

12+

ISSN 2500-0047

НАУЧНО-АГРОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

SCIENTIFIC AGRONOMY
JOURNAL

1 (120) 2023

Волгоград
2023

Научно-агрономический журнал

Научно-практический журнал

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения
Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН)

Главный редактор: Кулик К.Н., д.с.-х.н., профессор, академик РАН

Журнал с 25.05.2022 г. включен в «Перечень рецензируемых научных изданий ВАК»
по следующим научным специальностям и отраслям науки:

1.5.15. – Экология (сельскохозяйственные науки),

4.1.1. – Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки),

4.1.2. – Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки),

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение,
лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

Редакционный совет:

Беляев А.И., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Беленков А.И., д.с.-х.н., РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,
Москва

Еремин Г.В., д.с.-х.н., академик РАН, Крымская ОСС –
филиал ВИР, г. Крымск Краснодарского края

Кружилин И.П., д.с.-х.н., академик РАН, ВНИИОЗ,
Волгоград

Мелихов В.В., д.с.-х.н., член-корреспондент РАН,
ВНИИОЗ, Волгоград

Муканов Б.М., д.с.-х.н., КазНИИЛХА, Республика Казахстан

Рулёв А.С., д.с.-х.н., академик РАН, ВНИИОЗ, Волгоград

Сложенкина М.И., д.б.н., член-корреспондент РАН,
«Поволжский НИИММП», Волгоград

Турусов В.И., д.с.-х.н., академик РАН,
«Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева», Воронеж

Чекмарев П.А., д.с.-х.н., академик РАН, заместитель
президента РАН, Москва

Редакционная коллегия:

Барабанов А.Т., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Беляков А.М., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Борисенко И.Б., д.т.н., ВолГАУ, Волгоград

Воронина В.П., д.с.-х.н., к.б.н., ВолГАУ, Волгоград

Гурова О.Н., к.с.-х.н., Областной комитет с/х, Волгоград

Желтобрюхов В.Ф., д.т.н., ВолГТУ, Волгоград

Зеленев А.В., д.с.-х.н., РГАУ-МСХА им.К.А.Тимирязева, Москва

Зеленская Г.М., д.с.-х.н., Донской ГАУ, Ростовская область

Иванцова Е.А., д.с.-х.н., ВолГУ, Волгоград

Иванченко Т.В., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Калмыкова Е.В., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Кошелев А.В., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Крючков С.Н., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Кулик А.К., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Манаенков А.С., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Нефедьева Е.Э., д.б.н., ВолГТУ, Волгоград

Оконов М.М., д.с.-х.н., КалмГУ, Республика Калмыкия

Петров Н.Ю., д.с.-х.н., ВолГАУ, Волгоград

Питоня А.А., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Прянишников А.И., д.с.-х.н., член-корреспондент РАН,
АО «Щелково Агрохим», Москва

Рахимжанов А.Н., к.с.-х.н., ТОО «КазНИИЛХА
им. А.Н. Букейхана», Республика Казахстан

Сагалаев В.А., д.б.н., ВолГУ, Волгоград

Салугин А.Н., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Смутнев П.А., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Солонкин А.В., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Срослова Г.А., к.б.н., ВолГУ, Волгоград

Трещевская Э.И., д.с.-х.н., Воронежский ВГЛТУ
им. Г.Ф. Морозова, Воронеж

Турчин Т.Я., д.с.-х.н., филиал ФБУ ВНИИЛМ, Ростовская область

Тютюма Н.В., д.с.-х.н., «ПАФНЦ РАН», Астрахань

Фомин С.Д., д.т.н., ВолГАУ, Волгоград

Юферев В.Г., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Ответственный редактор Леонтьева Е.Е.

Перевод на английский: Хныкин А.С.

Адрес издателя и редакции: 400062, г. Волгоград, Университетский проспект, 97

E-Mail: info@vfanc.ru <https://vfanc.ru/>

© ФНЦ агроэкологии РАН

© Научно-агрономический журнал

Регистрационный номер ПИ № ФС77-76293 от 12 июля 2019 г. присвоен Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN 2500-0047

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.000

Печатается в копировально-множительном бюро ФНЦ агроэкологии РАН

Адрес: 400062, г. Волгоград, Университетский проспект, 97

Тираж 500 экз. Заказ 1, подписано в печать 30 марта 2023 г. Дата выпуска 31 марта 2023 г.

Журнал выходит 4 раза в год и распространяется по адресной рассылке,
а также на выставках и ярмарках агропромышленной тематики. Цена свободная.

Подписной индекс ПР354

Издатель не несет ответственности за достоверность данных, предоставленных в опубликованных материалах.

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

Scientific Agronomy Journal

Research and Practice Journal

Founder and publisher: «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»
(FSC of Agroecology RAS)

Editor-in-Chief: **Kulik K.N.**, Dr. Sci. (Agr.), Professor, Academician of RAS

In 25.05.2022, the journal was included in the List of publications of the Higher Attestation Commission in the following specialties and fields of science:

1.5.15. – Ecology (agricultural sciences),

4.1.1. – General agriculture and crop production (agricultural sciences),

4.1.2. – Breeding, seed production and plant biotechnology (agricultural sciences),

4.1.6. – Forest science, forestry, forest cultures, agroforestry melioration, greening, forest pyrology and taxation (agricultural sciences)

Editorial Council:

Belyaev A.I., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Moscow
Belenkov A.I., Dr. Sci. (Agr.), Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow
Eremin G.V., Dr. Sci. (Agr.), Academician of RAS, Krymsk experimental breeding station – branch of the VIR, Krymsk
Krzhilin I.P., Dr. Sci. (Agr.), Academician of RAS, All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd
Melikhov V.V., Dr. Sci. (Agr.), RAS corr. member, All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd
Mukanov B.M., Dr. Sci. (Agr.), Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, Republic of Kazakhstan

Rulev A.S., Dr. Sci. (Agr.), Academician of RAS, All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd
Slozhenkina M.I., D.B.N., RAS corr. member, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd
Turusov V.I., Dr. Sci. (Agr.), Academician of RAS, Voronezh Federal Agrarian Research Center named after V. V. Dokuchaev, Voronezh
Chekmarev P.A., Dr. Sci. (Agr.), Academician of RAS, Deputy President of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Editorial Board:

Barabanov A.T., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Belyakov A.M., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Borisenko I.B., Dr. Sci. (Eng.), Volgograd State Agrarian University
Voronina V.P., Dr. Sci. (Agr.), Volgograd State Agrarian University
Gurova O.N., Cand. Sci. (Agr.), Committee of Agriculture, Volgograd
Zheltoobryukhov V.F., Dr. Sci. (Eng.), Volgograd State Technical University, Volgograd
Zelenev A.V., Dr. Sci. (Agr.), Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow
Zelenskaya G.M., Dr. Sci. (Agr.), Don State Agrarian University, Rostov region
Ivantsova E.A., Dr. Sci. (Agr.), Volgograd State University, Volgograd
Ivanchenko T.V., Cand. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Kalmykova E.V., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Koshelev A.V., Cand. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Kryuchkov S.N., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Kulik A.K., Cand. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Manayenkov A.S., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Nefed'eva E.E., Dr. Sci. (Biol.), Volgograd State Technical University

Okonov M.M., Dr. Sci. (Agr.), Kalmyk State University, Republik of Kalmyk
Petrov N.Yu., Dr. Sci. (Agr.), Volgograd State Agrarian University
Pitonya A.A., Cand. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Pryanishnikov A.I., Dr. Sci. (Agr.), RAS corr. member, JSC «Shchelkovo Agrochem» in the Moscow region, Moscow
Rakhimzhanov A.N., Cand. Sci. (Agr.), Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry, Republik of Kazakhstan
Sagalayev V.A., Dr. Sci. (Biol.), Volgograd State University, Volgograd
Salugin A.N., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Smutnev P.A., Cand. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Solonkin A.V., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Sroslova G.A., Cand. Sci. (Biol.), Volgograd State University
Treshchevskaya E.I., Dr. Sci. (Agr.), Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh
Turchin T.Ya., Dr. Sci. (Agr.), branch of All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Rostov region
Tyutyuma N.V., Dr. Sci. (Agr.), Caspian Agrarian FSC of RAS, Astrakhan
Fomin S.D., Dr. Sci. (Eng.), Volgograd State Agrarian University
Yuferev V.G., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd

Managing Editor: Leontyeva E.E.
Translation into English: Khnyckin A.S.

Publisher's Address: 400062, Volgograd, Universitetskiy Prospekt, 97
e-mail: info@vfanc.ru <https://vfanc.ru/>

© FSC of Agroecology RAS
© Scientific Agronomy Journal

In the registration of registers, the entry PI number FS77-76293 dated July 12, 2019.
The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technologies and Mass Communications

ISSN 2500-0047 DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.000

Published by FSC of Agroecology RAS
Address: 400062, Volgograd, Universitetskiy Prospekt, 97

Circulation 500 copies. Order 1, signed to print on 30 March 2023. Date of issue 31 March 2023
The journal is published 4 times a year and distributed through an address list and at agro-industrial exhibitions and fairs.

The price is free. Subscription index ПП354

The publisher is not responsible for the credibility of the data in the published materials.
Reprints of the materials must include a reference to the journal.

Содержание

Content

Селекция, семеноводство

Ю.И. Сухоруких, С.Г. Биганова. Отбор лещины на силу роста, декоративность и качество плодов.....5

С.В. Мельник, О.О. Жолобова. Оценка влияния осмотического стресса на прорастание семян кустарниковых растений в культуре *in vitro*.....10

Д.Г. Аблязов, А.А. Вергунова, О.Б. Сокольская. Оценка интродукции и динамики роста сеянцев кустарника *Ligustrum Vulgare L.* в условиях засоленных почв.....16

А.А. Шатрыкин, Н.С. Шарко. Некоторые аспекты поздней уборки в конкурсном сортоиспытании зернового сорго.....23

Агролесомелиорация

К.Н. Кулик, К.Д. Кулик, А.С. Хныкин, Е.С. Слайковская. Анализ и динамика фитоэкологических условий Арчединско-Донских песков по длинному ряду аэрокосмических снимков.....28

М.М. Кочкар, О.М. Воробьева, А.В. Вдовенко, В.П. Воронина. Условия функционирования агролесоландшафтов Доно-Чирского междуречья....38

Е.Л. Гричик, О.О. Жолобова. Влияние стимуляторов роста на лабораторную всхожесть семян и развитие всходов двух видов *Cytisus*.....46

И.С. Богущ, О.Б. Сокольская, Т.А. Андрушко. Особенности прорастивания семян *Ulmus Pumila L.* в лабораторных условиях.....53

А.А. Вергунова, И.Н. Бабухин, О.Б. Сокольская. Исследования реакций видов *Salix* на воздействия солевыми растворами.....58

А.И. Довганюк, А.А. Лентина, Р.С. Решетов, А.В. Аникина. Использование инструментального метода анализа при оценке состояния деревьев в городской среде.....65

Земледелие, растениеводство

И.Л. Воротников, А.Г. Субботин, А.В. Легучий. Оценка продуктивности подсолнечника и кукурузы, возделываемых по технологии Strip-till.....73

М.В. Харитоновна, Т.М. Прохорова. Биометрические характеристики поперечных клеток перикарпия сортов озимой мягкой пшеницы Саратовской селекции.....78

От редакции.....84

Breeding, seed production

Yu.I. Sukhorukikh, S.G. Biganova. Selection of Hazel for the Growth Intensity, Decorativeness and Crop Quality.....5

S.V. Mel'nik, O.O. Zholobova. Assessment of the Osmotic Stress Effect on the Shrub Seeds Germination in "In Vitro" Culture.....10

D.G. Ablyazov, A.A. Vergunova, O.B. Sokolskaya. Assessment of the Introduction and Growth Dynamics of the Shrub *Ligustrum Vulgare L.* Seedlings in Saline Soil Conditions.....16

A.A. Shatrykin, N.S. Sharko. Some Aspects of Late Harvesting in the Competitive Variety Testing of Grain Sorghum.....23

Agroforestry melioration

K.N. Kulik, K.D. Kulik, A.S., Khnykin, E.S. Slaykovskaya. Analysis and Dynamics of the Archeda-Don Interfluvial Sands Phytoecological Conditions from a Long Series of Aerospace Images.....28

M.M. Kochkar, O.M. Vorobieva, A.V. Vdovenko, V.P. Voronina. Functioning Conditions of the Don-And-Chir Interfluvial Agroforestry Landscapes.....38

E.L. Grichik, O.O. Zholobova. The Effect of Growth Stimulants on the Laboratory Germination of Seeds and Two Types of *Cytisus* Seedlings Development.....46

Bogush I.S., Sokolskaya O.B., Andrushko T.A. Features of *Ulmus Pumila L.* Seeds Germination in Laboratory Conditions.....53

