadmerslebener 25603/70	ГДР до 1990 г.	532,5	40	81,00	84,00	4,00	
50672	Hadmerslebener 42498/71	ГДР до 1990 г.	675	46	56,00	68,00	33,00	
19108	–	Россия, Тверская обл.	375	39	20,00	28,00	35,00	
51423	977	Россия, Тамбовская обл.	585	49	8,00	24,00	61,00	
59546	General	Германия	535	50	20,00	44,00	29,00	
60304	TAW 8913/74	ГДР до 1990 г.	770	50	24,00	40,00	52,00	
26228	Bensings Troitzkopf	Германия до 1949 г.	407,5	46	80,00	87,00	8,00	

«росой-медовкой», начиная с цветения, что свидетельствовало о проявлении энзимной стадии ЭМИС. Через неделю на колосьях, где была «роса-медовка» можно было увидеть белые, оранжевые и розовые спороношения видов фузариума, рис. 4 (2-я стр. обл.).

Таким образом, теплый и влажный август способствовал фузариуму занять место альтернативы в данной экологической нише. Оценка на устойчивость коллекции пшеницы показала, что в сор-

товом ассортименте каждого региона имеются толерантные и высоко толерантные сортообразцы (25...40 % поражения), которые можно рекомендовать для использования в селекционном процессе. К ним относятся: *Заря* (к-49916), *Немчиновская 24* (к-65757), *Немчиновская 52* (к-59269) из Московской обл.; *Мироновская 808* (к-43920), *Ровенская 31*, *Одесская 51* (к-46620) из Украины; *Уманка* (к-63041) из Краснодарского края; *Bersee* (к-40092) из Франции; *Compal* (к-57585), *Ibis* (к-45335) из Германии.

Особо следует отметить, что в Нечерноземной зоне фузариум поражает озимую рожь, озимое и яровое тритикале и яровую пшеницу, но очень редко озимую пшеницу.

Септориоз листьев возб. *Septoria tritici* Rob. et Desm., колоса возб. *Stagonospora* (син. *Septoria*) *nodorum* Berk.

Эпифитотия септориоза листьев и колоса за время исследования коллекции озимой мягкой пшеницы отмечена только в 1987 году. Именно в это время было сильное развитие энзимной стадии – биологическое травмирование на корню из-за высоких показателей влажности воздуха и температуры. Из 141 образца, изученного в этот год, наибольшую устойчивость проявили 15, четыре из которых в конце вегетационного периода были поражены на 5 %: *NS 2795* из Нидерландов, *Rotor* (к-57239), *SR 8016* (к-57242) *Amandus* (к-57601) из Германии, – у них единичные пятна обнаружены в среднем ярусе листьев, рис. 5 (2-я стр. обл.), на верхних листьях симптомы заболевания отсутствовали. У сортов и линий: *Vocquiau* (к-49824), *Rembrandt* (к-49825) из Бельгии; *PP 114-74* (к-57618), *ST 47/43*, *FM-187* из Польши; *TAW 10929/65*, *Hadmerslebener 32798/78*, *Hadmerslebener 34496/75* (к-59706), *Tukan* (к-57579) из Германии, – поражение септориозом отмечалось на уровне 10 %. У двух немецких образцов поражение септориозом было на 15 %: *NS 2714*, *Compal* (к-57585). Стандартные сорта *Мироновская 808* и *Заря* поразились септориозом на 40...50 %, но урожайность их была высокой – 650...740 г/м². У остальных устойчивых образцов она варьировала в пределах 470...530 г/м², у сортов немецких сортов *Tukan* и *Compal* – 580...630 г/м². Таким образом, эти образцы представляют интерес для селекционных работ по созданию устойчивых сортов к листовой форме септориоза.

Оценивали коллекцию озимой пшеницы на устойчивость к септориозу колоса, учеты проводили на фоне энзимной стадии в конце колошения при молочной-восковой полной спелости и перед уборкой, рис. 6 (2-я стр. обл.). Заслуживают внимания образцы, пораженность колосьев которых находилась в пределах 10...20 %. К ним относятся: *Fenman* (к-57608) из Великобритании, *Liwilla* (к-57580), *PP 114-74* (к-57618), *Gama* (к-57581), *Biala Kozsicka* (к-56262), *Rmo* (к-55220), *Kadav* (к-57614) из Польши; *Tukan* (к-57579), *Compal* (к-57585), *Rector* (к-58304), *Hadmerslebener 34496/75* (к-59706), *Tabor* (к-56907) из Германии; *Vocquiau* (к-49824), *Rembrandt* (к-49825) из Бельгии; *Trifolium 33* (к-56290) из Дании; *Folke* (к-58036), *Sv Vg 73394* (к-56160), *WW 26023* (к-58038), *Salut* (к-58035) из Швеции; *Arina* (к-57528) из Швейцарии; *Заря* (к-49916), *Янтарная 50* (к-54610), *Немчиновская 24* (к-65757) из Московской обл.; *Мироновская 808* (к-43920) из Украины. По урожаю и массе 1000 зерен выделенные образцы были на уровне стандарта – 347...400 г/м² и 37...48 г, соответственно.

Прорастание зерна на корню – 3-я стадия ЭМИС

За 50 лет изучения генофонда озимой пшеницы отмечено трижды прорастание на корню: в 1984, 1999 и 2003 году.

В 1984 году с 24 июля по 30 июля (период массового созревания) ежедневно выпадали осадки, сохранялась высокая температура воздуха – 23...25°C. Оценивали на устойчивость к прорастанию зерна на корню 472 образца, из которых более 100 проросли. Число проросших зерен определяли в навеске 10 г и выражали в процентах от общего числа. Не было проросших зерен в колосе у сортов: *Merkur* (к-57010), *Feldman* (к-54135), *Monopol* (к-54706), *477/58* (к-53516), *Ibis* (к-45335), *TAW 4229/74* (к-55944), *Progress* (к-49830) из Германии; *ZG-2394/73* (к-54720), *K-35A* (к-51978) из Югославии; *Maris Hunstler* (к-55230), *Maris Settler* (к-55229), *Maris Durrin* (к-55232), *Standart Red* (к-46000) из Великобритании; *Донская полукарликовая* (к-54647) из Ростовской обл. Выделившиеся образцы по урожайности (400...500 г/м²) и массе 1000 зерен (43,7...48,9 г) были на уровне стандарта (405 г/м² и 47,9 г).

1999 год был засушливый, но дождливая погода в августе в течение 13 дней в фазе полной спелости способствовала прорастанию зерна на корню до 2 % белозерных форм из 500 коллекционных образцов озимой пшеницы.

В августе 2003 года (начало фазы полной спелости) прошли частые дожди в течение 18 дней (выпало 111,3 мм осадков при норме 74 мм), температура воздуха была 17,8°C при норме 16,4°C. Проросли на корню более 200 образцов из стран Западной Европы и некоторые отечественные, что затруднило уборку комбайном и потребовался пересев. Устойчивость к прорастанию на корню проявили: *Радуга* (к-50948) из Московской обл.; *Льговская 77* (к-49917) из Курской обл.; *Союз 50* (к-49242) из Беларуси; *Воронежская 42* (к-49881), *П-50-75* (к-50962), *Черноземка 56* (к-51735) из Воронежской обл.; *Лютесценс 479* (к-15188) из Омской обл.; *WW 24089* (к-51803) из Швеции; *Jo 03022* (к-48345), *Jo 3088* (к-51779) из Финляндии, *С 564/69* (к-50684) из Польши; *Maris Nimrod* (к-49846), *Rothwell Senator* (к-50762), *Maris Ranger* (к-50721), *Compair* (к-51913) из Великобритании; *Starke II* (к-51409) из Швеции. Урожайность данных образцов варьировала на уровне стандарта – 452...465 г/м².

Иммунологическое изучение вируса желтой карликовости ячменя *Barley yellow dwarf/fluteo virus* (*Hordeum virus nanescens* Rademacheret Schwarz), на озимой пшенице

Вирус желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ) поражает примерно 100 видов растений из семейства злаковых, в том числе пшеницу, рожь, ячмень, овес, кукурузу, рис, травы. Этот наиболее вредоносный и широко распространенный вирус, на зерновых культурах мира, вызывает эпифитотии, что приводит к большим потерям урожая. Поэтому заболевание названо «желтой чумой». Массовое поражение пшеницы озимой, ярового ячменя и ярового овса отмечено в 1990 году. Потери урожая достигали 90 %, отдельные хозяйства получили 3...4 ц/га зерна. Диагностика иммуноферментным методом и растениями-индикаторами выявила в больных растениях вирус желтой карликовости ячменя. Изучением ВЖКЯ занимался канд. биол. наук А.И. Зежукин. Им установлено, что симптомы болезней и

степень их проявления варьируют в зависимости от сортообразца, возраста растений, штаммов вируса и экологических условий, окраска листьев больных растений пшеницы озимой изменяется от светло-зеленой до желтоватой и от ярко-желтой до пурпурной. При заражении вирусом всходов озимой пшеницы усиливалось кушение. Растения выколашивались редко, иногда наблюдали колосья на некоторых стеблях. Урожай сильно снижается, также проявляется стерильность колосков и колоса. Растения не выровнены по высоте, встречаются карликового роста.

Устойчивостью и толерантностью характеризовались сорта озимой мягкой пшеницы: *Elmo* (к-58051), *Caldwell* (к-58069), *Adena* (к-63966), *Compton* (к-59342), *Keiser* (к-60725) из США; *Безостая 1* (к-42790) из Краснодарского края; *Юбилейная 50* (к-59789) из Кыргызстана; *Альбатрос* (к-58519), *Одесская 51* (к-46620), *Мироновская 808* (к-43920), *Мироновская 61* (к-57671) из Украины. Сорта озимой пшеницы, принадлежащие к разновидности *erythrospertum* Korn. поражаются вирусом слабее.

Выводы. Оценка на устойчивость к биотическим стрессам генофонда озимой пшеницы из мировой коллекции ВИР позволила выявить ценный исходный материал для использования в селекционном процессе. Следует обратить внимание на то, что усилия по использованию в производстве высокоустойчивых к определенным расам паразитов сортов не привели к успеху. Исключение из агроценоза мало вирулентных рас способствует их возникновению, отбору и распространению более агрессивных, снижению продуктивности и даже гибели линейного сорта. Как это произошло с высокоустойчивыми к бурой ржавчине сортами озимой пшеницы *Аврора* и *Кавказ* на третий год их выращивания. [5]

Отсутствие болезней на зерновых культурах за 50 лет отмечено один раз – в 2014 году. Только на одном образце ячменя обнаружено поражение спорыньей – *H-57* (к-3552) из Великобритании.

Восприимчивые к болезням пластичные сорта озимой пшеницы *Безостая 1* и *Мироновская 808* (яровая *Московская 35*) дают стабильно высокие урожаи более 40 лет. Пластичный сорт в зоне возделывания стабильную по годам урожайность формирует не за счет биологической устойчивости к стрессовым факторам, а благодаря выносливости (толерантность). [12]

При создании адаптивных сортов селекционер больше всего должен ориентироваться на признак толерантности, а не высокой устойчивости. Следует отметить, что в отношении вирусов, которые часто вызывают бессимптомное развитие болезней, требуются инструментальные методы оценки полевой устойчивости сортообразцов.

Во внимание следует взять такую стратегию борьбы с болезнями, которая допускала бы развитие патогена на культурных растениях без заметного снижения при этом урожайности и его качества. [8, 13]

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Белошапкина, О.О. Динамика и патогенный состав корневых гнилей озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки дерново-подзолистой

- почвы / О.О. Белошапкина, Т.А. Акимов // Известия РГАУ-МСХА, 2016. – № 3. – С. 47–60.
2. Вавилов, Н.И. Мировые ресурсы засухоустойчивых сортов / Н.И. Вавилов // Доклады Всесоюзной конференции по борьбе с засухой. Л.: ВИР, бюл. № 2. – 1931. – С. 18–28.
3. Вавилов, Н.И. Научные основы селекции пшеницы / Н.И. Вавилов. – Л.: Сельхозгиз, 1935. – 246 с.
4. Вавилов, Н.И. Избранные труды в пяти томах. Том 4 / Н.И. Вавилов // Проблемы иммунитета культурных растений. – М.-Л.: Наука, 1964. – 518 с.
5. Воронкова, А.А. Генетико-иммунологические основы селекции пшеницы на устойчивость к ржавчине / А.А. Воронков. – М.: Колос, 1980. – 191 с.
6. Глинушкин, А.П. Состав патогенной микобиоты семенного материала пшеницы / А.П. Глинушкин, О.О. Белошапкина, Т.А. Акимов // Материалы III международного микологического форума «Современная микология в России». Москва, 14–15 апреля 2015. – М.: Нац. академикол. – Том 5. – С. 46–47.
7. Градчанинова, О.Д. Изучение коллекции пшеницы / О.Д. Градчанинова, А.А. Филатенко и др. // Методические указания. Л.: ВИР, 1985. – 26 с.
8. Дунин, М.С. Самозащита растений / М.С. Дунин // М.: Знание, 1963. – 48 с.
9. Дунин, М.С. Устойчивость пшеницы к ферментативно-микозному истощению зерна / М.С. Дунин, С.К. Темирбекова // Вестник с.-х. науки. – 1978. – № 4. – С. 28–39.
10. Дунин, М.С. Симптомы и диагностика энзимо-микозного истощения семян (ЭМИС) / М.С. Дунин, С.К. Темирбекова // Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке (иммунитет, селекция, интродукция). Научные труды. / Россельхозакадемия, М.: 2011. – Т. IV. – С. 57–71.
11. Мережка, А.Ф. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале / А.Ф. Мережка, Р.А. Удачин, Е.В. Зуев и др. // Методические указания. СПб.: ВИР, 1999. – 81 с.
12. Молчан, И.М. Генетические особенности пластичного сорта и принципы адаптивной селекции / И.М. Молчан // Селекция и семеноводство. – 1993. – № 3. – С. 10–15.
13. Массел, Х. Использование толерантности растений путем изменения их уязвимости / Х. Массел // Борьба с болезнями растений: Устойчивость и восприимчивость. М.: Колос, 1984. – С. 263–274.
14. Сандухадзе, Б.И. Зерно: учёные сделали свое дело – ход за правительством. [Электронный ресурс] / Б.И. Сандухадзе // Режим доступа: <https://regnum.ru/news/innovatio/1993437.html> – 12.05.2017 г.
15. Темирбекова, С.К. Диагностика и оценка устойчивости сортов зерновых культур к энзимо-микозному истощению семян (ЭМИС) / С.К. Темирбекова // Методические указания. – М.: Россельхозакадемия, 1996. – 116 с.
16. Темирбекова, С.К. О проблеме энзимо-микозного истощения семян («истекании» зерна) в растениеводстве / С.К. Темирбекова // Монография. – 2-е издание. – М.: Россельхозакадемия, 2000. – 306 с.
17. Темирбекова, С.К. Генетические ресурсы озимой мягкой пшеницы для использования в селекции / С.К. Темирбекова, Т.Д. Черемисова, О.П. Митрофанова, А.В. Максимова. – М.: ВСТИСП, – 2008. – 507 с.

18. Федорин, Ю.В. Почвы сельскохозяйственных угодий СССР: научное издание / Ю.В. Федорин, В.П. Сотников, Л.И. Егоренков. – М.: Колос, 1981. – 199 с.
 19. Холодный, Н.Г. Среди природы и лаборатории / Н.Г. Холодный. М.: 1949. – Вып. 1. – С. 138–145.
 20. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. – Л. – 1989. – 43 с.
- LIST OF SOURCES**
1. Beloshapkina, O.O. Dinamika i patogennyi sostav kornevykh gniley ozimoy pshenitsy v zavisimosti ot sposobov osnovnoy obrabotki dernovo-podzolistoy pochvy / O.O. Beloshapkina, T.A. Akimov // Izvestiya RGAU-MSKHA, 2016. – № 3. – С. 47–60.
 2. Vavilov, N.I. Mirovye resursy zasuhoustojchivyykh sortov / N.I. Vavilov // Doklady Vsesoyuznoy konferencii po bor'be s zasuhoy. L.: VIR, byul. № 2. – 1931. – С. 18–28.
 3. Vavilov, N.I. Nauchnye osnovy selekcii pshenicy / N.I. Vavilov. – L.: Sel'hozgiz, 1935. – 246 s.
 4. Vavilov, N.I. Izbrannyye trudy v pyati tomah. Tom 4 / N.I. Vavilov // Problemy immuniteta kul'turnykh rasteniy. M.-L.: Nauka, 1964. – 518 s.
 5. Voronkova, A.A. Genetiko-immunologicheskie osnovy selekcii pshenicy na ustojchivost' k rzhavchine / A.A. Voronkova. – M.: Kolos, 1980. – 191 s.
 6. Glinushkin, A.P. Sostav patogennoy mikrobioty semennogo materiala pshenicy / A.P. Glinushkin, O.O. Beloshapkina, T.A. Akimov / Materialy III mezhdunarodnogo mikologicheskogo foruma «Sovremennay amikologiya v Rossii». Moskva, 14–15 aprelya 2015. – M.: Nac. akadmikol. – Tom 5. – С. 46–47.
 7. Gradchaninova, O.D. Izucheni ekollekcii pshenicy / O.D. Gradchaninova, A.A. Filatenko i dr. // Metodicheskie ukazaniya. L.: VIR, 1985. – 26 s.
 8. Dunin, M.S. Samozashchita rasteniy / M.S. Dunin // M.: Znanie, 1963. – 48 s.
 9. Dunin, M.S. Ustojchivost' pshenicy k fermentativno-mikoznomu istoshcheniyu zerna / M.S. Dunin, S.K. Temirbekova // Vestnik s.-h. nauki. – 1978. – № 4. – С. 28–39.
 10. Dunin, M.S. Simptomy i diagnostika enzimo-mikoznogo istoshcheniya semyan (EMIS) / M.S. Dunin, S.K. Temirbekova // Kul'turnyye rasteniya dlya ustoychivogo sel'skogo khozyaystva v XXI veke (immunitet, selektsiya, introduktsiya). Nauchnyye trudy. / Rossel'khozakademiya, M.: 2011. – T. IV. – С. 57–71.
 11. Merezhko, A.F. Popolnenie, sohranenie v zhivom vide izuchenie mirovoj kollekcii pshenicy, egilopsa i tritikale / A.F. Merezhko, R.A. Udachin, E.V. Zuev i dr. // Metodicheskie ukazaniya. SPb.:VIR, 1999. – 81 s.
 12. Molchan, I.M. Geneticheskie osobennosti plastichnogo sorta i principy adaptivnoy selekcii / I.M. Molchan // Selekcija i semenovodstvo. – 1993. – № 3. – С. 10–15.
 13. Massel, H. Ispol'zovanie tolerantnosti rasteniy putem izmeneniya ih uyazvimosti / H. Massel // Bor'ba s boleznyami rasteniy: Ustojchivost' i vospriimchivost'. M.: Kolos, 1984. – С. 263–274.
 14. Sanduhadze, B.I. Zerno: uchyonye sdelali svoyo delo – hod za pravitel'stvom. [Elektronnyy resurs] / B.I. Sanduhadze // Rezhim dostupa: <https://regnum.ru/news/innovatio/1993437.html> – 12.05.2017 g.
 15. Temirbekova, S.K. Diagnostika i ocenka ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur k enzimo-mikoznomu istoshcheniyu semyan (EMIS) / S.K. Temirbekova // Metodicheskie ukazaniya. M.: Rossel'khozakademiya, 1996. – 116 s.
 16. Temirbekova, S.K. O problem enzimo-mikoznogo istoshcheniya semyan («istekanii» zerna) v rastenievodstve / S.K. Temirbekova // Monografiya. – 2-oe izdanie. – M.: Rossel'khozakademiya, 2000. – 306 s.
 17. Temirbekova, S.K. Geneticheskie resursy ozimoy myagkoj pshenicy dlya ispol'zovaniya v selekcii / S.K. Temirbekova, T.D. Cheremisova, O.P. Mitrofanova, A.V. Maksimova. M.: VSTISP, 2008. – 507 s.
 18. Fedorin, Yu.V. Pochvy sel'skoxozyajstvennykh ugodij SSSR: nauchnoe izdanie / Yu.V. Fedorin, V.P. Sotnikov, L.I. Egorenkov. M.: Kolos, 1981. – 199 s.
 19. Holodnyj, N.G. Sredi prirody i laboratorii. / N.G. Holodnyj. M.: 1949. – Вып. 1. – С. 138–145.
 20. Shirokij unificirovannyj klassifikator SEV roda *Triticum* L. – L. – 1989. – 43 s.

О.Н. Башлакова, кандидат сельскохозяйственных наук
 Н.Ф. Синцова, кандидат сельскохозяйственных наук
 Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого
 РФ, 610007, г. Киров, ул. Ленина, 166а
 E-mail: olga.bashlakova@mail.ru

УДК 635.21:631.527:470.342

DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/25-27

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ИСПЫТАНИИ

Исследования были проведены в 2017–2019 годах на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в питомнике экологического испытания перспективных гибридов картофеля. Цель работы – выделение гибридов для создания нового сорта картофеля с высокой ранней продуктивностью, привлекательным внешним видом клубней и высокой степенью устойчивости к основным заболеваниям картофеля. В качестве объекта исследования были использованы 8 гибридов картофеля, созданных на Фаленской селекционной станции – ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока: 27-07 (165-00 x 282-97), 62-08 (9326-2 x Жуковский ранний), 90-09 (194-00 x 45-7-17), 109-11 (183-05 x Дина), 170-08 (Сьерра x 93.14-99), 172-11 (59-6-33 x Лазарь), 179-10 (Дина x 45-7-17), 455-08 (591m-62 x Дубрава). За стандарт приняли районированный на территории Кировской области сорт картофеля Невский. Гибриды оценивали согласно методическим указаниям по технологии селекционного процесса картофеля: фенологические наблюдения, продуктивность растений на 65-й день после посадки, конечная урожайность. По комплексу признаков выделены номера 90-09, 170-08 и 179-10 с ранней урожайностью 16,4–17,2 т/га, коэффициентом адаптивности выше 1 и высокой степенью устойчивости к фитофторозу.

Ключевые слова: *solanum tuberosum*, гибрид, продуктивность, урожайность, экологическое испытание, коэффициент адаптивности.

O.N. Bashlakova, PhD in Agricultural sciences
 N.F. Sintsova, PhD in Agricultural sciences
 N.V. Rudnitsky Federal agricultural research center of the North-East
 RF, 610007, g. Kirov, ul. Lenina, 166a
 E-mail: olga.bashlakova@mail.ru

COMPARISON ESTIMATION OF A POTATOES HYBRIDS IN ECOLOGICAL TEST

The research was carried out in 2017–2019 at the experimental field of the North-east Federal Research Center in the nursery of ecological testing of promising potato hybrids. The aim of the study was to identify hybrids for creating a new potato variety with high early productivity and final yield, attractive appearance of tubers and a high degree of resistance to major potato diseases. As the object of research 8 potato hybrids created at the Falenskaya breeding station – FGBNU FANC of the North-East were used: 27-07 (165-00 x 282-97), 62-08 (9326-2 x Zhukovsky early), 90-09 (194-00 x 45-7-17), 109-11 (183-05 x Dina), 170-08 (Sierra x 93.14-99), 172-11 (59-6-33 x Lazar), 179-10 (Dina x 45-7-17), 455-08 (591m-62 x Dubrava). As a standard was used the Nevsky potato variety zoned in the territory of the Kirov region. The evaluation of potato hybrids was carried out according to the guidelines for the technology of potato selection process: phenological observations, plant productivity on the 65th day from planting, final yield. The numbers 90-09, 170-08 and 179-10 with an early yield of 16.4–17.2 t/ha, an adaptability coefficient higher than 1 and a high degree of resistance to late blight were distinguished by the set of features.

Ключевые слова: *solanum tuberosum*, hybrid, productivity, yield, ecological test, adaptability rate.

В отечественном картофелеводстве сорт считается самостоятельным фактором повышения урожайности и качества клубней и имеет определяющее значение для получения высоких урожаев. Обеспечить товаропроизводителей выбором сортов – одна из основных задач селекционной работы. На начало 2020 года в Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации представлен 481 сорт картофеля, 127 сортов допущены к использованию на территории Волго-Вятского региона, менее трети из них принадлежат к сортам отечественной селекции. Для поддержания конкурентоспособности сорта российской селекции должны быть пластичны, давать высокие урожаи даже при воздействии неблагоприятных факторов, а также быть пригодными для современного интенсивного уровня их возделывания. [1, 6, 8]

Большое значение для получения стабильных и высоких урожаев картофеля в условиях Волго-Вят-

ского региона имеет применение в производстве сортов преимущественно раннего и средне-раннего сроков созревания.

Цель работы – выделение гибридов для создания нового сорта картофеля с высокой ранней продуктивностью, привлекательным внешним видом клубней и высокой степенью устойчивости к основным заболеваниям картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследований – гибридный материал картофеля, созданный в филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока – Фаленской селекционной станции, который был использован для закладки питомников экологического испытания в 2017–2019 годах на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. За стандарт взят районированный сорт *Невский*.

Наблюдения и учеты проводили согласно «Методике исследований по культуре картофеля». [2]

Испытание селекционных номеров осуществляли согласно методическим указаниям по технологии селекционного процесса картофеля в четырехкратной повторности на двухрядковой делянке по 60 клубней при схеме посадки 70х30 см. Общая площадь делянки – 12,6 м². [2, 5]

Фитофтороустойчивость на естественном агрофоне оценивали по 9-балльной шкале Международного классификатора СЭВ (9 баллов – очень высокая устойчивость, 1 балл – ее отсутствие). [7] Качество семенных клубней устанавливали согласно ГОСТ 33996-2016. [4]

Учет урожая – сплошной поделяночный. Урожайность и фракционный состав определяли на 65-й и 85-й день после посадки.

Статистически обрабатывали полученные данные методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием пакета программы «Agros». [3]

РЕЗУЛЬТАТЫ

В питомнике экологического испытания в 2017 году всходы картофеля появились на 23...28-й день в зависимости от гибрида, 2018 – на 27...35-й, 2019 – на 16...21-й день. Продолжительность фазы «посадка-бутонизация» – 42...49 дней в 2017 году, 2018 – 38...50, 2019 – 33...38 дней; «посадка-цветение» в 2018 году – 49...63 дня, 2018 – 50...64 дня, 2019 – 51...61 день. Общий период вегетации (от посадки до уборки) – в 2017–2018 годах 91 день, 2019 – 102 дня.

Метеорологические условия в годы испытаний соответствовали климатическим условиям Кировской области (табл. 1). Клубни высаживали в хорошо прогретую почву с дефицитом влаги, за исключением 2017 года. Высокая влагообеспеченность июня положительно сказывалась на формировании клубней – завязалось много. Но избыток осадков июля в 2017 и 2018 годах отрицательно повлиял на товарность – в результате переуплотнения почвы на клубнях образовались ростовые трещины.

Оценивая новые селекционные образцы по комплексу признаков, следует выделить наиболее важные – стартовое развитие растений и способность их формировать раннюю продуктивную урожайность. Для этого на 65-й день после посадки в питомнике провели пробные выкапывания (по 5 кустов на каждом рядке). Определяли количество клубней с одного куста и их массу, рассчитывали урожайность (т/га), характеризующую пригодность сорта для получения ранней продукции (табл. 2).

Оценка исследуемых гибридов картофеля показала, что номера 90-09, 170-08 и 179-10 достоверно превышают сорт *Невский* по ранней продуктивной урожайности на 65-й день (16,4...17,2 т/га). Степень устойчивости ботвы растений по к фитофторозу оценивали визуально. За 2017–2019 годы все исследуемые гибриды проявили среднюю (5 баллов) и относительно высокую (7 баллов) степень устойчивости – от 25 до 50 % поражения поверхности листьев.

Наибольший урожай получен в 2019 году, в среднем по гибридам 25,4 т/га (табл. 3), общая урожайность – на уровне или выше стандарта. Однако ни один исследуемый образец не превысил его досто-

Таблица 1.

Метеорологические данные за 2017 — 2019 годы

Месяц	Температура воздуха, °С			Осадки					
	2017	2018	2019	2017		2018		2019	
				мм	% от нормы	мм	% от нормы	мм	% от нормы
Май	7,6	11,6	13,6	56	102	36	64	38	68
Июнь	13,7	14,4	15,8	88	126	85	122	93,7	134
Июль	17,6	20,6	16,1	159	189	114	135	57,1	68
Август	17,1	16,6	13,4	39	55	62	87	63	88

Таблица 2.

Продуктивность гибридов картофеля (2017–2019)

Селекционный гибрид	Количество клубней, шт/куст	Масса клубней, г/куст	Урожайность, т/га	Устойчивость к фитофторозу по ботве, балл
Невский	9,0	386,7	11,6	7
27-07	9,3	454,0	13,6	5-7
62-08	7,3	304,7	9,1	7
90-09	10,7	478,8	17,0*	5-7
109-11	9,7	339,2	14,6	7
170-08	11,0	547,8*	16,4*	7
172-11	8,3	364,2	10,9	7
179-10	10,7	423,2	17,2*	5-7
455-08	13,3*	440,2	13,2	7
НСР 05	4,05	122,0	3,6	–

* – достоверное превышение над стандартом.

Таблица 3.

Общая урожайность гибридов картофеля (2017–2019)

Селекционный образец	Год			Средняя урожайность, т/га	Товарность, %	Коэффициент адаптивности, Ка
	2017	2018	2019			
<i>Невский</i>	16,4	15,3	21,7	17,8	97,7	0,89
27-07	20,7	14,9	22,2	19,3	97,4	0,98
62-08	11,6	18,8	22,9	17,8	97,2	0,87
90-09	19,4	20,4	28,1	22,6	98,2	1,13
109-11	17,1	19,2	26,2	20,8	97,6	1,03
170-08	21,3	17,1	30,9	23,1	97,4	1,14
172-11	11,2	21,3	17,1	16,5	98,2	0,83
179-10	16,2	23,9	30,7	23,6	97,9	1,16
455-08	13,7	14,1	28,9	18,9	97,9	0,91
НСР ₀₅	–	–	–	6,0	–	–
Средняя урожайность, т/га	16,3	18,3	25,4	20,0	–	–

верно. Максимальная урожайность отмечена у номера 179-10 – 23,6 т/га.

По экологической пластичности выделились гибриды 90-09, 109-11, 170-08 и 179-10 с коэффициентом адаптивности выше единицы. Следовательно, они способны формировать высокий урожай в относительно нестабильных погодных условиях. Оценивали гибриды также по товарности – наличие в уборочной пробе клубней диаметром не менее 30 мм и массой не менее 40 г, все исследуемые гибриды обладали высокой товарностью 97,2...98,2 %.

Заключение. Таким образом, по комплексу признаков можно выделить гибриды картофеля 90-09, 170-08 и 179-10 как перспективные в создании нового сорта картофеля для возделывания на раннюю продукцию с высокой товарностью клубней и способностью формировать высокий урожай в различные годы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Воловик, А.С. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитета/ А.С. Воловик, Л.Н. Трофимец, А.Б. Долягин, В.М. Глез. – Издательство ВНИИКС РАСХН.: М. – 1995. – 105 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформгротех», 2020. – 680 с.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. – М. Колос, 1985. – 416 с.
4. Макаров, В.И. Оценка сортов картофеля/ В.И. Макаров, М.С. Хлопок// Картофель и овощи. – 2017. – № 8. – С. 31–33.
5. Методика оценки сортов на отличимость, однородность и стабильность на основе методик UPOV/23/5. Официальный бюллетень Госкомиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений, РФ. – № 6. – 2002.
6. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ 33996-2016. Картофель семенной. Технические

условия и методы определения качества. М.: Стандартинформ, 2017. – 31 с.

7. Симаков, Е.А. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля/ Е.А. Симаков, Н.П. Склярова, И.М. Яшина// М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК». – 2006. – 70 с.
8. Чамышев, А.В. Академик Н.И. Вавилов и развитие отечественного картофелеводства/ А.В. Чамышев// Картофель и овощи. – 2018. – № 2. – С. 32–33.

LIST OF SOURCES

1. Volovik, A.S. Metodika issledovanij po zashhite kartofelja ot boleznej, vreditelej, sornjakov i immunitetu/ A.S. Volovik, L.N. Trofimec, A.B. Doljagin, V.M. Glez. -Izdatel'stvo VNIISKH RASHN.: M. – 1995. – 105 s.
2. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushhenykh k ispol'zovaniju. T. 1. «Sorta rastenij» (oficial'noe izdanie). M.: FGBNU «Rosinformagroteh». – 2020. – 680 s.
3. Dosphehov, B.A. Metodika polevogo opyta/ B.A. Dosphehov. – M. Kolos, 1985. – 416 s.
4. Makarov, V.I. Ocenka sortov kartofelja/ V.I. Makarov, M.S. Hlopjuk// Kartofel' i ovoshhi. – 2017. – № 8. – S. 31–33.
5. Metodika ocenki sortov na otlichimost', odnorodnost' i stabil'nost' na osnove metodik UPOV/23/5. Oficial'nyj bjulleten' Goskomissii Rossijskoj Federacii po ispytaniju i ohrane selekcionnyh dostizhenij, RF. – № 6. – 2002.
6. Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii GOST 33996-2016. Kartofel' semennoj. Tehnicheskie uslovija i metody opredelenija kachestva. M.: Standartinform. – 2017. – 31 s.
7. Simakov, E.A. Metodicheskie ukazaniya po tehnologii selekcionnogo processa kartofelja/ E.A. Simakov, N.P. Skljajarova, I.M. Jashina// M.: ООО «Redakcija zhurnala «Dostizhenija nauki i tehniki APK», 2006. – 70 s.
8. Chamyshev, A.V. Akademik N.I. Vavilov i razvitie otechestvennogo kartofelevodstva/ A.V. Chamyshev// Kartofel' i ovoshhi. – 2018. – № 2. – S. 32–33.