A.A. Vergunova, I.N. Babukhin, O.B. Sokolskaya. Studies of *Salix* Species Reactions to Saline Solutions Exposure.....58

A.I. Dovganyuk, A.A. Lentina, R.S. Reshetov, A.V. Anikina. The Instrumental Method of Analysis Use in Assessing the Trees Condition in an Urban Environment.....65

Land cultivation, crop production

I.L. Vorotnikov, A.G. Subbotin, A.V. Letuchij. The Sunflower and Corn Productivity Evaluation Using Strip-Till Cultivation Technology.....73

M.V. Kharitonova, T.M. Prokhorova. Biometric Characteristics of Transverse Pericarp Cells in Winter Wheat Varieties of Saratov Breeding.....78

From the editorial board.....84

Отбор лещины на силу роста, декоративность и качество плодов

¹Юрий Иванович Сухоруких , д.с.-х.н., e-mail: drsuchor@rambler.ru, ORCID: 0000-0001-5073-6102

²Светлана Герсановна Биганова, к.с.-х.н., ORCID: 0000-0002-0581-3612

¹ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»,
info@mkgtu.ru, 385000, ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, Республика Адыгея, Россия

²Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук»,
e-mail: subplod@mail.ru, 354002, ул. Яна Фабрициуса, 2/28, г. Сочи, Краснодарский край, Россия

Аннотация. Для выращивания лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.) на плантациях, в лесных, декоративных, озеленительных, защитных лесонасаждениях требуются сорта и формы с различными свойствами. Для защитного массивного лесоразведения, а также в качестве подвоя необходимы растения с различной силой роста. Для декоративных целей – особи, имеющие привлекательный внешний вид, для питания – с орехами высоких пищевых качеств. Выведение такого сортофонда перспективно с использованием местного генофонда дикорастущих лещинников Северо-Западного Кавказа, где выявлены особи, обладающие вышеуказанными хозяйственно-ценными признаками. Целью работы являлся отбор в местной природной популяции перспективных форм лещины. Полевые исследования проводились методом маршрутных ходов. Выделение сильнорослых особей осуществлялось по биометрическим показателям основного побега, высота которого превышала среднюю в популяции на удвоенное среднеквадратическое отклонение. Декоративные особи выбирали по внешним признакам, качество плодов оценивали по методике Сухоруких-Бигановой. Дендрологическое описание проводили по известным методикам. На основе изучения популяции лещины, произрастающей на высоте 200–800 м н.у.м., установлено, что в данных условиях растения лещины, перспективные для отбора на сдержанность роста, должны иметь высоту не более 2,97 м, на силу роста – 11,13 м и более. Отобраны по данному фенотипическому признаку 3 формы, высота которых составляет 12,5–12,8 м. Выделены две декоративные раметы. Одна – с округлыми курчавыми листьями темно-зеленого цвета, вторая – с листьями различного размера. По ценности орехов отобраны две формы селекционной категории – качественные. Вегетативное потомство выделенных форм в дальнейшем планируется сохранять и изучать на коллекционном участке.

Ключевые слова: лещина обыкновенная, естественные популяции, перспективные формы, параметры отбора, сила роста, декоративность, качество орехов.

Цитирование. Сухоруких Ю. И., Биганова С. Г. Отбор лещины на силу роста, декоративность и качество плодов // Научно-агрономический журнал. 2023. № 1 (120). С. 05-09. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.001.05-09

Поступила в редакцию: 23.01.2023

Принята к печати: 06.03.2023

Введение. Лещина обыкновенная является особо ценным видом, который выращивается на плантациях, в лесных, декоративных, озеленительных, защитных лесонасаждениях [1,7,12]. Для этого требуются сорта и формы с различными свойствами. Их получение необходимо осуществлять с учётом региональных почвенно-климатических особенностей и целевого использования [10-13]. Для целей защитного массивного лесоразведения, а также в качестве подвоя необходимы растения с различной силой роста [1,10,12], декоративных целей – особи, имеющие привлекательный внешний вид листьев, побегов, габитуса крон и др. [6,7], для получения пищевых продуктов – раметы, дающие орехи высокого качества [10,11]. Выведение такого сортофонда перспективно с использованием местного генофонда дикорастущих лещинников, где произрастают особи, обладающие хозяйственно-ценными признаками [2,11]. Целью работы являлся отбор в природной популяции на Северо-Западном Кавказе перспективных форм лещины,

обладающих интенсивным ростом, декоративностью и имеющих качественные плоды.

Объекты и методы исследования. Полевые исследования проводились в естественных лещинниках Северо-Западного Кавказа методом маршрутных ходов в 2021-2022 гг. Выделение сильнорослых особей осуществлялось по биометрическим показателям основного побега, высота которого превышала, а для слаборослых была меньше средней в популяции на удвоенное среднеквадратическое отклонение [8]. Согласно методическим указаниям по данному фенотипическому признаку применялся однократный отбор перспективного генофонда [9]. Декоративные особи выделялись по внешним признакам [2,6,7]. Оценка качества орехов производили по авторской методике Сухоруких-Бигановой [3,11]. Высоту 200 плодоносящих кустов в глазомерно определяемом возрасте свыше 12 лет измеряли высотомером, размер крон и основания куста в двух взаимно перпендикулярных направлениях – рулеткой. Средний диаметр

трех наиболее крупных побегов вычисляли по значениям длины окружности, измеренной мерной лентой на высоте 0,5 м от основания куста. Дендрологическое описание осуществляли согласно методикам Булыгина Н.Е. и Бученкова И.Э. [4,5]. Статистическую обработку данных выполняли с использованием программы STADIA 8.0/ prof для Windows.

Результаты и их обсуждение. На основе изучения растений лещины были рассчитаны статистические характеристики высоты куста в местной популяции, произрастающей на высотах 200–800 м н.у.м. Их значения приведены в таблице.

Таблица. Статистические характеристики высоты кустов лещины обыкновенной

Статистические характеристики	Значения
Среднее, м	7,05
Стандартная ошибка, м	0,21
Медиана, м	7,00
Точность опыта, %	2,98
Среднеквадратичное отклонение	2,04
Асимметрия	0,11
Коэффициент вариации, %	28,93

В соответствии с данными таблицы и методическим указанием [8] выполнены соответствующие расчеты, согласно которым растения высотой менее 2,97 м перспективны для отбора на сдержанность роста, а высотой более 11,13 м – для выделения сильнорослых рамет.

Используя полученные результаты в изучаемых условиях отобрано 6 перспективных форм на силу роста.

Форма В1/21. Куст произрастает в лесу на высоте 208 м н.у.м. Координаты произрастания: 44°40'13.67 С 40°24'14.65 В. Размер кроны 13,4,2×12,7,4 м, высота – 12,5 м, густота средняя. В кусте 10 побегов возрастом 4 года и старше, 4 побега 2-4 летнего возраста и 7 однолетних побегов, размер диаметра основания 0,8×0,7 м, средний из трёх самых крупных побегов – 0,19 м. Побеги вертикальные, ветви прямые, отрастают под острым углом.

Листовая пластинка обратнойцевидная, с коротко заострённой верхинкой и сердцевидным основанием. Рассечённость листа средняя, край листа – двоякопильчатый. Опушенность отсутствует, окраска листа зелёная.

Форма В2/21 отобрана на высоте 209 м н.у.м. Координаты 44°40'22.78 С 40°24'13.93 В. Куст имеет узко метловидную форму размером 6,2×6,8 м, высотой – 12,8 м. Густота кроны слабая. В кусте 4 побега, возрастом 4 года и старше, 2 однолетних побега. Размер основания куста 0,7×0,35 м. Средний диаметр из трёх самых крупных побегов – 0,12 м. Побеги вертикальные, прямые.

Листовая пластинка овальная, форма верхушки – коротко заострённая, основание сердцевидное. Край листа – двоякопильчатый. Опушенность от-

сутствует, окраска с солнечной стороны – зелёная.

Форма В3/21 отобрана в горной части Республики Адыгея на высоте 310 м н.у.м. Координаты произрастания 44°22'04.34 С 40°00'27.91 В.

Куст узко-метловидной формы, размером 5,0×6,6 м, высотой – 12,8 м. Густота, облиственность кроны средняя. В кусте 3 побега, возрастом 4 года и старше, 17 побегов, возрастом до 4 лет. Размер основания куста 0,6×0,7 м. Средний диаметр из трёх самых крупных побегов 0,16 м. Направление роста побега вертикальное, угол отхождения обрастающих ветвей острый, побеги прямые. Листовая пластинка овальная, коротко-заострённая, с округлым основанием. Степень рассечённости листа средняя. Тип зазубренности края листа – двоякопильчатый. Лист без опушения зелёного цвета.

Форма В1/22 Куст произрастает на берегу реки Курджипс на высоте 312 м н.у.м. Координаты произрастания С 44°37'917 В 40°02'054. Размер кроны 12,3×9,8 м, высота – 11,6 м, густота средняя. В кусте 16 побегов возрастом 4 года и старше, 72 побега 2-4-летнего возраста, размер диаметра основания 2,2×1,9 м. Средний диаметр трёх самых крупных побегов 0,47 м. Побеги растут вертикально, ветви прямые, отходят под острым углом. Листовая пластинка округлая. Лист рассечён слабо, верхушка коротко заострённая, основание сердцевидное. Тип зазубренности края листа – двоякопильчатый, среднего размера. Опушенность листа отсутствует, окраска зелёная, осенняя – желтая.

Форма В2/22. Произрастает в лесном массиве на высоте 309 м н.у.м. Координаты 44°37'947 С 40°02'353 В. Он имеет близкую к метловидной форму кроны размером 9,4×10,7 м, высотой – 12,9 м. Густота кроны средняя. В кусте 8 побегов, возрастом 4 года и старше, 11 однолетних побегов. Размер основания куста 0,82×0,73 м. Средний диаметр трёх самых крупных побегов – 0,58 м. Побеги растут вертикально, ветви отходят под острым углом. Пластинка листа овальная, верхушка коротко заострённая, основание сердцевидное. Край листа – двоякопильчатый. Опушенность верхней поверхности отсутствует, окраска зелёная, осенняя окраска – желтая.

Форма В3/22 отобрана в нижнегорной зоне на высоте 305 м н.у.м. Координаты произрастания 44°38'457 С 40°02'837 В. Она имеет вертикально ориентированную форму кроны размером 7,08×7,05 м, высотой 11,9 м. Облиственность и густота кроны – слабые. В кусте 7 побегов, возрастом 4 года и старше, 16 побегов, возрастом до 4 лет. Размер основания куста 0,85×0,72 м. Средний диаметр трёх самых крупных побегов 0,29 м. Побеги растут в основном вертикально, некоторые – плакучие, обрастающие ветви отходят под острым углом. Листовая пластинка имеет обратнойцевидную форму. Верхушка листа заострённая, основание – округлое. Край листа – двоякопильчатый. Лист без опушения, осенняя окраска листа – ярко-оранжевая.

Для дальнейшего изучения отобрана перспек-

тивная форма 1Д/21 на высоте 370 м н.у.м. Координаты произрастания С 44°36'572", В 40°26'949". Это среднерослый куст, шаровидной формы, размер кроны 5,2×5,4 м, высота – 6 м. Облиственность и густота кроны – высокие. В кусте 15 побегов, возрастом 4 года и старше, 6 побегов 2-3-летнего возраста и 6 однолетних побегов. Размер основания куста 0,95×0,90 м. Средний диаметр трёх самых крупных побегов – 0,17 м. Побеги растут вертикально, угол отхождения ветвей острый. Листовая пластинка округлая, курчавая (рисунок 1).

Верхушка листа коротко заострённая, основание – сердцевидное. Край листа – двоякопильчатый, волнистый. Опушенность листа отсутствует, окраска – темно-зелёная. Для лещины обыкновенной описание такой формы нами не установлено. На основе этого данная форма может именоваться – лещина обыкновенная, форма курчаволистная (*Corylus avellana f. crispifolia*. Sukhorukikh-Biganova).

По декоративным признакам (разнолистный куст) отобрана для дальнейшего изучения еще одна перспективная форма Д13/22 на высоте 317 м н.у.м. (рис. 2). Координаты произрастания С 44°36'706", В 40°00'450". Это невысокий куст, с раскидистой формой кроны. Размер кроны 5,2×5,4

м, высота – 2,5 м. Облиственность кроны густая, густота средняя. В кусте 5 побегов, возрастом 4-6 лет. Размер основания куста 0,3×0,2 м. Средний диаметр трёх самых крупных побегов 2,3 см. Боковые побеги, идущие от центрального укорочены, междуузлия сближены. Листья разной величины, вершинные размером 6-8×6-7 см, нижележащие в сочетании 6-7×4-5 и более мелкими 3-4×2-3 см. Форма листовой пластинки у крупных листьев округлая, более мелких – удлинённая (рисунок 2).

Верхушка листа заострённая, основание – сердцевидное. Край листа – двоякопильчатый, слегка волнистый. Опушенность листа отсутствует, окраска – светло-зелёная. В изученных литературных источниках отсутствует описание аналогичной формы у лещины обыкновенной. Предположительно, это неотмеченная другими исследователями форма. При подтверждении данного предположения форма может именоваться лещина обыкновенная, форма разнолистная (*Corylus avellana f. heterophylla*. Sukhorukikh-Biganova).

На основе двухлетних наблюдений выделены две перспективные формы, имеющие орехи хорошего качества (рисунок 3).



Рисунок 1. Листья декоративной формы 1Д/21 (*Corylus avellana f. crispifolia*. Sukhorukikh-Biganova)



Рисунок 2. Листья декоративной формы Д13/22 (*Corylus avellana f. heterophylla*. Sukhorukikh-Biganova)



Рисунок 3. Орехи перспективных форм лещины

Форма 1/21. Куст возрастом 20-25 лет, произрастает на высоте 789 м н.у.м. Координаты 44° 20' 390", 40° 00' 137". Высота куста 10 м, диаметр кроны 8×8 м. Плоды имеют удлиненную форму размером 23×15×13 мм, светлого цвета, слегка блестящие (рис. 3). Масса плода 2,06 г. Орех раскалывается со средним усилием или легко. Ядро выделяется целиком, средне покрыто шелухой. Масса ядра 0,89 г. Выход 43,25 %, вкус очень хороший, сладковатый. В выборке поврежденных плодов – менее 2,5%, неоднородных по форме – 9,65, по величине – 2,5%. Общее качество плодов составило 45,41 балла. Селекционная категория – качественные.

Форма 2/21. Отобрана на высоте 799 м н.у.м. Координаты 44° 20' 377", 40° 00' 151". Высота куста 6 м, диаметр кроны – 6×3 м. Орех удлиненной формы. Плоды имеют размер 22×16×14 мм (рис.3). Цвет светлый, слегка блестящий. Масса плода 2,27 г. Орех раскалывается со средним усилием. Ядро выделяется целиком, средне покрыто шелухой. Масса ядра 0,98 г, выход 44,61 %. Вкус очень хороший, сладковатый. Поврежденных плодов нет. Орехи одномерны по величине, неоднородных по форме – 5,76 %. Качество орехов составляет 46,78 балла, селекционная категория – качественные.

В соответствии с нормативными документами [10], вегетативное потомство выделенных форм планируется в дальнейшем изучать на коллекционном участке.

Выводы:

1. Растения лещины, перспективные для отбора на сдержанность роста, должны иметь высоту не более 2,97 м, на силу роста – 11,13 м и более.
2. Отобраны по силе роста 6 форм, декоративности – 2, качеству орехов – 2 формы.
3. Вегетативное потомство выделенных форм в дальнейшем планируется сохранять и изучать на коллекционном участке.

Литература:

1. Агроресомелиорация / изд. 5-е, перераб. и доп. / под ред. академиков РАСХН А.Л. Иванова и К.Н. Кулика. – Волгоград: «ВНИАЛМИ», 2006. 746 с.
2. Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Пчихачев Э.К., Исущева Т.А. Морфологическое разнообразие листьев и про-

гноз встречаемости аналогичных форм в естественных насаждениях лещины // Новые технологии. 2019. № 1. С. 278-288.

3. Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Пчихачев Э.К., Фомичева Е.О. Некоторые программные и методические аспекты селекции лещины (фундука) на Западном Кавказе // Новые технологии. 2016. Вып. 4. С. 103-109.

4. Булыгин Н.Е. Дендрология. 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Агро-промиздат. Ленинградское отделение, 1991. 352 с.

5. Бученков И.Э., Нилова О.В. Декоративная дендрология: краткий курс лекций. Часть 1. – Пинск: ПолесГУ, 2012. 96 с.

6. Встовская Т.Н. Декоративные формы ольхи, березы и лещины, рекомендуемые для первичного испытания в культуре в Сибири / отв. ред. И. Ю. Коропачинский / Рос. Акад. Наук, Сиб. Отд-ние, Центр. Сиб. Ботан. сад: Новосибирск: Гео, 2012. 60 с.

7. Колесников А.И. Декоративная дендрология. – М: изд-во «Лесная промышленность», 1974. 703 с.

8. Петров С.А. Методы определения и практическое использование коэффициента наследуемости в лесоводстве. – М: ЦНИИЛГиС, 1973 51с.

9. Приказ Минприроды России от 20.10.2015 N 438 «Об утверждении Правил создания и выделения объектов лесного семеноводства (лесосеменных плантаций, постоянных лесосеменных участков и подобных объектов)» (Зарегистрировано в Минюсте России 12.02.2016 N 41078).

10. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года (под об. ред. член-корр. Россельхозакадемии Е.А. Егорова). – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. 202 с.

11. Сухоруких Ю.И., Биганова С.Г., Уджуху М.И., Орлов Б.П., Трушева Н.А., Черноштанов Н.А. Лесные плодовые виды Северо-Западного Кавказа. Майкоп: Качество, 2010. 192 с.

12. Muehlbauer M., Molnar Th. Hazelnuts, a potential new crop for the Northeast: an update on the Rutgers University Breeding Program. Fruit Notes. 2014. T.79. 4. pp. 1-3.

13. Pourbabaei H., Adel M.N. Plant Ecological Groups and Soil Properties of Common Hazel (*Corylus avellana* L.) Stand in Safagashteh Forest. North of Iran. Folia Forestalia Polonica. Series A. 2015. vol. 57. iss. 4. pp. 245-250. DOI: 10.1515/ffp-2015-0026

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.001.05-09

Selection of Hazel for the Growth Intensivity, Decorativeness and Crop Quality

✉ Yuriy I. Sukhorukikh¹, Dr. Sci. (Agr.), e-mail: drsuchor@rambler.ru, ORCID: 0000-0001-5073-6102

Svetlana G. Biganova², Cand. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0002-0581-3612

¹ Maykop State Technological University,

info@mkgtu.ru, 385000, Pervomajskaya St., 191, Maykop city, Republic of Adygea, Russia

²Federal Research Centre the "Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences", e-mail: subplod@mail.ru, 354002, Jan Fabricius St., 2/28, Sochi, Krasnodarskiy kray, Russia

Abstract. Varieties and forms with different properties are required for the cultivation of common hazel (*Corylus avellana* L.) on agricultural,

forest, decorative, landscaping and protective forest plantations. For protective massive afforestation, as well as as a rootstock, plants with different growth

strength are needed. For decorative purposes – individuals with an attractive appearance, for nutrition – with nuts of high nutritional qualities. The breeding of such a variety fund is promising using the local gene pool of the North-Western Caucasus wild hazelnuts, where individuals with the foregoing economically valuable traits have been identified. The aim of the work was to select promising forms of hazel in the local natural population. Field research was carried out by the method of route moves. The selection of strong-grown individuals was carried out according to the biometric indicators of the main shoot, the height of which exceeded the average in the population standard deviation by twice. Decorative individuals were selected according to external characteristics, the quality of nuts was evaluated according to the method of the Sukhorukikh-Biganova. The dendrological description was carried out according to known methods. On the basis of the hazel population growing at an altitude of 200-800 m above sea level study, it was found that under these conditions, hazel plants promising for selection for growth restraint should have a height of no more than 2.97 m, for germinative power – 11.13 m or more. According to this phenotypic feature, 3 forms were selected, the height of which is 12.5–12.8 m. Two decorative ramets are identified. One ramet has rounded curly leaves of dark green color, the second one has a leaves of various sizes. According to the value of nuts, two forms of the breeding category were selected – qualitative. The vegetative offspring of the selected forms are planned to be preserved and studied at the collection site in the future.

Keywords: common hazel, natural populations, promising forms, selection parameters, germinative power, decorative, quality of nuts

Citation. Sukhorukikh Yu.I., Biganova S.G. Selection of Hazel for the Growth Intensity, Decorativeness and Crop Quality. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 1(120). pp. 05-09. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.001.05-09

Received: 23.01.2023

Accepted: 06.03.2023

References:

1. *Agrolesomelioratsiya* [Agroforestry]. 5th edition, reprint. and additional / ed. by academicians of RASKHN A.L. Ivanov and K.N. Kulik. Volgograd. "VNIALMI" Publ. house. 2006. 746 p.

2. Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Pchikhachev E.K., Isushcheva T.A. *Morfologicheskoe raznoobrazie list'ev i prognoz vstrechaemosti analogichnykh form v estestvennykh nasazhdeniyakh leshchiny* [Morphological diversity of leaves

and forecast of occurrence of similar forms in natural hazel plantations]. *Novye tekhnologii* [New technologies]. 2019. No. 1. pp. 278-288.

3. Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Pchikhachev E.K., Fomicheva E.O. *Nekotorye programmnye i metodicheskie aspekty selektsii leshchiny (funduka) na Zapadnom Kavkaze* [Some programmatic and methodological aspects of hazel (hazelnut) breeding in the Western Caucasus]. *Novye tekhnologii* [New technologies]. 2016. Vol. 4. pp. 103-109.

4. Bulygin N.E. *Dendrologiya* [Dendrology]. 2nd ed. reprint. and additional. L. "Agropromizdat" Publ. house. Leningrad Branch, 1991. 352 p.

5. Buchenkov I.E., Nilova O.V. *Dekorativnaya dendrologiya* [Decorative dendrology]: a brief course of lectures. Part 1. Pinsk. Polesky State University. 2012. 96 p.

6. Vstovskaya T.N. *Dekorativnye formy ol'khi, berezy i leshchiny, rekomenduemye dlya pervichnogo ispytaniya v kul'ture v Sibiri* [Decorative forms of alder, birch and hazelnut recommended for primary testing in culture in Siberia] / responsible editor. I. Yu. Koropachinskij / Rus. Acad. of Sciences, Sib. Department, Centr. Sib. Botanical Garden. Novosibirsk. "Geo" Publ. house, 2012. 60 p.

7. Kolesnikov A.I. *Dekorativnaya dendrologiya* [Decorative dendrology]. M. «Lesnaya promyshlennost'» Publ. house, 1974. 703 p.

8. Petrov S.A. *Metody opredeleniya i prakticheskoe ispol'zovanie koeffitsienta nasleduemosti v lesovodstve* [The heritability coefficient determination methods and practical use in forestry]. Moscow. CRI of FGGB Publ. house, 1973. 51 p.

9. Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation No. 438 dated 20.10.2015 "On Approval of the Rules for the Creation and Allocation of forest Seed Production Facilities (Forest seed plantations, Permanent forest seed plots and Similar Objects)" (Registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation on 12.02.2016 No. 41078).

10. The program of the North Caucasus Center for the Selection of fruit, berry, flower and ornamental crops and grapes for the period up to 2030 (under the editorship of the corresponding member of RASKHN E.A. Egorov). Krasnodar. MSI NCFC of HVW Publ. house, 2013. 202 p.

11. Sukhorukikh Yu.I., Biganova S.G., Udzhukhu M.I., Orlov B.P., Trusheva N.A., Chernoshtanov N.A. *Lesnye plodovye vidy Severo-Zapadnogo Kavkaza* [Forest fruit species of the North-Western Caucasus]. Maykop. "Kachestvo" Publ. house, 2010. 192 p.

12. Muehlbauer M., Molnar Th. Hazelnuts, a potential new crop for the Northeast: an update on the Rutgers University Breeding Program. *Fruit Notes*. 2014. T.79. No. 4. pp. 1-3.

13. Pourbabaei H., Adel M.N. Plant Ecological Groups and Soil Properties of Common Hazel (*Corylus avellana* L.) Stand in Safagashteh Forest. North of Iran. *Folia Forestalia Polonica. Series A*. 2015. vol. 57. iss. 4. pp. 245-250. DOI: 10.1515/ffp-2015-0026

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.2. – Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

УДК: 606:581.48

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.002.10-15

Оценка влияния осмотического стресса на прорастание семян кустарниковых растений в культуре *in vitro*

Софья Васильевна Мельник ✉, e-mail: melnik-s@vfanc.ru, ORCID 0000-0001-5802-1339,

Ольга Олеговна Жолобова, к.б.н., ORCID 0000-0002-1594-4181 –

«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), info@vfanc.ru, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, 97, Россия

Аннотация. В связи с глобальными изменениями климата одной из основных экологических проблем на территориях южных регионов России является засуха. Эффективным способом предотвращения процессов деградации земель и опустынивания является селекция и отбор древесных и кустарниковых растений, устойчивых к данному стресс-фактору, для их последующего использования в лесоразведении. В статье представлены результаты влияния осмотического стресса на прорастание семян и биометрические показатели проростков модельных объектов *Robinia pseudoacacia* L. и *Caragana pugnata* L. в культуре *in vitro*. Для моделирования дефицита доступной воды в питательную среду по прописи Мура-сиге-Скуга добавляли осмотик полиэтиленгликоль (ПЭГ) с молекулярной массой 6000, в концентрациях до 10 г/л. Семенной материал прошел предстерилизационную обработку и двухэтапную стерилизацию для получения асептической культуры. В результате влияния ПЭГ в питательной среде выявлено ингибирование энергии прорастания семян *C. pugnata* с 80% в контрольной группе до 15,6-26,6% в опытных. У проростков контрольной группы отсутствовало статистически достоверное различие между длиной корня и побега, при этом в опытных группах длина корня достоверно меньше длины побега. Наблюдалось угнетение формирования корней второго порядка по сравнению с контролем. Данные ответные реакции связаны с уменьшением скорости набухания семян вследствие уменьшения количества доступной воды, что оказало влияние на развитие проростков. У семян *R. pseudoacacia* отмечалось увеличение всхожести семян с 90% в контроле до 100% на среде ПЭГ 10. У проростков опытной группы наблюдалась более развитая листовая пластина по сравнению с контролем. Статистически достоверных различий между группами в длине гипокотыля и стебля не обнаружено. Таким образом, адаптационные механизмы *R. pseudoacacia* в ответ на данный осмотический стресс оказали небольшое стимулирующее действие в развитии растения.