Е.В. Гуреева, кандидат сельскохозяйственных наук
 Институт семеноводства и агротехнологий –
 филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»
 РФ, 390502, Рязанская обл., с. Подвязье, ул. Парковая, 1
 E-mail: elenagureeva@bk.ru

УДК 633.34:551.5(470.318)

DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/28-31

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ СОИ

*Представлены результаты проведенных в 2015–2019 годах в лесостепной агроклиматической зоне исследований с целью выявления зависимости хозяйственно ценных признаков сортов сои от метеорологических условий Рязанской области. Почва опытного участка темно-серая лесная, тяжелосуглинистая. Реакция почвенного раствора $pH_{\text{сол.}}$ – 5,2; содержание гумуса – 5,8 %, подвижного фосфора – 191,4 мг/кг почвы; обменного калия – 108,5 мг/кг почвы; азота нитратного – 8,4 мг/кг; азота аммонийного – 1,57 мг/кг. Объект исследований – сорта сои селекции ФГБНУ «Рязанский НИИСХ» – Магева, Георгия, Касатка, Светлая. Работа проведена в соответствии с методиками Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и полевого опыта. Для характеристики климатических условий использовали интегрированный показатель – гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова. Установлено, что продолжительность вегетационного периода скороспелых сортов в большей степени зависит от погодных условий июля, раннеспелых – августа. На высоту растения влияют погодные условия июня, на массу 1000 семян – июля. Урожайность сои в значительной степени зависит от климатических условий в период прохождения культурой основных фаз развития. Средняя урожайность за годы исследования по сортам находилась в интервале от 1,37 до 1,79 т/га, наибольшая отмечена в 2015 и 2016 годах при ГТК близком к 1, самая низкая получена в 2018 при ГТК = 0,6. Выявлена существенная связь между урожайностью семян, массой семян с растения и ГТК вегетационного периода: вариация урожайности семян сои на 67 % зависит от изучаемых факторов ($R^2 = 0,67$).
Ключевые слова: гидротермический коэффициент, соя, вегетационный период, урожайность, Рязанская область.*

E.V. Gureeva, PhD in Agricultural sciences

*Institute of Seed and Agricultural Technology – a branch of the Federal Scientific Agricultural Engineering Center VIM
 RF, 390502, Ryazanskaya oblast', Ryazanskij rajon, s. Podvyaz'e, ul. Parkovaya, 1
 E-mail: elenagureeva@bk.ru*

INFLUENCE OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ON ECONOMICALLY VALUABLE SOYBEAN TRAITS

*The results of research conducted in 2015–2019 in the forest-steppe agroclimatic zone to identify the dependence of economically valuable traits of soybean varieties on the meteorological conditions of the Rязan region are presented. The soil of the experimental site is dark gray forest, heavy loamy in granulometric composition. Reaction of the soil solution- $pH_{\text{sol.}}$ – 5,2; humus content 5,8 %. Mobile phosphorus content – 191.4 mg/kg of soil; exchange potassium content – 108.5 mg/kg of soil; nitrate nitrogen – 8.4 mg/kg; ammonium nitrogen – 1.57 mg/kg. The object of the research were varieties of soybean breeding, FEDERAL state scientific institution «Rязan research Institute of agriculture» – Mahewa, George, Whale, Light. The work was carried out in accordance with the methodology of the State variety testing of agricultural crops and the methodology of field experience. To characterize the climatic conditions, we used an integrated indicator – Selyaninov's hydrothermal coefficient (GTC). It was found that the duration of the growing season of early – maturing varieties depends more on the weather conditions in July, early-maturing varieties – on the conditions in August. The height of the plant is affected by weather conditions in June, and the weight of 1000 seeds – in July. The yield of soybeans largely depends on the climatic conditions during the main stages of development of the crop. The average yield over the years of the study for varieties was in the range from 1.37 to 1.79 t/ha. The highest yield was recorded in 2015 and 2016 with the GTC close to 1, the lowest yield for varieties was obtained in 2018 with the GTC = 0.6. A significant relationship was found between seed yield, seed weight from the plant and the GTC of the growing season: the variation in soybean seed yield by 67 % is associated with the action of the studied factors ($R^2 = 0.67$).
Key words: hydrothermal coefficient, soybean, growing season, yield, Rязan region.*

Известно, что родина культурной сои (*Glycine hispida* (Moench) Max) – Юго-Восточная Азия, включающая Горный Китай, Японию, Непал и примыкающие районы. Соя – растение муссонного климата, влаголюбива. [5] Критический по требованию к влаге период – от начала цветения до завершения налива семян, в это время необходимо 50...70 % суммарного водопотребления за вегетацию. Дефицит влаги приводит к снижению продуктивности растений. [4] Значительная доля посевов в России расположена в климатических зонах с неблагоприятными для культуры значениями, как минимум, одного из основных параметров:

продолжительности безморозного периода, суммы эффективных температур, годовых сумм осадков и сезонного их выпадения, гидротермического коэффициента. [3] Центральный район Нечерноземной зоны считается рискованным для соевосаждения. Климатические условия региона соответствуют требованиям скороспелых и раннеспелых форм. [2] Уровень продуктивности сорта – генетически обусловленный признак, характеризующий его потенциальные возможности. Какой будет реальная урожайность зависит во многом от метеоусловий вегетационного периода. Поэтому всестороннее изучение связей в системе условия среды – уро-

жайность имеет важное научно-практическое значение. На продуктивность влияют многие факторы, однако наиболее существенно – температура и влагообеспеченность. [6]

Цель исследований – выявить изменение хозяйственно ценных признаков сортов сои в зависимости от метеорологических условий Рязанской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыты проводили на селекционном участке Института семеноводства и агротехнологий – филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», расположенном в лесостепной агроклиматической зоне Рязанской области. Объект исследований – сорта сои селекции ФНАЦ ВИМ (ранее «Рязанский НИИСХ») *Магева*, *Георгия*, *Касатка*, *Светлая*.

Почва опытного участка темно-серая лесная, тяжелосуглинистая. Реакция почвенного раствора $pH_{\text{col.}} = 5,2$ (ГОСТ 26483-85); гумус – 5,8 % (ГОСТ 26213-91). Содержание подвижного фосфора – 191,4 мг/кг почвы (ГОСТ Р 54650-2011); обменного калия – 108,5 мг/кг (ГОСТ Р 54650-2011); азота нитратного – 8,4 мг/кг (ГОСТ 26951-86); азота аммонийного – 1,57 мг/кг почвы (ГОСТ 26489-85). Работа выполнена по общепринятым методикам. Статистически обрабатывали данные методами дисперсионного и корреляционного анализа. Для характеристики климатических условий использовали интегрированный показатель – гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Вегетационные периоды, в течение которых проводили наблюдения, существенно различались по метеорологическим условиям. Наиболее благоприятными для развития сои были 2015 и 2016 годы. Пониженными температурами воздуха и недостаточным количеством влаги в мае характеризовался 2017 год, период созревания отличался повышенным количеством осадков: у сортов всех групп спелости удлинился период вегетации. В 2018 году в начале вегетации растений наблюдалась почвенная и воздушная засуха (дефицит осадков составил 12,2...44,4 мм, температура мая – июня выше среднемноголетних значений на 6,6...3,3 °С). В 2019 году преобладали повышенные температуры с достаточным количеством осадков в первой половине вегетации и приближением к среднемноголетним значениям по температурному режиму, количество осадков в генеративный период развития растений уменьшалось.

Продолжительность вегетационного периода в условиях центрального района Нечерноземной зоны – лимитирующий показатель для возделывания сои. Длина периода вегетации варьировала от 89 сут. у сорта *Касатка* в 2019 до 111 дн. *Магева* в 2017 году. Исходя из продолжительности вегетационного периода и суммы набранных температур, изучаемые сорта отнесены к двум группам спелости (табл. 1): скороспелые (*Касатка*, *Светлая*) и раннеспелые (*Магева*, *Георгия*). У скороспелых сортов 42 % колебаний вегетационного периода вызывается

Таблица 1. Продолжительность вегетационного периода (дн.), сумма температур (° С) и ГТК по сортам в годы исследований

Год	Магева			Светлая			Касатка			Георгия		
	вегетационный период	сумма температур	ГТК									
2015	101	2078	1,02	97	2008	0,95	94	1963	0,93	106	2154	1,04
2016	101	2218	0,96	92	2068	0,97	94	2110	1,0	101	2218	1,04
2017	111	2153	1,2	100	1946	1,08	98	1916	1,12	108	2078	1,22
2018	96	2220	0,65	93	1996	0,59	91	1948	0,58	96	2220	0,65
2019	97	2017	0,69	91	1859	0,63	89	1816	0,62	99	2029	0,70

Таблица 2. Хозяйственно ценные признаки сортов сои (среднее за 2015–2019 годы)

Признак	<i>Магева</i>	<i>Светлая</i>	<i>Касатка</i>	<i>Георгия</i>
Вегетационный период, дн.	101	95	93	102
Урожайность, т/га	1,68	1,64	1,37	1,79
Высота растения, см	88±11*	76±14	68±6	106±20
Высота прикрепления нижнего боба, см	14,0±1,3	12,4±1,2	11,7±1,3	17,1±1,4
Количество ветвей, шт.	1,3	1,7	2,1	1,8
Количество продуктивных узлов, шт.	12,9	10,6	11,9	14,9
Количество бобов, шт.	26,2	22,3	24,9	28,5
Масса семян с одного растения, г	8,7	8,1	7,1	9,2
Масса 1000 семян, г	147	154	150	153
Содержание, %				
сырого белка	38,3±2,73	41,6±2,42	41,2±1,44	40,3±0,75
сырого жира	19,8±0,56	19,1±1,40	18,3±0,93	20,6±0,6

* – здесь и далее доверительный интервал для среднего значения.

Таблица 3.
Сопряженность (r) основных показателей сортов сои с гидротермическими условиями вегетационного периода (среднее за 2015 – 2019 годы)

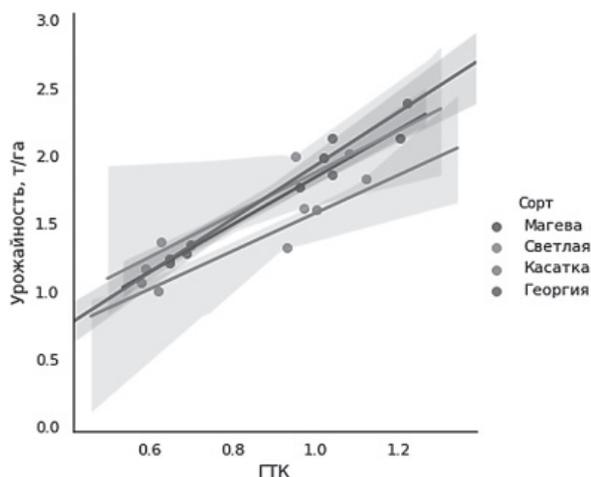
Показатель	ГТК за период				
	май	июнь	июль	август	май-август
<i>Магева</i>					
Высота растения	-0,195*	0,918	0,404	-0,086	0,872
Масса 1000 семян	-0,448	0,391	0,878	0,288	0,697
Масса семян с одного растения	-0,104	0,455	0,938	-0,276	0,545
Урожайность, т/га	0,005	0,701	0,118	0,053	0,230
<i>Георгия</i>					
Высота растения	-0,06	0,817	0,347	0,202	0,654
Масса 1000 семян	-0,797	0,226	0,898	-0,100	0,460
Масса семян с одного растения	-0,665	0,595	0,826	-0,148	0,436
Урожайность, т/га	-0,02	0,807	0,216	0,113	0,492
<i>Касатка</i>					
Высота растения	-0,128	0,661	0,486	0,296	0,939
Масса 1000 семян	-0,818	0,402	0,796	-0,404	0,083
Масса семян с одного растения	-0,147	-0,331	0,626	0,566	0,552
Урожайность, т/га	0,227	0,517	0,259	0,160	0,384
<i>Светлая</i>					
Высота растения	-0,226	0,907	0,452	0,061	0,744
Масса 1000 семян	-0,352	0,179	0,638	0,178	0,282
Масса семян с одного растения	-0,319	-0,213	0,659	0,317	0,490
Урожайность, т/га	-0,031	0,884	0,116	-0,031	0,480

* – коэффициент корреляции, критическое значение r на 5 % уровне значимости 0,878.

погодными условиями июля, 32 % – июня, у ранне-спелых 18 % – июля и 27 % – августа.

Основные элементы структуры урожая растений сои – число продуктивных узлов и бобов на растении, масса 1000 семян и масса семян с одного растения (табл. 2).

Высота растений обуславливает технологичность возделывания культуры. По результатам исследований существенная корреляционная связь



Зависимость урожайности семян сои от ГТК (2015-2019).

высоты растений сои с ГТК июня отмечена у *Магева* и *Светлой* ($t_r = 4,015$ и $t_r = 3,740$), у сорта *Касатка* – с ГТК вегетационного периода ($t_r = 4,741$), что подтверждается критерием существенности коэффициента корреляции ($t_{r_{теор}} = 3,182$). Между массой 1000 семян и ГТК июля у сортов *Магева* и *Касатка* корреляционная зависимость сильная, у *Светлой* – средняя (табл. 3), а у *Георгия* – существенная ($t_r = 3,542$).

Наибольшая урожайность получена в 2015 и 2016 годах при ГТК близком к 1, самая низкая – в 2018 году при ГТК = 0,6 (см. рисунок). Урожайность по сортам колебалась от 1,01 т/га у сорта *Касатка* в 2019 году до 2,13 т/га у *Георгия* в 2015 году. Средняя урожайность по сортам находится в интервале от 1,37 до 1,79 т/га (табл. 2).

Установлена существенная связь между урожайностью семян, массой семян с растения и ГТК вегетационного периода. Судя по коэффициенту множественной детерминации ($R^2 = 0,67$) вариация урожайности семян сои всех групп спелости на 67 % связана с действием изучаемых факторов – массой семян с одного растения и ГТК мая-августа.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Головина, Е.В. Физиологические механизмы формирования продуктивности и адаптивности у сортов сои в контрастных метеорологических условиях / Е.В. Головина, А.А. Зеленев, Р.В. Беляева // Земледелие. – 2019. – № 4. – С. 29–32.
2. Гуреева, Е.В. Продуктивность разных по скороспелости сортов сои северного экотипа в зависимости от норм высева и способов посева в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РФ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Е.В. Гуреева. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2009. – 20 с.
3. Зеленцов, С.В. Очень ранний сорт сои Пума / С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко, А.А. Ткачева и др. // Масличные культуры. – 2018. – Вып. 2 (174). – С. 148–151.
4. Фадеева, М.Ф. Влияние погодных условий на признаки технологичности и урожайности сои в условиях Центрального Нечерноземья / М.Ф. Фадеева, Л.В. Воробьева, О.Л. Матвеева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – Т. 66. – № 55. – С. 59–63.
5. Шукис, Е.Р. Характеристика сортов сои различных групп спелости и их реакция на гидротермические условия среды / Е.Р. Шукис, В.Н. Мухин, С.К. Шукис // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (159). – С. 23–29.
6. Kahlon, C.S. An analysis of yield component changes for new vs. old soybean cultivars / C.S. Kahlon, J.E. Board, M.S. Rang // J. Agron. – 2011. – V. 103. – P. 13–22.

LIST OF SOURCES

1. Golovina, E.V. Fiziologicheskie mekhanizmy formirovaniya produktivnosti i adaptivnosti u sortov soi v kontrastnykh meteorologicheskikh usloviyakh / E.V. Golovina, A.A. Zelenov, R.V. Belyaeva // Zemledelie. – 2019. – № 4. – S. 29–32.
2. Gureeva, E.V. Produktivnost' raznykh po skorospelosti sortov soi severnogo ekotipa v zavisimosti ot norm vyseva i sposobov poseva v usloviyakh Central'nogo rajona Nечernozemnoj zony RF: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.09 / E.V. Gureeva. – M.: RGAU-MSKHA imeni K.A. Timiryazeva. – 2009. – 20 s.

3. Zelencov, S.V. Ochen' rannij sort soi Puma / S.V. Zelencov, E.V. Moshnenko, A.A. Tkacheva i dr. // Maslichnye kul'tury. — 2018. — Вып. 2 (174). — S. 148–151.
4. Fadeeva, M.F. Vliyanie pogodnyh uslovij na priznaki tekhnologichnosti i urozhajnosti soi v usloviyah Central'no-go Nechernozem'ya / M.F. Fadeeva, L.V. Vorob'eva, O.L. Matveeva // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. — 2018. — Т. 66. — № 55. — S. 59–63.
5. Shchukis, E.R. Harakteristika sortov soi razlichnyh grupp spelosti i ih reakciya na gidrotermicheskie usloviya sredy / E.R. Shchukis, V.N. Muhin, S.K. Shchukis // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. — 2018. — № 1 (159). — S. 23–29.
6. Kahlon, C.S. An analysis of yield component changes for new vs. old soybean cultivars / C.S. Kahlon, J.E. Board, M.S. Rang // J. Agron. — 2011. — V. 103. — P. 13–22.

Е.Н. Седов, академик РАН, профессор
Т.В. Янчук, кандидат сельскохозяйственных наук
С.А. Корнеева, кандидат сельскохозяйственных наук
 Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур
 РФ, 302530, Орловская область, Орловский район, д. Жилина
 E-mail: sedov@vniispk.ru

УДК 634.11:631.52

DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/31-33

ПОПОЛНЕНИЕ СОРТИМЕНТА ЯБЛОНИ ГЛУБОКОЗИМНИМИ СОРТАМИ

Во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур крупномасштабная и целенаправленная работа по выведению новых сортов яблони ведется с 1956 года. Создано и включено в Госреестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию (районировано) 55 сортов яблони разных сроков созревания плодов. Особый интерес представляют районированные сорта яблони с плодами, способными к длительному хранению в плодохранилищах: Александр Бойко, День Победы, Куликовское, Министр Киселев, Синап орловский, а также сорт Ждановское, проходящий государственное испытание. В статье дается краткая характеристика шести сортов и более полная нового сорта Ждановское. Триплоидный сорт Синап орловский уже включен в Госреестр четырех регионов России, Куликовское — в трех, сорт Свежесть — в двух, сорта Александр Бойко, День Победы и Министр Киселев включены в Госреестр только по Центрально-Черноземному региону. Интерес для производства представляет также сорт Ждановское, который находится в государственном испытании. Его плоды в плодохранилище способны сохраняться до середины марта. Среди перечисленных сортов — пять триплоидных сорта, в том числе два, обладающих иммунитетом к парше. Известно, что у триплоидных сортов более регулярное плодоношение по годам, по сравнению с другими. Внедрение в широкое производство иммунных к парше сортов способствует улучшению экологической обстановки в саду и обеспечивает наиболее чистую в санитарном отношении продукцию. Всесторонняя оценка этих сортов — первостепенная задача селекционных учреждений и производства.

Ключевые слова: яблоня, селекция, триплоидия, иммунитет к парше, районирование сортов.

E.N. Sedov, Academician of RAS, Professor
T.V. Yanchuk, PhD in Agricultural sciences
S.A. Korneeva, PhD in Agricultural sciences
 Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding
 RF, 302530, Orlovskaya oblast', Orlovskij rajon, d. Zhilina
 E-mail: sedov@vniispk.ru

REPLENISHMENT OF AN APPLE TREE ASSORTMENT WITH DEEP WINTER VARIETIES

Large-scale and purposeful work on the development of new apple cultivars has been carried out at Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding since 1956. Over a long period of time, 55 apple cultivars of different fruit maturation periods were created and included in the state register of breeding achievements approved for use (zoned). Apple cultivars with fruits capable of long-term storage in refrigerator are of particular interest. Cultivars fruits of which can store until mid-March or longer include zoned cultivars: Aleksandr Boiko, Den Pobedy, Kulikovskoe, Ministr Kislev, Sinap Orlovsky, as well as Zhdanovskoe, which is passing state testing. The article provides a brief description of six cultivars and a more complete characteristic of new cultivar Zhdanovskoe. Triploid cultivar Sinap Orlovsky is included in the state register in four regions of Russia, Kulikovskoe — in three regions, Svezhest — in two regions while Aleksandr Boiko, Den Pobedy, Kulikovskoe and Ministr Kislev are included in the state register only in the Central Chernozem region. Zhdanovskoe, which is passing state testing, is also of interest for industry. Its fruit are stored in the refrigerator till mid-March. Among the listed cultivars there are 5 triploid cultivars, including 2 triploid cultivars that are immune to scab. It is known that triploid cultivars are prone to more regular fruiting over the years and have larger and more marketable fruits, and the introduction of scab-immune cultivars into widespread production improves the environmental situation in the orchard and provides cleaner products. The primary task of breeding institutions and production is to give these cultivars a comprehensive assessment.

Key words: apple, breeding, triploids, scab immunity, cultivar zoning.

Сортимент яблони постоянно пополняется новыми сортами отечественной зарубежной селекции. За последние 30 лет районировано более 50 сортов яблони, созданных только во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур. Тем не менее, до сих пор ощущается дефицит высококачественных позднезимних сортов яблони с продолжительной лежкостью плодов (до середины марта и более).

Цель работы – оценить позднезимние сорта яблони селекции ВНИИСПК.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в садах селекционных и сортоизучения, в лабораториях института с 1958 по 2019 год. Согласно общепринятым программам и методам, в совершенствовании которых авторы приняли участие.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В институте создано около 30 сортов яблони с зимним созреванием плодов. Краткая характеристика шести сортов с длительной лежкостью плодов (не менее чем до середины марта) приведена в таблице. Сорт *Свежесть* обладает иммунитетом к парше (ген V_f), а плоды его способны сохраняться в плодохранилище до мая и дольше. Четыре триплоидных сорта. Это *Александр Бойко*, *День Победы*, *Министр Киселев* и *Синап орловский*. Два из них – *Александр Бойко* и *Министр Киселев* впервые в России получены от интервалентных (разноплоидных) скрещиваний типа $2_x \times 4_x$, а два других – *День Победы* и *Синап орловский* – в результате отсутствия редукции числа хромосом у одного из родительских сортов (фото на 4-й стр. обл.).

Синап орловский широко известен садоводам, он включен в Госреестр, допущенных к использованию в 1979 году и районирован в четырех регионах России: Северо-Западном, Центральном, Центрально-Черноземном и Средневолжском. Сорт Куликовское включен в Госреестр в 1984 году, районирован в трех регионах – Центральном, Центрально-Черноземном и Средневолжском. Позднезимний сорт *Свежесть* районирован в двух ре-

гионах Центральном и Центрально-Черноземном. Сорта *Александр Бойко*, *День Победы* и *Министр Киселев* пока районированы только в Центрально-Черноземном регионе, куда входят Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская и Тамбовская области. Позднезимний сорт *Ждановское* передан на государственное испытание в 2020 году.

Хозяйственно-биологическая характеристика сорта яблони *Ждановское*

Триплоидный иммунный к парше сорт с плодами зимнего срока созревания. Скрещивание [*Имрус* \times 25-37-45 (*Орловская гирлянда* \times *Уэлси тетраплоидный*)] проведено в 2005 году, посев гибридных семян в 2006 году, отбор в селекционной школке – в 2007 году, имеется девять деревьев на квартале 29 (подвой П-60).

Авторы сорта: Седов Е.Н., Серова З.М., Корнеева С.А., Янчук Т.В.

Деревья с округлой кроной средней густоты. Ветви отходят от ствола под углом близким к прямому. **Побеги** средней толщины, прямые, округлые в сечении, коричневые, опушенные. Чечевички малочисленные, мелкие. Тип плодовых образований: простые и сложные кольчатки. Листья крупные, продолговатые, яйцевидные, короткозаостренные, темно-зеленые, морщинистые с грубой нервацией. Пластинка листа вогнутая, изогнута вниз, опушенность отсутствует или слабая. Край листа крупнородчатый, волнистый. Черешок листа средней длины, слабоопушенный.

Плоды выше средней массы (180 г), по форме приплюснутые, широкоребристые, скошенные. Плодоножка короткая, средней толщины, прямая, косопоставленная. Воронка средней глубины, остроконическая, узкая, со средней оржавленностью. Основная окраска зеленовато-желтая, покровная (на большей части поверхности плода, размытая), темно-красная, во время съема – малиновая. Подкожные точки малочисленные, мелкие, зеленые, слабозаметные. Сердечко сердцевидное, среднего размера. Подчашечная трубка короткая, средней ширины, цилиндрическая. Семенные ка-

Краткая хозяйственно-биологическая характеристика позднезимних сортов яблони селекции ВНИИСПК

Сорт и его происхождение	$3_x, V_f$	Срок созревания	Продолжительность лежкости плодов	Масса плодов, г	Внешний вид плодов, балл	Вкус плодов, балл	Год включения в Госреестр
<i>Александр Бойко</i> (<i>Прима</i> \times <i>Уэлси тетраплоидный</i>)	$3_x + V_f$	Зимний	До второй декады марта	200	4,4	4,3	2013
<i>День Победы</i> (<i>Ветеран</i> \times <i>Хоркоут</i>)	3_x	То же	До середины марта	140	4,4	4,3	2020
<i>Куликовское</i> (<i>Кинг</i> – свободное опыление)	–	–//–	До конца марта	125	4,4	4,2	1997
<i>Министр Киселев</i> (<i>Чистотел</i> \times <i>Уэлси тетраплоидный</i>)	3_x	–//–	До середины марта	170	4,4	4,4	2017
<i>Свежесть</i> (<i>Антоновка краснобочка</i> \times PR12T67)	V_f	Позднезимний	До мая	140	4,3	4,2	2001
<i>Синап орловский</i> (<i>Северный синап</i> \times <i>Память Мичурина</i>)	3_x	То же	До конца апреля	150	4,3	4,4	1989

Условные обозначения: 3_x – сорт триплоидный, V_f – иммунный к парше, $3_x + V_f$ – триплоидный сорт, обладающий иммунитетом к парше.

меры закрытые, среднего размера. Семена среднего размера, конические, недоразвитые. Мякоть плодов белая, плотная, колючая, мелкозернистая, очень сочная, кисло-сладкая со слабым ароматом.

Внешний вид и вкус плодов оцениваются на 4,5 балла, у контрольного сорта *Синап орловский* на 4,3 и 4,4 балла, соответственно.

Урожайность 7-летних деревьев сорта *Ждановское* на карликовом подвое П-60 за последние че-

тыре года составила 15,7 т/га, контрольного сорта – 12,5 т/га.

Съемная зрелость плодов в условиях Орла наступает в первой декаде сентября. Период потребления плодов продолжается с октября до середины марта.

Достоинства сорта: регулярное плодоношение, высокие товарные и потребительские качества плодов, иммунитет к парше (ген V_r), лежкость (фото на 4-й стр. обл.).

Е.Н. Киселёва

М.А. Раченко, доктор сельскохозяйственных наук

Л.Е. Камышова, А.М. Раченко

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН

РФ, 664038, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 132

E-mail: bigmks73@rambler.ru

УДК 634.711.1

DOI:10.30850/vrsn/2021/1/33-36

БИОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТАНТНОЙ МАЛИНЫ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Исследования проводили на территории коллекционного участка СИФИБР СО РАН. Объектами изучения послужили 10 сортов и 3 отборные формы ремонтантной малины селекции Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства. Малину возделывали в однолетней культуре. Биолого-хозяйственные особенности объекта на территории лесостепной зоны Предбайкалья изучали маршрутным способом. Фактическую продуктивность учитывали по массе созревших ягод на одном кусте до наступления сильных заморозков. В работе руководствовались программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. По результатам наблюдений дана сравнительная биолого-хозяйственная оценка культуры по продуктивности и срокам созревания плодов, особенностям формирования кустов у некоторых сортов. Из скороспелых сортов отмечены Недосыгаемая, Пингвин, Золотые купола, Евразия - начинают плодоносить в первой декаде августа. Наибольшая стабильность по продуктивности выявлена у сортов: Геракл, Оранжевое чудо, Рубиновое ожерелье и формы 37-15-4. Ягоды у сортов Апельсин, Золотые купола, Рубиновое ожерелье, формы 1-220-1 в дождливый период повреждаются гнилями, растения сортов Недосыгаемая, Пингвин, Геракл, Апельсин и Золотые купола – паутиным клещом.

Ключевые слова: сорт, продуктивность, ремонтантная малина, масса ягоды, Иркутская область.

E.N. Kiseleva

M. A. Rachenko, Grand PhD in Agricultural sciences

L. E. Kamyshova, A.M. Rachenko

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Siberian Branch of RAS

RF, 664033, g. Irkutsk, ul. Lermontova, 132

E-mail: bigmks73@rambler.ru

BIOLOGICAL AND ECONOMIC FEATURES OF EVERBEARING RASPBERRY IN SOUTHEAST CONDITION OF FOREST STEPPE ZONE IN IRKUTSK REGION

The purpose of this work was to study biological and economic peculiarities of repair raspberry varieties cultivated in the south-eastern part of Irkutsk region. The research was conducted on the territory of the collection site of SIFIBR SB RAS. The objects of research were 10 varieties and 3 selected forms of repair raspberries of selection of FSBNU "All-Russian Breeding and Technological Institute of Horticulture and Nursery Management". Raspberries were cultivated in annual culture. Biological and economic peculiarities of the object of research on the territory of the forest-steppe zone of the Predbaikal region were studied by the route method. Actual productivity was taken into account by mass of ripe berries on one bush before severe frosts. The research was carried out according to the program and methods of variety study of fruit, berry and nut crops. According to the results of observations a comparative biological and economic assessment of the studied objects by productivity and terms of fruit ripening, peculiarities of bush formation in some varieties was given.

Key word: variety, productivity, repair raspberry, berry, maximum weight, average weight.

Ремонтантная малина – одна из малоизученных культур в Предбайкалье. Эту культуру исследовали специалисты СИФИБР СО РАН и Иркутского ГАУ

им. Ежовского: Е.И. Раченко, Н.Э. Мартынова, М.А. Раченко (2010–2017), М.Ю. Пушина, Р.А. Сагирова (2017). [4, 6]

Ремонтантная малина вызывает интерес способностью плодоносить как на двухлетних, так и однолетних побегах. При однолетнем использовании стебли с листьями, которые чаще всего – источники инфекций, в конце осени срезают и уничтожают. Такой способ дает возможность снизить энергозатраты на укрытие посадок, уменьшить накопление возбудителей болезней (*Septoria rubi* Sacc., *Gloeosporium venetum* Speg., *Didymella applanata* Sacc.) и вредителей, зимующих на остатках растений. Ученые отмечают достоинство ремонтантной малины – ее выращивание может продлить срок потребления свежих ягод на 1,5...2 мес. [8] Объясняется это тем, что плодоношение у ремонтантных форм наступает позже, чем у малины обыкновенной, но оно растянутое и продолжается до того времени, когда заморозки перестают нести спорадический характер. Считается, что наиболее яркий и существенный показатель высокой адаптации сорта – его продуктивность. [1]

Иркутский район относится к юго-восточной лесостепной зоне и характеризуется продолжительностью вегетационного периода 120...130 дней, сумма температур выше 10°C составляет 1600...1900°C. Безморозный период – 95 дней. Осадков выпадает в год 170...450 мм, с мая по сентябрь – 160...270 мм. [7] Климатические условия нельзя назвать благоприятными, но возделывание этой культуры возможно. По данным И.В. Казакова ремонтантным сортам для созревания плодов требуется 120...130 безморозных суток при сумме активных температур 1800...2000°C. [3] И эти условия выполнимы.

В перспективе планируется отбор родительских форм с целью формирования коллекции сортов для дальнейшего развития культуры в регионе. Harvey K. в своих работах отмечает, что некоторые признаки, такие как урожайность, устойчивость, количество и высота побегов, здоровье растений не могут быть оценены до второго или третьего сезона сбора урожая. [9]

Цель работы – проанализировать биолого-хозяйственные особенности сортов, возделываемых на коллекционном участке для отбора адаптивных и устойчиво продуктивных сортов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужили 10 сортов и 3 отборные формы ремонтантной малины селекции Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства, возделываемые в питомнике СИФИБР СО РАН.

Растения на коллекционном участке выращивали в равных агротехнических и климатических условиях.

Изучали биолого-хозяйственные особенности: продуктивность, сроки созревания плодов, особенности формирования кустов, устойчивость к гнилям плодов и поражаемости паутиным клещом.

Продуктивность определяли с каждого растения от начала плодоношения до наступления устойчивых и продолжительных заморозков. Отмечали минимальную и максимальную массу ягоды с растения и сорта в целом.

Среднюю массу плодов вычисляли взвешиванием 100 ягод и делением полученного показателя на их количество. Статистическую обработку результатов проводили по стандартной методике.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование куста

У сортов *Пингвин*, *Золотые купола*, *Евразия* плодоношение, как правило, начинается в первой декаде августа, 2019 год не стал исключением. Позже созревают плоды у сортов: *Жар птица*, *Оранжевое чудо*, у форм 32-151-1 и 37-15-4 во второй-третьей декаде августа. У сортов *Апельсин*, *Рубиновое ожерелье*, *Бриллиантовая* эта фаза наступает с первой декады августа по первую сентября, в зависимости от года (табл. 1). Формирование и созревание плодов продолжается до устойчивых заморозков.

За вегетационный период растения формировались дважды с подвязыванием кустов к шпалере. Высокорослым сортам – *Оранжевое чудо* (средняя высота стебля 151,9 см), *Жар птица* (156,8 см) и гибриду 32-151-1 (169,3 см) – необходима была дополнительная подвязка.

Низкорослым сортам – *Евразия* (средняя высота стеблей 88,9 см), *Пингвин* (95,8 см) и гибриду 1-220-1 (86,4 см) достаточно было и одной подвязки. Куст формировали в 3-4 стебля.

У сортов *Пингвин*, *Евразия*, *Золотые купола*, форм 1-220-1 и 32-151-1 оставляли 4-5 стеблей, так как они были хрупкими, легко обламывались у основания.

Урожайность

В работах селекционеров показана важность урожайности куста [2], которая определяется комплексом показателей: количество генеративных побегов, ягод на кусте и их масса. Основной компонент продуктивности – масса плодов. [2] За период наблюдений самыми крупноплодными были сорта – *Рубиновое ожерелье* (максимальная масса 8...9 г), *Геркул* (7...8), *Оранжевое чудо* (6...6,9), *Жар птица* (6...7,5) и формы 37-15-4 и 32-151-1 (6,5...8 г) (табл. 2). Максимальный размер плодов сохраняется в течение ряда лет, то есть он наиболее стабилен и меньше подвержен влиянию погодных условий.

Таблица 1.

Время плодоношения ремонтантной малины в юго-восточной части Иркутской области

Форма, сорт	Дата вступления в плодоношение	
	в 2019 году	средняя по годам
32-151-1	28 августа	8–13 августа
37-15-4	28 августа	8–15 августа
1-220-1	31 июля	10–12 августа
<i>Евразия</i>	14 августа	13–18 августа
<i>Пингвин</i>	07 августа	31 июля–8 августа
<i>Геркул</i>	14 августа	31 августа
<i>Золотые купола</i>	07 августа	2–7 августа
<i>Оранжевое чудо</i>	28 августа	12–17 августа
<i>Рубиновое ожерелье</i>	28 августа	31 июля–8 августа
<i>Жар птица</i>	02 сентября	28 августа
<i>Апельсин</i>	13 сентября	0
<i>Бриллиантовая</i>	Фаза плодоношения не наступила	30 августа
<i>Недосягаемая</i>	–	31 июля–5 августа

Таблица 2.

Масса и продуктивность ягод ремонтантной малины, выращенной в юго-восточной части Иркутской области

Форма, сорт	Средняя масса ягоды, г			Средняя максимальная масса ягоды, г		
	в 2019 году	по годам	максимальная в 2019 году	в среднем по годам	максимальная в 2019 году	по годам
1-220-1	3,1±1,0	5,3±0,45	4,6±1,09	6,7±0,73	6	8,0
32-151-1	2,8±0,75	6,0±0,87	7±1,56	8,2±1,69	6	12,0
37-15-4	3,4±1,15	3,9±0,57	7,1±1,29	5,9±0,47	8	6,5
<i>Евразия</i>	2,2±0,74	3,6±0,63	3,7±1,06	6,1±0,62	5	7,1
<i>Пингвин</i>	2,3±0,50	4,3±0,43	4,6±0,52	6,0±0,23	5	6,3
<i>Геракл</i>	3,3±0,57	5,6±0,75	6,1±0,74	7,3±0,51	7	8,5
<i>Золотые купола</i>	1,9±1,0	3,9±0,56	2,7±0,48	5,5±0,63	3	5,7
<i>Оранжевое чудо</i>	3,6±0,98	3,7±0,47	5,5±0,53	6,5±0,33	6	6,9
<i>Рубиновое ожерелье</i>	3,2±0,95	3,4±0,73	6,6±0,84	7,9±0,76	8	9,2
<i>Жар птица</i>	2,9±0,98	5,4±0,74	4,5±0,97	6,5±0,58	6	7,5
<i>Апельсин</i>	3,6±0,59	0	6,3±0,58	0	7	0
<i>Бриллиантовая</i>	0	5,8±0,29	0	6,4±0,57	0	7,2
<i>Недосягаемая</i>	0	4,2±0,43	0	6,2±0,33	0	6,9

Небольшой, но устойчивый по годам максимальный размер плодов у сорта *Пингвин* (5...6,3 г).

У сортов *Евразия*, *Золотые купола*, форм 1-220-1 и 32-151-4 показатели максимальной массы плодов варьируют по годам, возможно, они более подвержены влиянию погодных условий в вегетационный период.

Наблюдения исследователей показали, что в регионе среди изученных растений ни один сорт и отборная форма не смогли на 100 % реализовать свой потенциал. [5] Можно заключить не о полной, а о стабильной отдаче урожая в течение ряда лет. Этот момент более значим, чем 100 %-я отдача.

Другой важный показатель - средняя максимальная масса ягод исследуемых сортов и форм по годам. Не стабильными с разницей более 2 г были сорта: *Евразия*, *Жар птица*, *Золотые купола*, форма 1-220-1.

Мы сравнили среднюю массу плодов на старых и молодых растениях. Значительное снижение (более чем на 2 г) отмечено у сортов: *Золотые купола*, *Жар птица*, *Геракл*, *Пингвин* и форм 1-220-1, 32-151-4, незначительно этот показатель (менее 1,5 г) отличается у *Евразии*, *Оранжевого чуда*, *Рубинового ожерелья* и формы 37-15-4.

В работе изучали устойчивость растений ремонтантной малины к болезням и вредителям

Установлено, что в дождливый период у сортов *Апельсин*, *Золотые купола*, *Рубиновое ожерелье* и у формы 1-220-1 ягода становится водянистой и сильно поражается плодовыми гнилями. Сорта *Недосягаемая*, *Пингвин*, *Геракл*, *Апельсин* и *Золотые купола* чаще других поражаются паутинным клещом (*Tetranychus* sp.).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Богомолова, Н.И. Основные биометрические параметры растений малины как составляющие высокой продуктивности сорта./ Н.И. Богомолова //Вестник аграрной науки. – 2018. – № 3 (72). – С. 19–23.
2. Евдокименко, С.Н. Биологический потенциал ремонтантной малины в селекции на продуктивность/ С.Н. Евдокименко, И.В. Алексеенко// Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2019. – Т. 148. – С. 170–179.

3. Казаков, И.В., Ремонтантная малина в России. / И.В. Казаков, А.И. Сидельников, В.В. Степанов. – Челябинск: Науч.-произв. об-ние «Сад и огород», (Изд. 3-е, с изм. и доп.), 2010. – 136 с.
4. Пушина, М.Ю. Оценка продуктивности сортов малины ремонтантного типа в связи с ее интродукцией в условиях Предбайкалья/ М.Ю. Пушина, М.А. Раченко, Р.А. Сагирова// Вестник ИрГСХА. – 2017. – № 79. – С. 67–72.
5. Пушина, М.Ю. Наиболее популярные сорта малины в условиях лесостепной зоны Предбайкалья/ М.Ю. Пушина, М.А. Раченко, Р.А. Сагирова//Актуальные вопросы аграрной науки. – 2017. – № 25. – С. 12–20.
6. Раченко, Е.И. Эколого-биологические особенности ремонтантных сортов малины в условиях юга Иркутской области/ Е.И. Раченко, Н.Э. Мартынова, М.А. Раченко //Современное садоводство. – 2013. – № 3. – С. 76–81.
7. Солодун, В.И., Методология разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия для агроландшафтов Предбайкалья/ В.И. Солодун, А.М. Зайцев// Вестник ИрГСХА. – 2015. – № 71. – С. 24–31.
8. Щербакова, Г.В. Выращивание саженцев малины ремонтантного типа/ Г.В. Щербакова, Е.С. Кравцова // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. – 2019. – № 1 (54). – С. 16–20.
9. Harvey K. Hall, Plant Breeding Reviews/ Harvey K. Hall, Kim E. Hummer, Andrew R. Jamieson et al.// Raspberry Breeding and Genetics. – October 2009. – Volume 32. – pp. 39 – 353.

LIST OF SOURCES

1. Bogomolova, N.I. Osnovnye biometricheskie parametry rastenij maliny kak sostavlyayushchie vysokoj produktivnosti sorta./ N.I. Bogomolova //Vestnik agrarnoj nauki, 2018. – № 3 (72). –S. 19–23.
2. Evdokimenko, S.N. Biologicheskij potencial remontantnoj maliny v selekcii na produktivnost'/ S.N. Evdokimenko, I.V. Alekseenko// Sbornik nauchnyh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada. – 2019. – Т. 148. – С. 170–179.
3. Kazakov, I.V., Remontantnaya malina v Rossii. /I.V. Kazakov, A.I. Sidel'nikov, V.V. Stepanov. – CHelyabinsk: Nauch.-proizv. ob-nie «Sad i ogorod», (Izd. 3-e, s izm. i dop.), 2010. – 136 s.

4. Pushchina, M.YU. Ocenka produktivnosti sortov maliny remontantnogo tipa v svyazi s ee introdukciej v usloviyah Predbajkal'ya/ M.YU. Pushchina, M.A. Rachenko, R.A. Sagirova // Vestnik IrGSKHA. – 2017. – № 79. – S. 67–72.
5. Pushchina, M.YU. Naibolee populyarnye sorta maliny v usloviyah lesostepnoj zony Predbajkal'ya/ M.YU. Pushchina, M.A. Rachenko, R.A. Sagirova // Aktual'nye voprosy agrarnoj nauki. – 2017. – № 25. – S. 12–20.
6. Rachenko, E.I. Ekologo-biologicheskie osobennosti remontantnyh sortov maliny v usloviyah yuga Irkutskoj oblasti/ E.I. Rachenko, N.E. Martynova, M.A. Rachenko // Sovremennoe sadovodstvo. – 2013. – № 3. – S. 76–81.
7. Solodun, V.I., Metodologiya razrabotki adaptivno-landshaftnyh sistem zemledeliya dlya agrolandshaftov Predbajkal'ya/ V.I. Solodun, A.M. Zajcev // Vestnik IrGSKHA. – 2015. – № 71. – S. 24–31.
8. Shcherbakova, G.V. Vyrashchivanie sazhencev maliny remontantnogo tipa/ G.V. Shcherbakova, E.S. Kravcova // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo agrarnogo unversiteta. – 2019. – № 1 (54). – S. 16–20.
9. Harvey K. Hall, Plant Breeding Reviews/ Harvey K. Hall, Kim E. Hummer, Andrew R. Jamieson et al. // Raspberry Breeding and Genetics. – October 2009. – Volume 32. – pp. 39–353.

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРОЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

объявляет в 2021 году

КОНКУРС

**на соискание медали имени Анатолия Васильевича Альбенского
за научные достижения в области агролесомелиорации
и защитного лесоразведения**

**Срок представления работ
до 19 сентября 2021 года**

**Конкурс приурочивается ко дню рождения ученого.
Победитель награждается медалью имени выдающегося
ученого-агролесомелиоратора А.В. Альбенского
за научные работы, имеющие крупное теоретическое
и практическое значение, а также дипломом установленного образца
и денежной премией.**

Более подробная информация об условиях проведения конкурса
размещена на сайте:

<https://vfanc.ru/notices/fnts-agroekologii-ran/fnts-agroekologii-ran-obyavlyayet-v-2021-godu-konkurs-im-a-v-albenskogo-za-nauchnye-dostizheniya-v-ob/>

П.М. Ахмедова, кандидат сельскохозяйственных наук
 Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан
 РФ, 367014, Республика Дагестан, г. Махачкала, мкр. Научный городок, ул. А. Шахбанова, 30
 E-mail: apm64@mail.ru

УДК: 635.649: 631.544.7

DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/37-41

ОЦЕНКА НОВЫХ ГИБРИДОВ ТОМАТА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

В условиях защищенного грунта Дагестана томат по площадям выращивания занимает первое место, по стране он на втором месте после огурца. Однако его производство пока не достигло уровня, необходимого для удовлетворения потребностей населения. Выращивание томата позволяет решать проблему импортозамещения, обеспечивает постоянное поступление свежей овощной продукции и сбалансированного, наиболее полноценного питания человека на протяжении всего года. При изучении овощных культур в условиях защищенного грунта выявлены как общие положения, характерные для любого региона, так и специфические особенности, зависящие от комплекса местных природных условий. Уровень радиации, температура, влажность, ветровая и снеговая нагрузки накладывают определенный отпечаток на технологию выращивания томата, чем и обуславливают актуальность проблемы разработки научно обоснованных элементов технологий их производства, обеспечивающих высокую урожайность овощных растений и экологически чистую внесезонную продукцию. При большом разнообразии почвенно-климатических условий Дагестана, территорий с резкими природными контрастами, даже в пределах отдельно взятого агроклиматического района, особенности светового и других режимов микроклимата требуют уточнения важнейших элементов агротехники. Одна из главных составляющих технологии выращивания томата – своевременная защита от болезней и вредителей. При отсутствии системы защитных мероприятий потери урожая могут достигать 50 % и более. В связи с этим, проведена оценка новых гибридов F1 в пленочных теплицах в зимне-осеннем обороте, выделены наиболее перспективные для условий Дагестана, разработаны основные элементы их возделывания. В статье представлены результаты динамики поступления урожая по месяцам. Показано влияние сроков посева и посадки на урожайность томатов, определена оптимальная схема посева и посадки томатов. Составлен фенологический календарь по защите растений. Обоснована перспективность выращивания изучаемых гибридов в данном регионе.

Ключевые слова: томат, сорта, зимне-весенний оборот, гидропоника, защищенный грунт, защита растений, масса плода, плодоношение, урожайность, Дагестан.

P.M. Akhmedova, PhD in Agricultural sciences
 Federal Agrarian scientific Center of the Republic of Dagestan
 RF, 367014, Respublika Dagestan, g. Mahachkala, mkr. Nauchnyj gorodok, ul. A. Shahbanova, 30
 E-mail: apm64@mail.ru

ASSESSMENT OF NEW TOMATOES HYBRIDS IN A COVERED CROP

In the conditions of covered crop in Dagestan tomato ranks the first in terms of cultivation area and in the country it is the second place after cucumber. However, tomato production has not yet reached the level necessary to meet people's need. Growing it allows solving the problem of import substitution, ensures a constant supply of fresh vegetable products and solves the problem of a balanced, complete nutrition human nutrition throughout the year. When studying vegetable crops in covered crop conditions were revealed both general provisions characteristic of any region and specific features depending on the complex of local natural conditions. The level of radiation, temperature, humidity, wind and snow loads leave a certain influence on the growing tomatoes technology, which makes the problem of developing scientifically grounded elements of technologies for their production, ensuring high yields of vegetable plants and environmentally safe out-of-season products. With a wide variety of soil and climatic conditions in Dagestan, territories with extreme natural contrasts, even within a single agroclimatic region, the features of light and other microclimate regimes require clarification of the most important elements of agricultural technology. One of the main components of tomato growing technology is timely protection against diseases and pests. In the absence of a system of protective measures yield losses can reach 50 % or more. In this context, the assessment of new F1 hybrids in film greenhouses in the winter-autumn circulation was carried out, the most promising of them for the conditions of Dagestan were identified, and the main elements of their cultivation were developed. The article presents the results of the dynamics of the yield of the crop by months. The influence of sowing and planting dates on the tomatoes yield is shown, the optimal scheme of sowing and planting tomatoes is determined. A phenological calendar for plant protection was compiled. The prospects of growing the studied hybrids in this region have been substantiated. Обоснована перспективность выращивания изучаемых гибридов в данном регионе.

Key words: tomato, varieties, winter-spring rotation, hydroponics, covered crop, plant protection, fruit weight, fruiting, yield, Dagestan.

Благодаря вкусовым качествам и высокой биологической ценности плодов томата их потребление в мире неуклонно растет и за последние 10 лет увеличилось с 28 до 54 кг на душу населения. [5] Вкус плодов определяется содержанием сахаров и кислот. Чем больше солнечных дней, тем выше это соотношение и лучше вкус плодов. [3, 12]

Высокая питательная ценность томатов обусловлена еще и невысокой энергоемкостью: в них

содержится мало белков, жиров, углеводов (около 80 кДж/100 г). Один житель России в год потребляет 100 кг овощей отечественного производства, по медицинским нормам – 140...160 кг. Тепличных овощей на одного россиянина в год приходится 4,4, а необходимо 12...15 кг. [9]

Высокая себестоимость плодов томата из защищенного грунта в районах зимнего овощеводства связана с высокими ценами на энергоносители и

Тепличный комплекс
ООО «Югагрохолдинг» РД



T-34 F1

гибридные семена. Себестоимость выращивания 1 кг томатов в продленном обороте зимних теплиц в России в три раза выше, чем в Турции. [5] Уровень урожайности служит основным показателем экономической целесообразности выращивания того или иного сорта или гибрида. Она находится в высокой положительно фенотипической и генотипической зависимости от количества плодов на растении. [1, 10] Дагестан в последние годы вышел на лидирующее место среди субъектов Южного федерального округа по валовому сбору овощных культур – свыше 1,5...1,8 млн т, немного опередив Ростовскую область, Краснодарский край и другие овощеводческие регионы. В этом числе овощей защищенного грунта – 25 тыс. т, урожайность – свыше 40 кг/м². [8]

Структура тепличного бизнеса в Дагестане заметно отличается от общероссийской. Доля сельскохозяйственных организаций составляет всего 7,8 %, 90 % тепличной продукции выращивает население, 2,2 % – фермерские хозяйства. [11]

При расширении площади под защищенным грунтом требуется повышение эффективности путем внедрения новых, высокопродуктивных сортов и гибридов, интенсивных технологий их возделывания и всех тех конкурентных преимуществ, которыми располагает республика по сравнению с другими регионами страны. [2]

Большой урон наносят урожаю вредители и болезни. В теплицах Дагестана чаще всего из вредителей на посевах появляются белокрылка, тля, паутинный клещ и томатная моль. Мало того, что они ослабляют растения, высасывая сок, тем самым провоцируя курчавость, так еще переносят вирусы и грибковые заболевания. Из болезней часто встречаются мучнистая роса, серая гниль и хлоротическая курчавость томатных листьев, а также распространенна в Дагестане мозаика томатов.

Цель работы – подбор гибридов томата для зимне-весеннего оборота, оптимизация фенологического календаря по защите растений от болезней и вредителей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работу проводили в теплице ООО «Агро-АС», расположенной в Новолакском районе, с. Новокули (Новострой). Тепличный комплекс построен

по передовым технологиям в рамках национального проекта «Эффективный АПК». Площадь составляет 1,1 га. В теплице используют малообъемную технологию выращивания овощей на кокосовом субстрате. ООО «Агро-АС» оснащен полностью автоматизированными системами, значительно облегчающими поддержание необходимого микроклимата и питание растений: проветривание; рециркуляция воздуха; подача CO₂; отопление; полив растений; сбор и отвод дренажа.

Для сравнительной оценки изучаемых гибридов был заложен параллельно еще опыт по срокам посадки в крупной промышленной теплице ООО «Югагрохолдинг» в пригороде Махачкалы.

Тепличный комплекс представляет собой усовершенствованную разновидность теплиц четвертого поколения (ТК ООО «Агро-АС»), сохранены все их преимущества. Кроме того, в теплице обеспечивается оптимальное соотношение объема светопропускания и вентиляции для максимизации урожайности овощей; используется малообъемная технология выращивания овощей на кокосовом субстрате.

Для оптимального роста растений необходимо принимать во внимание пять факторов: свет, CO₂, температуру, влажность, элементы питания. Контроль, корректировка и учет этих показателей проводится с помощью управляющей программы «Sergcom». Микроклимат в теплицах не оказывал негативного влияния на периоды роста и развития.

Температурные условия во время вегетации растений поддерживали в пределах 22...24° днем и 16...18°С ночью, в период образования и созревания плодов – 25...28° днем и 18...20°С ночью. Субстрат обеспечивал нормальное питание при 18...20°С. Концентрацию углекислого газа устанавливали от 0,10 % до 0,15 %. Оптимальная освещенность для растения – 20000 лк и более.

Климат Махачкалы умеренно-континентальный. Продолжительность годового солнечного сияния составляет 2037 ч. Растения томата выращивали без дополнительного освещения. Для регулирования роста вегетативной массы после налива плодов первой кисти удаляли листья нижнего яруса.

От 60 до 65 % колебалась влажность воздуха, субстрата – 65...75 % наименьшей влагоемкости.

Опыты по срокам посева и посадки проводили в трехкратной повторности (площадь учетной делянки 2,5 м²) и

Тувай 12 F1



Таблица 1.

Урожайность гибридов в зависимости от сроков посадки томата в ТК 000 «Агро-АС» (2018 – 2019)

Посев	Посадка	Урожайность, кг/м ² по месяцам						Итого кг/м ²	Средняя масса, г
		3	4	5	6	7	8		
<i>Тивай 12 F1</i>									
20.11	10.01.	1,02	4,37	7,60	7,36	5,03		25,38	176
30.11	20.01.(к)	1,10	4,40	7,62	7,53	5,12	Ликвидация	25,77	180
10.12	30.01.	0,71	3,78	6,83	7,10	4,86		23,25	171
<i>Т-34 F1</i>									
20.11	10.01.	0,19	4,81	8,48	8,21	5,27		26,96	168
30.11	20.01.(к)	0,20	4,85	8,51	8,37	5,45	Ликвидация	27,38	173
10.12	30.01.	0,17	4,02	8,23	8,02	5,10		25,54	165
<i>Пинк – Болл F1</i>									
20.11	10.01.	0,03	3,72	5,87	6,29	5,17		21,08	166
30.11	20.01.(к)	–	3,76	5,93	7,52	5,37	Ликвидация	22,58	171
10.12	30.01.	–	3,48	5,76	6,03	5,09		20,36	162

Sx = 0,6; Sd = 0,80; НСР_{0,5} = 1,7

сопровождали фенологическими наблюдениями, биометрическими учетами, определением величины и товарных качеств урожая. Результаты полевых опытов статистически анализировали. [6]

В работе руководствовались «Методическими рекомендациями по проведению опытов с овощными культурами в сооружениях защищенного грунта», «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур».

Для измерения температуры и влажности воздуха использовали срочные, минимальные и максимальные термометры, недельные термографы и гигрографы, психрометры. Определяли освещенность Люксметром ю-16, содержание СО₂ в приземном слое воздуха – методом В.И. Штатнова. Суммарную ФАР, проникающую в теплицу, вычисляли по методике С.Ф. Ващенко.

Качество плодов оценивали по содержанию: сухих веществ (высушивание); суммы сахаров – цианидным методом по Бертрану; витамина С – по Мурри; нитратов (ионометрический метод ГОСТ 29270 – 95), по кислотности (титрованием вытяжки 0,1N раствором щелочи).

Урожай учитывали методом сплошного взвешивания.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Продуктивность овощных культур в сооружениях защищенного грунта зависят от правильно подобранных сроков посева семян и высадки рассады.

Для опытов использовали зарубежные гибриды F₁ *Тивай 12* и F₁ *Пинк – Болл*, а также перспективный отечественный – Т-34 F₁. Плодоношение томатов при ранних и поздних сроках посадки привело к сокращению продолжительности периода плодоношения и уменьшению урожайности (табл. 1). Наибольший урожай формировался на растениях гибридов томата при посеве 30 ноября, наименьший – самым позднем (10.12.).

По уровню урожайности гибриды располагались в следующей последовательности: Т-34 F₁, *Тивай 12* F₁, *Пинк – Болл* F₁ и их урожайность одинаково зависела от сроков посева. Наименьшее отличие было зафиксировано при сроке посадки 20.01. – от 0,20 до 8,51 кг/м². Урожайность в этих вариантах за 4,5 мес. – 22,58...27,37 кг/м². Снижение урожайности на 0,39... 1,5 кг/м² при сроках посадки 10.01. и на 1,84...2,52 кг/м² – 30.01. произошло из-за того, что растения попадали в условия ограниченной освещенности изменчивой погоды

Таблица 2.

Урожайность гибридов в зависимости от сроков посадки томата в ТК 000 «Юагрохолдинг» (2018 – 2019)

Срок посева	Срок посадки	Урожайность, кг/м ² по месяцам						Итого кг/м ²	Средняя масса, г
		3	4	5	6	7	8		
<i>Тивай 12 F1</i>									
20.11	10.01.	1,14	4,42	8,23	7,42	5,17		26,39	178
30.11	20.01.(к)	1,17	4,53	8,27	8,03	5,32	Ликвидация	27,32	185
10.12	30.01.	0,80	3,87	6,90	7,79	5,03		24,39	174
<i>Т-34 F1</i>									
20.11	10.01.	0,55	4,93	8,57	8,41	5,52		27,97	170
30.11	20.01.(к)	0,61	4,98	8,68	8,53	5,66	Ликвидация	28,46	177
10.12	30.01.	0,21	4,17	8,35	8,14	5,28		26,15	167
<i>Пинк – Болл F1</i>									
20.11	10.01.	0,07	3,81	5,92	6,33	5,26		21,39	171
30.11	20.01.(к)	0,1	3,90	6,03	7,72	5,59	Ликвидация	23,34	176
10.12	30.01.	0,03	3,62	5,86	6,21	5,18		20,90	169

Sx = 0,7; Sd = 0,90; НСР_{0,5} = 1,8.

января и февраля, что привело к меньшему количеству соцветий. Уменьшалось не только количество сформировавшихся плодов в посевах 10.01. и 30.01., но и их масса.

Успешно прошло испытание отобранных гибридов и в тепличном комплексе ООО «Югагрохолдинг» (табл. 2). Урожайность в наших опытах в теплице этого комплекса была выше. Объясняется это и тем, что ее расположение территориально в сравнении с теплицей ООО «Агро-АС» находится на более благоприятном месте, а освещенность выше и лучше. Так как, томаты выращиваются в этих теплицах без зимнего дополнительного освещения, то это фактор — один из решающих в получении высоких урожаев.

По уровню урожайности гибриды располагались в следующей последовательности: Т-34 F₁, *Тивай* 12 F₁, *Пинк-Болл* F₁.

Зимне-весенний оборот характеризуется тем, что первая его половина (январь-март) приходится на месяцы с низкой освещенностью, а вторая (апрель-июнь) — на время с высокими показателями ФАР, которые совпадают с периодом массового плодоношения. Итак, в начальный период роста томата необходимо создать оптимальные условия развития вегетативно «сильного» растения, чтобы максимально исчерпать заложенный в нем генетический потенциал. Иначе возникает дисбаланс в развитии растения — вытягивается стебель, формируется «слабая» корневая система.

Таблица 3.

Фенологический календарь по защите культуры томата в защищенном грунте от вредителей и болезней

Вредный объект	Защитные мероприятия
Комплекс патогенов	<p>Подготовка теплиц</p> <p>Обработка растений в конце сезона инсектицидами: Актеллик КЭ — 0,5%-й раствор, смесью фунгицидов и бактерицидов — Фундазол 50, СП — 0,2%-й раствор, Акробат МЦ, ВДГ — 0,3%-й, Фитолавин, ВРК — 0,3%-й; расход рабочей жидкости — 2,5...3,0 м³/га.</p> <p>Обеззараживание теплиц препаратами: «Виркон С» — опрыскивание 2...3%-м раствором при норме расхода 0,3 л/м², газация холодным туманом — 30 л/га при расходе 200 л/га; обработка внутренней поверхности теплиц и конструкций 2%-й споровой суспензией препарата Триходермин-БЛ — (60 кг препарата на 1 га площади теплицы); расход рабочей жидкости — 3 м³/га.</p> <p><i>Подготовка семян</i></p> <p>Предпосевное замачивание семян в 0,2%-м растворе Фитоловина, ВРК на два часа.</p> <p><i>Рассадный период</i></p> <p>Опрыскивание рассады (двукратно), начиная с фазы 1...3 настоящих листьев 0,15%-м раствором препарата Фитоловин, ВРК интервалом 15 дней. Расход рабочей жидкости — 3 л/м².</p> <p>Полив рассады 0,5%-м раствором Экогеля. Расход рабочей жидкости — 100 мл/раст.</p> <p>Опрыскивание рассады за 5...7 дней до высадки в теплицу 0,5% раствором Экогеля — 0,5 л/раст. Расход рабочей жидкости — 104 л/га (0,05 л/м²).</p>
Болезни увядания	<p>Полив растений под корень с чередованием препаратов Азофос 221 модифицированный, 50% к.с. (0,3 %-й раствор) и Триходермин-БЛ, ВР (1%-й раствор споровой суспензии): первый — через 14 дней после посадки растений на постоянное место, второй — при появлении болезни, последующие — с интервалом 7...10 дней; расход рабочей жидкости — 250 мл/раст. При появлении первых очагов пораженных растений: чередование опрыскивания растений (двукратно) и подлива под корень (двукратно, 150 мл/раст.) 0,3%-м раствора препарата Фитоплазмин, ВРК (200 г/л) с интервалом 15 дней.</p>
Стимуляция роста и развития	<p>Двукратное опрыскивание растений 0,2%-м раствором Фундазола 50%, СП; трех-четырёхкратное опрыскивание растений 2%-й суспензией Триходермина-БЛ. Расход рабочей жидкости — 1000 л/га.</p> <p>Опрыскивание растений после каждой обрезки листьев баковой смесью Триходермина-БЛ (2%-й раствор) и Бактогена, к.с. (1%-й раствор). Расход рабочей жидкости — 1000л/га.</p>
Профилактика заболеваний в период вегетации для повышения устойчивости растений к болезням увядания (фузариозное и бактериальное)	<p>Опрыскивание растений в период вегетации фунгицидным препаратом Танос, ВДГ (250+250г/кг) четырехкратно с интервалом 10...14 дней. Расход рабочей жидкости — 400 л/га.</p>
Профилактика грибных и бактериальных болезней листового аппарата и стебля	<p>При появлении первых признаков болезни — двукратное опрыскивание растений 0,3%-м раствором Тиовит джет, ВДГ с интервалом 10...12 дней. Расход рабочей жидкости — 1000 л/га.</p> <p>При появлении первых признаков болезни — четырехкратное опрыскивание растений препаратом Луна транквилити, КЭ 0,8...1,0л/га с интервалом 10...14 дней. Расход рабочей жидкости — 1000 л/га.</p>
Фитофтороз	<p>При достижении пороговой численности фитофагов двукратное опрыскивание растений препаратом Вертимек, 0,8...1,2 г/л. Расход рабочей жидкости — 1000 л/га.</p>
Мучнистая роса	<p>При появлении пороговой численности вредителей подлив под корень растений рабочего раствора Актары ВДГ (0,02%-й раствор при высоте растений менее 1 м и 0,03%-й — >1 м). Расход рабочей жидкости — 100 мл/раст.</p>
Серая гниль (стеблевая и листовая форма)	<p>Опрыскивание растений в период вегетации препаратом Фуфанон. Расход рабочей жидкости — 1000...3000 л/га.</p>
Паутинный клещ	
Трипсы, тли, белокрылка тепличная	

Примечание. КЭ — концентрат эмульсии; СП — смачивающий порошок; ВДГ — водно диспергируемые гранулы; МЭ — микроэмульсия; МКС — масляно — суспензионный концентрат; ВРК — водорастворимый концентрат; Л — разрешение применения в личных подсобных хозяйствах; Р — запрещено в санитарной зоне рыбохозяйственных водоемов.

В условиях защищенного грунта создаются благоприятные условия для развития болезней и вредителей. Высокая влажность воздуха, перепады ночной и дневной температуры, наличие конденсата на внутренней поверхности пленки или росы на листьях способствуют накоплению вредных организмов в теплице, что снижает выход стандартной продукции, ухудшает ее качество, сокращает период плодоношения культуры томата на 1...1,5 мес.

Ощутимые потери урожая прослеживаются в хозяйствах населения, где доля тепличной продукции составляет 90 %. В крупных промышленных теплицах, таких как ООО «Юагрохолдинг», ООО «АгроАС» и других тепличных комплексах, потери значительно ниже из-за соблюдения своевременных защитных мероприятий.

Представляем календарь защитных мероприятий томатных кустов от начала подготовки теплиц до полного завершения их цикла вегетации (табл. 3).

При использовании в личных хозяйствах препарата Фитолавин (ВРК) норма расхода составляет 15...20 мл/на 10 л воды/10 м², Фитоплазмин – 2...3 л/га.

Выводы. Предлагаемый фенологический календарь по защите растений повышает устойчивость к грибным, бактериальным и вирусным заболеваниям, порог заболеваний за время проведения наших исследований не превысил уровень 1,1 %.

Для выращивания в зимних пленочных теплицах из испытанных сортов наиболее пригодны отечественный гибрид Т-34 F1 и голландский *Тивай* 12 F1. Экономически эффективный срок посадки рассады в субстрат в зимне-весеннем обороте в условиях пригорода Махачкалы – 20 января.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Авдеев, А.Ю. Наследование признаков у гибридов первого поколения томатов. Перспективные гибриды / А.Ю. Авдеев // Актуал. вопр. природопользования в арид. зоне Сев.-Зап. Прикаспия. – Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. земледелия – 2012. – С. 141–144.
2. Ахмедова, П.М. Особенности технологии выращивания томата в переходном обороте в условиях защищенного грунта Дагестана. / П.М. Ахмедова // Овощи России. – 2018. – № 2. – С. 43–47.
3. Гавриш, С.Ф. Светотребовательность новых гибридов томата при 118 выращивании в продленном обороте зимних теплиц / С.Ф. Гавриш, В.Г. Король, И.А. Шульгин // Гавриш. – 2003. – № 3. – С. 13–19.
4. Король, В.Г. Перспективы выращивания гибрида томата F1 T 34 в современных высоких теплицах / В.Г. Король // Гавриш. – 2014. – № 2. – С. 8–12.
5. Король, В.Г. Выращивание гибрида томата F1 T-34 в продленном обороте зимних остекленных теплиц / В.Г. Король // Гавриш. – 2013. – № 3. – С. 12–14.
6. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. – М.: ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – 2011. – 649 с.
7. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.gks.ru>.
8. Пресс-служба Минсельхозпрода РД. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.mcxrd.ru/>.
9. Сельское хозяйство Дагестана: Статистический сборник. – Махачкала, 2010.
10. Турин, М.В. Сопряженная изменчивость хозяйственно ценных признаков у томата / М.В. Турин, Р.В. Крутько // Современ. тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции и семеноводства овощных культур. – 2012. – С. 213–221.
11. Sharipov sh. I. Interview to the newspaper «Novoe Delo» from 27.05.2017.
12. Guratore, G. Evaluation of the chemical quality of a new type of small-sized tomato cultivar, the plum tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) / G. Guratore, F. Licciardello, E.L. Maccarone // Italian Journal of Food Science. – 2005. – Vol. 17, Iss. 1. – P. 75–81.

LIST OF SOURCES

1. Avdeev, A.Yu. Nasledovanie priznakov u gibridov pervogo pokoleniya tomatov. Perspektivnyye gibridy / A.Yu. Avdeev // Aktual. vopr. prirodopol'zovaniya v arid. zone Sev.-Zap. Prikaspiya. – Prikasp. nauch.-issled. in- t arid. zemledeliya – 2012. – S. 141–144.
2. Ahmedova, P.M. Osobennosti tekhnologii vyrashchivaniya tomatov v perekhodnom oborote v usloviyah zashchishchennogo grunta Dagestana. / P.M. Ahmedova // Ovoshchi Rossii. – 2018. – № 2. – S. 43–47.
3. Gavrish, S.F. Svetotrebovatel'nost' novykh gibridov tomatov pri 118 vyrashchivanii v prodlennom oborote zimnih teplic / S.F. Gavrish, V.G. Korol', I.A. SHul'gin // Gavrish. – 2003. – № 3. – S. 13–19.
4. Korol', V.G. Perspektivy vyrashchivaniya gibrida tomatov F1 T 34 v sovremennykh vysokikh teplicah / V.G. Korol' // Gavrish. – 2014. – № 2. – S. 8–12.
5. Korol', V.G. Vyrashchivanie gibrida tomatov F1 T-34 v prodlennom oborote zimnih osteklennykh teplic / V.G. Korol' // Gavrish. – 2013. – № 3. – S. 12–14.
6. Litvinov, S.S. Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve / S.S. Litvinov. – M.: GNU Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut ovoshchevodstva – 2011. – 649 s.
7. Official'nyy sayt Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa <http://www.gks.ru>.
8. Press-sluzhba Minsel'hozproda RD. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa URL: <http://www.mcxrd.ru/>.
9. Sel'skoe hozyajstvo Dagestana: Statisticheskij sbornik. – Mahachkala, 2010.
10. Turin, M.V. Sopryazhyonnaya izmenchivost' hozyajstvenno cennykh priznakov u tomatov / M.V. Turin, R.V. Krut'ko // Sovrem. tendencii v selekcii i semenovodstve ovoshchnykh kul'tur. Tradicii i perspektivy / Vseros. nauch.-issled. in-t selekcii i semenovodstva ovoshchnykh kul'tur. – 2012. – S. 213–221.
11. Sharipov sh. I. Interview to the newspaper «Novoe Delo» from 27.05.2017.
12. Guratore, G. Evaluation of the chemical quality of a new type of small-sized tomato cultivar, the plum tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) / G. Guratore, F. Licciardello, E.L. Maccarone // Italian Journal of Food Science. – 2005. – Vol. 17, Iss. 1. – P. 75–81.