Ключевые слова: семена, *Robinia pseudoacacia*, *Caragana pugnata*, полиэтиленгликоль 6000, засуха, *in vitro*.

Финансирование. Работа выполнена в рамках исполнения плана научно-исследовательской работы ФНЦ агроэкологии РАН № 122020100427-1 «Разработать научные основы сохранения и воспроизводства ценных генотипов древесных и кустарниковых растений в культуре *in vitro*».

Цитирование. Мельник С.В., Жолобова О.О. Оценка влияния осмотического стресса на прорастание семян кустарниковых растений в культуре *in vitro* // Научно-агрономический журнал. 2023. № 1 (120). С. 10-15. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.002.10-15

Поступила в редакцию: 16.01.2023

Принята к печати: 27.02.2023

Введение. Засуха является одним из наиболее распространенных абиотических стрессовых факторов, влияющих на растения [1]. К причинам возникновения засухи относят изменение климата и неустойчивость выпадения осадков [8]. Длительные и частые засухи могут быть причиной лесных пожаров, усыхания лесов и защитных лесных насаждений, что приводит к уменьшению видового разнообразия и развитию процессов опустынивания [3]. В настоящее время актуальным направлением в биотехнологии древесных растений является селекция и отбор засухоустойчивых генотипов и их последующее использование в защитном лесоразведении. Это позволит уменьшить эрозию почв и создать благоприятные условия для культивирования сельскохозяйственных культур [2].

Наиболее чувствительными к дефициту доступ-

ной воды являются растения в период прорастания семян и развития проростков. На данных этапах онтогенеза достаточное количество свободной воды является необходимым условием для выхода семян из состояния покоя и дальнейшего развития растения. При этом для прорастания необходимо набухание семян до определенного уровня влажности, а выше – для запуска и функционирования метаболизма [4].

Способность прорастания семян в условиях почвенной засухи является важной биологической характеристикой, которая позволяет оценить степень восприимчивости вида к данному абиотическому стрессу. Высокие показатели всхожести семян и развитие нормальных проростков являются признаками устойчивости растений к неблагоприятным условиям. Ряд исследований показывают, что семена, способные адаптироваться и прора-

стать в засушливых условиях, имеют специфические механизмы устойчивости [10].

Прорастание семян в культуре *in vitro* дает возможность моделировать осмотический потенциал различного уровня. Это позволяет провести первичный скрининг и отбор генотипов устойчивых к стрессовому фактору.

В качестве модельных объектов были исследованы семенные материалы Караганы карликовой (*Caragana pugnata* L.) и Робинии псевдоакация (*Robinia pseudoacacia* L.) из семейства *Fabaceae* (рисунок 5). *C. pugnata* – ксерофитный, листопадный кустарник высотой до 1,5-2 м. Произрастает в засушливых районах умеренного климата, от Северной Европы и Центральной Азии, до Сибири, Кореи и Японии [9]. *R. pseudoacacia* применяется в агролесомелиорации, поскольку характеризуется высоким уровнем засухоустойчивости и обладает сильно развитой корневой системой. Используется для закрепления песков и относится к почвоулучшающим породам [6].

Целью исследования являлась оценка влияния моделируемой почвенной засухи на прорастание семян и биометрические показатели проростков *C. pugnata* и *R. pseudoacacia* в культуре *in vitro*.

Материалы и методы. Проращивание семян проводили на питательной среде по прописи Murashige-Skoog (MS). Для имитации почвенной засухи добавляли осмотик полиэтиленгликоль (ПЭГ) с молекулярной массой 6000. Это неионный водорастворимый природный полимер, который снижает водный потенциал растений [7]. Концентрации осмотика в питательной среде для обоих видов составляли 2 г/л (ПЭГ 2); 4 г/л (ПЭГ 4); 6 г/л (ПЭГ 6); 8 г/л (ПЭГ 8); а для семян *R. pseudoacacia* дополнительно готовилась среда с содержанием ПЭГ 10 г/л (ПЭГ 10). В качестве контрольной среды для обоих видов использовали среду MS без добавления осмотика.

Для предстерилизационной обработки семена замачивали в мыльном растворе на 15 минут, после чего промывали под проточной водой в течение 1 часа. Стерилизацию материала проводили в условиях ламинарного бокса (БМБ-II-«Ламинар-С»-1,2 (NEOTERIC), Россия). На первом этапе семена выдерживали в 70%-ном растворе этанола в течение 1 минуты, затем промывали стерильной дистиллированной водой. На втором этапе об-

рабатывали 7%-ным раствором препарата «Лизоформин 3000» (ООО «Гигиена плюс», Россия) с экспозицией 10 минут и промывали в стерильной дистиллированной воде четырехкратно.

Биометрические показатели проростков были получены на 19-й день после посадки семян. Статистическая обработка данных проводилась с помощью U-критерия Манна-Уитни. Измерение параметров проводили с помощью программы ImageJ (США).

Результаты и обсуждение. Наличие осмотика в питательной среде оказывало ингибирующие действие на энергию прорастания семян *C. pugnata*. В контрольной группе этот показатель составлял 80%, а на средах с ПЭГ он снижался до 15,6-26,6%. Процент проросших семян в контрольной группе на средах ПЭГ 2 и ПЭГ 4 составлял 100%, на среде ПЭГ 6 – 96,67%, а на ПЭГ 8 – 92,5%. Скорость прорастания составила 9-11 дней. Среда ПЭГ 6 является пороговой для всхожести, так как с данной концентрации наблюдалось снижение процента проросших семян (таблица 1).

Осмотик в данных концентрациях вызывал анатомо-морфологические изменения проростков. В контрольной группе у 90% растений были сформированы корни 2 порядка, а на среде ПЭГ 8 этот показатель снизился до 45,94% (рисунок 1). Снижение энергии прорастания, вероятно, связано с уменьшением количества доступной воды, что привело к уменьшению скорости набухания семян.

Средняя высота стебля снизилась с 3,65 см на контроле до 2,98 см на среде ПЭГ 8. Средний размер корней на контрольной среде составлял 3,95 см, а на средах с осмотиком снизился до 2,25-2,87 см. Средняя длина гипокотыля в контрольной группе составила 1,24 см, под действием осмотика наблюдали снижение до 0,95 см.

В ходе эксперимента были замечены изменения в соотношении размеров корня и стебля. У проростков контрольной группы нет статистически достоверных различий между длиной корня и длиной побега, а в опытных группах длина корня достоверно меньше длины стебля. Статистически достоверные различия в длине корня зафиксированы между проростками, сформированными на среде без добавления осмотика и на средах ПЭГ 6 и ПЭГ 8 (рисунок 2).

Таблица 1. Показатели всхожести семян *C. pugnata*

Наименование показателя	Концентрация ПЭГ в среде MS, г/л				
	0 г/л	2 г/л	4 г/л	6 г/л	8 г/л
Энергия прорастания, %	80 (±6,8%)	26,6 (±5,7%)	18,75 (±8,6%)	23,3 (±5,7%)	15,6 (±1,1%)
Всхожесть, %	100 (±0,0%)	100 (±0,0%)	100 (±0,0%)	96,67 (±3,3%)	92,50 (±4,7%)
Скорость прорастания, сутки	10	11	9	9	9

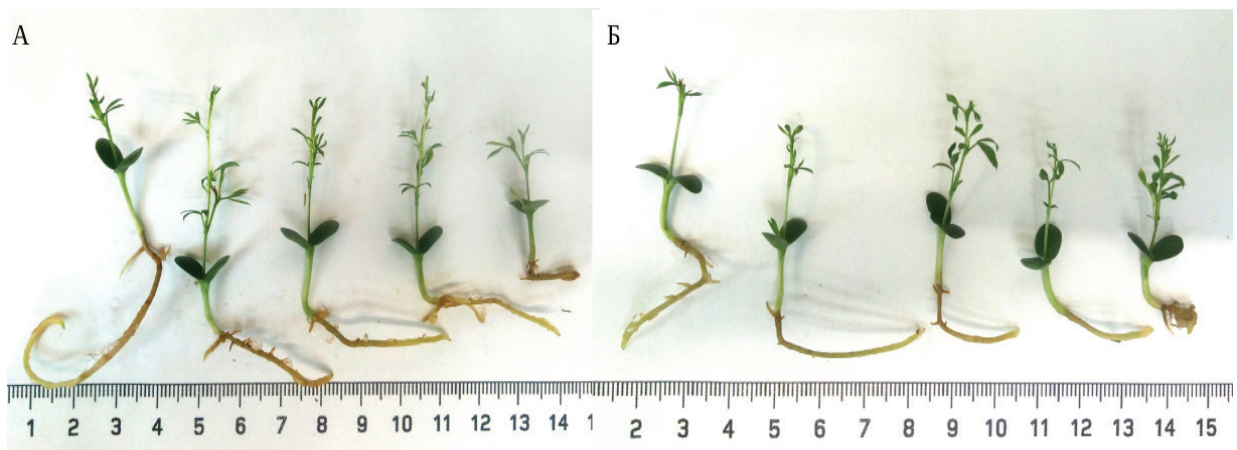


Рисунок 1. Проростки *C. rugosa* на среде : А) MS; Б) ПЭГ 8

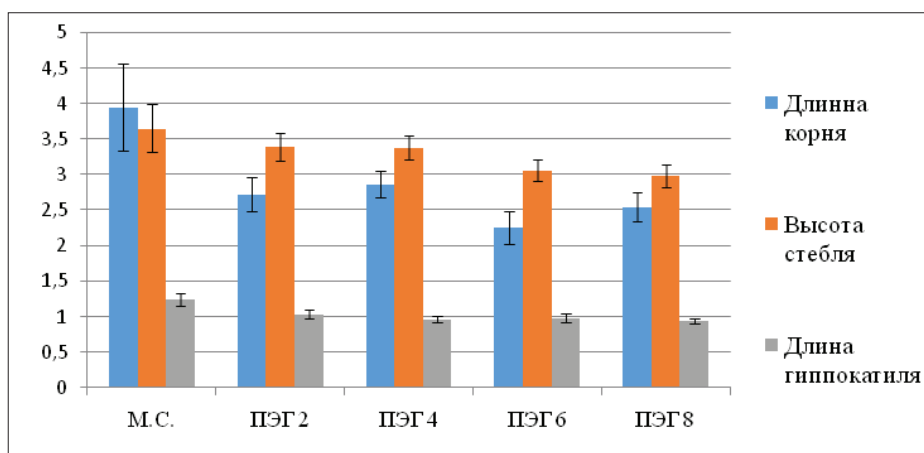


Рисунок 2. Показатели проростков *C. rugosa*

Таким образом, у проростков опытных групп под действием данного стресс-фактора отмечалось ингибирование развития корневой системы.

Влияние осмотика в небольших количествах оказало стимулирующее действие на всхожесть семян *R. pseudoacacia*. Энергия прорастания на контрольной группе составляла 80%, а на опытных – от 86,66% до 90%. Всхожесть семян в контрольной группе составляла 90%, а на среде ПЭГ 10 – 100%. Скорость прорастания наблюдалась от 6 до 10 дней. Стимулирующее действие небольшого осмотического стресса на прорастание семян *R. pseudoacacia* может быть связано с более активным образованием свободных аминокислот, кото-

рые включаются в синтез полипептидов, необходимых для прорастания [5] (таблица 2).

Осмотический потенциал, оказываемый данными концентрациями ПЭГ в среде, оказал небольшое стимулирующее влияние на развитие листьев *R. pseudoacacia* (рисунок 3). Наибольшая средняя длина стебля на среде ПЭГ 10 – 5,24 см, наименьшая – на среде ПЭГ 8 и составляла 4,35 см. Длина гипокотиля варьировалась от 1,93 см на среде ПЭГ 8 до 2,36 на среде ПЭГ 10. Статистически достоверных различий между показателями не обнаружено. Таким образом, данное содержание осмотика в питательной среде не вызвало изменений в ростовых процессах проростков (рисунок 4).

Таблица 2. Показатели всхожести семян *R. pseudoacacia*

Наименование показателя	Концентрация ПЭГ в среде MS, г/л					
	0 г/л	2 г/л	4 г/л	6 г/л	8 г/л	10 г/л
Энергия прорастания, %	83,3 (±3,3%)	90 (±3,3%)	87,5 (±2,5%)	90 (±16,6%)	86,66 (±6,6%)	86,66 (±7,5%)
Всхожесть, %	90 (±5,7%)	93,33 (±3,3%)	87,5 (±2,5%)	95 (±5,0%)	96,67 (±3,3%)	100 (±0,0%)
Скорость прорастания, сутки	7	6	6	7	7	10

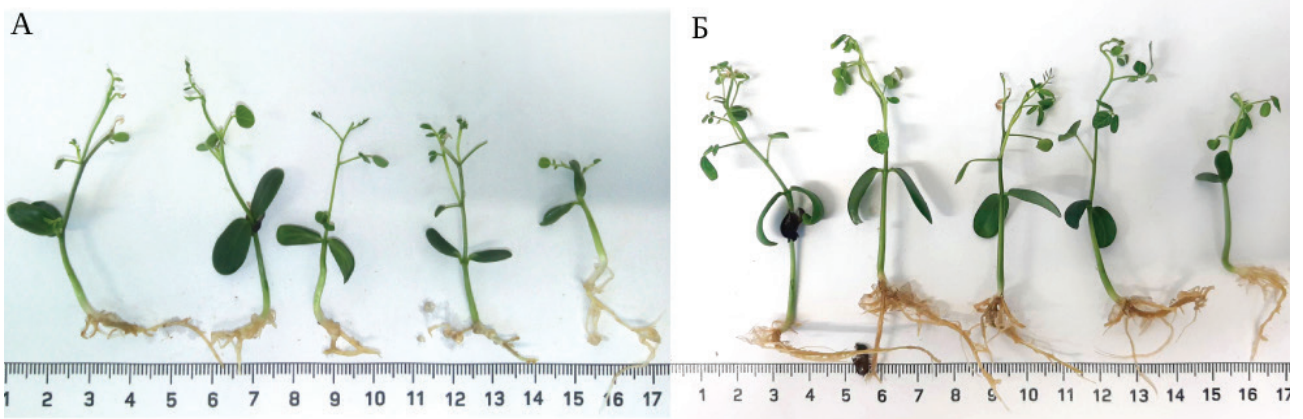


Рисунок 3. Проростки *R. pseudoacacia* на средах: А) MS; Б) ПЭГ 10

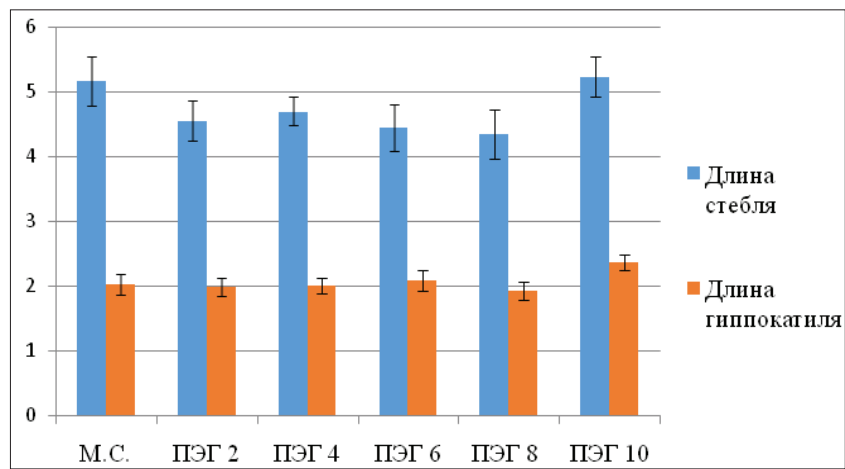


Рисунок 4. Показатели проростков *R. pseudoacacia*

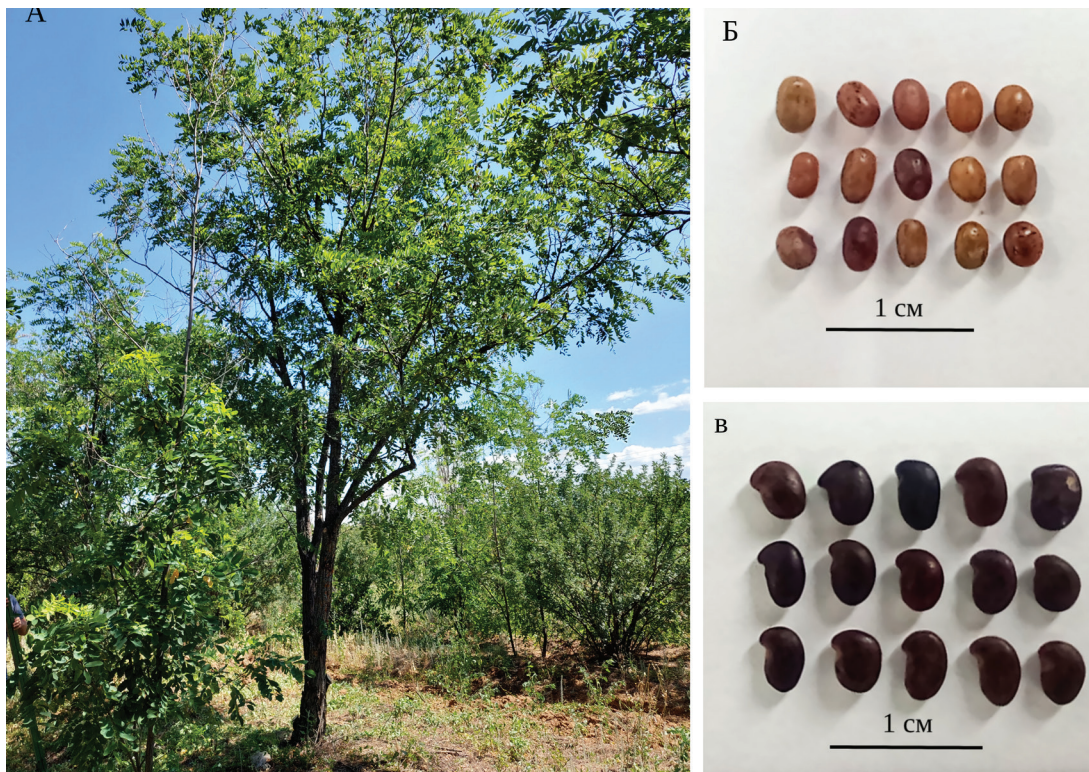


Рисунок 5. А – Взрослое дерево *Robinia pseudoacacia*. Б – Семенной материал *Caragana rugosa*. Б' – Семенной материал *Robinia pseudoacacia*

Выводы. Под действием осмотического стресса уменьшается поступление воды в семена, что влияет на процесс прорастания и отражается на развитии проростков. Наличие ПЭГ 6000 в питательной среде в концентрациях до 10 г/л, оказало стимулирующее действие на всхожесть семян *R. pseudoacacia* с 90% в контроле до 100% на среде ПЭГ 10. У проростков отмечалось лучшее развитие листовой пластины, однако длина побега и гипокотила между контрольной и опытными группами – без статистически достоверных изменений. Согласно полученным данным, компенсаторные механизмы *R. pseudoacacia* к действию данного осмотического стресса обеспечивают нормальное развитие проростков, что является признаком удовлетворительной адаптации к стрессовому фактору.

Используемые концентрации осмотика привели к ингибированию энергии всхожести семян *S. pygmaea* с 80% в контрольной группе до 15,6-26,6% в опытных. Морфологические отличия проростков под влиянием осмотика заключались в статистически достоверном уменьшении длины корня по отношению к длине стебля в опытных группах, при этом в контрольной группе данное различие отсутствовало. Под влиянием осмотика отмечено ингибирование формирования корней второго порядка. Таким образом, изменения, обусловленные наличием ПЭГ 6000 в питательной среде, свидетельствуют о восприимчивости *S. pygmaea* к осмотическому стрессу.

Литература:

1. Гродецкая Т. А., Евлаков П. М., Исаков И. Ю. Анализ экспрессии генов стрессоустойчивости в условиях воздействия засухи на растения березы в Центральном-Черноземном регионе // Лесотехнический журнал. 2020. Т. 10. №. 2 (38). С. 23-34. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2020.2/3
2. Лёвин А. Е., Колесниченко Е. Ю. Использование плодовых древесных пород в формировании защитных лесных полос // «Горинские чтения. Инновационные реше-

ния для АПК» 18-19 мар. 2020. С. 135.

3. Макаров В. П. Древесные растения перспективные для лесомелиорации в Забайкальском крае / Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Эволюция биосферы и техногенез», VI Всероссийского симпозиума с международным участием «Минералогия и геохимия ландшафта горно-рудных территорий» и XIII Всероссийских чтений памяти академика АЕ Ферсмана «Рациональное природопользование», «Современное минералообразование», посвященных 35-летию ИПРЭК СО РАН. 2016. С. 205-207.

4. Обручева Н. В. Переход от гормональной к негормональной регуляции на примере выхода семян из покоя и запуска прорастания // Физиология растений. 2012. Т. 59. №. 4. С. 591-600.

5. Пляскина И. Н., Бондаревич Е. А. Влияние осмотического стресса на динамику аминокислот *Stipa krylovii* Roshev // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2018. №. 17. С. 377-381.

6. Терещенко Т. В., Жолобова О. О. Эффективные способы стерилизации семян *Robinia pseudoacacia* L. для введения в культуру *in vitro* // Научно-агрономический журнал. 2022. №. 2 (117). С. 62-67. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.008.62-67

7. Ahmad M. A., Javed R., Adeel M., Rizwan M., Yang Y. PEG 6000-stimulated drought stress improves the attributes of *in vitro* growth, steviol glycosides production, and antioxidant activities in *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Plants*. 2020. V. 9. №. 11. P. 1552. Doi.org/10.3390/plants9111552

8. Hidangmayum A., Dwivedi P. Effect of chitosan seed priming on mungbean seedlings subjected to different levels of water potential. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2023. V. 45. №. 1. P. 1-13. DOI: 10.1007/s11738-022-03483-7

9. Meng Q., Niu Y., Niu Xiwu Niu., Roubin R. H. Ethnobotany, phytochemistry and pharmacology of the genus *Caragana* used in traditional Chinese medicine. *Journal of ethnopharmacology*. 2009. V. 124. №. 3. P. 350-368. DOI: 10.1016/j.jep.2009.04.048

10. Yuyan An, Zongsuo L. Drought tolerance of *Periploca sepium* during seed germination: antioxidant defense and compatible solutes accumulation. *Acta physiologiae plantarum*. 2013. V. 35. №. 3. P. 959-967. DOI: 10.1007/s11738-012-1139-z

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.002.10-15

Assessment of the Osmotic Stress Effect on the Shrub Seeds Germination in “In Vitro” Culture

Sof'ya V. Mel'nik[✉], e-mail: melnik-s@vfanc.ru, ORCID 0000-0001-5802-1339,

Ol'ga O. Zholobova, Cand. Sci. (Biol.), ORCID 0000-0002-1594-4181,

“Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences” (FSC of agroecology RAS), info@vfanc.ru, 400062, Volgograd, pr-t Universitetskij, 97, Russia

Abstract. Due to global climate changes, one of the main environmental problems in the territories of the southern regions of Russia is drought. An effective way to prevent the land degradation and desertification processes is the breeding and choice of woody and shrubby plants resistant to this stress factor for their subsequent use in afforestation. The article

presents the results of the osmotic stress influence on seed germination and biometric parameters of model objects *Robinia pseudoacacia* L. and *Caragana pygmaea* L. seedlings in “in vitro” culture. To simulate the shortage of available water, osmotic polyethylene glycol (PEG) with a molecular weight of 6000, in concentrations up to 10 g/l, was added to the nutrient

environment according to the Murashige-Skuga recipe. The seed material underwent pre-sterilization treatment and two-stage sterilization to obtain an aseptic culture. As a result of the PEG influence in the nutrient environment, *C. pygmaea* seeds germination energy inhibition was revealed from 80% in the control group to 15.6-26.6% in the experimental ones. The seedlings in the control group had no statistically significant difference between the root and the shoot length, while in the experimental groups the root length was significantly less than the shoot length. There was an inhibition of the roots of the second order formation compared to the control. These responses are associated with a decrease in the rate of seeds swelling due to a decrease in the amount of available water, which had an impact on the seedlings development. The seeds of *R. pseudoacacia* showed an increase in seed germination from 90% in the control to 100% on PEG 10 environment. The seedlings of the experimental group had a more developed leaf plate compared to the control. There were no statistically significant differences between the groups in the length of the hypocotyl and stem. Thus, the adaptive mechanisms of *R. pseudoacacia* in response to this osmotic stress had a slight stimulating effect in the development of the plant.