Е.А. Долматов, доктор сельскохозяйственных наук

Т.А. Хрыкина, младший научный сотрудник

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур

РФ, 302530, Орловская область, Орловский район, д. Жилина

E-mail: dolmatov@vniispk.ru

УДК 634.13:631.52

DOI:10.30850/vrsn/2021/1/42-45

ИСТОЧНИКИ УСТОЙЧИВОСТИ К РЖАВЧИНЕ ГРУШИ

В статье представлены результаты исследования восприимчивости сортов, форм и межродовых гибридов различного генетического происхождения к ржавчине груши (*Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter) и хозяйственно биологическая характеристика выделенных абсолютно устойчивых образцов. Исследования проводили в 2012–2020 годах в коллекционном саду груши ВНИИСПК с целью выявления генетических доноров и источников абсолютной устойчивости к ржавчине для дальнейшего использования в селекционных программах. Работу осуществляли в соответствии с Программой и методикой селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур и Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Объекты исследования: 4 межродовых гибрида (Малопирус № 1, Пиромалюс № 818, Сорбопирус золотистый и Сорбопирус Курьянова), 114 образцов груши различного генетического происхождения, включающих сорта и формы груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.), песчаной (*Pyrus pyrifolia* (Burm) Nakai), уссурийской (*Pyrus ussuriensis* Maxim), межвидовые гибриды груши обыкновенной и уссурийской, иволжистой (*Pyrus salicifolia* Pall.), Каллери (*Pyrus calleryana* Decne), а также 2800 гибридных сеянца. Было установлено, что к ржавчине груши восприимчивы все сорта и гибридные сеянцы использованные в работе, независимо от их генетического происхождения. Абсолютную устойчивость к возбудителю проявили межродовые гибриды первого поколения груши с яблоней, яблони с грушей, груши с рябиной обыкновенной и груши с рябиной мучнистой, а также гибриды второго поколения рябины обыкновенной и груши. Для дальнейшего использования в селекции на высокую устойчивость к ржавчине груши в качестве источников выделено четыре межродовых гибрида – Сорбопирус Курьянова, Сорбопирус золотистый (груша Полверия), Малопирус № 1, Пиромалюс № 818.

Ключевые слова: устойчивость к грибным болезням, ржавчина груши, доноры и источники.

Е.А. Dolmatov, *Grand PhD in Agricultural sciences*Т.А. Khrykina, *junior researcher*

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding

RF, 302530, Orlovskaya oblast', Orlovskij rajon, d. Zhilina

E-mail: dolmatov@vniispk.ru

SOURCES OF RESISTANCE TO PEAR RUST

The results of the study of the resistance to rust (*Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter) of pear cultivars, forms and intergeneric hybrids with different genetic origin as well as economical and biological characteristics of identified absolutely resistant genotypes are given. The studies were carried out in 2012–2020 in the pear collection orchard with the aim of to reveal genetic donors and sources of absolute resistance to rust for the further use in breeding programs. The work was carried out in accordance with the Program and Methods of Fruit, Berry and Nut Crop Breeding and Program and Methods of Fruit, Berry and Nut Crop Variety Investigation. Four intergeneric hybrids (Malopyrus № 1, Pyromalus № 818, Sorbopyrus auricularis, Sorbopyrus Kuryanovii); 114 pear genotypes of different genetic origin including pear cultivars and forms of *Pyrus communis* L., *Pyrus pyrifolia* (Burm) Nakai, *Pyrus ussuriensis* Maxim.; cultivars that are interspecific hybrids of *Pyrus communis* and *Pyrus ussuriensis*; *Pyrus salicifolia* Pall. and *Pyrus calleryana* Decne. as well as 2800 hybrid seedlings were used as objects for the research. As a result it was determined that all cultivars and hybrid seedlings used in the work regardless of their genetic origin were susceptible to pear rust: cultivars and forms derived from *Pyrus communis*, *Pyrus ussuriensis*, *Pyrus pyrifolia* and interspecific hybrids within the *Pyrus* L. genus. Intergeneric hybrids of pear with apple, apple with pear, pear with mountain ash and pear with whitebeam showed absolute resistance to the pathogen. Four intergeneric hybrids Malopyrus № 1, Pyromalus № 818, Sorbopyrus auricularis, Sorbopyrus Kuryanovii were allocated as sources for future use in breeding for high resistance to pear rust.

Key words: resistance to fungal diseases, pear rust, donors and sources.

В последние годы в зонах промышленной культуры значительное распространение получила европейская ржавчина груши. [7] Болезнь вызвана двуххозяйным грибом *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter со сложным двухгодичным циклом развития. Основной источник заражения – можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.), китайский (*J. Chiensis* L.), колючий (*J. Oxicedrus* L.), виргинский (*J. Virginiana* L.), высокий (*J. Excels* M. Bieb.), промежуточный – груша. Развитие гриба происходит в широком температурном диапазоне от 3 до 30°C (оптимальная – 18°C) и относительной влажности воздуха 84...91%. [9]

Болезнь наносит ощутимый ущерб грушевым насаждениям Европы и Северной Америки, включая Швецию и Норвегию. [7–11] В России наиболее высокая вредоносность ржавчины (один раз в два года, поражение – 50...100%) наблюдается в южных регионах (Крым и Черноморская зона Краснодарского края), а в центральных и южных частях Краснодарского и Ставропольского краев, в Адыгее и Карачаево-Черкесии – один раз в пять лет, поражение 15...30%. [4, 5]

В средней полосе России из-за повсеместного использования в озеленении различных сортов и форм можжевельника казацкого европейская

ржавчина вышла на одно из первых мест по вредности среди других болезней груши.

Цель работы – изучение восприимчивости сортов и форм, а также межродовых гибридов груши различного генетического происхождения к европейской ржавчине груши – *G. sabinae* (Dicks.) G. Winter, поиск, выделение доноров и источников абсолютной устойчивости к патогену для дальнейшего использования в селекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2012–2020 годах в коллекционных насаждениях и селекционном саду лаборатории селекции груши и малораспространенных семечковых культур ВНИИСПК.

Объекты исследований – 168 сортов и форм груши различного генетического происхождения и 8 межродовых гибридов груши с яблоней, рябиной обыкновенной, рябиной мучнистой и 2800 гибридных сеянцев груши.

1. Груша Каллери (*Pyrus calleryana* Decne) – 1: Shanticler.

2. Груша грушелистная (*Pyrus pyrifolia* (Burm.) Nakai) и гибриды груши обыкновенной с грушей грушелистной – 4: Наша, Пиг го ли, Тем бо ли, Талгарская красавица.

3. Груша лохолистная (*Pyrus eleagrifolia* Pall.) – 15: КД(Кара Даг)-1, КД-2, КД-3, КД-4, КД-5, КД-6, КД-7, КД-8, КД-9, КД-10, КД-11, КД-12, КД-13, КД-14, КД-15.

4. Груша иволистная (*Pyrus salicifolia* Pall.) – 1: Иволистная РБ-4.

5. Груша обыкновенная (*Pyrus communis* L.) и гибриды груши обыкновенной с грушей уссурийской – 132: Алая, Александра, Аллегро, Аннушка, Августовская роса, Банкетная, Белорусская крупная, Белорусская поздняя, Бергамот московский, Бергамот самарский, Бере прекос Мореттини, Бере русская, Брянская красавица, Велеса, Веснянка, Видная, Вилия, Волжанка, Восковая, Восковая, Выставочная, Гера, Грация, Даренка, Десертная россошанская, Есенинская, Забава, Завая, Золотая осень, Июньская красавица, Кавказ, Кармен, Кокинская, Конкорд, Консервная, Красавица Черненко, Кристина, Купала, Катюша, Конференция, Ксения, Лада, Лесная красавица, Лира, Маслянистая летняя, Маршал Жуков, Млиевская зимняя, Млиевская летняя, Мраморная, Муратовская, Мускатная, Ника, Орловская красавица, Орловская летняя, Осенняя желтая, Памяти Корнеева, Осенняя мечта, Памяти Яковлева, Памятная, Парижанка, Первомайская, Площанская, Подарок А.А. Высоцкому, Подгорянка, Просто Мария, Русановская, Самарская жемчужина, Самарская красавица, Скромница, Сладкая из Млеева, Смеричка, Спакусе, Стрийская, Таврическая, Талгарская, красавица, Тихий Дон, Тютчевская, Феерия, Чижовская, Шатровая, Юбилейная, Яковлевская, Ясачка, Яхонтовая, Garden Perl, Harrow Sweet, Uta, ДК-1, ДК-2, ДК-3, ДК-4, ДК-5, ДК-6, ДК-7, ДК-8, ДК-9, ДК-10, ДК-11, ДК-12, ДК-13, ДК-14, ДК-15, ДК-16, ДК-17, ДК-18, ДК-1-3-39, ДК-1-3-50, ДК-1-4-38, ДК-1-5-27, ДК-1-5-28, ДК-1-5-65, ДК-1-6-56, ДК-6-57, ДК-1-6-74, 26-9, 31-7, 1-7-5, 1-7-21, 1-7-22, 24-50-61, 24-61-116, 24-61-169, 32-53-42, 32-55-63, 32-57-4, 32-57-18, 32-57-42, 32-57-64, 32-58-59, 32-60-24, 32-60-48, 32А-2-30.

6. Груша уссурийская (*Pyrus ussuriensis* Maxim.) – 15: Китайская № 1, Китайская № 2, Китайская № 3, Китайская № 4, Китайская № 5, Китайская № 6, Китайская № 7, Китайская № 8, Пхорун, Шаровидная, 20-1, 20-11, 17-43-30, 17-43-36.

7. Отдаленные гибриды груши первого поколения – 4: Пиромалюс № 818, Сорбопирус золотистый, Сорбопирус Курьянова, Малопирус № 01.

8. Отдаленные гибриды груши второго поколения – 4: СПКГ-1, СПКГ-2, СПКГ-3, СПКГ-4.

9. Гибридные сеянцы груши: 2800 шт. из 28 семей.

Работу вели по Программе и методике селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур [6] и Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. [1, 3] Исходя из необходимости поиска и выделения абсолютно устойчивых к ржавчине сортов и форм, тщательно отбирали образцы и группировали в два класса – восприимчивые и абсолютно устойчивые.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Десятилетнее изучение восприимчивости к ржавчине 168 сортов и форм груши различного генетического происхождения, включающих потомков 6 видов груши (обыкновенная, уссурийская, песчаная (грушелистная), Каллери, лохолистная, иволистная) и 2800 гибридных сеянцев показало отсутствие абсолютно не поражающихся форм (фотография см. на 3-й стр. обл.).

Споры гриба с можжевельника казацкого активно заражали представителей перечисленных видов груши, вызывая сильное повреждение листовой поверхности, а иногда плодов и молодых побегов, что делает отбор непоражающихся ржавчиной форм груши не перспективным.

У отдаленных гибридов первого поколения груши с яблоней, рябиной обыкновенной, рябиной мучнистой, а также у гибридов второго поколения груши с рябиной обыкновенной, видимых поражений ржавчиной обнаружено не было. Растения находились в нескольких метрах от источника заражения. Положительные результаты предварительных исследований по скрещиваемости отдаленных гибридов первого поколения с сортами груши и получение непоражающихся гибридов второго поколения свидетельствуют о перспективности использования в селекции высокоустойчивых сортов к европейской ржавчине.

Краткая характеристика невосприимчивых к европейской ржавчине отдаленных гибридов, представляющих интерес для селекции устойчивых сортов.

Малопирус № 1 (яблоня х груша). В коллекции изучается с 1990 года. Невысокое дерево 3,0...3,5 м, зимостойкость в условиях Орла средняя, в суровые зимы подмерзает на 2,5...3,0 балла.

Цветковые почки образуются в основном на кольчатках. Цветение ежегодное и обильное, цветет одновременно с яблоней. Плодоношение среднее, масса плодов – 100...110 г, короткогрушевидные, желто-зеленые. Мякоть хрустящая, очень сочная сладко-кислого с сильной терпкостью посредственного вкуса. Созревают в начале сентября. При искусственном и свободном опылении завязывается

очень незначительное количество семян, половина из которых прорастает при стратификации.

Пиромалос № 818 (груша уссурийская х яблоня ягодная). В коллекции изучается с 1990 года. Высота дерева — до 3,5 м. Зимостойкость очень высокая, так как не было отмечено даже незначительного подмерзания.

Отличается смешанным типом плодоношения. Цветение и плодоношение ежегодное и обильное. Цветет одновременно с поздно цветущими сортами груши. Плоды массой 30...40 г, короткогрушевидные, желтые с ярким румянцем. Мякоть хрустящая, сочная, сладко-кислая, терпкая. Плоды созревают в конце августа. При искусственном и свободном опылении завязывается небольшое количество нормально выполненных семян, половина из которых прорастает при обычной стратификации.

Сорбопирус Курьянова (груша обыкновенная х рябина обыкновенная) получен М.А. Курьяновым.

Дерево слаборослое, зимостойкое, скороплодное, малоурожайное. Совместим с грушей. Листья ланцетные, на сильно растущих побегах трехлопастные. Побеги темно-коричневые. Почки крупные. Цветки мелкие, белые с пурпурно-розовыми тычинками. Цветение ежегодное и обильное, на 5...7 дн. позже массового. Плоды оранжевые, масса — 3...5 г, мякоть желто-оранжевая, грубоватая, малосочная с каменистыми клетками, кислая с выраженной терпкостью и горечью посредственного вкуса, созревают в конце сентября. Плоды, как правило, бессемянные. При опылении завязывается небольшое количество семян, около трети из которых прорастает. Выделен за полную невосприимчивость к ржавчине груши.

Сорбопирус золотистый (груша обыкновенная х рябина мучнистая). Был обнаружен в Больвиллере (Франция). С 1612 года размножается прививкой на грушу под названием Bollwiller Pear, известен также как Груша Полверия и Шипова. [12]

Дерево высокое — 5...6 м. Зимостойкость средняя. Вступает в плодоношение на 4...5 год. Цветение и плодоношение обильное и ежегодное. Плоды средние — 70...75 г (максимальная масса 100...110 г), короткогрушевидные, желтые с небольшим румянцем. Мякоть сочная, хрустящая, сладкого вкуса без следов терпкости и горечи. Плоды созревают в первой декаде сентября. Цветет на неделю позже массового. При искусственном опылении семян практически не завязывает, что связано с предполагаемой триплоидностью.

Гибриды груши и рябины обыкновенной второго поколения были получены в результате опыления гибрида первого поколения рябины обыкновенной с грушей смесью пыльцы груши. Все четыре проявили полную невосприимчивость к ржавчине груши.

Выводы. Среди 168 сортов и 2800 гибридов груши различного генетического происхождения абсолютно устойчивых к европейской ржавчине форм не выявлено. Полную невосприимчивость проявили отдаленные гибриды первого поколения груши с яблоней, рябиной обыкновенной и рябиной мучнистой и гибриды второго поколения рябины обыкновенной с грушей обыкновенной.

Для дальнейшего использования в селекции на высокую устойчивость к европейской ржавчине груши отобрано восемь отдаленных гибридов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Жданов, В.В. Изучение устойчивости к вредителям и болезням в связи с адаптацией к условиям среды / В.В. Жданов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. — Орел: ВНИИСПК, 1999. — С. 102—113.
2. Седов, Е.Н. Селекция груши / Е.Н. Седов, Е.А. Долматов. — Орел: ВНИИСПК, 1997. — 254 с.
3. Седов, Е.Н. Семечковые культуры (яблоня, груша, айва) / Е.Н. Седов, Н.Г. Красова, В.В. Жданов и др. // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. — Орел: ВНИИСПК, 1999. — С. 253—300.
4. Смольякова, В.М. Болезни плодовых пород юга России / В.М. Смольякова. — Краснодар: Весть, 2000. — 192 с.
5. Хохряков, М.К. Определитель болезней растений / М.К. Хохряков, Т.Л. Доброзракова, К.М. Степанов, М.Ф. Летова. — СПб: Лань, 2003. — 592 с.
6. Яковлев, С.П. Селекция груши / С.П. Яковлев // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Седова Е.Н. — Орел: ВНИИСПК, 1995. — С. 201—233.
7. Filipp, M. Monitoring of pear rust (*Gymnosporangium sabinae*) in Austria and implications for possible control strategies / M. Filipp, A. Spornberger, B. Schildberger // Proc. 15th International Conference on Organic Fruitgrowing, February 20-22, 2012. — Forderungsgemeinschaft Oekologischer Obstbau. Hehenheim, 2012. — P. 65—73.
8. Helfer, S. Overview of the rust fungi (Uredinales) occurring on Rosaceae in Europe / S. Helfer // Nova Hedvigia. — 2005. — V. 81. — P. 325—370.
9. Ivarsson, K. Studies of environmental factors (temperature and relative humidity) effecting the development of pear rust (*Gymnosporangium sabinae*) and studies of control methods: Horticulture and Agricultural Science Department of Plant Protection Biology, Faculty of Landscape Planning, Sveriges lantbruksuniversitet. Alnarp, 2011. — 30 p.
10. Karlsson, K. The distribution of *Gymnosporangium fuscum* and its implication on pear cultivation in Sweden / K. Karlsson // Bachelor Project, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp, Sweden. A variable at: http://ex-epsition.Slu/se/2199/1/pear_rust_bachelor.pdf.
11. Kellerhals, M. Europran pome fruit genetic resources evaluated for disease resistance / M. Kellerhals, D. Szalatnay, K. Hunziker et al. // Trees. — 2012. — V. 26. — P. 179—189.
12. Wimmer, C.A. Die Bollwiller Birne x Sorbopyrus irregularis (Munchh.) / C.A. Wimmer // Zandera, 2014. — Т. 29. — № 2. — S. 58—69.

LIST OF SOURCES

1. Zhdanov, V.V. Izuchenie ustojchivosti k vrediteljam i boleznjam v svyazi s adaptaciej k usloviyam sredy / V.V. Zhdanov // Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / pod red. E.N. Sedova, T.P. Ogol'covej. — Орел: VNIISPK, 1999. — S. 102—113.
2. Sedov, E.N. Selekcija grushi / E.N. Sedov, E.A. Dolmatov. — Орел: VNIISPK, 1997. — 254 s.
3. Sedov, E.N. Semechkovye kul'tury (yablonya, grusha, ajva) / E.N. Sedov, N.G. Krasova, V.V. Zhdanov i dr. // Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / pod red. E.N. Sedova, T.P. Ogol'covej. — Орел: VNIISPK, 1999. — S. 253—300.

4. Smol'yakova, V.M. Bolezni plodovyh porod yuga Rossii / V.M. Smolyakova. – Krasnodar: Vest', 2000. – 192 s.
5. Hohryakov, M.K. Opredelitel' boleznej rastenij / M.K. Hohryakov, T.L. Dobrozrakova, K.M. Stepanov, M.F. Letova. – SPb: Lan', 2003. – 592 s.
6. Yakovlev, S.P. Selekcija grushi / S.P. Yakovlev // Programma i metodika selekcii plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / pod red. Sedova E.N. – Orel: VNIISPK, 1995. – S. 201–233.
7. Filipp, M. Monitoring of pear rust (*Gymnosporangium sabinae*) in Austria and implications for possible control strategies / M. Filipp, A. Spornberger, B. Schildberger // Proc. 15th International Conference on Organic Fruitgrowing, February 20–22, 2012. – Fordergemeinschaft Oekologischer Obstbau. Hehenheim, 2012. – P. 65–73.
8. Helfer, S. Overview of the rust fungi (Uredinales) occurring on Rosaceae in Europe / S. Helfer // Nova Hedvigia. – 2005. – V. 81. – P. 325–370.
9. Ivarsson, K. Studies of environmental factors (temperature and relative humidity) effecting the development of pear rust (*Gymnosporangium sabinae*) and studies of control methods: Horticulture and Agricultural Science Department of Plant Protection Biology, Faculty of Landscape Planning, Sveriges lantbruksuniversitet. Alnarp, 2011. – 30 p.
10. Karlsson, K. The distribution of *Gymnosporangium fuscum* and its implication on pear cultivation in Sweden / K. Karlsson // Bachelor Project, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp, Sweden. A variable at: http://ex-epsition.Slu/se/2199/1/pear_rust.bachelor.pdf.
11. Kellerhals, M. Europran pome fruit genetic resources evaluated for disease resistance / M. Kellerhals, D. Szalatnay, K. Hunziker et al. // Trees. – 2012. – V. 26. – P. 179–189.
12. Wimmer, C.A. Die Bollwiller Birne x *Sorbopyrus irregularis* (Munchh.) / C.A. Wimmer // Zandera, 2014. – T. 29. – № 2. – S. 58–69.

В.А. Бурлуцкий, кандидат сельскохозяйственных наук

В.Н. Мазуров, кандидат сельскохозяйственных наук

П.С. Семешкина, кандидат сельскохозяйственных наук

Калужский НИИСХ – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»

РФ, 249142, Калужская область, Перемышльский район, с. Калужская опытная сельскохозяйственная станция, ул. Центральная, 2

В.М. Косолапов, академик РАН

ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса

РФ, 141055, Московская обл., г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1

E-mail: vnii.kormov@yandex.ru

УДК 63.633.25

DOI:10.30850/vrsn/2021/1/45-52

ПРОДУКЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ОСВОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ МЕЩОВСКОГО ОПОЛЯ В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

*В статье рассматривается актуальная научно-производственная задача – оценка продукционного потенциала ценофлор залежных земель и возможность их освоения под высокопродуктивные сенокосы. Анализируются связи продуктивности и качества укосной массы от видового состава, степени синантропизации сообществ, распространенности группировок ценных аборигенных и инвазионных видов. Установлено, что сообщества адвентов более разнообразные по показателям продуктивности и качеству зеленой массы, их урожайность была в среднем в 1,2–1,7 раза выше, чем тривиальных. Показана трансформация аборигенных сообществ при иммиграции адвентов, обладающих адаптивным потенциалом к эколого-почвенным условиям Мещовского ополя Калужской области. Установлено, что без проведения комплекса агротехнологических приемов по улучшению флористического состава и повышению продуктивности вторичных фитоценозов, их фитомасса не может иметь существенного значения в производстве объемистых кормов. Минеральные удобрения ($P_{40}K_{60}$) способствовали увеличению продуктивности на 21–44 % (доли сеяных трав с 84 до 94 % в структуре урожая), а также снижению степени ее вариабельности в 1,3 раза. Освещается новый подход оценки производственного потенциала растительности и оптимизации элементов ресурсосберегающей технологии ускоренного освоения залежей под высокопродуктивные многокомпонентные укосные травостои на основе нового сорта *Festulolium* и принципов фитоценологического конструирования. Показана возможность совместного применения беспилотных летательных аппаратов и эколого-флористической классификации *J. Vraip-Blanquet* для рутинного анализа фитоценозов различного генезиса.*

Ключевые слова: Мещовское ополье, залежи, серые лесные почвы, синтаксоны, уровень синантропизации, фитоценозы, инвазионные виды, продуктивность, кормовая ценность, минеральные удобрения.

V.A. Burluckij, PhD in Agricultural sciences

V.N. Mazurov, PhD in Agricultural sciences

P.S. Semeshkina, PhD in Agricultural sciences

Kaluga Research Agriculture Institute Branch of Russian Potato Research Centre

RF, 249142, Kaluzhskaya oblast', Peremyshl'skiy rajon, s. Kaluzhskaya opyt'naya sel'skhozoyajstvennaya stanciya, ul. Central'naya, 2

V.M. Kosolapov, *Academician of RAS*
 V.R. Vil'yams *FRC of Forage Production and Agroecology*
 RF, 141055, Moskovskaya obl., g. Lobnya, ul. Nauchnyj gorodok, korp. 1
 E-mail: vnii.kormov@yandex.ru

PRODUCTION CAPABILITIES AND EXPOLIATION OF FALLOW LANDS PLANT COMMUNITIES OF MESHCHOVSKY OPOLYE IN THE KALUGA REGION

The article deals with an urgent research and production problem is the assessment of the useful coenoflora of fallow lands and the possibility of its development for highly productive hayfields. The article analyzes the relationship between the productivity and quality of the cut mass on the species composition, the degree of communities synanthropization, the prevalence of valuable aboriginal and invasive species groups. It was found that Advent communities are more diverse in terms of productivity and quality of green mass, their productivity was on average 1.2–1.7 times higher than the trivial ones. The transformation of aboriginal communities during the immigration of advents, which have an adaptive potential to the ecological and soil conditions of the Meshchovsky opolye of the Kaluga region is shown. It has been established that without a complex of agrotechnological methods to improve the floristic composition and increase the secondary phytocenoses productivity, their phytomass cannot be of significant importance in the voluminous forages production. Mineral fertilizers (P40K60) were contributed to an increase in productivity by 21–44 % (the share of sown grasses from 84 to 94 % in the yield structure), as well as a decrease in the degree of its variability by 1.3 times. A new approach to assessing the vegetation production potential and optimizing the elements of resource-saving technology for accelerated development of fallow lands for highly productive multicomponent cutting grass stands on the base of the new *Festulolium* variety and the principles of phytocenotic design is highlighted. The possibility of joint application of unmanned aerial vehicles and the ecological-floristic J. Braun-Blanquet classification for the routine analysis of phytocenoses of various genesis is shown.

Key words: Meshchovsky opolye, fallow lands, gray forest soil, syntaxon, synanthropization level, phytocenoses, invasive species, productivity, food value, mineral fertilizers.

В структуре кормопроизводства еще используются малопродуктивные естественные сенокосы, в том числе на разновозрастных залежах, что сдерживает развитие животноводства. [7, 8] Целесообразность использования определяется составом, продукционным потенциалом, энерго-протеиновой питательностью в производимом объемистом корме на единицу площади и продукции. Доля залежи в наиболее ценных пахотных землях Мещовского ополья составляет более 33 %, а в целом по Калужской области около 40 %. Мониторинг земель, временно выбывших из активного сельскохозяйственного оборота, имеет научно-практическое значение для анализа динамики параметров плодородия почвы, развития и распространения синантропной, спонтанной растительности, возможности ее использования и разработки научно обоснованных рекомендаций по возврату залежей в оборот. [5, 12, 15]

Цель работы – оценить потенциал продуктивности фитоценозов с различной степенью синантропизации для разработки методических подходов к оптимизации элементов технологии ускоренного ресурсосберегающего освоения залежных земель под высокопродуктивные сенокосы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на агросерых лесных среднесуглинистых почвах в полевом опыте по изучению эволюции вторичных фитоценозов и разработке альтернативных технологий ускоренного освоения залежных земель в ФГБНУ «Калужский НИИСХ» в 2006–2019 годах. Участок мониторинга расположен на юго-восточном пологосклонном логге с уклоном местами до 10° и протяженностью 0,8...1,0 км, относящегося к балочно-полевому типу агроландшафта третьей надпойменной террасы р. Высса. Эдафический ряд представлен степенями от лугостепного до сыро-лугового типа увлажнения,

и от олиго- до эвтрофно-делювиального типа активного почвенного богатства. В центральной части участка на площади более 12,0 га заложены две параллельные трансекты на расстоянии 50 м друг от друга, на каждой из которых через 100 м закрепили 10 постоянных (250 м²) площадок. Рядом (в 100 м от трансекты) был размещен участок (1,0 га) ускоренного освоения залежных земель под сенокосы. Агротехнологический комплекс включал: дискование дернины на глубину до 12 см в 2...3 следа (БДУ-2,5), вспашку с оборотом пласта (ПЛН-3-35), разделку пласта (КСГП-4,2) и предпосевную обработку комплексом КБМ-4. Луговой агрофитоценоз формировали из районированных сортов злаковых и бобовых многолетних трав – *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, cv. *Morshanhkskiy 760* – Моршанский 760, *Festuca pratensis* Huds., cv. *Dedinovskaya 8* – Дединовская 8, *Phleum pratense* L., cv. *VIK 9* – ВИК 9, *Medicago varia* Mart., cv. *Sarga* – Сарга, *Trifolium pratense* L. var. *Praecox W*, cv. *Delets* – Делец, *X Festulolium* F. Aschers. et Graebn., cv. *KAFES* – НРС КАФЕС (Syn 17/10, оригинатор – Калужский НИИСХ, 2020 г.), в рекомендованных нормах высевы. [4, 11, 16] Флористический состав, продуктивность и качество биомассы автогенных и аллогенных фитоценозов (внесение минеральных удобрений – P₄₀K₆₀) оценивали на постоянных 125 м² учетных площадках в 20 повторениях, залеженных типическим способом, агрофитоценозов – на 20 м² делянках в пяти повторениях. Ценопопуляции аборигенных и инвазионных видов изучали в пределах их границ, на площади не менее чем 10 м² в 50-кратной повторности. Анализировали флору залежей Мещовского ополья (Перемышльский, Сухиничский, Бабынинский и Мещовский районы Калужской области) в 2015–2019 годах на репрезентативных участках площадью 10...15 га (не менее 50 ежегодных эколого-флористических описаний на каждый установленный синтаксон рангов «ассоциация-класс» [3, 27 и др.]) с при-

менением картирования и аэрофотосъемки беспилотным летательным аппаратом (БЛА) – DJI Phantom 3 Professional, штатная камера 4K F/2.8, 94° FOV. [1, 23, 25] Семейства приведены по системе А. Энглера, латинские названия даны по сводке С.К. Черепанова (1995).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучая вторичные разновозрастные фитоценозы установили их флористический состав, определили эколого-ценотические характеристики, продуктивность и питательную ценность зеленой массы, выделили характерные сообщества для эколого-почвенных условий ополья. [2, 12] Выявлено, что залежи *in statu nascendi* подвергаются перманентной анемохорной инспермации, при этом формируются полиморфные агрегации, соответствующие по структуре граничащим инициирующим сообществам. В составе агрегаций степень обилия в оценке по детализированной шкале Друде для *Salix* spp. составила – Sol_{gr}/Sp-Cop₁, *Betula* spp. – Sol_{gr}-Sp/Cop₁, *P. tremula* – Un-Sol/Sp, *P. sylvestris* – Un_{gr}/Sol_{gr}, и *Acer* spp. – Un/Un-Sol. Общее проективное покрытие на 2-4-й год возрастало с 0,1...4,8 % (h=5-50 см) до 12,7...74,2 % (h=4...10 м) на 9...12 год развития, плотность увеличивалась с 7,4...210,5 до 20,1...53,5 стволов на 100 м², продуктивность древесно-веточной массы – с 0,3...42,9 до 111,1...3562,4 ц/га соответственно. Окончательно неразвитые верхние ярусы выделяли условно. Преимущество в эсесе имели анемохоры – эдификаторы *Salicaceae* Mirb., *Betula-ceae* S.F. Gray и *Pinaceae* Lindl. (83,5 %). Древесный ярус формировали *B. pendula*, *P. tremula*, кустарниковый ярус – *S. caprea*. Агрио-ксено-эргазиофитофит (*A. negundo*), активно расселяющийся по территории области [5], формирует параинтразональные дигрессионные сообщества [18, 21, 26]: *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951 – *Robinietea* Jurko ex Hadač et Sofron 1980 (*Chelidonio-Acerion negundi* L. Ishbirdina in L. Ishbirdina et al. 1989) [3, 20, 23] (табл. 1).

Прохождение сингенетического ряда ограничивалось периодическим пирогенным влиянием, что содействовало развитию дериватов в пределе классов: *Stellarietea mediae* Tx. et al. ex von Rochow 1951 – *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951 – *Polygono arenastri-Poetea annuae* Rivas-Mart. 1975 – *Epilobietea angustifolii* R.Tx. et Prsg 1950. [22, 24] Формации с низким видовым обилием включали стенотопные виды различных синтаксонов рангов «ассоциация-класс», формации с высоким обилием – эвритопные виды. В результате чего сообщества принимали контактно-агрегативные черты и становились склонными к частым флуктуационным изменениям. [14, 20, 24] Общее проективное покрытие пионерными сообществами варьировало от 36,9...78,2 % и средневозрастными залежами до 83,3...96,7 % (9...12 лет). Полидоминантные ценозы были низко насыщенны: 5...12 видов на 0,1...0,2 га для пионерной, 17...29 – корневищной и 10...16 – рыхлокустовой и лесовосстановительной стадий (в общем виде: $y = -2,20x^2 + 14,80x + 3,28$, $R^2=0,91$). На поздних стадиях проявлялась выраженная смена аспектов. Ядро постэксарационно-пирогенных це-

нофлор Мещовского ополья состояло из 214 видов высших травянистых растений из 29 семейств (196 аборигенных и 18 адвентивных видов флоры Калужской области [5]), среди которых наиболее часто встречались виды сем. *Compositae*, *Gramineae* и *Leguminosae* (табл. 2).

Вторичные сообщества включали 10...12 основных аборигенных и в 14...30 % случаев 1–5 инвазионных вида, среди которых были частыми *Erigeron Canadensis* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl. и *Solidago gigantea* Ait. Общая степень обилия видов, имеющих потенциальное кормовое значение (*Gramineae* и *Leguminosae*), не превышало Sp-Cop₁. Зачастую были распространены: *Agrostis capillaries* L., *A. gigantea*

Таблица 1. Структура спонтанных и инициирующих сообществ (2006–2019)

Ярус	Вид	Доля в ярусе, %	CP ¹	CP ²
Древесный	<i>Acer negundo</i> L., ACiN ³	9	A	T
	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	28	A	П
	<i>Betula pendula</i> Roth		A	Л/Т
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	37	A	Л
	<i>Populus tremula</i> L.	23	A	Л
	<i>P. alba</i> L.		A	ЛС/Т
	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	3	З	Л
	<i>Corylus avellana</i> L.	5	З	Л
	<i>Rosa majalis</i> Herrm.		З	Л/П
	Кустарниковый	<i>Rubus caesius</i> L.	16	З
<i>R. idaeus</i> L.			З	Л/П
<i>Salix aurita</i> L.		79	A	П
<i>S. caprea</i> L.			A	П

Примечание. CP¹ – способ иммиграции на территорию: А – анемохория, З – зоохория; CP² – граничащее растительное сообщество: Л – лес, ЛС – лесополоса, П – пойма, Т – жилые территории; ACiN³ – инвазионные виды, активно расселяющиеся по территории и прочно закрепившиеся в местах заноса, успешно размножаются и образуют заросли, производят впечатление аборигенных видов. [5 и др.].