Keywords: seeds, *Robinia pseudoacacia*, *Caragana pygmaea*, polyethylene glycol 6000, drought, in vitro

Funds. The work was carried out as part of the implementation of the research work plan of the Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences No. 122020100427-1 "Develop scientific foundations for the conservation and reproduction of valuable genotypes of woody and shrubby plants in "in vitro" culture".

Citation. Mel'nik S.V., Zholobova O.O. Assessment of the Osmotic Stress Effect on the Shrub Seeds Germination in "In Vitro" Culture. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 1(120). pp. 10-15.

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.002.10-15

Received: 16.01.2023

Accepted: 27.02.2023

References:

1. Grodet'skaya T. A., Evlakov P. M., Isakov I. Yu. *Analiz ekspressii genov stressoustojchivosti v usloviyakh vozdeystviya zasukhi na rasteniya berezy v Tsentral'no-Chernozemnom regione* [Analysis of the stress resistance genes expression under the drought effects on birch plants conditions in the Central Chernozem region]. *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forest-technical Journal]. 2020. V. 10. No. 2 (38). pp. 23-34. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2020.2/3
2. Lyovin A. E., Kolesnichenko E. Yu. *Ispol'zovanie plodovykh drevesnykh porod v formirovanii zashchitnykh lesnykh polos* [The use of fruit tree species in the protective forest strips formation]. "Gorinskie chteniya. Innovatsionnye resheniya dlya APK" [Gorin readings. Innovative solutions for the agro-industrial complex] 18-19 March. 2020. p. 135.
3. Makarov V. P. *Drevesnye rasteniya perspektivnye dlya lesomelioratsii v zabajkal'skom krae* [Promising woody plants for forest reclamation in the Trans-Baikal Regions] / Makarov V. P. Promising woody plants for forest reclamation in the Trans-Baikal Territory / Materials of the All-Russian Conference with international participation "Evolution of the biosphere and technogenesis", the VI All-Russian Symposium with international participation "Mineralogy and geochemistry of the mining landscape" and the XIII All-Russian readings in memory of Academician A. E. Fersman "Rational nature management", "Modern mineral formation", 2016. pp. 205-207.
4. Obrucheva N.V. *Perekhod ot gormonal'noj k negormonal'noj regulyatsii na primere vykhoda semyan iz pokoya i zapuska prorstaniya* [The transition from hormonal to non-hormonal regulation by the example of the seeds coming out of dormancy and starting germination]. *Fiziologiya rastenij* [Plant Physiology]. 2012. V. 59. No. 4. pp. 591-600.
5. Plyaskina I.N., Bondarevich E.A. *Vliyanie osmoticheskogo stressa na dinamiku aminokislot Stipa krylovii Roshev* [Influence of osmotic stress on the amino acids *Stipa krylovii* Roshev dynamics]. *Problemy botaniki Yuzhnoj Sibiri i Mongolii* [Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia]. 2018. No. 17. pp. 377-381.
6. Tereshchenko T. V., Zholobova O. O. *Effektivnye sposoby sterilizatsii semyan Robinia pseidoasasia L. dlya vvedeniya v kul'turu in vitro* [Effective methods of *Robinia pseudoacasia* L. seeds sterilization for introduction to "in vitro" culture]. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. No. 2 (117). pp. 62-67. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.008.62-67
7. Ahmad M. A., Javed R., Adeel M., Rizwan M., Yang Y. PEG 6000-stimulated drought stress improves the attributes of in vitro growth, steviol glycosides production, and antioxidant activities in *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Plants*. 2020. V. 9. No. 11. P. 1552. Doi.org/10.3390/plants9111552
8. Hidangmayum A., Dwivedi P. Effect of chitosan seed priming on mungbean seedlings subjected to different levels of water potential. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2023. V. 45. No. 1. P. 1-13. DOI: 10.1007/s11738-022-03483-7
9. Meng Q., Niu Y., Niu Xiwu Niu., Roubin R. H. Ethnobotany, phytochemistry and pharmacology of the genus *Caragana* used in traditional Chinese medicine. *Journal of ethnopharmacology*. 2009. V. 124. No. 3. P. 350-368. DOI: 10.1016/j.jep.2009.04.048
10. Yuyan An, Zongsuo L. Drought tolerance of *Periploca sepium* during seed germination: antioxidant defense and compatible solutes accumulation. *Acta physiologiae plantarum*. 2013. V. 35. No. 3. P. 959-967. DOI: 10.1007/s11738-012-1139-z

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

Оценка интродукции и динамики роста сеянцев кустарника *Ligustrum Vulgare L.* в условиях засоленных почв

Дамир Гаязович Аблязов ✉, e-mail: ablyazov_damir@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4286-5219

Анастасия Аркадьевна Вергунова, ORCID: 0000-0002-0200-4721

Ольга Борисовна Сокольская, д.с.-х.н., ORCID: 0000-0003-1723-1289 –

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 410012, ул. Советская 60, Саратов, Россия

Аннотация. В статье рассматривается состояние сформированных посадок *Ligustrum vulgare L.* из сеянцев в Саратовской области и даются определения их приживаемости при помощи годовых приростов. Тема исследования актуальна в связи с тем, что на территориях региона много засоленных почв (в Левобережье) или частично засоленных (в Правобережье). Этот фактор отрицательно сказывается на произрастании зеленых насаждений, в том числе кустарников. Новизна исследования заключается в том, что проведен анализ динамики роста сеянцев кустарника *Ligustrum vulgare L.* на засоленных почвах. Материал был взят с маточного куста, произрастающего в условиях агрессивной городской среды Саратова. Сеянцы высажены в открытый грунт в населенном пункте Дергачи Саратовской области. Оценена интродукция, которая составила более 100 баллов, а также установлена средняя всхожесть 83% от общего количества. Выявлено, что на второй год сеянцы успешно подросли, и развились 76% от всего высаженного материала. Установлено, что не взошли сеянцы или плохо развивались из семян, приобретенных в магазине. Собранные с маточного кустарника успешно проросли и были высажены в конце апреля в открытый грунт. Годовой прирост в высоту у сеянцев второго года увеличился в 2-7 раз, количество листочков у 75% увеличилось в три раза, а у единичных экземпляров в пять раз. Выявлено тах количество ответвлений и облиственности у сеянцев *Ligustrum vulgare L.* второго года. Предложен метод выращивания *Ligustrum vulgare L.* в условиях засоления почв, который подходит для быстрого получения посадочного материала с маточного кустарника, произрастающего в городской среде, устойчивого к её агрессивным качествам. Это даёт вероятность, что посадочный материал сразу адаптируется и будет востребован для организации различных типов посадок на территориях Саратовской области.

Ключевые слова: *Ligustrum vulgare L.*, сеянцы, динамика роста, укоренение, оценка интродукции, годовой прирост.

Финансирование. Работа реализована по теме ВИП ГЗ (важнейший инновационный проект государственного значения) по распоряжению Правительства РФ номер 2515-р от 02.09.2022 «Разработка принципов построения и обеспечения функционирования системы мониторинга опустынивания территории аридных, субаридных и сухих субгумидных регионов» в части подготовки структуры и методики разработки субрегиональной национальной программы действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) Саратовской области на базе ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова».

Цитирование. Аблязов Д.Г., Вергунова А.А., Сокольская О.Б. Оценка интродукции и динамики роста сеянцев кустарника *Ligustrum Vulgare L.* в условиях засоленных почв // Научно-агрономический журнал. 2023. № 1 (120). С. 16-22. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.003.16-22

Поступила в редакцию: 13.12.2022

Принята к печати: 15.03.2023

Введение. Бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare L.*) – высокорослый густоветвистый кустарник семейства маслиновых (Oleaceae) до 5,0 м высотой, в засушливых условиях Среднего и Нижнего Поволжья высота может достигать 1,5-3,0 м. В Большой Российской энциклопедии специалист по интродукции и акклиматизации растений профессор Головкин Б.Н. дает такую информацию о *Ligustrum vulgare L.*: «Цветки мелкие, со спайнолепестным венчиком, белые, ароматные, в метельчатых или кистевидных, верхушечных или пазушных соцветиях. Плоды – чёрные ягодообразные костянки. Существует около 50 видов, распространённых в умеренных и тропических зонах Евразии. В России один вид – бирючина обыкновенная (*L. vulgare*

L.), произрастающая на юге Европейской части, применяется в изреженных дубняках. Декоративный кустарник (высотой 2-5 м) легко поддается стрижке, хорошо переносит городские условия. Используется для создания живых изгородей. Много садовых форм и сортов, в т. ч. с листьями различной окраски» (Головкин Б.Н. Бирючина // Большая Российская энциклопедия – электронная версия / науч.-ред. совет: пред. – Ю. С. Осипов и др. Москва: Большая Рос. энциклопедия, 2015). Цветет с июня по август, цветки белого или кремового цвета, плоды черные, блестящие, шаровидные, с количеством семян от 2 до 4 шт. Листья мягкие, светло-зеленые, до 7 см длиной, 2 см шириной [3]. В культуре кустарник известен с 1878 года. Про-

должительность его жизни достигает 70-100 лет.

Из различных литературных источников известно, что *Ligustrum vulgare* L. является быстрорастущим растением, зимостойко, хорошо выдерживает засоление почв, и из него формируют живые изгороди, зеленые скульптуры [4,9,11].

А также в зарубежных исследованиях [12-14] рассматриваются иные виды бирючины, растущие на территориях с засолением. Об особенностях озеленения на засоленных почвах имеются исследования следующих ученых: Асадова Г.Г., С. Б. Багировой С.Б., Мирджалаллы И.Б. [2], Сокольскоой О.Б., Аблязова Д.Г. [10].

Некоторые особенности выращивания, укоренения, черенкования и т.п. *Ligustrum vulgare* L. анализировались в работах Мартыновой Н.В., Мартынова Р.В., Исакова А.Р., Богдановой А.В., Машиной Е.В. [5,6,7] по исследованиям в Нижегородской области, где природно-климатические условия более благоприятные для данного растения, чем в Саратовской области.

В связи с этим были проведены исследования по оценке интродукции *Ligustrum vulgare* L., а также определение динамики роста её сеянцев 1-го и 2-го года. В научном отношении такие исследования позволяют расширить представления о перспективности бирючины обыкновенной, биоэкологическом способе выращивания данного устойчивого вида кустарника в декоративно-эстетических направлениях. Для организации различных типов озеленения населенных пунктов (создание живых изгородей, солитерных топиарных посадок и формирование био групп) важно получение устойчивого посадочного материала.

Целью исследования являлась оценка интродукции и динамики роста сеянцев *Ligustrum vulgare* L. на засоленных почвах Левобережья и Правобережья Саратовской области.

Материалы и методика исследования. Исследования проводились в форме обследования существующих посадок *Ligustrum vulgare* L. на территории г. Саратова по оценке интродукции, а также выращивали бирючину из семян и наблюдали за сеянцами 1-го и 2-ого года. Испытания велись в период 2018-2020 гг. Сначала проводилась оценка интродукции *Ligustrum vulgare* L. как визуально, так и по результатам опытов. При оценке учитывались биоэкологические показатели: зимостойкость, сохранение габитуса, побегообразовательная способность, регулярность прироста побегов, способность к генеративному развитию, возможность искусственного вегетативного размножения, а также декоративность. Данные показатели характеризуют состояние растения в месте интродукции и определяются путём систематических визуальных наблюдений. Для каждого показателя были подобраны числовые значения в баллах, соответствующие определённому состоянию растения. На основании интегральной оценки рассчитывался суммарный балл жизнеспособности отдельно по каждому году наблюдений и средний

балл за период наблюдений. Сумма средних баллов является интегральным числовым выражением жизнеспособности интродуцированных растений. Самая высокая жизнеспособность растений оценивается 120 баллами. По количеству баллов интродуценты оцениваются, как: I – вполне перспективные (100-120 баллов); II – перспективные (80-100); III – менее перспективные (61-80); IV – малоперспективные (41-60); V – неперспективные (21-40); VI – абсолютно непригодные (5-20) [1].

Опыт по определению всхожести семян бирючины обыкновенной проводился следующим образом: в сентябре были собраны семена с маточного куста в г. Саратове, в районе 3-ей Дачной, а часть семян приобретена в «Садовом центре». Семена собирали в конце сентября (30.09.2018 г.). Семена не сушили, до посева хранили при комнатной температуре в полиэтиленовом пакете для сохранения их влажности (*Методические указания по семеноводству древесных интродуцентов в условиях засушливой зоны. Москва: Российская акад. с.-х. наук: ГНУ ВНИАЛМИ Россельхозакадемии, 2010. 56 с.*). Затем 28.10.2018 г. начали проведение лабораторных опытов по изучению всхожести семян. В это время посеяли в торфяные контейнеры (в количестве 10 штук) по 10 семян в один контейнер, при том 6 контейнеров были с семенами, собранными с маточного кустарника, а в 4-х – семена, купленные в магазине и прошедшие стратификацию 3,5 месяца (при температуре 0°C – -1°C [8]), тогда как в соответствии с литературными данными считается, что семена бирючины требуют стратификации в течение полугода [3]. На субстрат выкладывался лед со снегом из холодильника (два раза в неделю) слоем 8-12 см – способ выращивания бирючины без традиционной стратификации. Контейнеры держали в комнатных условиях при температуре около +20°C.

Биометрические данные обработаны методами вариационной статистики (*Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2012. 352 с.*) с помощью «Microsoft Excel». Для каждого изучаемого параметра определяли пределы варьирования признака (min-max). Первые всходы появились 16.11.2018 г. В середине мая (14.05.2019 г.) сеянцы были высажены в открытый грунт на территории опытных участков индивидуальной застройки в р.ц. Дергачи Саратовской области, и велись дальнейшие наблюдения. Данные по каждому году исследований сопоставлялись и анализировались с применением сравнительных методов, исходя из общей научной методологии и с помощью сообразного аналитического инструментария.

Объектами исследования стали посадки на нескольких территориях с засоленными почвами, с индивидуальной застройкой, расположенные в р.ц. Дергачи: 1 – опытный участок №1, район мечети; 2 – опытный участок №2, на ул. Ленина; 3 – опытный участок №3, район храма Михаила Архангела; 4 – опытный участок №4, недалеко от администрации.

Таблица 1. Интегральная оценка существующей и перспективной интродукции *Ligustrum vulgare* L. за период 2018-2020 гг.

Показатели	Баллы	
	Контроль	<i>Ligustrum vulgare</i> L.
1) Зимостойкость, баллы		
I Растение не обмерзает	25	
II обмерзает не более половины однолетних побегов	20	20
III обмерзает от 50 до 100 % длины однолетних побегов	15	
IV обмерзают не только однолетние, но и старые побеги	10	
V обмерзает надземная часть до снежного покрова	5	
VI обмерзает вся надземная часть	3	
VII растение вымерзает целиком	1	
2) Побегообразовательная способность		
I высокая	5	
II средняя	3	3
III низкая	1	
3) Одревеснение побегов, % длины		
I 100 %	20	
II 75 %	15	15
III 50 %	10	
IV 25 %	5	
V не одревесневают	1	
4) Сохранение габитуса		
I сохраняется	10	10
II не сохраняется	5	
III восстанавливается	1	
5) Регулярность прироста побегов в высоту		
I ежегодный прирост	5	5
II не ежегодный прирост	2	
6) Способность к генеративному развитию		
I Семена вызревают	25	25
II Растение цветет, но плоды и семена не вызревают	20	
III Растение цветет, но плоды не завязываются	15	
IV Растение не цветет	1	
7) Укореняемость сеянцев		
Высокая	20	20
Повышенная	15	
Средняя	10	
Низкая	1	
8) Декоративность		
Высокая	10	10
Повышенная	5	
Средняя	3	
Низкая	1	
∑ баллов		108

Результаты и их обсуждение. В результате наблюдений за период с 2018 по 2020 гг. нами установлено, что бирючина обыкновенная показала хорошие баллы по оценке интродукции (108 баллов), включая её декоративные свойства (10 баллов) (таблица 1).

На основании таблицы 1 можно сделать вывод, что бирючина обыкновенная является вполне перспективным видом – I (по методике Арестовой, 2002). Через четыре недели после посева длина корешка у сеянца составляла 5,2-5,6 см, а средняя всхожесть из семян – 83%, т.е. 17% не проросли в

тех контейнерах, в которых были высеяны семена из магазина. После высадки сеянцев 27.08.2019 г. в открытый грунт нами установлено, что успешно прижились и развились 76% от посадок всего высаженного материала (т.е. отпад сеянцев – 6%). Установлено, что не взошли или плохо развивались сеянцы из семян, приобретенных в «Садовом центре», а собранные с маточного кустарника успешно проросли и высажены в середине мая в открытый грунт. Результаты развития первого и второго года сеянцев *Ligustrum vulgare* L. на 27.08.2019 г. показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты развития первого и второго года сеянцев *Ligustrum vulgare* L.

N/N	Сеянцы первого года				Сеянцы второго года			
	Высота (h _c), см	Диаметр корн. шейки, мм	Кол-во листьев, шт.	Примечания	Высота (h _c), см	Диаметр корнев. шейки, мм	Кол-во листьев, шт.	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	20	0,3	20	ПЛ	44	0,42	30	ОТЗ
2	12	0,25	8	ПЛ	25	0,5	50	4 Од
3	19,5	0,31	15	ПЛ	40	0,6	54	2 От, ТЗ, СЗ
4	10	0,21	21	ПЛ	35	0,4	53	ТЗ
5	10	0,21	13	ПЛ	35	0,51	62	2 От
6	11	0,22	22	ПЛ	33	0,4	28	ТЗ
7	8,5	0,25	19	ПЛ	20	0,38	30	ТЗ
8	13,5	0,32	19	ПЛ	21	0,36	48	4 Од
9	12,5	0,26	13	ПЛ	31	0,38	42	2 От
10	10,5	0,21	20	ПЛ	40	0,4	30	ТЗ
11	12,5	0,23	17	ПЛ	49	0,55	90	6 От
12	14,5	0,33	25	ПЛ	46	0,55	78	ХС, 4 От
13	10	0,28	24	ПЛ	30	0,4	50	4 Од
14	14	0,27	22	ПЛ	46	0,5	48	ОТЗ
15	11,5	0,26	26	ПЛ	36	0,41	30	2 От
16	11	0,25	20	ПЛ	20	0,3	42	4 Од
17	8,5	0,21	14	2 стебля, ПЛ	17	0,3	41	ОТЗ
18	13	0,24	16	ПЛ	35	0,37	42	ОТЗ
19	13	0,25	20	ПЛ, снизу желтые	13	0,5	50	5 От
20	12	0,21	13	ПЛ	34	0,35	33	ХС
21	14	0,21	19	ПЛ	42	0,42	54	ОТЗ
22	16	0,3	23	ПЛ	46	0,48	82	4 Од
23	12	0,3	20	ПЛ	38	0,45	86	5 От
24	18	0,38	18	ПЛ	40	0,5	102	4 Од
25	9,5	0,21	18	ПЛ	35	0,38	55	2 От
26	7	0,21	18	ПЛ	36	0,4	40	ТЗ
27	9	0,22	14	ПЛ	40	0,42	36	ТЗ
28	7,5	0,2	13	ПЛ	46	0,45	42	ТЗ
29	6	0,18	16	ПЛ	32	0,41	32	ТЗ
30	10,5	0,21	11	ПЛ	46	0,4	52	3 От
31	14	0,3	18	ПЛ	50	0,42	44	ТЗ
32	17	0,25	15	ПЛ	37	0,4	38	ТЗ
33	13	0,27	22	ПЛ	44	0,4	40	ТЗ
34	15	0,22	11	ПЛ	30	0,38	38	ТЗ
35	12	0,2	20	ПЛ	25	0,35	35	2 От
36	6	0,27	16	ПЛ	35	0,5	52	3 От
37	13	0,27	14	ПЛ	36	0,4	38	ТЗ
38	13	0,3	14	ПЛ	36	0,38	42	2 От
39	18,5	0,24	19	ПЛ	37	0,42	48	3 От
40	13,5	0,21	20	ПЛ	50	0,5	44	ТЗ
41	13,5	0,26	21	ПЛ	48	0,48	48	ТЗ
42	13,5	0,25	22	ПЛ	48	0,44	46	ТЗ
43	11,5	0,2	16	ПЛ	34	0,42	50	3 От
44	11	0,2	22	ПЛ	70	0,51	88	ТЗ
45	8,5	0,2	14	ПЛ	68	0,5	72	ТЗ
46	9,5	0,3	18	2 стебля, ПЛ	40	0,48	42	ТЗ
47	11,5	0,21	32	ПЛ	57	0,5	68	ТЗ
48	7,5	0,25	12	ТЗ	60	0,54	66	ТЗ
49	13	0,22	20	ПЛ	67	0,52	64	ТЗ
50	10,5	0,16	16	ТЗ	34	0,5	42	ТЗ
51	4,5	0,28	12	ПЛ	34	0,5	64	ТЗ
52	15	0,3	20	ПЛ	37	0,49	68	2 От
53	18	0,21	16	ПЛ	40	0,41	66	ТЗ
54	10	0,3	14	ТЗ	40	0,47	66	ТЗ
55	8	0,28	10	ПЛ	57	0,48	68	ТЗ
56	14,5	0,21	15	ПЛ	30	0,4	50	2 От

1	2	3	4	5	6	7	8	9
57	17	0,31	20	ПЛ	40	0,42	48	ТЗ
58	17,5	0,28	24	ПЛ	20	0,5	44	2 От
59	17,5	0,32	19	ПЛ	25	0,5	68	2 От
60	15,5	0,3	26	ПЛ	32	0,4	70	2 От
61	16,5	0,18	20	ПЛ	30	0,4	68	2 От
62	9	0,28	12	ПЛ	36	0,4	52	ТЗ
63	14	0,3	16	ПЛ	34	0,4	54	ТЗ
64	17	0,28	30	ПЛ	34	0,4	56	ТЗ
65	20	0,29	22	ПЛ	43	0,5	54	ОТЗ, 3 От
66	19	0,31	24	ПЛ	40	0,4	48	ТЗ
67	15	0,31	23	ПЛ	30	0,38	38	ТЗ
68	12	0,27	26	ПЛ	25	0,35	58	2 От
69	15,5	0,29	18	ПЛ	32	0,35	46	2 От
70	16	0,29	14	ПЛ	40	0,48	70	3 Од
71	13	0,28	24	ПЛ	66	0,52	70	ТЗ
72	13,5	0,29	16	ПЛ	Отпад сеянцев			
73	12,5	0,28	16	ПЛ				
74	10	0,2	18	ПЛ				
75	11	0,28	16	ТЗ				
76	10	0,2	12	ПЛ				

Примечания: ПЛ – побурение листьев; ОТЗ – отличное, темно-зелёные; ТЗ – темно-зеленые листья; СЗ – светло-зелёные; От – ответвления; Од – одревеснение отростка; ХС – с повреждением листьев до 5%

Анализируя таблицу 2, установлено, что мах (максимальная) высота (h_c) сеянцев первого года – 20 см, а h_c (минимальная) – 4,5 см, мах количество листочков – 32 шт., а h_c – 8 шт. Отмечено, что количество листьев на сеянце *Ligustraim vulgare* L. не зависит от его высоты. Так, например, при высоте сеянца 20 см количество листочков составило 22 шт., а при $h_c = 11,5$ см, количество листьев – 32 шт. Видимо, это было связано с количеством поступления влаги в почву, а следовательно, разного процента её засоленности.

Мах диаметр корневой шейки сеянца первого года составляет 0,38 мм, а h_c – 0,18 мм.

Определены результаты прироста второго года сеянцев *Ligustraim vulgare* L. на 25.08.2020 г., также представленные в таблице 2. Выявлено, что 7% сеянцев *Ligustraim vulgare* L. второго года не пережили зимний период в открытом грунте, а остальные дали прирост в высоту, приобрели по несколько побегов и увеличили облиственность. Мах толщина корневой шейки сеянца второго года составляет 0,6 мм, а h_c – 0,3 мм.

Таким образом, по результатам второго года при меньшей высоте обнаруживается большее ветвление сеянца *Ligustraim vulgare* L., например, при $h_c = 12,5$ см присутствуют 6 ответвлений. Годовой прирост в высоту у сеянцев второго года увеличился в 2-7 раза, количество листочков у 75% увеличилось в 3 раза, а у единичных экземпляров в 5 раз. Максимальное количество ответвлений у сеянцев *Ligustraim vulgare* L. второго года – 6 шт., у сеянца второго года $h_c = 49$ см, облиственность – 90 шт. листочков. У 57% сеянцев ответвления не обнаружены, однако высота некоторых составила до 60-70 см (рисунок).

Определено, что диаметр корневой шейки влияет на кустистость или высоту сеянца, например, чем толще корневая шейка, тем вероятность от-

ветвлений больше.



Рисунок. Сеянец *Ligustraim vulgare* L. второго года с тремя ответвлениями и корневой системой более 10 см

Заключение. Таким образом, по результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1) при оценке интродукции *Ligustraim vulgare* L. – вполне перспективный вид (I), набравший по основным показателям 108 баллов;

2) семена бирючины обыкновенной прорастают при позднем осеннем посеве в домашних условиях, без стратификации, всхожесть 83%, а корешки через один месяц после посева имеют длину 5,2-5,6 см;

3) семенное размножение *Ligustraim vulgare* L. эффективно, т.к. развитие сеянцев первого года в открытом грунте – 76% с мах годовым приростом в высоту 20 см, на второй год h_c отпад после зимы – 7%, мах прирост саженцев в высоту за второй год – 60-70 см с ответвлениями до 6 шт.;

4) годовой прирост сеянцев *Ligustraim vulgare* L. в высоту у сеянцев второго года увеличился в 2-7 раз, количество листочков у 75% увеличилось в 3 раза, а у единичных экземпляров в 5 раз;

5) диаметр корневой шейки влияет на кустистость или высоту сеянца, например, чем толще корневая шейка, тем вероятность ответвлений больше, и эти сеянцы более устойчивы к внешним воздействиям среды.