Таблица 2. Характеристика основных вторичных фитоценозов (2006–2019)

Семейство	Число видов	Кормовое значение		Ядовитые
		высокое	низкое	
По сообществам	214/100	35/21,3	157/62,3	22/16,4
По основным семействам, в том числе:	148/86,9	34/20,2	106/54,1	8/12,6
<i>Gramineae</i> Juss.	26/20,1	16/7,9	10/12,2	0/0,0
<i>Cruciferae</i> Juss.	13/7,1	1/1,3	12/5,8	0/0,0
<i>Rosaceae</i> Juss.	10/4,4	1/1,1	9/3,3	0/0,0
<i>Leguminosae</i> Juss.	24/17,3	13/6,2	10/3,4	1/7,7
<i>Umbelliferae</i> Moris.	9/6,8	1/1,1	6/3,9	2/1,8
<i>Lamiaceae</i> Lindl.	16/8,0	0/0,0	13/6,0	3/2,0
<i>Scrophulariaceae</i> Juss.	14/6,2	0/0,0	12/5,1	2/1,1
<i>Compositae</i> Giseke	36/17,0	2/2,6	34/14,4	0/0,0

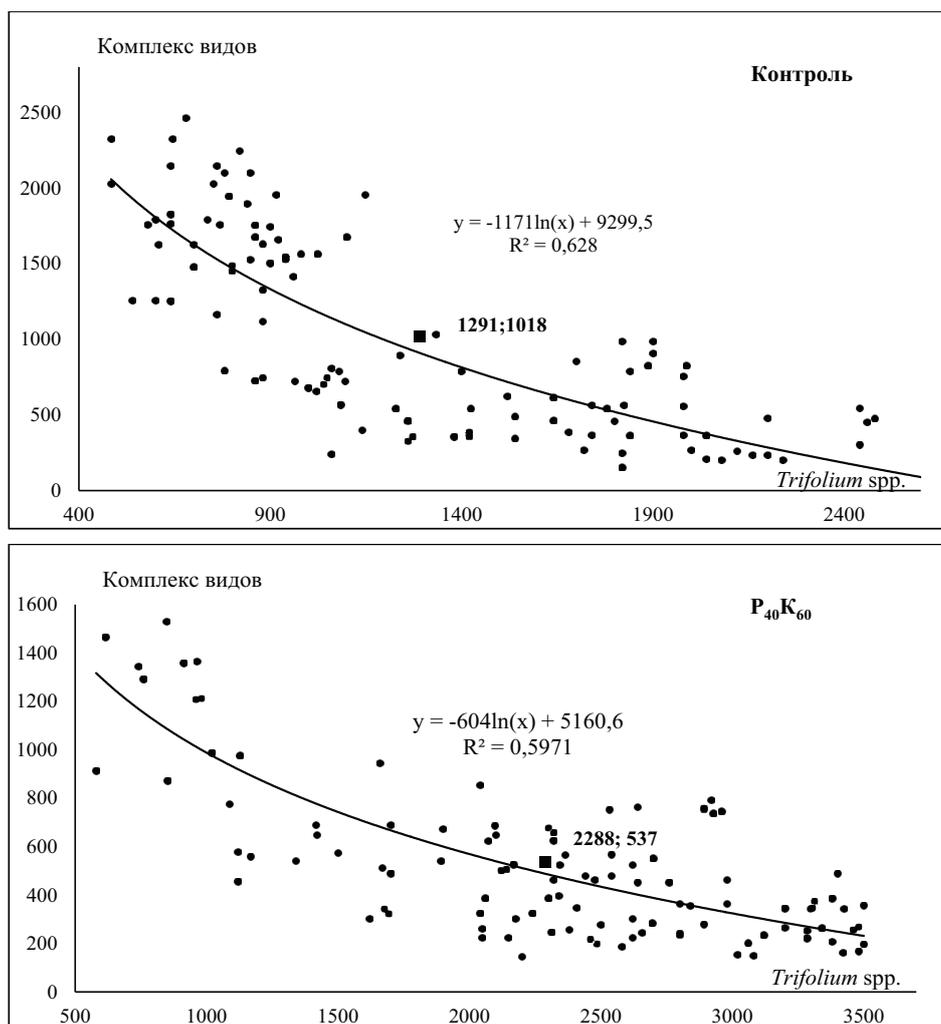
Примечание. В числителе число видов во флористической (агробиологической) структуре, знаменателе их массовая доля в составе урожая сообществ.

Roth, *Alopecurus pratensis* L., *Anthoxanthum odoratum* L. *Apera spica-venti* (L.) Beauv., *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Dactylis glomerata* L., *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Festuca pratensis* Huds., *F. rubra* L., *Phleum pratense* L., *Poa annua* L., *P. pratensis* L., *P. trivialis* L. *Anthyllis vulneraria* L., *Lathyrus pratensis* L., *L. tuberosus* L., *Lotus corniculatus* L., *Medicago falcata* L., *M. lupulina* L., *M. sativa* L. (*M. x varia* T. Martyn), *Melilotus albus* Medik., *Trifolium alpestre* L., *T. arvense* L., *T. campestre* Schreb., *T. hybridum* L., *T. medium* L., *T. pratense* L., *T. repens* L., *Vicia cracca* L., *V. hirsuta* (L.) S.F. Gray, *V. sepium* L. и *V. villosa* Roth.

Сбор зеленой массы (июнь–июль) зависел от доли группы разнотравья в структуре урожая ($r=0,62\pm 0,17\dots 0,87\pm 0,10$) и степени синантропизации ($r=0,54\pm 0,21\dots r=0,91\pm 0,08$), уровень которой в свою очередь определялся флористическим составом и проективным покрытием сообществ. По устойчивости к инвазионной трансформации базальные фитоценозы злаковых были распределены в ряд: *F. Pratensis* < *F. Rubra* < *Ph. pratense* (коэффициент синантропизации растительных сообществ, рассчитанный по формуле Е.П. Прокопьева с соавт. [14], составил менее 20 %) < *C. epigeios* < *B. inermis* (21...30 %) < *A. spica-venti* < *D. glomerata* < *E. repens* (свыше 30 %). Сообщества адвентов были более раз-

нообразными по показателям продуктивности и качеству зеленой массы, их урожай в 1,2...1,7 раза превышал тривиальные. По характеристике вторичных луговых плакорных фитоценозов можно утверждать, что без комплекса агротехнологических приемов по улучшению их флористического состава и повышению продуктивности, производимая ими фитомасса не имеет существенного значения. В их структуре площадь потенциально ценных в кормовом отношении обыкновенно и часто встречающихся ценопопуляций [5, 20] *T. arvense*, *T. hybridum*, *T. medium*, *T. pratense* и *T. repens* составила 10,67 % и изменялась от 5,45 до 18,72 % на 1 га залежи, площадь нередко встречающихся *T. alpestre*, *T. aureum* Poll. и *T. Campestre* – 0,91 % (от 0,21 до 1,54 %). При внесении минеральных удобрений ($P_{40}K_{60}$) в фитоценозах *T. hybridum*, *T. medium* и *T. pratense* продуктивность увеличивалась в среднем на 22,35 % и их площадь на 13,95 %. Удельная урожайность *Trifolium* spp. возросла в 1,8 раза, доля малоценных видов снизилась в 1,9 раза (см. рисунок).

Продуктивность агрофитоценозов была в 2,6 раза выше, а степень ее внутривидовой вариабельности и доля малоценных видов в структуре урожая, соответственно в 2,4 и 3,0 раза ниже по сравнению с естественными сенокосами. Минеральные удобрения ($P_{40}K_{60}$) способствовали увеличению про-



Продуктивность ценопопуляций *Trifolium* spp., г/м² (2015–2019): ■ – арифметическое среднее ($n=110$).

дуктивности на 21...44 % и доли сеяных трав с 84 до 94 % в структуре урожая, а также снижению степени ее вариабельности в 1,3 раза. Структура биомассы определялась потенцией отдельных видов

в период своего максимального вегетативного развития и уровнем их продуктивности в различные по степени обеспеченности агроклиматическими ресурсами годы. Сопоставительную оценку стабильности

Структура аллогенных *Trifolium* spp. и агрогенных *T. pratense* фитоценозов, 2 г.п. (2016–2019)

Таблица 3.

Фитоценоз, вид (группа видов)	Тип	Продуктивность, кг/м ²				W, %	S _R
		M±m	max	min	Cv, %		
<i>Trifolium</i> spp., в целом	<i>Auto</i>	2,31±0,88	3,47	1,36	75,82	100,00	1,00
	<i>Allo</i>	2,83±0,83	3,99	1,90	58,55	100,00	0,38
<i>Trifolium</i> spp. – Dom	<i>Auto</i>	1,29±0,41	1,86	0,83	64,20	55,84	0,00
	<i>Allo</i>	2,29±0,64	3,20	1,56	56,25	80,92	0,00
Сопутствующие виды	<i>Auto</i>	1,02±0,37	1,51	0,62	71,65	44,16	-0,58
	<i>Allo</i>	0,54±0,24	0,85	0,29	87,33	19,08	-3,33
<i>B. inermis</i> + <i>Ph. pratense</i> + <i>M. sativa</i> + <i>T. pratense</i> , в целом	<i>Agro</i>	4,27±0,67	5,39	3,42	31,51	100,00	2,50
	<i>Agro</i> ⁺	5,92±0,72	6,52	4,94	24,25	100,00	2,47
Культурный комплекс	<i>Agro</i>	3,59±0,39	4,33	3,04	21,48	84,07	2,54
	<i>Agro</i> ⁺	5,56±0,51	6,62	4,79	18,45	93,92	2,62
Сегетальный комплекс	<i>Agro</i>	0,68±0,20	0,96	0,45	59,46	15,93	-1,81
	<i>Agro</i> ⁺	0,36±0,16	0,57	0,19	89,65	6,08	-4,44
<i>T. pratense</i> – Dom	<i>Agro</i>	1,03±0,12	1,25	0,87	22,35	24,12	0,00
	<i>Agro</i> ⁺	1,57±0,16	1,88	1,34	20,17	26,52	0,00
<i>M. sativa</i>	<i>Agro</i>	0,95±0,10	1,14	0,81	20,74	22,25	-0,09
	<i>Agro</i> ⁺	1,52±0,14	1,81	1,31	18,42	25,68	0,03
<i>Ph. pratense</i>	<i>Agro</i>	0,82±0,09	0,99	0,69	22,15	19,20	-0,45
	<i>Agro</i> ⁺	1,26±0,11	1,49	1,09	17,33	21,28	-0,29
<i>B. inermis</i>	<i>Agro</i>	0,79±0,08	0,94	0,68	19,42	18,50	-0,39
	<i>Agro</i> ⁺	1,21±0,10	1,43	1,05	16,48	20,44	-0,32
<i>E. repens</i> (<i>C. epigeios</i>)	<i>Auto</i>	0,20±0,04	0,26	0,16	35,78	8,66	-3,14
	<i>Allo</i>	0,10±0,02	0,13	0,07	45,46	3,53	-2,45
	<i>Agro</i>	0,14±0,03	0,19	0,10	44,25	3,28	-4,67
	<i>Agro</i> ⁺	0,10±0,03	0,14	0,07	51,38	1,69	-6,44
	<i>Auto</i>	0,18±0,04	0,24	0,13	42,56	7,79	-3,53
	<i>Allo</i>	0,08±0,02	0,11	0,06	48,29	2,83	-6,52
<i>L. polyphyllum</i>	<i>Agro</i>	0,13±0,04	0,18	0,09	56,73	3,04	-5,07
	<i>Agro</i> ⁺	0,07±0,03	0,11	0,04	80,19	1,18	-7,60
	<i>Auto</i>	0,15±0,04	0,21	0,10	54,32	6,49	-4,14
	<i>Allo</i>	0,10±0,03	0,14	0,07	60,14	3,53	-6,29
<i>D. glomerata</i> (<i>Ph. pratense</i>)	<i>Agro</i>	0,10±0,04	0,15	0,06	74,47	2,34	-5,87
	<i>Agro</i> ⁺	0,06±0,03	0,10	0,03	90,58	1,01	-8,03
	<i>Auto</i>	0,14±0,03	0,19	0,10	46,64	6,06	-4,12
	<i>Allo</i>	0,09±0,02	0,12	0,06	51,25	3,18	-6,34
<i>A. vulgaris</i> + <i>T. vulgare</i> + <i>Eq. arvense</i> + <i>A. millefolium</i>	<i>Agro</i>	0,10±0,03	0,14	0,06	65,39	2,34	-5,74
	<i>Agro</i> ⁺	0,04±0,02	0,06	0,02	87,63	0,68	-8,81
	<i>Auto</i>	0,14±0,02	0,18	0,11	34,33	6,06	-3,82
	<i>Allo</i>	0,07±0,01	0,09	0,05	42,59	2,47	-6,66
<i>S. gigantea</i> (<i>E. canadensis</i>)	<i>Agro</i>	0,08±0,02	0,11	0,06	52,16	1,87	-5,96
	<i>Agro</i> ⁺	0,04±0,01	0,05	0,03	40,67	0,68	-8,04
	<i>Auto</i>	0,13±0,02	0,16	0,10	32,45	5,63	-3,91
	<i>Allo</i>	0,05±0,01	0,07	0,04	39,84	1,77	-7,26
<i>F. rubra</i> (<i>F. pratensis</i>)	<i>Agro</i>	0,07±0,02	0,10	0,05	55,45	1,64	-6,29
	<i>Agro</i> ⁺	0,03±0,01	0,05	0,02	84,18	0,51	-9,34
	<i>Auto</i>	0,08±0,02	0,11	0,05	56,81	3,46	-5,44
	<i>Allo</i>	0,05±0,02	0,07	0,03	62,24	1,77	-7,71
Прочие виды	<i>Agro</i>	0,06±0,02	0,09	0,04	72,82	1,41	-6,87
	<i>Agro</i> ⁺	0,02±0,01	0,03	0,01	83,24	0,34	-10,14

Примечание. Вторичные фитоценозы: *Auto* и *Allo* – автогенные (естественный фон плодородия) и аллогенные (внесение минеральных удобрений – P₄₀K₆₀) фитоценозы, *Agro* и *Agro*⁺ – агрогенные фитоценозы: подсев трав, подсев трав и внесение минеральных удобрений (P₄₀K₆₀); W – массовая доля в структуре урожая и S_R – коэффициент стабильности фитоценологической продуктивности ценоэлемента.

фитоценотической продуктивности ценоэлементов проводили по предложенной нами ранее формуле [1]:

$$S_R = \ln (M_i \cdot W_i \cdot C_{vD} / M_D \cdot W_D \cdot C_{v_i}),$$

где: S_R – коэффициент стабильности фитоценотической продуктивности ценоэлемента; M_D , C_{vD} и W_D – укосная масса доминанты (доминантной группы), степень ее вариации и массовая доля в структуре урожая соответственно; M_i , C_{v_i} и W_i – значения ценоэлементов.

Показатель принимает отрицательное значение, если продуктивность ценоэлемента ниже, а степень ее вариации выше, чем доминанты (табл. 3).

Стабильность фитоценотической продуктивности инвазионных видов была преимущественно выше таковой аборигенных, что представляется как результат адаптивного потенциала к местным эколого-почвенным условиям. [2, 12, 22 и др.] Минеральные удобрения оказывали влияние на усиление фитоценотической устойчивости сеяных трав и ослабление – сеgetального комплекса. Значение коэффициента для группы *L. polyphyllus* + *S. gigantea* (*E. canadensis*) в ряду авто- – алло- – агрогенные фитоценозы: $S_R = -3,68$ – $S_R = -6,59$ – $S_R = -6,67$ (в среднем – $S_R = -5,90$), для аборигенных видов: $S_R = -4,15$ – $S_R = -6,01$ – $S_R = -7,22$ ($S_R = -6,15$), соответственно.

Один из основных способов освоения залежных земель под высокопродуктивные сенокосы и повышения продуктивности старосеяных травостоев – применение технологий поверхностного улучшения, основывающихся на менеджменте сингенезиса, сохранении и увеличении доли ценных злаковых и бобовых многолетних трав. [9, 10, 13, 16] При определении состава травосмесей и конструировании агроценозов, ценные виды могут быть распределены по отношению к уровню стабильности фитоценотической продуктивности основных инвазионных видов в группы с более значительным (агрессивный), с условно равным (буферный) и уступающим уровнем (толерантный ценотип к инвазионной трансформации фитоценозов) конкурентоспособности, что согласуется с точкой зрения многих авторов. [17, 19, 22 и др.] Распространенные виды отнесены: *E. repens* (*C. epigeios*) в I группу ценотипов (среднее значение $S_R = 4,18$), *D. glomerata*

(*Ph. pratense*), во II ($S_R = -6,08$) и *F. rubra* (*F. pratensis*), III ($S_R = -6,70$). Продуктивность многокомпонентных злакобобовых травостоев, заложенных с учетом фитоценотического принципа, была значительно выше. Агроценозы с участием *Festulolium* (Кафес), обладающего выраженной фитоценотической активностью, характеризовались большим сбором сырого протеина и выходом обменной энергии. Фитомасса многокомпонентной смеси (*Festulolium* + *Ph. pratense* + *M. sativa* + *T. pratense*) соответствует зоотехническим нормам по содержанию сырого протеина и обменной энергии в сухом веществе (табл. 4).

Выводы. На основании сравнительной оценки степени синантропизации ценозов, устойчивости их к инвазионной трансформации и уровня стабильности фитоценотической продуктивности ценоэлементов, показана возможность распределения ценных видов (*D. glomerata* / *Ph. pratense*, *F. rubra* / *F. pratensis*) в группы ценотипов для определения состава многокомпонентных агрофитоценозов. В условиях производственной оптимизации элементов технологии ускоренного освоения разновозрастных залежей Мещовского ополья с учетом фитоценотических принципов конструирования установлено преимущество сенокосных агрофитоценозов *Festulolium* (Кафес) по энергопротеиновой продуктивности (до 17,5 % СП и до 10,9 МДж ОЭ в 1 кг СВ).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бурлуцкий, В.А. Формирование луговых агрофитоценозов на постагрогенных землях с комплексной инвазией / В.А. Бурлуцкий, В.Н. Мазуров, П.С. Семешкина и др. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 3. – С. 18–21.
2. Бурлуцкий, В.А. Особенности развития и использования синантропных фитоценозов с комплексной инвазией в условиях Калужской области / В.А. Бурлуцкий, В.Н. Мазуров, И.Е. Осокин и др. // Вестник РУДН. – Серия: Агрономия и животноводство. – 2019. – Т. 14. – № 2. – С. 114–122.
3. Ермаков, Н.Б. Прогноз высших единиц растительности России / Н.Б. Ермаков, Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова // Современное состояние растительности. – Уфа: Гилем. – 2012. – С. 377–483.
4. Исаков, А.Н. Формирование агроценозов кормовых культур – основа энергосберегающих технологий в кормопроизводстве / А.Н. Исаков, В.Н. Лукашов, В.Н. Мазуров – Монография. – Калуга. – 2013. – 128 с.
5. Калужская флора: аннотированный список сосудистых растений Калужской области / Н.М. Решетникова, С.Р. Майоров, А.К. Скворцов и др. – М.: Т-во научных изданий КМК. – 2010. – 548 с. – 212 с. цв. ил.
6. Каштанов, А.Н. Проблемы восстановления угодий, выбывших из сельскохозяйственного использования / А.Н. Каштанов, О.А. Сизов // Экономика сельского хозяйства России. – 2008. – № 11. – С. 174–183.
7. Косолапов, В.М. Мелиорация – важный фактор развития кормопроизводства / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 43–45.
8. Косолапов, В.М. Кормопроизводство в экономике сельского хозяйства / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов

Таблица 4.
Продуктивность агрогенных фитоценозов, га (2016–2019)

Культура	СВ, ц	СП, ц	ОЭ, МДж/кг	Молоко в оценке, т
<i>F. pratensis</i> + <i>T. pratense</i> *	77,8	11,8	9,6	8,3
<i>F. pratensis</i> + <i>Ph. pratense</i> + <i>M. sativa</i>	88,4	14,5	9,8	8,5
<i>F. pratensis</i> + <i>Ph. pratense</i> + <i>M. sativa</i> + <i>T. pratense</i>	90,3	16,0	9,9	8,6
<i>Festulolium</i> + <i>Ph. pratense</i> + <i>M. sativa</i>	92,2	15,3	10,3	9,0
<i>Festulolium</i> + <i>Ph. pratense</i> + <i>M. sativa</i> + <i>T. pratense</i>	96,4	16,9	10,9	9,5

* – принят в качестве эталона сравнения, ОЭ – обменная энергия.

- мов // Вестник Российской академии с.-х. наук. – 2010. – № 1. – С. 31–32.
9. Косолапов, В.М. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Г.Н. Бычков // Кормопроизводство. – 2016. – № 8. – С. 3–7.
 10. Кутузова, А.А. Перспективные технологии консервации пашни переводом в сенокосы в лесной зоне России / А.А. Кутузова, И.В. Степанисhev // Кормопроизводство. – 2012. – № 6. – С. 11–13.
 11. Лукашов, В.Н. Эффективность использования многолетних трав и однолетних кормовых культур в Калужской области / В.Н. Лукашов, А.Н. Исаков // Кормопроизводство. – 2015. – № 2. – С. 19–23.
 12. Мазуров, В.Н. Продуктивность и устойчивость фитоценозов на временно выбывших из оборота землях / В.Н. Мазуров, В.А. Бурлуцкий, П.С. Семешкина, А.А. Завалин // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 2. – С. 9–11.
 13. Методика эффективного освоения разновозрастных залежей на основе многовариантных технологий под пастбища и сенокосы и очередности возврата их в пашню в Нечерноземной зоне РФ / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – М.: ООО «Угрешская типография». – 2017. – 64 с.
 14. Прокопьев, Е.П. Опыт оценки антропогенной трансформации растительности зеленой зоны г. Томска / Е.П. Прокопьев, А.А. Зверев, И.Е. Мерзлякова, и др. // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока. Мат. четвертой Росс. конф. Красноярск. – 2006. – Т. 2. – С. 79–84.
 15. Поцепай, Ю.Г. Синантропизация ценофлор синтаксонов растительности в условиях Юго-Западного Нечерноземья России / Ю.Г. Поцепай, Л.Н. Анищенко. – Сельскохозяйственная биология. – 2010. – № 6. – С. 82–87.
 16. Семенов, Н.А. Научное обоснование освоения разновозрастных залежей в луговые угодья в Нечерноземной зоне / Н.А. Семенов, Н.А. Муромцев, А.Н. Снитко // Кормопроизводство. – 2016. – № 3. – С. 3–5.
 17. Справочник по кормопроизводству. 5-е изд., перераб. и дополн. / Под ред. В.М. Косолапова, чл.-корр. Россельхозакадемии, доктора с.-х наук, И.А. Трофимова, доктора географ. наук – М.: Россельхозакадемии. – 2014. – 715 с.
 18. Alix-Garcia, J. Drivers of forest cover change in Eastern Europe and European Russia, 1985–2012. / J. Alix-Garcia et al. // Land Use Policy. – 2016. – Vol. 59. – P. 284–297.
 19. Barthélémy, D. Plant architecture: a dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny / D. Barthélémy, Y. Caraglio // Annals of botany. – 2007. – Vol. 99. – № 3. – P. 375–407.
 20. Chytry, M. Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes 61 and alliances of the Czech Republic: a statistical revision / M. Chytry, L. Tichy // Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masariikiamae Brunensis. – Biologia. – 2003. – Vol. 108. – P. 1–231.
 21. Dyakov, N. Alien species invasion and diversity of riparian forest according to environmental gradient and disturbance regime / N. Dyakov, P. Zhelev // Applied Ecology and Environmental Research. – 2013. – Vol. 11. – № 2. – P. 249–272.
 22. Garnier, E. Plant Functional Diversity: Organism traits, community structure, and ecosystem properties / E. Garnier, M.-L. Navas, K. Grigulis / – Oxford: Oxford University Press. – 2016. – 231 p.
 23. Laiviņš, M. Nemeža biotopu pārkrūmošanās Rīgā. I Acer negundo izplatība, ekoloģija un augu sabiedrības / M. Laiviņš, G. Čekstere // Mežzinātne. – 2014. – Vol. 28. – № 61. – P. 39–65.
 24. Menges, E.S. Population viability analyses in plants: challenges and opportunities / E.S. Menges // Trends in Ecology and Evolution. – 2000. – Vol. 15. – P. 51–56.
 25. Prishchepov, A.V. Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia / A.V. Prishchepov, Daniel Müller, Maxim Dubinin et al. // Land Use Policy. – 2013. – Vol. 30. – № 1. – P. 873–884.
 26. Saccone, P., Ecological resistance to Acer negundo invasion in a European riparian forest: relative importance of environmental and biotic drivers / P. Saccone, J.-P. Pages, J. Girel et al. // Applied Vegetation Science. – 2013. – Vol. 16. – P. 184–192.
- #### LIST OF SOURCES
1. Burluckij, V.A. Formirovanie lugovyh agrofитocenozov na postagrogennyh zemlyah s kompleksnoj invaziej / V.A. Burluckij, V.N. Mazurov, P.S. Semeshkina i dr. // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2019. – № 3. – S. 18–21.
 2. Burluckij, V.A. Osobennosti razvitiya i ispol'zovaniya sinantropnyh fitocenozov s kompleksnoj invaziej v usloviyah Kaluzhskoj oblasti / V.A. Burluckij, V.N. Mazurov, Osokin I.E. i dr. // Vestnik RUDN. – Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. – 2019. – T. 14. – № 2. – S. 114–122.
 3. Ermakov, N.B. Prodrumy vysshih edinic rastitel'nosti Rossii / N.B. Ermakov, B.M. Mirkin, L.G. Naumova // Sovremennoe sostoyanie rastitel'nosti. – Ufa: Gilem. – 2012. – S. 377–483.
 4. Isakov, A.N. Formirovanie agrocenozov kormovyh kul'tur – osnova energosberegayushchih tekhnologij v kormoproizvodstve / A.N. Isakov, V.N. Lukashov, V.N. Mazurov – Monografiya. – Kaluga. – 2013. – 128 s.
 5. Kaluzhskaya flora: annotirovannyj spisok sosudistyh rastenij Kaluzhskoj oblasti / N.M. Reshetnikova, S.R. Majorov, A.K. Skvorcov i dr. – M.: T-vo nauchnyh izdanij KMK. – 2010. – 548 s. – 212 s. cv. il.
 6. Kashtanov, A.N. Problemy vosstanovleniya ugodij, vybyvshih iz sel'skohozyajstvennogo ispol'zovaniya / A.N. Kashtanov, O.A. Sizov // Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii. – 2008. – № 11. – S. 174–183.
 7. Kosolapov, V.M. Melioraciya – vazhnyj faktor razvitiya kormoproizvodstva / V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2011. – № 1. – S. 43–45.
 8. Kosolapov, V.M. Kormoproizvodstvo v ekonomike sel'skogo hozyajstva / V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov // Vestnik Rossijskoj akademii s.-h. nauk. – 2010. – № 1. – S. 31–32.
 9. Kosolapov, V.M. Kormoproizvodstvo, racional'noe prirodopol'zovanie i agroekologiya / V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov, G.N. Bychkov // Kormoproizvodstvo. – 2016. – № 8. – S. 3–7.
 10. Kutuzova, A.A. Perspektivnye tekhnologii konservacii pashni perevodom v senokosy v lesnoj zone Rossii / A.A. Kutuzova, I.V. Stepanishchev // Kormoproizvodstvo – 2012. – № 6. – S. 11–13.
 11. Lukashov, V.N. Effektivnost' ispol'zovaniya mnogoletnih trav i odnoletnih kormovyh kul'tur v Kaluzhskoj oblasti / V.N. Lukashov, A.N. Isakov // Kormoproizvodstvo. – 2015. – № 2. – S. 19–23.
 12. Mazurov, V.N. Produktivnost' i ustojchivost' fitocenozov na vremenno vybyvshih iz oborota zemlyah / V.N. Ma-

- zurov, V.A. Burluckij, P.S. Semeshkina, A.A. Zavalin // Vestnik Rossijskoj sel'skoxozyajstvennoj nauki. — 2017. — № 2. — S. 9–11.
13. Metodika effektivnogo osvoeniya raznovozrastnyh zalezhej na osnove mnogovariantnyh tekhnologij pod pastbishcha i senokosy i ocherednosti vozvrata ih v pashnyu v Nechernozemnoj zone RF / FGBNU «VNII kormov im. V.R. Vil'yamsa». — M.: OOO «Ugreshskaya tipografiya». — 2017. — 64 s.
 14. Prokop'ev, E.P. Opyt ocenki antropogennoj transformacii rastitel'nosti zelenoj zony g. Tomska / E.P. Prokop'ev, A.A. Zverev, I.E. Merzlyakova, i dr. // Flora i rastitel'nost' Sibiri i Dal'nego Vostoka. Mat. chetvertoj Ross. konf. Krasnoyarsk. — 2006. — T. 2. — S. 79–84.
 15. Pocepaj, Yu.G. Sinantropizacija cenoflor sintaksonov rastitel'nosti v usloviyah YUgo-Zapadnogo Nechernozem'ya Rossii / Yu.G. Pocepaj, L.N. Anishchenko. — Sel'skoxozyajstvennaya biologiya. — 2010. — № 6. — S. 82–87.
 16. Semenov, N.A. Nauchnoe obosnovanie osvoeniya raznovozrastnyh zalezhej v lugovye ugod'ya v Nechernozemnoj zone / N.A. Semenov, N.A. Muromcev, A.N. Snitko // Kormoproizvodstvo. — 2016. — № 3. — S. 3–5.
 17. Spravochnik po kormoproizvodstvu. 5-e izd., pererab. i dopoln. / Pod red. V.M. Kosolapova, chl.-korr. Rossel'hozakademii, doktora s-h nauk, I.A. Trofimova, doktora geograf. nauk — M.: Rossel'hozakademii. — 2014. — 715 s.
 18. Alix-Garcia, J. Drivers of forest cover change in Eastern Europe and European Russia, 1985–2012. / J. Alix-Garcia et al. // Land Use Policy. — 2016. — Vol. 59. — P. 284–297.
 19. Barthélémy, D. Plant architecture: a dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny / D. Barthélémy, Y. Caraglio // Annals of botany. — 2007. — Vol. 99. — № 3. — P. 375–407.
 20. Chytry, M. Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes 61 and alliances of the Czech Republic: a statistical revision / M. Chytry, L. Tichy // Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masariikamae Brunensis. — Biologia. — 2003. — Vol. 108. — P. 1–231.
 21. Dyakov, N. Alien species invasion and diversity of riparian forest according to environmental gradient and disturbance regime / N. Dyakov, P. Zhelev // Applied Ecology and Environmental Research. — 2013. — Vol. 11. — № 2. — R. 249–272.
 22. Garnier, E. Plant Functional Diversity: Organism traits, community structure, and ecosystem properties / E. Garnier, M.-L. Navas, K. Grigulis / — Oxford: Oxford University Press. — 2016. — 231 p.
 23. Laiviņš, M. Nemeža biotopu pārkrūmošanās Rīgā. I Acer negundo izplatība, ekoloģija un augu sabiedrības / M. Laiviņš, G. Čekstere // Mežzinātne. — 2014. — Vol. 28. — № 61. — P. 39–65.
 24. Menges, E.S. Population viability analyses in plants: challenges and opportunities / E.S. Menges // Trends in Ecology and Evolution. — 2000. — Vol. 15. — P. 51–56.
 25. Prishchepov, A.V. Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia / A.V. Prishchepov, Daniel Müller, Maxim Dubinin et al. // Land Use Policy. — 2013. — Vol. 30. — № 1. — R. 873–884.
 26. Saccone, P., Ecological resistance to Acer negundo invasion in a European riparian forest: relative importance of environmental and biotic drivers / P. Saccone, J.-P. Pages, J. Girel et al. // Applied Vegetation Science. — 2013. — Vol. 16. — P. 184–192.

М.А. Бабаева, кандидат биологических наук
С.В. Осипова

Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН
367000, РФ, Республика Дагестан, Махачкала, ул. Магомеда Гаджиева, 45
E-mail: muslimat.50@mail.ru

УДК 574.3:631.585(479)

DOI:10.30850/vrsn/2021/1/52-56

ОСОБЕННОСТИ ПАСТБИЦНЫХ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ ТЕРСКО-КУМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ПРИ АНТРОПОГЕННОМ ПРЕССИНГЕ

Изучали закономерность изменения устойчивости разных кормовых трав при распространенных стрессовых факторах, эколого-биологические особенности пастбищных кормовых трав, их продуктивность при меняющемся пастбищном режиме и выявляли видовой состав растительного покрова. Геоботанические описания растительности выполняли по методике Раменского. Выделяли растительные группировки по степени сбитости критериями, предложенные Б.М. Миркиным. Для расчета коэффициента общности видового состава применили формулу Жаккара на трех ключевых участках, один из которых в наименьшей степени изменен, другие подвержены антропогенному прессу. Растительные сообщества Кочубейской биосферной станции находятся в состоянии деградации. Выпали из травостоя неприспособленные к жестким условиям среды семь основных кормовых трав из семейства Poaceae, два вида из Chenopodioidae, три из Asteraceae. Сохранили свое присутствие только засухоустойчивые, доминантные разновидности. Зафиксировано всего 45 видов, из 10 семейств от 3-10 доминантных растений на трех участках в зависимости от нагрузки. Определены наиболее чувствительные к воздействию внешних факторов: *Agropyron desertorum*, *Bromus squarrosus*, *Bromus hordeaceus*, *Poa bulbosa*, *Eremopyrum orientale*, *Phleum pratense*, *Eragrostis minor*, *Atropis gigantea*, *Suaeda microphylla*, *Petrosimonia brachiata*, *Artemisia salsoloides*. В структуре фитоценозов преобладают полукустарники — галоксерофиты с высокой продуктивностью 12,2–12,8 ц/га. Коэффициент флористической общности видов по Жаккару для первого и второго участка составляет 14,8 %, третьего — 7,1 %. Следовательно в последнем случае усиливается воздействие внешних факторов среды (преимущественно антропогенное). Растительный покров пастбищных сообществ Кочубейской биосферной станции находится в состоянии изреживания травостоя с возможным восстановлением видов кормовых трав при нормированных нагрузках.

Ключевые слова: Терско-Кумская низменность, кормовые травы, пастбищные экосистемы, продуктивность, антропогенный пресс, растительный покров, эколого-биологические особенности, коэффициент общности.

M.A. Babaeva, *PhD in Biological sciences*

S.V. Osipova

Pricaspian Institute of Biological Resources of Daghestan Scientific Center RAS

367000, RF, Republic of Dagestan, Makhachkala, ul. M. Hajiyev 45

E-mail: muslimat.50@mail.ru

FEATURES OF FODDER PASTURE PLANTS IN TERSKO-KUMSKAYA LOWLAND UNDER ANTHROPOGENIC PRESSURE

*Study of the regularities of changes in the resistance of different forage grasses to the main common stress factors, ecological and biological characteristics of pasture forage grasses, their productivity under the influence of the changing grazing regime and identification of changes in species composition of the vegetation cover. Geobotanical descriptions of vegetation were carried out according to Ramensky's method. The selection of plant groups according to the degree of pasture degradation was used using the criteria proposed by B.M. Mirkin (1985). Jaccar's formula was applied on three key areas to determine the ratio of vegetation species composition generality. One of the areas is the least altered, the other two areas are depending on anthropogenic pressure. The vegetation communities of the Kochubey biosphere station are in a state of degradation, there are changes in the structure of phytocenoses, loss and disappearance of forage grasses. Seven main forage grasses from the Poaceae family, 2 species from Chenopodioidae, and 3 species from Asteraceae that were not adapted to harsh environmental conditions fell out from the grass stand. Only the drought-resistant, dominant species have survived. A total of 45 species were recorded, out of 10 families from 3–10 dominant plants in three plots, depending on the anthropogenic pressure. The most sensitive to external factors are the following plant species: *Agropyron desertorum*, *Bromus squarrosus*, *Bromus hordeaceus*, *Poa bulbosa*, *Eremopyrum orientale*, *Phleum pratense*, *Eragrostis minor*, *Atropis gigantea*, *Suaeda microphylla*, *Petrosimonia brachiata*, *Artemisia salsoloides*. In the structure of phytocenoses, semi-shrubs - halo xerophytes with a high productivity of 11.5–11.7 centners/ha prevail. The coefficient of the floristic community of species according to Jaccar for plots 1 and 2 is 14.8 % compared to the third plot – 7.1 %, which indicates the increased impact of all external environmental factors, mainly anthropogenic pressure. The vegetation communities of the Kochubey biosphere station is in a state of thinning of the grass stand in the places of the greatest anthropogenic pressure with the possible restoration of forage grasses under certain normalized pressure.*

Key words: Tersko-Kuma lowland, forage grasses, pasture ecosystems, productivity, anthropogenic pressure, vegetation cover, ecological and biological features, coefficient of community.

При меняющемся климате у полупустынных растений вырабатываются признаки, позволяющие виду существовать в соответствующих экосистемах. [1, 6] Терско-Кумская равнина Дагестана – крупный ландшафтно-геоморфологический район Северо-Западного Прикаспия. Доля сбитых пастбищ достигла 75...80 %. [2] Самовосстановление растительного покрова и формирование пастбищных экосистем стало невозможным без проведения мероприятий по восстановлению их видового состава и продуктивности. [3–5]

Цель работы – изучить закономерности изменения устойчивости разных кормовых трав к стрессовым факторам, эколого-биологические особенности пастбищных кормовых трав, их продуктивность при меняющемся пастбищном режиме и выявить видовой состав растительного покрова.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследований – пастбищные растительные сообщества на светло-каштановых почвах антропогенных местообитаний Кочубейской биосферной станции (КБС) Терско-Кумской низменности. Работу проводили шесть лет (2013–2019) по известной методике Раменского на учетных площадках. Растительный покров – полупустынные сообщества, сформирован в континентальных климатических условиях, где сумма осадков колеблется от 150 до 320 мм, максимальная температура воздуха в июне достигает 40...45° С, 55 дн. в году преобладает сильный иссушающий юго-восточный ветер. Динамику продуктивности доминирующей растительности определяли по методике Титлянова.

Выбрали три ключевых экспериментальных участка размером 60 м² на расстоянии 1 км друг от

друга. Для количественного учета видов растений каждый участок разбили на шесть площадок по 1 м². Первый участок расположен вдоль лесополосы, рельеф мелкобугристый, растительные ассоциации эфемерово-злаково-полынная, разнотравно-злаково-полынная; второй – на расстоянии 1 км от первого, рельеф ровный, растительные ассоциации разнотравно-злаково-полынные, солянково-полынно-разнотравные на светло-каштановых почвах; третий расположен в 1 км от кошар. Рельеф ровный, растительные ассоциации солянково-полынные, сильно сбитый растительный покров на светло-каштановых почвах. Выделяли растительные группировки по степени сбитости критериями. Коэффициент общности видового состава растительности на трех ключевых участках, один из которых в наименьшей степени изменен, другие два участка подвержены антропогенному прессу в зависимости от нагрузки, рассчитывали по формуле Жаккара

$$I_{ja} = \frac{C}{A + B} \cdot 100 ,$$

где C – число видов обоих участков; A – число видов на первом, B – на втором участке.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установили существенные динамические изменения в растительном покрове пастбищ. Изначально зафиксировали 45 видов растений (семейства: *Poaceae*, *Chenopodioidae*, *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Cyperaceae*, *Apiaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Plumbaginaceae*, *Scrophulariaceae*), доминантные экологически устойчивые – *Kochia*

prostrate, *Artemisia taurica*, *Gerotoides papposa*, *Salsola orientalis*, *Salsola orientalis* и другие злаковые.

На экспериментальных участках сохранились только доминантные, засухоустойчивые виды, количество сорных, несъедобных в кормовом отношении, по годам возрастало. Некоторые кормовые виды исчезли из травостоя (табл. 1).

Доминантные ксерофитные растения – продуктивные виды многолетних кормовых, приспособленные к почвенно-климатическим условиям региона: *Kochia prostrate*, *Camforosma Lessingii*, *Artemisia taurica*, *Salsola orientalis*, *Gerotoides papposa* и другие. Количество выпавших осадков за вегетационный период было неодинаковым, средняя продуктивность фитоценозов существенно отличалась по годам. Продуктивность ксерофитных растений во влажные годы (2013, 2016 и 2018) составляет 12,2...12,8 ц/га, в засушливые – 8,0...8,9 ц/га. Высокая продуктивность ксерофитов влажного периода связана с биологическими, экологическими особенностями адаптации этих растений, гидро-термическими условиями и другими факторами. На протяжении исследований сохранились только доминантные, засухоустойчивые виды. Эфемерная растительность наиболее уязвимая часть пастбищных сообществ данного региона, подверженная неблагоприятным условиям выпаса в весенний период.

Для изучения видового различия пастбищных фитоценозов были заложены площадки на трех ключевых участках, каждый разбивали на шесть.

Установили, что на первом и втором участке преобладают сходные доминирующие виды растений. Высокий процент встречаемости видов растений наблюдается на площадках первого участка со слабой нагрузкой (1 овца на 1 га), выявлено 45 видов, из них 11 – доминантных, втором – 32 (9), третьем – 28 (5). Остальные виды встречаются в незначительном количестве (табл. 2).

На втором участке при относительно слабом выпасе скота, в первую очередь исчезают ценные кормовые злаки, появляется менее влаголюбивое разнотравье и происходит сбой растительности. На третьем участке при усиленном бессистемном выпасе перегрузка пастбищ привела к развитию

ветровой эрозии, здесь преобладают малопоедаемые, кормовые или сорные растения. Видовое разнообразие и встречаемость растительных видов характеризуют качественные различия сравниваемых фитоценозов. Встречаемость видов определяли по формуле:

$$P = (m / n) \cdot x \cdot 100 \%,$$

где m – число площадок с найденным видом, n – общее число площадок.

На первых двух участках коэффициент встречаемости <60 %. Высокий индекс сходства в видовом составе растительности связан с гидротермическими условиями влажных и засушливых периодов сезона. Общее число доминантных видов – 9 (100 % встречаемость). Самые многочисленные семейства на площадках: *Poaceae*, *Chenopodioidae*, *Asteraceae*. Большое видовое разнообразие наблюдали на первом участке, наименьшее – на третьем (сильно деградированное), флористический состав сообществ обеднен и представлен дикими видами с исчезновением кормовых злаковых и разнотравья с формированием полынных и солянковых сообществ. Преобладали плохо поедаемые однолетние и многолетние сорные растения. Вероятно, это связано с высокой степенью антропогенного фактора (3...4 овцы на 1 га), засушливостью климата и экологическим состоянием фитоценозов.

Обнаружили, что коэффициент общности видов по Жаккару для первых двух участков составляет 14,8 % (9 видов), третьего – 7,1 %, что подтверждает воздействие внешних факторов среды. Всего видов $38+32=70$, доминантных $70-9 = 61$, коэффициент флористической общности $I_{ja} = 14,8 \%$. Чем выше коэффициент общности видов, тем выше видовое сходство участков. На первом и третьем 5 общих видов, всего $38+28 = 66$, доминантных $66-5 = 61$, $I_{ja} = 8,2 \%$, втором и третьем – 4, всего $32+28 = 60$, доминантных $60-4 = 56$, $I_{ja} = 7,1 \%$.

Растительный покров третьего участка сильно отличается – всего 28 видов, из травостоя выпало 8 злаковых, 2 маревых, 3 сложноцветных, появляются сорняки непригодные для корма. Коэффициент общности видов низкий – 7,1 % (средний для всех

Таблица 1.

Динамика продуктивности доминантных растений

Вид	Воздушно-сухая масса по годам, ц/га						
	2013 влажный	2014 засушливый	2015 засушливый	2016 влажный	2017 засушливый	2018 влажный	2019 засушливый
<i>Kochia prostrate</i>	2,3	1,3	1,8	2,3	1,7	1,9	1,2
<i>Gerotoides papposa</i>	2,5	2,0	1,9	2,3	1,8	2,0	1,0
<i>Camforosma Lessingii</i>	1,2	1,1	1,0	2,2	1,3	2,1	0,9
<i>Artemisia taurica</i>	2,8	1,5	2,0	2,5	2,1	2,6	2,3
<i>Salsola orientalis</i>	2,3	2,1	2,2	2,4	2,0	2,3	1,9
<i>Cerastium dentatum</i>	01	–	–	02	–	02	–
<i>Eromophyrum orientale</i>	03	–	–	04	–	01	–
<i>Phleum paniculatum</i>	03	–	–	02	–	04	–
<i>Eromophyrum triticum</i>	04	–	–	03	–	02	–
За год	12,2	8,0	8,9	12,8	8,9	12,4	8,5

Таблица 2.

Встречаемость видов растений

Семейство	Вид	Участок						
		первый		второй		третий		
		всего	встречаемость, %	всего	встречаемость, %	всего	встречаемость, %	
Poaceae	<i>Agropyron cristatum</i>	6	100	5	83	3	50	
	<i>Agropyron desertorum</i>	6	100	6	100	–	–	
	<i>Bromus tectorum</i>	6	100	6	100	2	33	
	<i>Bromus squarrosus</i>	4	67	1	17	–	–	
	<i>Brómus hordeáceus</i>	6	100	–	–	–	–	
	<i>Eremopyrum triticeum</i>	6	100	6	100	1	17	
	<i>Eremopyrum orientale</i>	2	33	2	33	–	–	
	<i>Festuca sulcáta</i>	4	67	2	33	1	17	
	<i>Poa bulbosa</i>	6	100	6	100	–	–	
	<i>Phleum pratense</i>	4	67	–	–	–	–	
	<i>Phleum paniculatum</i>	1	17	2	33	1	17	
	<i>Eragrostis minor</i>	4	67	–	–	–	–	
	<i>Stipa pennata</i>	2	33	–	–	3	50	
	<i>Avena fatua</i>	2	33	–	–	5	83	
	<i>Atropis gigantea</i>	4	67	–	–	–	–	
	<i>Cynodon dactylon</i>	1	17	3	50	5	83	
	<i>Hordeum leporinum</i>	1	17	–	–	3	50	
	<i>Kochia prostrata</i>	3	50	3	50	1	17	
	<i>Camphorosma lessingii</i>	4	67	1	17	1	17	
	<i>Suaeda microphylla</i>	2	33	2	33	–	–	
Chenopodioideae	<i>Salsola orientalis</i>	6	100	6	100	6	100	
	<i>Salsola dendroides</i>	6	100	6	100	6	100	
	<i>Salicornia</i>	4	67	3	50	4	67	
	<i>Petrosimonia brachiata</i>	4	67	2	33	–	–	
	<i>Atriplex tatarica</i>	2	33	2	33	1	17	
	<i>Ceratoides papposa</i>	4	67	2	33	1	17	
	<i>Sonchus asper</i>	2	33	2	33	5	83	
	<i>Artemisia taurica</i>	6	100	6	100	6	100	
	<i>Artemisia salsoloides</i>	6	100	6	100	–	–	
	<i>Artemisia lercheanum</i>	6	100	6	100	6	100	
Asteraceae	<i>Carduus acanthoides</i>	2	33	–	–	–	–	
	<i>Inula sabuletorum</i>	2	33	1	17	3	50	
	<i>Ceratocarpus arenarius</i>	4	67	–	–	–	–	
	<i>Xanthium spinosum</i>	1	17	–	–	5	83	
	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	2	33	2	33	–	–	
	Fabaceae	<i>Trigonella orthoceras</i>	1	17	3	50	–	–
		<i>Alhagi pseudalhagi</i>	1	17	–	–	2	33
Cyperaceae	<i>Carex pachystylis</i>	1	17	4	67	6	100	
Apiaceae	<i>Falcaria vulgaris</i>	2	33	2	33	1	17	
Brassicaceae	<i>Arabidopsis thaliana</i>	3	50	2	33	1	17	
	<i>Alyssum desertorum</i>	1	17	3	50	2	33	
Caryophyllaceae	<i>Cerastium dentatum</i>	2	33	1	17	–	–	
	<i>Pleconax conica</i>	1	17	–	–	3	50	
Plumbaginaceae	<i>Limonium meyeri</i>	2	33	1	17	1	17	
Scrophulariaceae	<i>Veronica arvensis</i>	3	50	–	–	–	–	
Total species		45		32		28		

участков 10 %), что доказывает степень воздействия экологического и антропогенного факторов.

Выводы. Растительный покров пастбищных сообществ Кочубейской биосферной станции находится в угнетенном состоянии из-за недостаточного

увлажнения. Уменьшаются продуктивность и число эфемеров однолетних питательных кормовых трав, не приспособленных к повышенным нагрузкам и жестким экологическим условиям. Высокая продуктивность доминантных ксерофитных

растений (12,2...12,8 ц/га) достигается благодаря биологическим, экологическим особенностям и другими факторами среды.

На территории КБС отмечены изменения пастбищных сообществ на участках с чрезмерным антропогенным прессом. Степень деградации растительных сообществ находится в состоянии изреживания травостоя в местах выпаса (3...4 овцы), с возможным восстановлением кормовых трав при нормированных условиях нагрузки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гасанов, Г.Н. Факторы предотвращения деградации почв и восстановления продуктивности естественных пастбищ Северо-Западном Прикаспии / Г.Н. Гасанов, Р.З. Усманов, Н.Р. Магомедов и др. // Аридные экосистемы. – 2013. – Т. 19. – № 1 (54). – С. 53–58.
2. Залибеков, З.Г. О проблемах изучения экотон в аридных регионах юга России / З.Г. Залибеков // Аридные экосистемы. – 2006. – Т. 12. – № 30–31. – С. 7–11.
3. Кисиль, Е.И. Улучшение травостоя естественных кормовых угодий на опустыненных участках / Е.И. Кисиль // Экономика и экология территориальных образований. – 2015. – № 3. – С. 141–144.
4. Усманов, Р.З. Реградация пастбищных экосистем, подверженных антропогенному прессингу / Р.З. Усманов, М.А. Бабаева, С.В. Осипова // Юг России: экология, развитие. – 2012. – № 2. – С. 109–113.
5. Усманов, Р.З. Экологическая оценка и научные основы восстановления природного потенциала деградированных почв Северо-Западного Прикаспия: автореф. дис... докт. биолог. наук / Р.З. Усманов. – Махачкала. – 2009. – 46 с.
6. Шамсутдинов, З.Ш. Методы экологической реставрации аридных экосистем в районах пастбищного животноводства / З.Ш. Шамсутдинов // Степной бюллетень. – № 11. – 2002. – С. 21–26.

LIST OF SOURCES

1. Gasanov, G.N. Faktory predotvrashcheniya degradacii pochv i vosstanovleniya produktivnosti estestvennyh pastbishch v Severo-Zapadnom Prikaspii / G.N. Gasanov, R.Z. Usmanov, N.R. Magomedov i dr. // Aridnye ekosistemy. – 2013. – T. 19. – № 1 (54). – S. 53–58.
2. Zalibekov, Z.G. O problemah izucheniya ekotonov v aridnyh regionah yuga Rossii / Z.G. Zalibekov // Aridnye ekosistemy. – 2006. – T. 12. – № 30–31. – S. 7–11.
3. Kisil', E.I. Uluchshenie travostoya estestvennyh kormovyh ugodij na opustynennyh uchastkah / E.I. Kisil' // Ekonomika i ekologiya territorial'nyh obrazovaniy. – 2015. – № 3. – S. 141–144.
4. Usmanov, R.Z. Regradaciya pastbishchnyh ekosistem, podverzhennyh antropogennomu pressingu / R.Z. Usmanov, M.A. Babaeva, S.V. Osipova // Yug Rossii: ekologiya, razvitie. – 2012. – № 2. – S. 109–113.
5. Usmanov, R.Z. Ekologicheskaya ocenka i nauchnye osnovy vosstanovleniya prirodnoho potenciala degradirovannyh pochv Severo-Zapadnogo Prikaspiya: Avtoref. dis.... dokt. biolog. nauk / R.Z. Usmanov. – Mahachkala. – 2009. – 46 s.
6. Shamsutdinov, Z.Sh. Metody ekologicheskoy restavracii aridnyh ekosistem v rajonah pastbishchnogo zhivotnovodstva / Z.Sh. Shamsutdinov // Steпноj byulleten'. – № 11. – 2002. – S. 21–26.

А.В. Ручкина, старший преподаватель
Р.Н. Ушаков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
 Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева
 РФ, 390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1
Н.Н. Новиков, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
 Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ
 РФ, 390025, г. Рязань, ул. Щорса, д. 38/11
Т.Ю. Ушакова, магистрант
 Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева
 РФ, 390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1
В.Ю. Асеев, кандидат сельскохозяйственных наук
Ф.Ю. Бобраков, магистрант
 Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина
 РФ, 390000, г. Рязань, ул. Свободы, 46
 E-mail: nasni91@gmail.com

УДК: 631.452:631.445.25

DOI:10.30850/vrsn/2021/1/57-61

ОЦЕНКА КОНСТИТУЦИОННОЙ ОСНОВЫ ПЛОДОРОДИЯ АГРОСЕРОЙ ПОЧВЫ

Общее состояние плодородия необходимо оценивать по следующим группам параметров: динамичные (подвижные элементы питания, кислотность); конституционные прямые (минералогический, гранулометрический, органический и химический состав); конституционные косвенные (емкость катионного обмена (ЕКО), сорбционная емкость, буферность). Цель исследований – изучить и оценить некоторые конституционные параметры плодородия опытного образца. В почве содержание гумуса (2 %) соответствует минимально допустимому уровню, значение суммы обменных оснований (7–8 ммоль/100 г почвы) в два раза меньше окультуренного аналога; увеличена доля свободных ГК до 11,5–14,0 % (абс.) и снижено содержание ГК, не связанных с кальцием, до 24,3–28,1 %. В минеральной части тонкой почвенной фракции агросерой почвы размером 1–5 мкм в слое 0–20 см содержание функционально инертных минералов составляет в сумме 63 %. С глубиной количество ценных смешаннослойных образований увеличивается. Для компенсации потерь глинистых фракций можно использовать покровный суглинок, обогащенный нитратными формами азота. Экспериментальный продукт содержит около 2,7 % общего азота, подвижного и общего калия – 1250 мг/кг и 0,20 %, ЕКО – 48 мг-экв/100 г соответственно.

Ключевые слова: агросерая почва, плодородие, гумус, минералогический состав, деградация.

A.V. Ruchkina, senior lecturer
R.N. Ushakov, Grand PhD in Agricultural sciences, Professor
 Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva
 RF, 390044, g. Ryazan', ul. Kostycheva, 1
N.N. Novikov, PhD in Agricultural sciences, docent
 Federal Scientific Agroengineering Center VIM
 RF, 390025, g. Ryazan, ul. Shchorsa, 38/11
T.Yu. Yu. Ushakova, master student
 Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva
 RF, 390044, g. Ryazan', ul. Kostycheva, 1
V.Yu. Aseev, PhD in Agricultural sciences
F.Yu. Bobrakov, master student
 Ryazan State University named for S. Yesenin
 RF, 390000, g. Ryazan', ul. Svobody, 46
 E-mail: nasni91@gmail.com

ASSESSMENT OF CONSTITUTIONAL BASE OF AGRO-GREY SOIL FERTILITY

The general state of fertility should be assessed by at least two groups of parameters: dynamic (mobile nutrients, acidity) and constitutional direct – mineralogical, granulometric, organic and chemical composition, as well as constitutional indirect – cation exchange capacity (CEC), sorption capacity, buffering capacity. The purpose of the research is to study and evaluate some of the constitutional parameters of the fertility of the experimental agro-gray soil. The humus content in the soil (2 %) corresponds to the minimum permissible level. The soil has a low value of the sum of exchangeable bases (7–8 mmol/100 g of soil), which is 2 times less than the cultivated analogue. In the soil, the share of free HAs increased to 11.5–14.0 % (abs.) And the content of HAs not associated with calcium decreased to 24.3–28.1 %. In the mineral part of the thin soil fraction of agro-gray soil 1–5 microns in size in the 0–20 cm layer, the content of functionally inert minerals is 63 % in total. The number of valuable mixed-layer formations increases with depth. To compensate for the loss of clay fractions, cover loam enriched in nitrate forms of nitrogen can be used. The experimental product contains about 2.7 % of total nitrogen, mobile and total potassium is 1250 mg/kg and 0.20 %, respectively, ECO – 48 mg-eq/100 g.

Key words: agro-gray soil, fertility, humus, mineralogical composition, degradation.

В основе стабильного развития АПК России лежит воспроизводство почвенного плодородия. [11] С учетом специфической структурной организации почвы, общее состояние плодородия следует оценивать как минимум по двум группам параметров: динамичным и фундаментальным, конституционным. В большинстве случаев оценивают по первой – подвижные формы элементов питания, кислотность. Данная составляющая плодородия почвы относительно быстро восстанавливается с помощью агротехнических мероприятий. Конституционную составляющую можно определить по прямым показателям (минералогический, гранулометрический и химический состав, групповой и фракционный состав органического вещества, органо-минеральный комплекс) и косвенным (емкость катионного обмена (ЕКО), сорбционная емкость, различные виды физико-химической буферности, которые указывают на функциональное состояние почвенных компонентов органической и минеральной природы почвы). Конституционность связана с динамичными показателями, со скоростью их восстановления в случае деградации и улучшения для решения вопросов производства продукции. При деградации почвы происходят необратимые процессы, затрагивающие именно конституционные или базисные основы плодородия.

Для формирования плодородия почвы большую роль, наряду с органическим веществом [13], играют тонкодисперсные минеральные фракции – глинистый компонент. [6, 7, 10, 14]. Исследователи в своих работах оценивают перспективность применения природных глин в сельском хозяйстве. На наш взгляд, обогащение суглинков и глин азотом еще эффективнее. [1–3, 5] Но при этом необходимо учитывать химическую агрессивность азотной кислоты, экологическую опасность продуктов разложения.

Цель работы – изучить и оценить некоторые конституционные параметры плодородия опытной агросерой почвы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В агросерой среднесуглинистой почве и покровном суглинке определяли: подвижные формы фосфора и калия методом Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 54650-2011); общий фосфор (ГОСТ 26717-85); общий калий (ГОСТ 26718-85); общий азот (ГОСТ 26107-84); нитраты ионометрически (ГОСТ 26951-86); органическое вещество по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91); рН солевой вытяжки по ЦИНАО (ГОСТ 26483-85); емкость катионного обмена методом Бобко-Аскинази-Алешина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 17.4.4.01-84 (п. 4.1)); сумму поглощенных оснований по Каппену (ГОСТ 27821-88); гранулометрический (зерновой) состав глины (ГОСТ 12536-

2014), гранулометрический состав почвы по Качинскому; обменный кальций и магний (ГОСТ 26487-85).

Фракции ила, тонкой и средней пыли для определения минералогического состава выделяли по методике Н.И. Горбунова (1971). Ориентированные препараты фракций исследовали рентгенодифрактометрическим методом. Рентгенодифрактометры получены для воздушно-сухих образцов, насыщенных этиленгликолем и прокаленных при температуре 550°C в течение двух часов.

Общее содержание элементов в почве определяли на анализаторе Tefa-6111; подвижных форм – в вытяжке ацетатно-аммонийного буферного раствора и рН = 4,8 и 1n HCl – методом атомной адсорбции.

Содержание нитратов в воде определяли фотометрическим методом с использованием салициловокислого натрия (ГОСТ 33045-2014).

Урожайность рассчитывали при стандартной влажности зерна. Содержание азота в зерне находили по ГОСТ 13496.4-2019.

Количество сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги выявляли на ИК-спектрометре TANGO NTI (ГОСТ 32040-2012).

Экспериментальные данные обрабатывали методами дисперсионного, корреляционного, регрессионного и других видов статистического анализа (Доспехов, 1985; Ивойлов, 2000) с использованием программного комплекса «STATISTICA».

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общий агрохимический анализ опытного участка представлен в таблице 1.

Нормативы оптимального содержания гумуса для агросерой среднесуглинистой почвы Среднерусской провинции установлены в пределах 2,3...3,0 %. В опытной почве в мощном гумусово-элювиальном слое 0...30 см при незначительной мощности гумусового горизонта 0...11 см, состояние органического вещества соответствовало минимально допустимому уровню. Обеспеченность фосфором и калием высокая. Учитываемую динамичность показателей не следует считать информативной в оценке плодородия, необходимо использовать структурно-субстантивные характеристики. Наряду с содержанием гумуса, к ним можно отнести гранулометрический состав. С глубиной содержание физической глины возрастает в два раза. Это указывает на интенсивный вынос фракций, отвечающих за сорбционные свойства.

Данные по ЕКО и общему азоту соответствуют диагностической характеристике агросерой почвы (табл. 2).

В целом плодородие агросерой почвы неудовлетворительное. Это обусловлено низким содержанием гумуса и, как следствие, проявлениями негативных процессов. Сумма обменных оснований

Таблица 1.

Характеристика агросерой среднесуглинистой почвы

Слой, см	Подвижный К ₂ O, мг/кг	Общий К, %	Подвижный P ₂ O ₅ , мг/кг	Общий P, %	Общий N, %	N-NO ₃ , мг/кг	Гумус, %
0...20	157±46	0,039	211,3±22	0,036	0,13±0,003	24,7±0,7	2,3±0,1
20...30	115±20	0,034	171,3±6	0,029	0,14±0,005	20,5±4	1,9±0,08

Физико-химическая характеристика агросерой среднесуглинистой почвы **Таблица 2.**

Слой, см	pH, ед.	ЕКО, мг-экв/100 г	Сумма поглощенных оснований, ммоль/100 г	<0,01, %
0...20	5,4±0,001	26,0±1,7	8,2±1,0	24,6±1,2
20...30	5,4±0,005	26,0±1,7	7,3±0,3	24,8±1,3

(7...8 ммоль/100 г почвы) в два раза меньше окультуренной аналоговой почвы. [5] С учетом емкости катионного обмена это может привести к ухудшению поверхностных свойств исследуемой почвы.

Валовый химический состав однородный в пределах мощности 0...30 см как в иле, так и почве (табл. 3). В илистом компоненте отношение оксида кремния к полуторным окислам составляет около 2,0; для почвы в целом — 5,7. По сравнению с почвой илистая фракция обогащена валовым магнием, что объясняется локализацией магнийсодержащих минералов. Количество оксида кальция незначительно, имеются небольшие примеси кальцийсодержащих минералов.

Оксид калия в иле немного превышает его количество в почве. При сравнении запасных форм химических элементов между илом и почвой различия достоверные. Отсутствие различий по фосфору и незначительное достоверное превышение валового калия в иле над таковым в почве может указывать либо на слабую функцию исследуемой почвы по запасанию питательных элементов, в которой участвуют тонкие фракции [4], либо на истощение фосфором и калием, или на их одновременность.

Источники тонких фракций в почве — почвенные минералы. Минералогический состав почвы и ила изменяется с глубиной: содержание каолинитов, хлоритов и гидрослюд уменьшается, а смешаннослойных образований увеличивается (табл. 4). Как известно, слюды имеют низкое значение ЕКО и удельную поверхность. Минералы группы хлоритов не характеризуются низкими величинами ЕКО. Каолиниты поглощают лишь небольшую долю

вносимых соединений и обладают пониженной буферностью.

Из всех изученных минералов в более тонких фракциях преобладают слюды — 30...34 %. С увеличением размерности фракций увеличивается содержание хлоритов и кварца (табл. 5).

В структуре минеральной части тонкой почвенной фракции агросерой почвы (1...5 мкм) в слое 0...20 см содержание функционально инертных минералов (кварц, полевой шпат и плагиоклаз) составляет 63,0 %, с глубиной их количество снижается до 57,7 %. В тонкой пыли разница между слоями в отношении глинистых минералов около 8 % (абс.). Такая послынная дифференциация может свидетельствовать об изменении минералогического состава тонкой пыли в ходе агрогенной эволюции, хотя не исключено, что это связано с природными особенностями горизонтального распределения тонкой пыли в процессе генезиса. В научной литературе имеются очень противоречивые сведения, чтобы сделать надежное заключение. Для нас важно понимать, что именно слой 0...20 см в земледелии наиболее технологически операционный, и что в нем накапливаются инертные минералы с небольшими значениями ЕКО.

К сожалению, минералогический состав агросерой среднесуглинистой почвы опытного участка ранее не определяли. Поэтому возникают трудности интерпретации современных данных, связанные с невозможностью установить характер изменения минералогического состава. Опираясь на данные других авторов, указывающие на ухудшение минералогического состава агропочв, можно заключить важность не только сохранения минеральных компонентов с высокой удельной поверхностью и сорбционной активностью, но и повышение их содержания в почве искусственными способами.

Отказаться от физиологически кислых минеральных удобрений невозможно, и было бы неправильно, так как только они могут обеспечить увеличение урожайности. [8, 9] Однако при этом создаются условия для дезинтеграции минерального комплекса, выражающегося в повышении содержания водно-пептизируемого ила, гидрослюд

Валовый химический состав агросерой почвы, %

Таблица 3.

Слой, см	SiO ₂		Al ₂ O ₃		Fe ₂ O ₃		CaO		MgO		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0...20	52,5	78,9	16,7	10,4	9,9	3,5	0,7	1,0	2,9	0,9	0,4	0,3	2,9	2,4
20...30	53,3	78,5	17,0	10,5	10,1	3,5	0,7	1,0	2,8	0,9	0,3	0,3	2,9	2,3

Примечание. 1 — в иле; 2 — в почве.

Минералогический состав ила и почвы в целом **Таблица 4.**

Минералогический состав по механическим фракциям **Таблица 5.**

Слой, см	Каолинит + хлорит	Гидрослюда	Смектит	Каолинит + хлорит	Гидрослюда	Смектит
	0...20	14,0	62,6	23,6	3,1	14,3
20...30	12,4	57,4	30,4	3,0	13,6	7,2

Слой, см	Кварц	Слюда	Каолинит	Хлорит	K _{пов.} шпат	Плагиоклазы
1...5 мкм						
0...20	32,0	30,3	5,0	1,0	16,7	14,3
20...30	29,7	34,3	5,7	2	16,3	11,7
5...10 мкм						
0...20	43,0	15,9	3,3	3,8	17,5	16,0
20...30	41,9	14,8	2,4	4,3	18,4	16,4

Таблица 6.
Химическая характеристика ГАУС (средние значения)

Вода, %	9,5±0,5
Кислотность, ед.	
обменная	5,3±0,4
актуальная	7,3±0,7
Азот	
нитратный, мг/кг, ед.	70132±30
общий, %	2,7±0,4
Калий	
подвижный, мг/кг	1250±13
общий, %	0,20±0,02
Фосфор	
подвижный, мг/кг	76,0±3
общий, %	0,45±0,07
Кальций, моль/100 г	128,68±2
Медь, мг/кг	8,8±0,9
Цинк, мг/кг	9,5±0,9
Емкость катионного обмена (ЕКО), мг-экв/100 г	47,6±7,1

с преобладанием в его составе каолинита+хлорита. Уменьшается количество смешаннослойных минералов [11], разрушаются слоистые силикаты, накапливаются инертные минералы (кварц, полевые шпаты, плагиоклазы, слюды). [12] Это означает, что для агросерых почв ожидается разрушение и вынос тонкодисперсных фракций за пределы зоны генезиса. Чтобы компенсировать потери ценных глинистых фракций можно использовать покровный суглинок, обогащенный нитратными формами азота.

В таблице 6 приведена краткая характеристика экспериментального удобрения. Один из недостатков удобрения – слабокислая реакция среды ($pH_{KCl} \sim 5$). Содержание нитратного (70132 мг/кг) и общего (2,7 %) азота указывает на эффективное связывание глиной азотной кислоты. Содержание подвижного и общего калия 1250 мг/кг и 0,20 %, подвижного фосфора – 76 мг/кг, хотя общего пула в два раза больше (0,45 %), валовой формы меди – 8,9 мг/кг и цинка – 9,5 мг/кг соответствовало ПДК.

Использование глинистого компонента способствует закреплению азота; улучшению поверхностных свойств агросерой почвы. Значение ЕКО глины составляет 47,6 мг-экв/100 г, диагностическое для серых лесных суглинистых и глинистых почв (по классификации 1977 г) – 20...25 мг-экв/100 г. В опытной почве ЕКО в слое 0...20 и 20...30 см – 26,0 мг-экв/100 г. Следовательно, регулярное внесение глинистого вещества будет улучшать сорбционные свойства ППК.

Выводы. Длительное сельскохозяйственное использование агросерых почв на фоне снижения органического вещества, подкисления раствора приводит к ухудшению состояния конституционного базиса плодородия: прогнозируемо изменение фракционного состава гумуса в сторону увеличения свободных ГК и ФК, повышение в верхнем слое почв (0...20 см) инертных минералов с низкими значениями ЕКО и удельной поверхностью (кварц, полевой шпат и плагиоклаз, каолинит, хлорит). Это может свидетельствовать о деградации тонкодисперсных компонентов пахотного слоя агросерой почвы, в целом об ухудшении почвенного плодородия.

Для агросерых среднесуглинистых почв с низким уровнем плодородия мы разработали и рекомендуем средство на основе покровного суглинка и концентрированной азотной кислоты. Продукт не заменяя азотные минеральные удобрения, может служить дополнительным элементом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Агафонов, Е.В. Влияние бентонита на урожайность и качество озимой пшеницы на темно-каштановой почве / Е.В. Агафонов, А.В. Цыганков // Земледелие. – 2011. – № 7. – С. 24–26.
- Агафонов, Е.В. Применение бентонита на черноземе южном / Е.В. Агафонов, В.П. Горячев // Земледелие. – 2011. – № 8. – С. 20–21.
- Болиева, З.А. Цеолитсодержащие глины повышают качество клубней картофеля / З.А. Болиева, Ф.Т. Гериева // Земледелие. – 2012. – № 7. – С. 17–18.
- Карпова, Д.В. Микроморфология и минералогия серых лесных почв Владимирского ополья / Д.В. Карпова, Н.П. Балабко, Н.П. Чижикова и др. // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2018. – Вып. 94. – С. 101–123.
- Козлов, А.В. Влияние высококремнистых пород (диатомита, цеолита и бентонитовой глины) на активность олиготрофного и автохтонного микробного пула дерново-подзолистой почвы / А.В. Козлов, А.Х. Куликова, И.П. Уромова // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2017. – № 40. – С. 44–65.
- Козлов, А.В. Физико-химические свойства бентонита и его влияние на кислотно-основные показатели и эффективное плодородие дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы / А.В. Козлов, А.Х. Куликова, И.П. Уромова // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2017. – Вып. 90. – С. 73–95.
- Соколова, Т.А. Разрушение глинистых минералов в модельных опытах и в почвах: возможные механизмы, скорость, диагностика (анализ литературы) / Т.А. Соколова // Почвоведение. – 2013. – № 2. – С. 1–16.
- Сычев, В.Г. О балансе питательных веществ в земледелии России / В.Г. Сычев, С.А. Шафран // Плодородие. – 2017. – № 1 (94). – С. 1–4.
- Сычев, В.Г. Прогноз плодородия почв Нечерноземной зоны в зависимости от уровня применения удобрений / В.Г. Сычев, С.А. Шафран // Плодородие. – 2019. – № 2 (107). – С. 22–25.
- Травникова, Л.С. Особенности состава органического вещества темногумусовых лесных почв северо-востока Костромской области / Л.С. Травникова, А.В. Иванов // Вестник московского университета. – Серия 17: Почвоведение. – 2014. – № 2. – С. 24–28.
- Чекмарев, П.А. Воспроизводство плодородия – залог стабильного развития агропромышленного комплекса России / П.А. Чекмарев // Плодородие. – 2018. – № 1 (100) – С. 4–7.
- Чижикова, Н.П. Деградация минеральной основы почв. В книге: Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирование систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии / Н.П. Чижикова – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2013. – С. 365–368.
- Hatfield, Jerry L. Why is Soil organic matter so important? / Jerry L., Hatfield, Ken Wacha, Christian Dold // Crops & Soils. – 2018. – V. 51. – № 2. – P. 4–8.

14. Organic Matter in Clay Density Fractions from Sandy Cropland Soils with Differing Land-Use History / S. Sleutel, P. Leinweber, E. Van Ranst et al // Soil Science Society of America Journal. – 2011. – V. 75. – № 2. – P. 521–532.

LIST OF SOURCES

1. Agafonov, E.V. Vliyanie bentonita na urozhajnost' i kachestvo ozimoy pshenicy na temno-kashtanovoj pochve / E.V. Agafonov, A.V. Cygankov // Zemledelie. – 2011. – № 7. – S. 24–26.
2. Agafonov, E.V. Primenenie bentonita na chernozeme yuzhnom / E.V. Agafonov, V.P. Goryachev // Zemledelie. – 2011. – № 8. – S. 20–21.
3. Bolieva, Z.A. Ceolitsoderzhashchie gliny povyshayut kachestvo klubnej kartofelya / Z.A. Bolieva, F.T. Gerieva // Zemledelie. – 2012. – № 7. – S. 17–18.
4. Karpova, D.V. Mikromorfologiya i mineralogiya seryh lesnyh pochv Vladimirskego opol'ya / D.V. Karpova, N.P. Balabko, N.P. Chizhikova i dr. // Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva. – 2018. – Vyp. 94. – S. 101–123.
5. Kozlov, A.V. Vliyanie vysokokremnistyh porod (diatomita, ceolita i bentonitovoj gliny) na aktivnost' oligotrofnogo i avtohtonnoho mikrobnogo pula dernovo-podzolistoj pochvy / A.V. Kozlov, A.H. Kulikova, I.P. Uromova // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. – 2017. – № 40. – S. 44–65.
6. Kozlov, A.V. Fiziko-himicheskie svoystva bentonita i ego vliyanie na kislotno-osnovnye pokazateli i effektivnoe plodorodie dernovo-podzolistoj legkosuglinistoj pochvy / A.V. Kozlov, A.H. Kulikova, I.P. Uromova // Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva. – 2017. – Vyp. 90. – S. 73–95.
7. Sokolova, T.A. Razrushenie glinistykh mineralov v model'nykh opytah i v pochvah: vozmozhnye mekhanizmy, skorost', diagnostika (analiz literatury) / T.A. Sokolova // Pochvovedenie. – 2013. – № 2. – S. 1–16.
8. Sychev, V.G. O balanse pitatel'nykh veshchestv v zemledelii Rossii / V.G. Sychev, S.A. Shafran // Plodorodie. – 2017. – № 1 (94). – S. 1–4.
9. Sychev, V.G. Prognoz plodorodiya pochv Nechernozemnoj zony v zavisimosti ot urovnya primeneniya udobrenij / V.G. Sychev, S.A. Shafran // Plodorodie. – 2019. – № 2 (107). – S. 22–25.
10. Travnikova, L.S. Osobennosti sostava organicheskogo veshchestva temnogumusovykh lesnyh pochv severo-vostoka Kostromskoj oblasti / L.S. Travnikova, A.V. Ivanov // Vestnik moskovskogo universiteta. – Seriya 17: Pochvovedenie. – 2014. – № 2. – S. 24–28.
11. Chekmarev, P.A. Vosproizvodstvo plodorodiya – zalog stabil'nogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii / P.A. Chekmarev // Plodorodie. – 2018. – № 1 (100) – S. 4–7.
12. Chizhikova, N.P. Degradaciya mineral'noj osnovy pochv. V knige: Nauchnye osnovy predotvrashcheniya degradacii pochv (zemel') sel'skohozyajstvennykh ugodij Rossii i formirovanie sistem vosproizvodstva ih plodorodiya v adaptivno-landshaftnom zemledelii / N.P. Chizhikova – M.: Pochvennyj institut im. V.V. Dokuchaeva, 2013. – S. 365–368.
13. Hatfield, Jerry L. Why is Soil organic matter so important? / Jerry L., Hatfield, Ken Wacha, Christian Dold // Crops & Soils. – 2018. – V. 51. – № 2. – R. 4–8.
14. Organic Matter in Clay Density Fractions from Sandy Cropland Soils with Differing Land-Use History / S. Sleutel, P. Leinweber, E. Van Ranst et al // Soil Science Society of America Journal. – 2011. – V. 75. – № 2. – R. 521–532.

И.П. Кружилин, академик РАН, профессор, заслуженный деятель науки РФ

А.Е. Новиков, доктор технических наук
 Всероссийский НИИ орошаемого земледелия
 РФ, 400002, г. Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9

Н.Н. Дубенок, академик РАН, профессор, заслуженный деятель науки РФ
 Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
 РФ, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
 E-mail: vniioz@yandex.ru

УДК 633.18:631.674.6

DOI:10.30850/vrsn/2021/1/62-66

ОБОСНОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ И РЕГЛАМЕНТА ПОЛИВОВ АЭРОБНОГО РИСА

Учитывая принадлежность риса к растениям, формирующим мочковатую корневую систему, в статье обосновывается необходимость селекции сортов, вегетирующих на ненасыщенной водой почве. Во Всероссийском НИИ орошаемого земледелия получен, так называемый аэробный сорт риса. Излагаются результаты обоснования эффективного водного режима почвы на посевах этого сорта и регламент поливов. Посев проводили зерновой сеялкой при прогревании почвы до 14°C в 2013 и 2014 годах – 28 апреля и 2015 – 8 мая. Для полива использовали систему капельного орошения. Капельные линии укладывали через 0,6 м, расстояние между капельницами – 0,33 м, подача воды через капельницу – 2,2 л/ч. Почва опытного участка светло-каштановая, содержание гумуса 1,6–1,8 %, плотность естественного сложения для расчетных слоев 0,4 и 0,6 м соответственно 1,27 и 1,29 т/м³, наименьшая влагоемкость – 24,9 и 23,8 % массы сухой почвы. Показатели порозности по слоям изменялись от 46,64 до 51,59 %, плотность твердой фазы – от 2,52 до 2,72 т/м³. По обеспеченности осадками вегетационного периода 2013 год характеризуется как влажный (306,9 мм), 2014 – среднесухой (104,9) и 2015 – средневлажный (235,4 мм). Схема двухфакторного опыта включала три варианта по водному режиму почвы: А₁ (контроль) – снижение влажности активного слоя (0,6 м) почвы до 80 % НВ; А₂ – по варианту А₁ до конца фазы кущения риса в слое 0,4 м с последующим увеличением слоя до 0,6 м; А₃ – водный режим по варианту А₂ до начала восковой спелости зерна со снижением предполивной влажности до 70 % НВ. Второй фактор включал дозы внесения удобрений: Б₁ – на получение урожайности 5 т/га зерна (N₁₀₉P₆₂K₇₅); Б₂ – 6 т/га (N₁₃₁P₇₄K₉₀) и Б₃ – 7 т/га (N₁₅₁P₉₀K₁₀₈). Подачу оросительной воды в объеме поливных норм контролировали по продолжительности полива, определяемой расходом воды через капельницы, а также показаниями водомера, установленного на опытном участке. Сроки поливов определяли снижением влажности почвы до предполивного уровня, при небольшой продолжительности межполивных периодов (2–4 дня) биоклиматическим и не реже двух раз в месяц, а также при посеве и созревании зерна термостатно-весовым методами. Оперативный контроль за динамикой влажности почвы обеспечивался протарированным влагомером AQVATERR T-350. Затраты оросительной воды при урожайности риса 5–7 т/га зерна, по данным трехлетних исследований на системе капельного орошения, изменялись от 4920 до 5357 м³/га, это в 4–6 раз меньше по сравнению с существующей технологией орошения риса затоплением. Исследования выполняли в 2013–2015 годах во ВНИИ орошаемого земледелия.

Ключевые слова: рис, орошение затоплением, периодические поливы, водный режим почвы, регламент поливов, затраты оросительной воды, урожайность.

I.P. Kruzhilin, Academician of RAS, Professor, Honored Scientist of Russia

A.E. Novikov, Grand PhD in Engineering sciences
 All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture
 RF, 400002, g. Volgograd, ul. im. Timiryazeva, 9

N.N. Dubenok, Academician of RAS, Professor, Honored Scientist of Russia

K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University – MTAA
 RF, 127550, g. Moskva, ul. Timiryazevskaya, 49
 E-mail: vniioz@yandex.ru

JUSTIFICATION OF WATER REGIME AND IRRIGATION REGULATIONS FOR AEROBIC RICE

Taking into account that rice belongs to the plants that form the fibrous root system the article defines the need to selection of varieties growing on unsaturated with water soil. Such a so-called aerobic rice variety has been obtained in the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture. The results of the substantiation of an effective water regime on this variety sowings and the irrigation regulations are presented. Sowing was conducted by seeder under the soil warming up to 14°C in 2013 and 2014 – April, 28 and 2015 – May, 8. For watering was used a drip irrigation system. The drip lines were laid every 0.6 m, the distance between the droppers was 0.33 m, the water supply through the dropper was 2.2 l/h. The soil of the experimental site is light chestnut, the humus content is 1.6–1.8 %, the density of natural composition for the calculated layers of 0.4 and 0.6 m is 1.27 and 1.29 t/m³ respectively, the lowest moisture capacity is 24.9 and 23.8 % of dry soil mass. Porosity indices for layers varied from 46.64 to 51.59 %, solid phase density – from 2.52 to 2.72 t/m³. According to the provision of precipitation for the growing season 2013 is characterized as wet (306.9 mm), 2014 – medium dry (104.9) and 2015 – medium moisture (235.4 mm). The scheme of the two-factor experiment included three options for the water regime of the soil: A1 (control) – reducing the moisture content of the active layer (0.6 m) of the soil to 80 % of minimum water capacity; A2 – according to option A1 until the end of the rice tillering phase in 0.4 m layer with following an increasing in the layer to 0.6 m; A3 – water regime according to the A2 option until the beginning of the grain wax ripeness with a decrease in the pre-irrigation moisture content to 70 % of minimum water capacity. The second factor included the doses of fertilizers: B1 – to obtain a grain yield of 5 t/ha (N109P62K75);

B2-6 t/ha (N131P74K90) and B3 – 7 t/ha (N151P90 K108). The supply of irrigation water in the amount of irrigation rates was controlled by the duration of irrigation, determined by the water flow through the droppers, as well as by the reads of the water meter installed on the experimental site. The timing of irrigation was determined by reducing the impact to the pre-irrigation level. With short duration of irrigation intervals (2–4 days) with bioclimatic and at least twice a month, as well as when sowing and ripening grain with thermostatic-weight. Operational control over soil dynamics was also provided by a calibrated moisture meter AOVATERR T-350. The irrigation water consumption with a rice yield of 5–7 t/ha of grain according to three-year studies in the drip irrigation system varied from 4920 to 5357 m³/ha, this is 4–6 less compared to existing flood irrigation technology. The research was carried out in 2013–2015 at the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture.

Key words: rice, irrigation by flooding, periodic irrigation, water regime of the soil, irrigation regulations, irrigation water costs, yield.

В Российской Федерации рис не относится к числу основных продовольственных культур, но по высоким пищевым и диетическим свойствам достаточно широко используется. Из крупы риса готовят плов, каши, супы и другие блюда. Поэтому в рекомендациях по научно обоснованному питанию дана годовая норма потребления рисовой крупы 6 кг в расчете на одного человека. Для получения необходимого количества крупы, семенного материала и создания других фондов необходимо ежегодное производство 1,5 млн т риса-сырца. В 2019 году максимальный объем риса несколько превысил 1,2 млн т (на 26 % меньше потребности). Следует отметить, что на международном продовольственном рынке проявляется определенный интерес к российской рисовой продукции.

Как выходец из стран тропического и субтропического поясов Юго-Восточной Азии, рис относится к числу очень теплолюбивых культур. Поэтому посевы его в нашей стране и основные объемы производства зерна сосредоточены, главным образом, в Краснодарском крае и Республике Адыгея. По сложившейся традиции рис возделывают в условиях избыточного увлажнения почвы при продолжительном затоплении слоем воды. Поскольку выпадающие в российской зоне рисосеяния атмосферные осадки ни по объему, ни по распределению их во времени не согласуются с биологическими особенностями потребления растениями воды, то и возделывается эта культура только при орошении по технологии постоянного или укороченного затопления. Затраты оросительной воды при этом составляют от 12 до 25 тыс. м³/га. С учетом потерь, достигающих 30% и более при транспортировании ее от источника орошения до рисового поля по каналам, объем забора воды возрастает до 17...36 тыс. м³/га. И это при том, что потребность рисового агроценоза в воде на эвапотранспирацию (испарение с водной и почвенной поверхности) и транспирацию изменяется от 7 до 9 тыс. м³/га. Такой объем забираемой из источников орошения воды с незначительным использованием ее на получение товарной продукции при сложившейся технологии орошения придал рису статус самой водозатратной культуры. Расширение площади рисосеяния ускорило формирование дефицита воды на развитие экономики в бассейнах рек Кубань, Дон, Терек и других. Причем, значительная часть забираемой на орошение риса воды теряется на фильтрацию, способствуя повышению уровня и ухудшению качества грунтовых вод, обуславливая необходимость строительства системы каналов для отвода загрязненных дренажных вод, порождая проблему их утилизации и устранения других экономически затратных и экологически необходимых решений. [5, 6, 8]

В странах Юго-Восточной Азии, традиционных лидерах мирового рисопроизводства, Европы, Северной Африки, Америки, при увеличении производства продовольствия за счет расширения площади орошаемых земель и размещения на них посевов сельскохозяйственных культур, в том числе риса, проблема дефицита пресной воды возникла во второй половине прошлого века. [7, 8] Устранение его осуществлялось путем совершенствования конструкций гидромелиоративных систем, снижения потерь воды на фильтрацию при транспортировании по каналам, повышения управляемости водными потоками, освоения водосберегающих способов и технологии орошения. [9] Однако, необходимость возделывания риса на насыщенной водой почве с продолжительным поддержанием слоя воды оставалась неизменной. И это при том, что по морфологическим показателям, физиологическим особенностям и экологической природе в ботанической классификации рис отнесен к семейству мятликовых. Как и другие растения этого семейства, рис проходит фазы кушения и формирования мочковатой корневой системы, способной из почвы извлекать воду и элементы минерального питания. Это означает, что рис можно возделывать в достаточно увлажненной аэрированной почве. Необходимо только создать адаптированные к таким условиям вегетации конкурентоспособные по урожайности сорта аэробного риса. Нами получен такой сорт риса – *Волгоградский*. [2, 3]

Цель работы – обоснование водного режима почвы и обеспечивающего его регламента поливов, способствующих в сочетании с дозами внесения удобрений получению 5, 6 и 7 т/га зерна риса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть исследований выполнена кандидатом сельскохозяйственных наук Н.М. Абду (Арабская Республика Египет), кандидатом технических наук М.А. Ганиевым и кандидатом сельскохозяйственных наук К.А. Родиныным под научным руководством академиком РАН И.П. Кружина и Н.Н. Дубенка в 2013–2015 годах на опытном участке ВНИИ орошаемого земледелия. В исследованиях использовали сорт аэробного риса *Волгоградский*. [2] Посев проводили зерновой сеялкой при прогревании почвы до 14°C в 2013 и 2014 годах – 28 апреля и 2015 – 8 мая. Для полива применяли систему капельного орошения. Капельные линии укладывали через 0,6 м, расстояние между капельницами – 0,33 м, подача воды через капельницу – 2,2 л/ч. Почва опытного участка светло-каштановая, содержание гумуса 1,6...1,8 %, плотность естественного сложения для расчетных

слоев 0,4 и 0,6 м соответственно 1,27 и 1,29 т/м³, наименьшая влагоемкость – 24,9 и 23,8 % массы сухой почвы. Показатели порозности по слоям изменялись от 46,64 до 51,59 %, плотность твердой фазы – от 2,52 до 2,72 т/м³. По обеспеченности осадками вегетационный период 2013 года характеризуется как влажный (306,9 мм), 2014 – среднесухой (104,9) и 2015 – средневлажный (235,4 мм).

Схема двухфакторного опыта включала три варианта по водному режиму почвы: А₁ (контроль) – снижение влажности активного слоя (0,6 м) почвы до 80 % НВ; А₂ – по варианту А₁ до конца фазы кушения риса в слое 0,4 м с последующим увеличением слоя до 0,6 м; А₃ – водный режим по варианту А₂ до начала восковой спелости зерна со снижением предполивной влажности до 70 % НВ. Второй фактор включал дозы внесения удобрений: Б₁ – на получение урожайности 5 т/га зерна (N₁₀₉P₆₂K₇₅); Б₂ – 6 т/га (N₁₃₁P₇₄K₉₀) и Б₃ – 7 т/га (N₁₅₁P₉₀K₁₀₈).

Опыт закладывали при одноярусном систематическом расположении вариантов по режимам орошения и рендомизированно с дозами удобрений в трехкратной повторности с соблюдением стандартных методик опытного дела. Подачу оросительной воды в объеме поливных норм контролировали по продолжительности полива, определяемой расходом воды через капельницы, а также показаниями водомера, установленного на опытном участке. Сроки поливов определяли снижением влажности почвы до предполивного уровня – при небольшой продолжительности межполивных периодов (2...4 дня) биоклиматическим (не реже двух раз в месяц) и при посеве и созревании зерна термостатно-весовым методами. [1] Оперативный контроль за динамикой влажности почвы обеспечивался протарированным влагомером AQVATERR T-350.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Влажность почвы в варианте А₁ поддерживали поливами по годам соответственно 12, 15 и 13-ю – 370 м³/га. Оросительная норма составляла 4440, 5550 и 4810 м³/га. В варианте А₂ поливов нормой 250 м³/га в разные годы было 4, 5 и 2, а 370 – 10, 13 и 13. Объем поданной на поле воды составил соответственно 4700, 6060 и 5310 м³/га. Для поддержания водного режима по варианту А₃ поливов до конца

фазы кушения нормой 250 м³/га по годам исследований было как в А₂, а при 370 м³/га уменьшилось до 8, 10 и 10 с добавлением одного полива – 550 м³/га в фазе восковой спелости зерна. Общие затраты оросительной воды при этом составили соответственно 4510, 5500 и 4750 м³/га.

Оценка влияния различных водных режимов почвы и сочетания их с дозами удобрений на получение планируемой урожайности риса представлена в табл. 1.

Самая низкая урожайность риса формировалась в контрольном варианте водного режима, где влажность почвы в слое 0,6 м поддерживалась 80 % НВ в течение всего периода вегетации. Наиболее высокий сбор зерна при всех сочетаниях с дозами удобрений получали при влажности почвы не ниже 80 % НВ до конца фазы кушения в слое 0,4 м, когда начинается формирование вегетативной массы и корневой системы. В фазе выхода растений в трубку с началом интенсивного прироста вегетативной массы и возможностью использования почвенной влаги сформировавшейся корневой системой из более глубоких горизонтов регулируемый поливами слой почвы увеличивали до 0,6 м. Реакция растений на улучшение водного режима в слое 0,4 м, зоне деятельности корневой системы в начале вегетации, сопровождалась, по сравнению с контрольным вариантом, активизацией прироста вегетативной массы. Подтверждается это формированием максимальной площади листьев, большего фотосинтетического потенциала и, как следствие, урожайности. Появление третьего варианта водного режима почвы (А₃) связано с продолжением гармонизации его, полученной в варианте А₂, и устранением недостатка, возникающего на завершающем этапе вегетации риса. После перехода растений от фазы молочной спелости зерна к началу восковой спелости растений в воде снижается в среднем с 85 до 53 м³/га в сутки, а в фазе полной спелости зерна она ограничивается величиной испарения с поверхности почвы в рисовом агроценозе. Поэтому предполивная влажность почвы в этом периоде вегетации снижается до 70 % НВ, что, по нашим предположениям, не должно оказать существенного влияния на продуктивность культуры, но избавит от необходимости подачи оросительной воды, не участвующей в формировании урожая. По результатам экспери-

Таблица 1.

Реакция риса на варианты водного режима почвы и дозы удобрений (средние данные за 2013–2015)

Вариант		Затраты воды, м ³ /га		Максимальная площадь листьев		Фотосинтетический потенциал		Урожайность		
внесение удобрений	водный режим	оросительная норма	+,- к контролю	тыс. м ² /га	+,- к контролю	тыс. м ² дн/га	+,- к контролю	т/га	+,- к планируемой, %	планируемая, т/га
Б ₁	А ₁	4933	0	33,04	0,00	1909	0	4,88	-2,4	
	А ₂	5357	424	34,98	1,94	2105	196	5,29	5,8	5,0
	А ₃	4920	-13	34,79	1,75	2023	114	5,13	2,6	
Б ₂	А ₁	4933	0	35,76	0,00	2181	0	5,70	-5,0	
	А ₂	5357	424	36,78	1,02	2385	204	6,20	3,3	6,0
	А ₃	4920	-13	36,42	0,66	2298	117	6,11	1,8	
Б ₃	А ₁	4933	0	36,81	0,00	2400	0	6,64	-5,1	
	А ₂	5357	424	37,99	1,18	2580	180	6,95	-0,7	7,0
	А ₃	4920	-13	37,64	0,83	2502	102	6,87	-1,8	

ментальных исследований этот вариант водного режима почвы (A_3) по величине оросительной нормы не превысил контрольный (A_1), а по удельным затратам оросительной воды на единицу полученного зерна оказался самым водосберегающим (табл. 2).

Таким образом, результаты исследований подтвердили гипотезу возможности орошения аэробного сорта риса периодическими поливами без необходимости продолжительного поддержания слоя воды в чеках. Установлен наиболее водосберегающий водный режим почвы – вариант A_3 , с дифференцированной по морфологическим показателям развития корневой системы, глубиной промачивания почвы на 0,4 и 0,6 м и снижением предполивной влажности в связи с уменьшением потребления воды растениями на завершающем этапе вегетации с 80 до 70 % НВ (табл. 3).

Благодаря согласованию режима влажности почвы с биологической потребностью растений в воде при примерно равновеликих оросительных нормах, урожайность риса в варианте A_3 во все годы и на фоне всех доз внесения удобрений была выше по сравнению с вариантом A_1 . Основы получения такого результата были заложены в начальном периоде роста и развития растений уменьшением глубины поддерживаемого поливами слоя почвы до 0,4 м. Это способствовало формированию в варианте A_3 большей площади листовой поверхности, фотосинтетического потенциала и урожайности (табл. 1). Причем формировался такой урожай при меньших затратах оросительной воды в вариантах $A_3 B_1$ и $A_3 B_2$ по сравнению с $A_1 B_1$ и $A_1 B_2$ на 50 и 65 м³ на каждую тонну зерна. В варианте $A_3 B_3$ из-за ограничения

потенциала продуктивности сорта этот показатель уменьшился до 28 м³.

Если же оценивать результаты исследований по всем водным режимам, то они свидетельствуют о возможности возделывания риса аэробных сортов на ненасыщенной водой почве. При этом затраты оросительной воды в расчете на 1 га посева по вариантам водного режима в среднем за три года изменялись в пределах 4920...5357 м³. По сравнению с применяемой в настоящее время технологией орошения в нашей стране и на большей части площади мирового рисосеяния затоплением чеков слоем воды, при орошении риса периодическими поливами оросительные нормы снижаются в 4...5 и более раз.

Совместно со специалистами агрофирмы «Прикубанская» проведена производственная проверка орошения риса дождеванием в Краснодарском крае. В среднем за три года на полях агрофирмы получали от 4,00 (сорт *Сонет*) до 6,66 (*Атлант*) т/га зерна риса при затратах оросительной воды 2,5...3,0 тыс. м³/га. [6] По сравнению с орошением риса затоплением (затраты воды в Краснодарском крае составляют в среднем 15,0...18,0 тыс. м³/га) это в шесть раз меньше. Наряду со снижением в несколько раз забора воды уменьшается загрязнение дренажных и сбросных вод пестицидами и удобрениями, снимается проблема их отвода и утилизации. Рис представляется возможным возделывать не на более дорогостоящих рисовых, а на обычных оросительных системах в полевых, овощных и других севооборотах. [4, 6]

Возделывание риса на юге европейской части нашей страны началось в 20-х годах прошлого

Таблица 2.
Оценка вариантов водного режима почвы по затратам оросительной воды и удобрений (средние данные за 2013–2015)

за период вегетации	Среднесуточное водопотребление, м ³ /га		Вариант		Урожайность, т/га зерна	Оросительная норма, м ³ /га	Затраты на 1 т зерна	
	межфазные периоды		внесение удобрений	водный режим			оросительной воды, м ³	удобрений, кг д.в.
	молочная-восковая спелость	восковая-полная спелость						
55,0	82,9	51,5	B_1	A_1	4,88	4933	1011	50,4
				A_2	5,29	5357	1013	46,5
				A_3	5,13	4920	959	48,0
57,1	85,0	53,1	B_2	A_1	5,70	4933	864	51,8
				A_2	6,20	5357	864	47,6
				A_3	6,11	4920	805	48,3
56,8	85,0	52,0	B_3	A_1	6,64	4933	743	53,5
				A_2	6,95	5357	771	51,1
				A_3	6,87	4920	716	51,7

Таблица 3.
Показатели водосберегающего преимущества биологизированного режима орошения риса

Оросительная норма по годам (тыс. м ³ /га)			Вариант		Урожайность, т/га зерна			Затраты оросительной воды на 1 т зерна		
2013	2014	2015	водный режим	внесение удобрений	2013	2014	2015	2013	2014	2015
4,44	5,55	4,81	A_1	B_1	4,82	4,79	5,04	921	1159	954
				B_2	5,71	5,59	5,74	778	993	838
				B_3	6,64	6,54	6,74	669	849	714
4,51	5,50	4,75	A_3	B_1	5,10	5,02	5,28	870	1105	911
				B_2	6,05	6,02	6,28	745	914	756
				B_3	6,85	6,81	6,96	658	808	682

НСР₀₅: 2013 = 0,2563; 2014 = 0,1424; 2015 = 0,1767

столетия. И только в 30-х годах было принято решение о создании здесь зоны рисоводства. В 60-х годах, благодаря усилиям научно-исследовательских и образовательных учреждений, специалистов проектных организаций, в тесном взаимодействии с передовиками-рисоводами и при постоянной существенной моральной и финансовой поддержке союзных и республиканских органов власти, отечественное рисоводство вышло на мировой уровень, а по многим направлениям — продуктивности сортов, механизации технологии возделывания, типового проектирования и строительства рисовых карт и других заняло лидирующие позиции. В настоящее время существенную финансовую поддержку в освоении инновационной водосберегающей и экологически привлекательной технологии орошения риса могут оказать федеральные министерства через реализацию целевых программ, научных грантов и использования других преференций.

Вклад орошения в решение продовольственной проблемы характеризуется получением с поливных угодий около половины производимого на планете продовольствия. Для уменьшения объема забираемой на орошение воды разработаны и широко используют водосберегающие способы ее транспортирования и орошения, вплоть до применения систем капельного полива. Наряду с этим самой водозатратной и экологически не сбалансированной остается технология орошения риса продолжительным затоплением чеков слоем воды. Предлагаемая система орошения риса периодическими поливами используется, в основном, только научно-исследовательскими и образовательными учреждениями в разных природных зонах на уровне исследований. Освоение производством такой технологии невозможно без активной поддержки федеральными министерствами, и, прежде всего, сельского хозяйства и природных ресурсов. Необходимы целевые программы, научные гранты и другие стимулы ускорения этого процесса. В Доктрине продовольственной безопасности РФ предусмотрено субсидирование научных направлений, способствующих в краткосрочной перспективе дать сельскому хозяйству экологически обоснованные и эффективные, ресурсосберегающие технологии. Имеющаяся в Российской Федерации научная база, представленная Федеральными научными центрами риса в Краснодаре и зерновых культур в Зернограде, Всероссийским НИИ орошаемого земледелия и другими учреждениями способна успешно решить все возникающие при освоении инновационной технологии орошения риса проблемы и затруднения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абду, Н.М. Обоснование режима капельного орошения риса на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья/ Н.М. Абду: автореф. дис... канд.с.-х. наук. — Волгоград, 2015. — 20 с.
2. Ганиев, М.А. Рис *Oryza Sativa L.* Волгоградский/ М.А. Ганиев, П.И. Костылев, И.П. Кружилин, К.А. Родин// Патент № 2681, 21.04.2005.
3. Ганиев, М.А. Скороспелый длиннозерный сорт риса/ М.А. Ганиев, И.П. Кружилин, К.А. Родин// Хлебопродукты. — 2008. — № 12. — 63 с.

4. Кружилин, И.П. Капельный полив риса на светло-каштановых почвах Приволжской возвышенности / И.П. Кружилин, Н.Н. Дубенок, М.А. Ганиев и др. // Российская сельскохозяйственная наука. — 2018. — № 6. — С. 42–45.
5. Кружилин, И.П. Менее водозатратная и экологически предпочтительная технология орошения риса периодическими поливами /И.П. Кружилин, М.А. Ганиев, К.А. Родин, Н.В. Кузнецова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. — 2019. — № 2 (54). — С. 49–55. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-4.
6. Чичмаренко О.Г. Оценка продуктивности сортов риса при периодических поливах дождеванием/ О.Г. Чичмаренко, Н.Н. Записоцкий, И.П. Кружилин и др. // Рисоводство. — 2014. — № 1 (24). — С. 50–54.
7. Adusumilli, N.R. Drip irrigation system for higher resources use efficient rice production with reduced global warming — A REVIEW/ N.R. Adusumilli// 4th International Rice Congress 27 Oct. — 1 Nov. Bangkok, Thailand. — 2014. — P. 16–17.
8. Bouman, B.A. Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems/ B.A. Bouman, S. Peng, A.R. Castañeda, R.M. Visperas// Agric Water Manage. — 2005. — Vol. 74. — P. 87–105.
9. Kruzhilin, I. P. Water-Saving technology of drip irrigated aerobic rice / I.P. Kruzhilin, N.N. Doubenok, M.A. Ganiev et al.// Izvestiya TSKHA — 2015. — № 3. — P. 47–56.

LIST OF SOURCES

1. Abdu, N.M. Obosnovanie rezhima kapel'nogo orosheniya risa na svetlo-kashtanovykh pochvakh Volg-Donskogo mezhdurech'ya/ N.M. Abdu: avtoref. dis... kand.s.-h. nauk. — Volgograd, 2015. — 20 s.
2. Ganiev, M.A. Ris *Oryza Sativa L.* Volgogradskij/ M.A. Ganiev, P.I. Kostylev, I.P. Kruzhilin, K.A. Rodin// Patent № 2681, 21.04.2005.
3. Ganiev, M.A. Skorospelyj dlinnozernyj sort risa/M.A. Ganiev, I.P. Kruzhilin, K.A. Rodin// Hleboprodukty. — 2008. — № 12. — 63 s.
4. Kruzhilin, I.P. Kapel'nyj poliv risa na svetlo-kashtanovykh pochvakh Privolzhskoj vozvyshehnosti / I.P. Kruzhilin, N.N. Dubenok, M.A. Ganiev i dr. // Rossijskaya sel'skoxozyajstvennaya nauka. — 2018. — № 6. — S. 42–45.
5. Kruzhilin, I.P. Menee vodozatravnaya i ekologicheski predpochtitel'naya tekhnologiya orosheniya risa periodicheskimi polivami/I.P. Kruzhilin, M.A. Ganiev, K.A. Rodin, N.V. Kuznecova // Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. — 2019. — № 2 (54). — S. 49–55. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-4.
6. Chichmarenko O.G., Ocenka produktivnosti sortov risa pri periodicheskikh polivah dozhdevaniem/ O.G. Chichmarenko, N.N. Zapisockij, I.P. Kruzhilin i dr. // Risovodstvo. — 2014. — № 1 (24). — S. 50–54.
7. Adusumilli, N.R. Drip irrigation system for higher resources use efficient rice production with reduced global warming — A REVIEW/ N.R. Adusumilli// 4th International Rice Congress 27 Oct. — 1 Nov. Bangkok, Thailand. — 2014. — P. 16–17.
8. Bouman, B.A. Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems/ B.A. Bouman, S. Peng, A.R. Castañeda, R.M. Visperas// Agric Water Manage. — 2005. — Vol. 74. — P. 87–105.
9. Kruzhilin, I.P. Water-Saving technology of drip irrigated aerobic rice / I.P. Kruzhilin, N.N. Doubenok, M.A. Ganiev et al.// Izvestiya TSKHA — 2015. — № 3. — P. 47–56.

М.Н. Иващенко, кандидат биологических наук

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия
РФ, 603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97

А.В. Дерюгина, доктор биологических наук

Институт биологии и биомедицины ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»
РФ, 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

П.С. Игнатъев, кандидат физико-математических наук

Уральский оптико-механический завод им. Э.С. Яламова
РФ, 620100, г. Екатеринбург, ул. Восточная, 33 Б

В.Б. Метелин, кандидат биологических наук

Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского
РФ, 129110, г. Москва, ул. Щепкина, 61/2

М.Н. Таламанова, кандидат биологических наук

Институт биологии и биомедицины ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»
РФ, 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

А.А. Белов, В.А. Петров, аспиранты

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия
РФ, 603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97

E-mail: kafedra2577@mail.ru

УДК: 57.013:612.1

DOI:10.30850/vrsn/2021/1/67-71

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭРИТРОЦИТОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ СТРЕССЕ И ЕГО КОРРЕКЦИИ НИЗКОИНТЕНСИВНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ*

В работе проведено исследование содержания малонового диальдегида (МДА), электрофоретической подвижности эритроцитов (ЭФПЭ), спектра белков эритроцитарной мембраны и морфологии эритроцитов крови крупного рогатого скота в экспериментах *in vitro* при стрессе и воздействии низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ). Клинические и экспериментальные исследования, проведенные в последнее десятилетие, свидетельствуют о возможности модуляции адаптационных реакций организма при воздействии на него таких физических факторов, как низкоинтенсивное лазерное излучение. В работе показано, что действие НИЛИ на кровь стрессированных животных вызывало восстановление исследуемых показателей до уровня физиологической нормы, тогда как у животных, перенесших технологический стресс, ЭФПЭ была снижена на 31 %, концентрация МДА повышалась на 65 %. Воздействие НИЛИ на кровь нестрессированных животных не приводило к изменению ЭФПЭ и концентрации МДА. Исследование белкового спектра мембран эритроцитов животных, подвергшихся технологическому стрессу выявило, что содержание спектрина уменьшалось на 16 %, гликофорина С увеличилось на 35 %, морфология эритроцитов после стресса характеризовалась увеличением количества эхиноцитов, стоматоцитов и дегенеративно-измененных эритроцитов. При действии НИЛИ на эритроциты коров после стресса наблюдалось восстановление морфологии клеток и содержания белков эритроцитарных мембран к уровню контроля.

Ключевые слова: низкоинтенсивное лазерное излучение, крупный рогатый скот, эритроциты, электрофоретическая подвижность эритроцитов, перекисное окисление липидов, белки мембраны, морфология.

M.N. Ivashchenko, PhD in Biological sciences

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy
RF, 603107, g. Nizhnij Novgorod, pr. Gagarina, 97

A.V. Deryugina, Grand PhD in Biological sciences

Institute of biology and Biomedicine of the Lobachevsky national research Nizhny Novgorod state University
RF, 603950, g. Nizhnij Novgorod, pr. Gagarina, 23

P.S. Ignatiev, PhD in Physical and Mathematical sciences

E.S. Yalov JSC Production Association Ural optical and mechanical
RF, 620100, g. Ekaterinburg, ul. Vostochnaya, 33 B

V.B. Metelin, PhD in Biological sciences

M.F. Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute
RF, 129110, g. Moskva, ul. Shchepkina, 61/2

M.N. Talamanova, PhD in Biological sciences

Institute of biology and Biomedicine of the Lobachevsky national research Nizhny Novgorod state University
RF, 603950, g. Nizhnij Novgorod, pr. Gagarina, 23

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-016-00195 / The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research as a scientific study No. 18-016-00195.

A.A. Belov, V.A. Petrov, *PhD students*
 Nizhny Novgorod State Agricultural Academy
 RF, 603107, g. Nizhny Novgorod, pr. Gagarina, 97
 E-mail: kafedra2577@mail.ru

MORPHOFUNCTIONAL PARAMETERS OF CATTLE ERYTHROCYTES UNDER STRESS AND ITS CORRECTION BY LOW-INTENSITY LASER RADIATION

The study investigated the content of malondialdehyde (MDA), the electrophoretic mobility of erythrocytes (EPME), the spectrum of erythrocyte membrane proteins and the morphology of cattle erythrocytes in in vitro experiments under stress and exposure to low-intensity laser radiation (LLLT). Clinical and experimental studies carried out in the last decade indicate the possibility of modulating the organism adaptive reactions when exposed to such physical factors as low-intensity laser radiation. The work showed that the effect of LLLT on the blood of stressed animals caused the restoration of the studied parameters to the level of physiological norms, while in animals that underwent technological stress, EPME was reduced by 31 %, MDA concentration was increased by 65 %. The effect of LLLT on the blood of unstressed animals did not lead to a change in EPME and MDA concentration. The study of the protein spectrum of erythrocyte membrane of animals subjected to technological stress revealed that the content of spectrin decreased by 16 %, glycophorin C increased by 35 %, the morphology of erythrocytes after stress was characterized by an increase in the number of echinocytes, stomatocytes and degeneratively altered erythrocytes. Under the LLLT action on the cow erythrocytes after stress there was a restoration of the morphology of cells and the content of proteins of erythrocyte membranes to the control level.

Key words: low-intensity laser radiation, cattle, erythrocytes, electrophoretic mobility of erythrocytes, lipid peroxidation, membrane proteins, morphology.

Создание крупных комплексов с внедрением новых способов организации и технологий привело к широкому проявлению технологических стрессов у сельскохозяйственных животных, в результате которых снижается естественная резистентность и уровень гуморального иммунитета их организма. Кроме того, создаются условия для активизации условно-патогенной микрофлоры, что приводит к расстройству пищеварения, респираторным патологиям, снижению продуктивности, повышению заболеваемости и летальности животных. [2] Разработка методов, повышающих естественную резистентность животных и обладающих адаптогенным действием при стрессе – актуальная проблема животноводства и ветеринарной медицины.

Разработано и апробировано много препаратов, обладающих антистрессовым действием на организм животных. К ним относятся транквилизаторы, антиоксиданты, различные минерально-витаминные комплексы, солевые композиции и другие. Исследования по данной проблеме продолжаются, они направлены на изыскание новых, более действенных, доступных и дешевых средств с высокой технологичностью их применения и не аккумулирующихся в организме. [13]

По нашему мнению, одно из таких средств – низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ). Оно широко применяется в различных областях ветеринарии. Известно, что НИЛИ повышает естественную резистентность телят в раннем постнатальном онтогенезе, улучшает показатели молока, благотворно влияет на ослабленных животных с более низкой массой тела, стимулирует активность гонадотропных желез, а также широко используется для профилактики и лечения послеродового эндометрита. [5, 9] При этом внедрение НИЛИ в практику идет, преимущественно, эмпирическим путем. Изучение механизмов его взаимодействия с живыми организмами и расширение сферы применения, представляют актуальную задачу для дальнейшего развития животноводства и ветеринарной медицины.

По реакции крови на лазерное облучение можно получить важную информацию о механизме воз-

действия НИЛИ, но такие исследования в литературе представлены незначительно. [7]

Электромагнитная природа НИЛИ предполагает возможность его взаимодействия с множеством регуляторных механизмов в живых системах. НИЛИ может уменьшать процессы перекисного окисления липидов, оказывая упорядочивающее воздействие на жидкокристаллическую структуру липидного бислоя, которая накладывает ограничения на протекание процессов свободнорадикального окисления. [11] Кроме того, выявлена активация антиоксидантной защиты. [8] Такое действие, вероятно, влияет на структуру мембран эритроцитов, которая определяет их поверхностный заряд. Диссоциация кислотных и основных групп поверхности мембраны создает мозаику отрицательных и положительных зарядов и вследствие преобладания кислотных групп, эритроцит несет на своей поверхности избыточный отрицательный заряд. [4] Увеличение ЭФПЭ при действии НИЛИ наблюдается на фоне сохранения дискоидальной формы эритроцитов, что связано с перераспределением зарядов по глубине гликокаликса, так как изменяется взаимодействие интегральных и периферических белков. [12]

Изучение структурно-функциональной организации эритроцитов при стрессе и воздействии НИЛИ позволит расширить существующие представления о его действии и повысить эффективность внедрения в практику.

Цель работы – исследовать воздействие НИЛИ на электрофоретическую подвижность эритроцитов (ЭФПЭ), концентрацию малонового диальдегида (МДА), белковый спектр мембран и морфологию эритроцитов крупного рогатого скота в экспериментах *in vitro*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – цельная кровь физиологически здоровых коров *черно-пестрой* породы, перенесших технологический стресс (опытные группы) и кровь нестрессированных животных (контроль).

Стресс был вызван формированием групп животных, взвешиванием, ветобработкой.

Группы, по 10 гол. в каждой, формировали по полу, возрасту, средней живой массе и фенотипическим признакам. Кровь животных подопытных групп подвергали облучению в течение 15 мин. с последующим исследованием ЭФПЭ, определением концентрации МДА в эритроцитах, белкового спектра эритроцитарных мембран и морфологии эритроцитов. Через час после облучения кровь три раза центрифугировали при 3000 об./мин. 10 мин. Контролем служила необлученная кровь тех же животных.

Кровь облучали в чашках Петри диаметром 3 см, на расстоянии 1 см от поверхности клеточных мембран. Применяли лазерный терапевтический комплекс – автономный лазерный душ «МарСИК» (НПО «Петролазер», Санкт-Петербург), длиной волны излучения 890 нм. В каждой серии исследовали 10 проб.

Для оценки ЭФПЭ готовили взвесь отмытых эритроцитов путем трехкратного центрифугирования при 1500 об./мин. в течение 10 мин. с 0,9 %-м раствором хлористого натрия. Суспензию клеток разводили в 10 мМ трис HCl буфере (рН 7,4) и измеряли ЭФПЭ методом микроэлектрофореза с использованием цитоферометра нашей модификации. [3]

Интенсивность перекисного окисления липидов определяли методом абсорбционной спектрофотометрии по содержанию ТБК-активных продуктов липопероксидации, среди которых наиболее массовой – малоновый диальдегид (МДА). Определяли МДА по общепринятой методике с модификациями. [14]

Белки мембран эритроцитов разделяли с помощью электрофореза в полиакриламидном геле в присутствии додецил-сульфата натрия (ДСН-ПААГ), для электрофореза в ДСН-ПААГ применяли метод Лэммли [15] с использованием камеры Mini-PROTEAN Tetra Cell (Bio-Rad, USA), комплексную фазометрию эритроцитов осуществляли методом лазерной модуляционной интерференционной микроскопии на МИМ-340 (г. Екатеринбург). Источником когерентного излучения служил полупроводниковый лазер с длиной волны 655 нм и объектив с увеличением x20, разрешение по поверхности до 15 нм, по вертикали – 0,1 нм, возможность контроля изделий с глубиной рельефа до 600 нм. Для захвата изображений применяли ПЗС-видеокамеру VS-415U (НПК «Видеоскан», Россия) с разрешением 782x582 пикселей. Регистрировали морфологию нативных клеток без предварительной фиксации, что позволило визуализировать их модификацию в режиме реального времени.

Полученные данные обрабатывали с помощью программы BIOSTAT. Рассчитывали среднюю арифметическую и ее ошибку (M±m), достоверность разницы (p) по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе исследования было выявлено, что у перенесших технологический стресс животных ЭФПЭ была снижена на 31 %, концентрация МДА повышена на 65 % относительно значений контрольной группы животных (табл. 1). Воздействие НИЛИ на кровь нестрессированных животных не приводило

Таблица 1.
Электрофоретическая подвижность
и концентрация МДА эритроцитов исследуемых групп (M±m)

Группа животных	ЭФПЭ (мкм см В ⁻¹ с ⁻¹)	МДА (нМоль/мл)
Интактные (контроль)	1,09±0,08	2,04±0,33
Интактные после воздействия НИЛИ	1,01±0,10	2,25±0,31
Стрессированные	0,75±0,07*	3,37±0,45*
Стрессированные после воздействия НИЛИ	1,09±0,11	2,79±0,43

* – статистически значимые различия относительно показателей интактной группы, p<0,05. То же в табл. 2,3.

к изменению ЭФПЭ и концентрации МДА относительно показателей коров интактных. Под действием НИЛИ показатели крови стрессированных животных восстанавливались до физиологической нормы (контрольная группа).

Исследование белкового спектра эритроцитарных мембран выявило, что действие НИЛИ на кровь интактных животных вызывало достоверное снижение концентрации спектрина и увеличение количества гликофорина С (табл. 2). Содержание спектрина уменьшалось на 16 %, гликофорина С увеличилось на 35 %. В крови стрессированных животных у эритроцитов отмечено снижение концентрации спектрина на 21 %, белка полосы 3 на 6 %, гликофорина С на 18 % относительно эритроцитов животных контрольной группы (p<0,05). При действии НИЛИ на эритроциты коров, подвергшихся технологическому стрессу, восстанавливалось содержание белков эритроцитарных мембран к уровню контроля.

Анализ параметров фазово-интерференционных портретов функционирующих эритроцитов показал, что воздействие НИЛИ не вызывало значимых изменений морфологических форм интактных клеток (табл. 3). При стрессе уменьшилось количество дискоцитов, эхиноцитов значительно увеличилось (в 7 раз относительно контрольной группы), стоматоцитов (в 3 раза) и дегенеративно-измененных форм (в 4,5 раза). Анализируя морфологические параметры эритроцитов, подвергшихся стрессу, а затем действию НИЛИ, установлено увеличение количества дискоцитов за счет уменьшения эхиноцитов.

Выводы. Обсуждая полученные эффекты действия НИЛИ на эритроциты животных, следует отметить, что негативные процессы, вызванные действием стресса, такие как уменьшение ЭФПЭ, рост перекисного окисления липидов и увеличение патогенных форм эритроцитов, нивелировались при использовании НИЛИ. Стабилизирующее действие НИЛИ на показатели красной крови при моделировании стресс-реакции в эксперименте на животных были отмечены нами ранее. [6]

Действие НИЛИ реализуется не только через ингибирование процессов липопероксидации, но и через изменение состава сиалогликопротеинов и белков цитоскелета. Выявленные белок-липидные изменения, вероятно, могут лежать в основе увеличения деформируемости эритроцитов, показанной в ряде работ по исследованию действия НИЛИ. [1, 10] В свою очередь, отмеченное в нашей работе увели-

Таблица 2.

Характеристика белков эритроцитарных мембран исследуемых групп животных (%)

Показатель	Группа животных			
	Интактные (контроль)	Интактные после воздействия НИЛИ	Стрессированные	Стрессированные после воздействия НИЛИ
Спектрин	24,13±1,44	20,35±0,97*	19,03±1,05*	22,19±1,16
Анкирин	2,75±0,15	3,52±0,21	2,05±0,25*	2,91±0,22
Белок п.3	25,22±1,05	24,09±1,13	23,75±1,01*	24,83±1,57
Белок п.4,1	10,74±1,56	12,17±1,32	13,98±1,09	11,91±2,11
Гликофорин А	9,18±1,05	11,04±0,99	11,91±0,85	9,81±1,84
Белок п.4.9	10,88±1,03	8,69±0,72	11,99±1,22	10,09±1,21
Актин	4,88±0,85	3,57±0,76	7,25±2,06	4,69±0,64
Гликофорин С	12,22±0,94	16,57±1,76*	10,04±0,73*	11,56±0,89

Таблица 3.

Морфологические формы эритроцитов в исследуемых группах (%)

Группа животных	Морфология эритроцита			
	Дискоциты	Эхиноциты	Стоматоциты	Дегенеративно-измененные
Интактные (контроль)	87,26±1,15	7,89±0,98	3,32±0,12	1,53±0,22
Интактные после воздействия НИЛИ	88,95±1,64	6,89±0,85	3,01±0,48	1,15±0,32
Стрессированные	27,14±2,32*	56,95±1,12*	10,59±1,00*	5,32±0,87*
Стрессированные после воздействия НИЛИ	69,14±4,68*	18,42±2,78*	8,19±0,75*	4,25±0,66*

чение электроотрицательности мембран эритроцитов и, следовательно, позитивное изменение их микрореологических свойств, может определить улучшение газотранспортной функции и метаболических процессов в организме. Установлена высокая корреляция между изменениями свойств мембран форменных элементов крови и характеристиками гомеостаза клеток внутренних органов. Таким образом, НИЛИ может оказывать корректирующее действие и стимулировать процессы защиты и адаптации, то есть механизмы саногенеза животных с нарушенными функциями гомеостаза вследствие действия различных стрессовых и патогенных факторов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Асимов, М.М. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на тепловую денатурацию оксигемоглобина и гемолиз эритроцитов / М.М. Асимов, Р.М. Асимов, А.Н. Батын и др. // Журнал прикладной спектроскопии. – 2013. – № 2 (80). – С. 287–290.
2. Бантикова, Т.Н. Влияние антиоксидантного препарата на биохимические показатели сыворотки крови при профилактике технологического стресса поросят / Т.Н. Бантикова, Р.Ф. Тухфатова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2016. – № 6. – С. 90–93.
3. Бояринов, Г.А. Фармакологическая коррекция микроциркуляции крыс, перенесших черепно-мозговую травму / Г.А. Бояринов, А.В. Дерюгина, Е.И. Яковлева и др. // Цитология. – 2016. – № 8 (58). – С. 610–617.
4. Гаврилюк, В.П. Структурно-функциональные свойства эритроцитов при остром панкреатите: автореф. дис. ...докт. биол. наук. – Курск. – 2008. – 124 с.
5. Грига, Э.Э. Использование низкоинтенсивного лазерного излучения для профилактики и лечения послеродового эндометрита у коров / Э.Э. Грига, И.Н. Локтева, Э.Н. Грига и др. // Вестник ветеринарии. – 2008. – № 1 (44). – С. 68–69.

6. Дерюгина, А.В. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на показатели красной крови на фоне действия адреналина / А.В. Дерюгина, М.Н. Иващенко, А.С. Корягин и др. // Естественные и технические науки. – 2017. – № 12 (114). – С. 59–62.
7. Залеская, Г.А. Взаимодействие низкоинтенсивного лазерного излучения с кровью и ее компонентами / Г.А. Залеская, Е.Г. Самбор // Журнал прикладной спектроскопии. – 2005. – № 2 (72). – С. 230–235.
8. Золотарева, Т.А. Экспериментальное исследование антиоксидантного действия низкоинтенсивного лазерного излучения инфракрасного диапазона / Т.А. Золотарева, А.Я. Олешко, Т.И. Олешко // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2001. – № 3. – С. 3–5.
9. Новикова, О.Н. Санитарно-гигиенические показатели молока при облучении вымени НИЛИ / О.Н. Новикова // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2014. – № 1. – С. 35–38.
10. Пашкевич, И.А. Система крови и запрограммированная гибель кровяных клеток в условиях свинцовой интоксикации / И.А. Пашкевич, Ю.А. Успенская, В.В. Нефедова, А.Б. Егорова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2002. – № 1 (1). – С. 103–106.
11. Срубилин, Д.В. Структурно-функциональные нарушения эритроцитов и их коррекция низкоинтенсивным лазерным излучением при субхронической интоксикации дихлорэтаном / Д.В. Срубилин, Д.А. Еникеева, И.Д. Исакови // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – № 4 (19). – С. 105–108.
12. Фаллер, Д. Молекулярная биология клетки / Д. Фаллер, Д. Шилдс – М.: БИНОМ Пресс, 2003. – 272 с.
13. Химичева, С.Н. Коррекция технологического стресса у молодняка крупного рогатого скота / С.Н. Химичева, Л.Д. Самусенко // Биология в сельском хозяйстве. – 2016. – № 4 (13). – С. 10–13.

14. Heath, R.L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts 1. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation/ R.L. Heath, L. Packer // Arch. Biochem. Biophys. – 1968. – № 125. – P. 189–198.
15. Laemmli, U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage / U.K. Laemmli // Nature. – 1970. – № 227 (5259). – P. 680–685.
7. Zalesskaya, G.A. Vzaimodejstvie nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya s krv'yu i ee komponentami / G.A. Zalesskaya, E.G. Sambor // ZHurnal prikladnoj spektroskopii. – 2005. – № 2 (72). – S. 230–235.
8. Zolotareva, T.A. Eksperimental'noe issledovanie antioksidantnogo dejstviya nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya infrakrasnogo diapazona / T.A. Zolotareva, A.YA. Oleshko, T.I. Oleshko // Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizkul'tury. – 2001. – № 3. – S. 3–5.
9. Novikova, O.N. Sanitarno-gigienicheskie pokazateli moloka pri obluchenii vymeni NILI / O.N. Novikova // Zhivotnovodstvo i veterinarnaya medicina. – 2014. – № 1. – S. 35–38.

LIST OF SOURCES

1. Asimov, M.M. Vliyanie nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya na teplovuyu denaturaciyu oksigemoglobina i gemoliz eritrocitov / M.M. Asimov, R.M. Asimov, A.N. Batyan i dr. // ZHurnal prikladnoj spektroskopii. – 2013. – № 2 (80). – S. 287–290.
2. Bantikova, T.N. Vliyanie antioksidantnogo preparata na biohimicheskie pokazateli syvorotki krovi pri profilaktike tekhnologicheskogo stressa porosyat/ T.N. Bantikova, R.F. Tuhfatova //Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya. – 2016. – № 6. – S. 90–93.
3. Boyarinov, G.A. Farmakologicheskaya korrekciya mikrocirkulyacii krysa, perenesshih cherepno-mozgovuyu travmu / G.A. Boyarinov, A.V. Deryugina, E.I. YAKovleva i dr. // Citologiya. – 2016. – № 8 (58). – S. 610–617.
4. Gavriljuk, V.P. Strukturno-funkcional'nye svojstva eritrocitov pri ostrom pankreatite: avtoref. dis. ...dokt. biol. nauk. – Kursk. – 2008. – 124 s.
5. Griga, E.E. Ispol'zovanie nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya dlya profilaktiki i lecheniya poslerodovogo endometrita u korov / E.E. Griga, I.N. Lokteva, E.N. Griga i dr. // Vestnik veterinarii. – 2008. – № 1 (44). – S. 68–69.
6. Deryugina, A.V. Vliyanie nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya na pokazateli krasnoj krovi na fone dejstviya adrenalina / A.V. Deryugina, M.N. Ivashchenko, A.S. Koryagin i dr. // Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2017. – № 12 (114). – S. 59–62.
10. Pashkevich, I.A. Sistema krovi i zaprogrammirovannaya gibel' krovotvornyh kletok v usloviyah svincovoj intoksikacii / I.A. Pashkevich, Yu.A. Uspenskaya, V.V. Nefedova, A.B. Egorova // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2002. – № 1 (1). – S. 103–106.
11. Srubilin, D.V. Strukturno-funkcional'nye narusheniya eritrocitov i ih korrekciya nizkointensivnym lazernym izlucheniem pri subhronicheskoj intoksikacii dihloretanom / D.V. Srubilin, D.A. Enikeeva, I.D. Isakovi // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2012. – № 4 (19). – S. 105–108.
12. Faller, D. Molekulyarnaya biologiya kletki / D. Faller, D. SHilds – M.: BINOM_Press, 2003. – 272 s.
13. Himicheva, S.N. Korrekciya tekhnologicheskogo stressa u molodnyaka krupnogo rogatogo skota / S.N. Himicheva, L.D. Samusenko // Biologiya v sel'skom hozyajstve. – 2016. – № 4 (13). – S. 10–13.
14. Heath, R.L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts 1. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation/ R.L. Heath, L. Packer // Arch. Biochem. Biophys. – 1968. – № 125. – P. 189–198.
15. Laemmli, U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage / U.K. Laemmli // Nature. – 1970. – № 227 (5259). – R. 680–685.

Р.А. Файзуллин, кандидат сельскохозяйственных наук

М.Р. Сайфутдинов, научный сотрудник

Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения РАН

РФ, 426067, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34

E-mail: ugniish-nauka@yandex.ru

УДК 636.082.231

DOI:10.30850/vrsn/2021/1/72-74

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСНОЙ СЕЛЕКЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ СВИНОМАТОК КРУПНОЙ БЕЛОЙ ПОРОДЫ

Работу проводили на базе хозяйства ООО «Россия» Можгинского района Удмуртской республики. Объектом исследования были свиноматки основного стада крупной белой породы в количестве 100 гол. Возраст свиноматок 24 мес. с двумя опоросами. Цель исследований – оценка репродуктивных качеств маток основного стада в разрезе семейств путем вычисления комплексного показателя воспроизводительных качеств. Воспроизводительные качества индексировали с учетом следующих показателей: многоплодие, молочность, количество поросят через два месяца после опороса и масса гнезда. Экспериментальные данные обработаны в табличном редакторе программы Microsoft Excel – 2010. Оценивали воспроизводительную способность свиноматок основного стада. Установлено, что матки семейств Беатрисы, Овации и Волишебницы отличались от маток семейств Сказки, Сои и Палитры более высоким многоплодием. Комплексный показатель воспроизводительных качеств свиноматок семейств Беатрисы, Овации и Волишебницы превышал таковой семейств Сказки, Сои и Палитры на 3,52–12,82 балла. Репродуктивные качества маток семейств Беатрисы, Овации и Волишебницы превосходили средний уровень по многоплодию – на 3,04 головы, массе гнезда при отъеме поросят в двухмесячном возрасте – на 9,03–28,72 кг и количеству – на 0,62–1,64 головы, а по комплексному показателю воспроизводительных качеств – на 8,90–19,39 балла. Результаты исследований позволили отобрать лучших свиноматок в племенное ядро для использования в воспроизводстве стада.

Ключевые слова: индексная оценка, основное стадо, свиноматки, семейства, многоплодие, молочность, количество поросят.

R.A. Fayzullin, PhD in Agricultural sciences

M.R. Sayphutdinov, researcher

Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

RF, 426067, Udmurtskaya Respublika, g. Izhevsk, ul. T. Baramzinoj, 34

E-mail: ugniish-nauka@yandex.ru

USAGE OF INDEX SELECTION IN THE EVALUATION OF LARGE WHITE BREED SOWS

The research was carried out on the basis of the farm of LLC «Russia» Mozhginsky district of the Udmurt Republic. The object of research was sows of the main herd of Large White breed in the amount of 100 heads. The age of the sows was 24 months under two farrows in the year. The aim of the research was evaluation of the reproductive qualities of the sows of the main herd in the context of families, by calculating a complex indicator of the reproductive qualities. The index evaluation of the reproductive qualities was carried out to take into account such indicators as: the prolificacy, the milkiness, the number of piglets in 2 months and the mass of the nest in 2 months. The obtained experimental data were processed in a tabular redactor program Microsoft Excel – 2010. The evaluation of the reproductive ability of the sows in the main herd in the context of families showed that the sows of the families Beatrisa, Ovatsia and the Volshebnitsa differed from the sows of the families Skazka, Soya and the Palitra more higher prolificacy- by 0.36–1.44 heads, a mass of the nest in 2 months – by 2, 58–22.46 kg and the number of piglets in 2 months – by 0.35–0.78 heads. The complex indicator of the reproductive qualities of the sows of the families Beatrisa, Ovatsia and the Volshebnitsa, exceeded the complex indicator of the reproductive qualities of the families Skazka, Soya and the Palitra by 3.52–12.82 points. The evaluation of the reproductive qualities of the sows of the families Beatrisa, Ovatsia and the Volshebnitsa showed that they exceeded the average level on the herd on the prolificacy – by 3.04 heads, the mass of the nest under weaning piglets in 2 months of age – by 9.03–28.72 kg, the number of the piglets under weaning in 2 months of age – by 0.62–1.64 heads, and on the complex indicator of reproductive qualities – by 8.90–19.39 points. The results of the research made it possible to select the best sows for the breeding stock and use them widely in the reproduction of the herd.

Key words: the index evaluation, the main herd, the sows, the families, the prolificacy, the milkiness, the number of the piglets.

Известно, что определяющим фактором повышения эффективности отбора и подбора животных служит точность оценки племенных качеств особи. [5] Индексная оценка – наиболее эффективный метод, позволяющий обоснованно и объективно охарактеризовать племенные качества животных. Генетико-математические расчеты селекционных индексов включают основные признаки генетической и экономической значимости. [1] При этом, чем больше признаков входят в селекционный индекс, тем выше точность оценки животного.

Селекционные индексы представляют собой целостную систему взаимосвязанных признаков, что оказывает большое влияние на точность определения племенной ценности животного и на положительный результат селекции. [2, 4] Использование индексной оценки позволяет в 1,5...2 раза повысить эффективность отбора наиболее ценных особей, создавать высокопродуктивные линии, семейства и стада. [3]

Цель работы – изучить воспроизводительные качества маток основного стада крупной белой породы в разрезе семейств методом индексной селекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в хозяйстве ООО «Россия» Можгинского района Удмуртской Республики. Объект исследования – 100 гол. свиноматок *крупной белой* породы основного стада в возрасте 24 мес. с двумя опоросами. Изучали воспроизводительную способность животных: многоплодие, молочность, через два месяца после опороса определяли массу гнезда и количество поросят при отъеме. По данным репродуктивных качеств свиноматок вычисляли комплексный показатель воспроизводительных качеств (КПВК) по формуле:

$$КПВК = 1,1 \cdot X_1 + 0,3 \cdot X_2 + 3,3 \cdot X_3 + 0,35 \cdot X_4,$$

где X_1 – многоплодие, гол.; X_2 – молочность, кг; X_3 – количество двухмесячных поросят, гол.; X_4 – масса гнезда, кг; 1,1; 0,3; 3,3; 0,35 – константные величины, полученные методом множественного регрессионного анализа. [2]

Данные по воспроизводительным качествам маток обработаны в табличном редакторе программы Microsoft Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Репродуктивные качества свиноматок основного стада семейств Беатрисы, Овации и Волшебницы характеризовались наиболее высокими показателями по вышеуказанным качествам (табл. 1). Многоплодие составило 10,87; 11,07; 10,85 гол., молочность – 51,32; 52,67; 52,13 кг, количество двухмесячных поросят – 9,38; 9,68; 9,60 гол., а масса гнезда – 157,71; 163,23; 159,43 кг, что соответствует требованиям первого класса и класса элита. Отмечено превосходство маток семейств Сказки, Сои

и Палитры по многоплодию – на 3,43...14,95 % ($P < 0,90$; $P > 0,95-0,999$), молочности на 0,55...6,04 % ($P < 0,90$; $P > 0,90-0,95$), количеству поросят в два месяца на 3,87...8,76 % ($P < 0,90$; $P > 0,90$) и массе гнезда – на 1,66...15,95 % ($P < 0,90$; $P > 0,90-0,999$).

Изучая продуктивность свиноматок основного стада, рассчитали КПВК (табл. 2), который подтвердил лидерство семейств Беатрисы, Овации и Волшебницы по репродуктивным качествам и составил по этим семействам: 113,54; 117,05; 115,07 балла соответственно, что по сравнению с семействами маток Сказки, Сои и Палитры больше на 3,52...12,82 балла ($P < 0,90$; $P > 0,90-0,95$).

Выявлено, что матки с высокими показателями по материнским качествам были в составе семейства Беатрисы, Овации и Волшебницы. Их многоплодие составило – 10,60...13,70 поросят за опорос, молочность – 52,12...59,50 кг, количество двухмесячных поросят при отъеме – 9,98...11,00 гол., а масса гнезда – 165,75...185,44 кг, что превышало средние значения по стаду соответственно на 3,04 гол. (28,52 %); 0,78...8,16 кг (1,52...15,89 %); 0,62...1,64 поросенка (6,62...17,52 %); 9,03...28,72 кг (5,76...18,33 %).

Для более точной оценки репродуктивных качеств лучших свиноматок семейств Беатрисы, Овации и Волшебницы определили КПВК. Установлено, что этот показатель высокий у лучших свиноматок указанных семейств – 121,76...132,25 балла, что выше среднего по стаду на 8,90...19,39 балла.

Выводы. На основании проведенных исследований можно сделать заключение о том, что использование комплексного показателя воспроизводительных качеств позволяет объективно оценить свиноматок основного стада *крупной белой* породы по продуктивным качествам и выявить лучшие семейства, а в них отобрать наиболее ценных по воспроизводительной способности маток.

Таблица 1.

Репродуктивные качества свиноматок основного стада в возрасте 24 мес.

Семейство	Голов	Многоплодие, гол.	Молочность, кг	Количество поросят в два месяца, гол.	Масса гнезда, кг
		$X \pm m$	$X \pm m$	$X \pm m$	$X \pm m$
Сказка	4	9,63±0,21	50,00±1,00	140,77±2,43	8,90±0,46
Соя	3	10,49±0,59	51,04±1,10	144,60±9,08	9,00±0,33
Беатриса	29	10,87±0,32	51,32±0,84	157,71±2,41	9,38±0,20
Овация	18	11,07±0,33	52,67±0,90	163,23±3,13	9,68±0,22
Палитра	19	10,02±0,28	49,67±1,04	155,13±4,14	9,03±0,26
Волшебница	21	10,85±0,18	52,13±0,79	159,43±3,17	9,60±0,17

Таблица 2.

Комплексный показатель воспроизводительных качеств свиноматок основного стада

Семейство	Многоплодие, гол.	Молочность, кг	Количество поросят в два месяца, гол.	Масса гнезда в два месяца, кг	КПВК, общий балл
	X1	X2	X3	X4	
Сказка	10,58±0,36	15,00±0,30	29,37±0,70	49,27±1,78	104,23±4,29
Соя	11,54±0,48	15,31±0,36	29,70±1,10	50,61±2,07	107,16±3,46
Беатриса	12,00±0,36	15,39±0,25	30,95±0,67	55,20±0,84	113,54±2,03
Овация	12,18±0,36	15,80±0,35	31,94±0,71	57,13±1,09	117,05±2,37
Палитра	11,02±0,31	14,90±0,43	29,80±0,85	54,29±1,45	110,02±2,72
Волшебница	11,93±0,21	15,64±0,24	31,69±0,55	55,80±1,11	115,07±1,83

$X_1; X_2; X_3; X_4$ – значения КПВК.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гарай, В. Оценка ремонтного молодняка по собственной продуктивности с использованием методов индексной селекции / В. Гарай, М. Курячий, С. Шарапова // Свиноводство. – 2004. – № 7. – С. 2–4.
2. Малаханов, Д., Селекционные индексы для оценки генотипа / Д. Малаханов, С. Мамышев // Животноводство России. – 2011 (спецвыпуск). – С. 7–8.
3. Мамонтов, Н.Т. Система индексной оценки в ЗАО «Племзавод «Юбилейный» Тюменской области / Н.Т. Мамонтов, В.Н. Шарнин, Н.В. Михайлов // Свиноводство. – 2013. – № 4. – С. 14–16.
4. Основные методы в оценке продуктивных качеств свиней [электронный ресурс] // Сайт ветеринарная медицина. URL.: <https://veterinarua.ru/stati-i-issledovaniya/2481-osnovnye-metody-v-otsenke-produktivnykh-kachestv-svinej.html> (дата обращения 12.10.2020).
5. Применение селекционных индексов в оценке генотипа свиней породы йоркшир [электронный ресурс] // Российская библиотека научных журналов и статей РАН. URL.: <http://naukarus.com/primenenie-selektсионных-индексов-v-otsenke-genotipa-sviney-porody-yorkshir> (дата обращения 12.10.2020).

LIST OF SOURCE

1. Garaj, V. Ocenka remontnogo molodnyaka po sobstvennoj produktivnosti s ispol'zovaniem metodov indeksnoj selekcii / V. Garaj, M. Kuryachij, S. Sharapova // Svinovodstvo. – 2004. – № 7. – S. 2–4.
2. Malahanov, D., Selekcionnye indeksy dlya ocenki genotipa / D. Malahanov, S. Mamyshev // Zhivotnovodstvo Rossii. – 2011 (specvypusk). – S. 7–8.
3. Mamontov, N.T. Sistema indeksnoj ocenki v ZAO «Plemzavod «Yubilejnyj» Tyumenskoj oblasti / N.T. Mamontov, V.N. Sharnin, N.V. Mihajlov // Svinovodstvo. – 2013. – № 4. – S. 14–16.
4. Osnovnye metody v ocenke produktivnykh kachestv svinej [elektronnyj resurs] // Sajt veterinarnaya medicina. URL.: <https://veterinarua.ru/stati-i-issledovaniya/2481-osnovnye-metody-v-otsenke-produktivnykh-kachestv-svinej.html> (data obrashcheniya 12.10.2020).
5. Primenenie selekcionnykh indeksov v ocenke genotipa svinej porody jorkshir [elektronnyj resurs] // Rossijskaya biblioteka nauchnykh zhurnalov i statej RAN. URL.: <http://naukarus.com/primenenie-selektсионных-индексов-v-otsenke-genotipa-sviney-porody-yorkshir> (data obrashcheniya 12.10.2020).