Следовательно, считаем, что семенное размножение *Ligustraim vulgare* L. в осенний период без стратификации семян целесообразно из-за быстрого роста растения и устойчивости его к различным

природно-климатическим факторам, включая и засоленность почвы. Данный метод выращивания бирючины обыкновенной в условиях засоления почв подходит для быстрого получения посадочного материала с устойчивого маточного кустарника, что даст возможность организации различных типов посадок в населенных пунктах Саратовской области, расположенных на подобных грунтах.

Литература:

1. Арестова Е.А. Интегральная оценка перспективности растений рода *Sorbus* L. в дендрарии НИИСХ юго-востока // Лесное хозяйство Поволжья. Саратов. 2002. № 5. С. 98-102.
2. Асадов Г.Г., Багирова С.Б., Мирджалаллы И.Б. [и др.] Солеустойчивость интродуцированных древесно-кустарниковых видов на засоленных почвах Апшеронского полуострова Азербайджана // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. № 2. С. 52-60. DOI 10.33619/2414-2948/63/04
3. Бирючина обыкновенная / АПК «Витус»: травы, ландшафт, цветы, кустарник, деревья – элект. ресурс. 2021. URL: https://vitusltd.ru/kust_buricjina.html
4. Ковешников А.И., Ширяева Н.А. Декоративное растениеводство. Основы топиарного искусства. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 332 с.
5. Мартынова Н.В. Корреляция содержания крахмала в тканях побегов представителя семейства Маслиновые бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare* L.) / Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. – Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. С. 200-207
6. Мартынова Н.В., Мартынов Р.В., Исаков А.Р., Богданова А.В., Машина Е.В. Влияние стимуляторов на укоренение черенков бирючины обыкновенной в различных субстратах // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2021. №60. С.133-136.
7. Мартынова Н.В. Морфометрическая корреляция плодов и семян бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare* L.) // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4(32). С. 57-68.
8. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985. 348 с.
9. Соколова Т.А., Бочкова И.Ю. Декоративное растениеводство: цветоводство. М.: Издательский центр «Академия», 2017. 432 с.
10. Сокольская О.Б., Аблязов Д.Г. Особенности озеленения на засоленных почвах Поволжья / Вестник ландшафтной архитектуры: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции, посвященной 10-летию кафедры ландшафтной архитектуры РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева / Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. М.: «Сам Полиграфист», 2014. С.7-8.
11. Солонкин А.В., Никольская О.А., Семенютина А.В. [и др.] Особенности вегетативного размножения и роста *Ligustrum Vulgare* L. // Научно-агрономический журнал. 2020. № 2(109). С. 35-41. DOI 10.34736/FNC.2020.109.2.006.35-41
12. Cash J., Anderson C., & Gulsby W. The ecological effects of Chinese privet (*Ligustrum sinense*) invasion: A synthesis. *Invasive Plant Science and Management*. 2020. 13(1). 3-13. DOI:10.1017/inp.2020.4
13. Jiaxia Sun, Yaohu Kang, Shuqin Wan, Wei Hu, Shufang, Jianga Tibin Zhang. Soil salinity management with drip irrigation and its effects on soil hydraulic properties in north China coastal saline soils. *Agricultural Water Management*. Vol. 115. December 2012. pp. 10-19. DOI: 10.1016/j.agwat.2012.08.006
14. Magalí Madelón, Natalia Aguirre-Acosta, María Cristina Acosta, Lía Montti, Weilong Qi, Ramiro Aguilar. Genetic reconstruction of potential invasion pathways of *Ligustrum lucidum* into Argentina. *Acta Oecologica*. Vol. 111, August 2021, 103733. DOI:10.1016/j.actao.2021.103733

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.003.16-22

Assessment of the Introduction and Growth Dynamics of the Shrub *Ligustrum Vulgare* L. Seedlings in Saline Soil Conditions

Damir G. Ablyazov✉, e-mail: ablyazov_damir@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4286-5219

Anastasia A. Vergunova, ORCID: 0000-0002-0200-4721

Olga B. Sokolskaya, Dr. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0003-1723-1289

“Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov”
410012, Saratov, Sovietskaya street, 60, Russia

Abstract. The article considers the condition of formed from *Ligustrum vulgare* L. seedlings plantings in the Saratov region, the definitions of their survival rate are given with the help of annual increments. The research topic is relevant due to the fact that there are a lot of saline soils in the region (in the Left Bank) or partially saline (in the Right Bank). This factor negatively affects the growth of green plantations, including shrubs. The novelty of the study lies in the shrub *Ligustrum vulgare* L. seedlings growth dynamics on saline soils analysis. The material was taken from a mother bush in Saratov, which grew in an aggressive urban environment. The seedlings were planted in the open ground in the Dergachi village,

Saratov region. The introduction was evaluated, which amounted to more than 100 points, and the average germination rate of 83% of the total was established. It was revealed that in the second year the seedlings successfully grew, and 76% of the total planted material developed. It was found that seedlings did not sprout or did not develop well from seeds purchased in the store. Collected from the mother shrub seeds successfully germinated and were planted at the end of April in the open ground. The annual increase in height in seedlings of the second year increased 2-7 times, the number of leaflets in 75% increased three times, and in single specimens five times. The maximum number of branches and foliage was revealed in the second

year seedlings of *Ligustrum vulgare* L. A method of growing *Ligustrum vulgare* L. is proposed in soil salinization conditions, which is suitable for quickly obtaining the planting material from a growing in an urban environment mother shrub, resistant to its aggressive conditions. This makes it likely that the planting material will adapt immediately and will be in demand for the various types of plantings forming in the Saratov region territory.

Keywords: *Ligustrum vulgare* L., seedlings, growth dynamics, rooting, assessment of introduction, annual growth

Funds. This work was implemented on the topic of MIIP SI (the most important innovative project of state importance) by order of the Government of the Russian Federation No. 2515-r dated 02.09.2022 «Development of principles for building and ensuring the functioning of a system for monitoring desertification in arid, subarid and dry subhumid regions» in terms of preparing the structure and methodology for the development of a sub-regional national action program to combat desertification (NAPCD) of the Saratov region on the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov» basis.

Citation. Ablyazov D.G., Vergunova A.A., Sokolskaya O.B. Assessment of the Introduction and Growth Dynamics of the Shrub *Ligustrum Vulgare* L. Seedlings in Saline Soil Conditions. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 1(120). pp. 16-22. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.003.16-22

Received: 13.12.2022

Accepted: 15.03.2023

References:

1. Arestova E.A. *Integral'naya otsenka perspektivnosti rastenij roda Sorbus L. v dendrarii NIISKH yugo-vostoka* [Integral assessment of the prospects of the genus *Sorbus* L. plants in the arboretum of the Research Institute of Agriculture of the South-East] *Lesnoe khozyajstvo Povolzh'ya* [Forestry of the Volga region]. Saratov. 2002. No. 5. pp. 98-102.
2. Asadov G.G., Bagirova S.B., Mirdzhalally I.B. [i dr.]. *Soleustoichivost' introdutsirovannykh drevesno-kustarnikovyykh vidov na zasolennykh pochvakh Apsheron'skogo poluostrova Azerbaidzhana* [Salt resistance of introduced tree and shrub species on the Absheron peninsula of Azerbaijan saline soils]. *Byulleten' nauki i praktiki* [Bulletin of Science and Practice]. 2021. T. 7. No. 2. pp. 52-60. DOI 10.33619/2414-2948/63/04
3. *Biryuchina obyknovennaya* [Privet ordinary] / APK «Vitus»: travy, landschaft, tsvety, kustarnik, derev'ya [AIC «Vitus»: herbs, landscape, flowers, shrubs, trees]. 2021. URL: https://vitusltd.ru/kust_buricijina.html
4. Koveshnikov A.I., Shiryayeva N.A. *Dekorativnoe rastenievodstvo. Osnovy topiarnogo iskusstva* [Decorative plant growing. Basics of topiary art]. St. Petersburg. "Lan"

Publ. house, 2021. 332 p.

5. Martynova N. V. *Korrelyatsiya sodержaniya krakhmala v tkanyakh pobegov predstavatelya semeistva Maslinovye biryuchina obyknovennaya (Ligústrum vulgáre L.)* [Correlation of starch content in the tissues of the Olive family privet representatives shoots (*Ligustrum vulgare* L.)] *Ekonomicheskie aspekty razvitiya APK i lesnogo khozyaistva. Lesnoe khozyaistvo Soyuznogo gosudarstva Rossii i Belorussii*. Nizhny Novgorod State Agricultural Academy Publ. house, 2019. pp. 200-207.

6. Martynova N.V., Martynov R.V., Isakov A.R., Bogdanova A.V., Mashina E.V. *Vliyanie stimulyatorov na ukorenenie cherenkov biryuchiny obyknovennoy v razlichnykh substratakh* [Influence of stimulants on privet ordinary cuttings rooting in various substrates]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex]. 2021. No 60. pp. 133-136.

7. Martynova N. V. *Morfometricheskaya korrelyatsiya plodov i semyan biryuchiny obyknovennoy (Ligustrum vulgare L.)* [Morphometric correlation of privet (*Ligustrum vulgare* L.) fruits and seeds]. *Bulletin Nizhny Novgorod State Agricultural Academy*. 2021. No. 4(32). S. 57-68.

8. Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V.N. *Spravochnik po prorashchivaniyu pokoyashchikhsya semyan* [Handbook of dormant seeds germination]. "Nauka" Publ. house. 1985. 348 p.

9. Sokolova T.A., Bochkova I.Yu. *Dekorativnoe rastenievodstvo: tsvetovodstvo* [Decorative plant growing: floriculture]. Moscow. Publishing Center «Akademiya». 2017. 432 p.

10. Sokolskaya O.B., Ablyazov D.G. *Osobennosti ozeleneniya na zasolennykh pochvakh Povolzh'ya* [Features of landscaping on the Volga region saline soils]. *Vestnik landshaftnoj arkhitektury* [Bulletin of landscape architecture]: materials of the All-Russian scientific and practical Internet conference dedicated to the 10th anniversary of the Department of Landscape Architecture of the Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev. Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. Moscow: «Sam Poligrafist» Publ. house, 2014. pp. 7-8.

11. Solonkin A.V., Nikolskaya O.A., Semenyutina A.V. [et al.] *Osobennosti vegetativnogo raznozheniya i rosta Ligústrum Vulgare L.* [Features of *Ligústrum Vulgare* L. vegetative reproduction and growth]. *Scientific Agronomy Journal*. 2020. No. 2(109). pp. 35-41. DOI 10.34736/FNC.2020.109.2.006.35-41.

12. Cash J., Anderson C., & Gulsby W. The ecological effects of Chinese privet (*Ligustrum sinense*) invasion: A synthesis. *Invasive Plant Science and Management*. 2020. No. 13(1). 3-13. DOI:10.1017/inp.2020.4

13. Jiaxia Sun, Yaohu Kang, Shuqin Wan, Wei Hu, Shufang, Jianga Tibin Zhang. Soil salinity management with drip irrigation and its effects on soil hydraulic properties in north China coastal saline soils. *Agricultural Water Management*. Vol. 115. December 2012. pp. 10-19. DOI: 10.1016/j.agwat.2012.08.006

14. Magalí Madelón, Natalia Aguirre-Acosta, María Cristina Acosta, Lía Montti, Weilong Qi, Ramiro Aguilar. Genetic reconstruction of potential invasion pathways of *Ligustrum lucidum* into Argentina. *Acta Oecologica*. Vol. 111, August 2021, 103733. DOI:10.1016/j.actao.2021.103733

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.2. – Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

УДК 633.17: 631.527

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.004.23-27

Некоторые аспекты поздней уборки в конкурсном сортоиспытании зернового сорго

Алексей Анатольевич Шатрыкин ✉, к.с.-х.н.,

e-mail: finist18101973@yandex.ru, ORCID: 0009-0005-3658-4997;

Надежда Сергеевна Шарко, ORCID: 0009-0005-9058-404X -

«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук»

(ФНЦ агроэкологии РАН), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Университетский проспект, 97, г. Волгоград, Россия

Аннотация. Уборка зернового сорго как поздно созревающей культуры всегда была связана с рядом проблем. И самой главной из них являются погодные условия, подверженные существенным флуктуациям от года к году. Прохладная дождливая погода в момент уборки оттягивает дату сбора урожая, что неизбежно приводит к потерям зерна, и иногда очень значительным. Поэтому необходимо найти мало-затратный комплекс механизмов, направленных на сокращение этих потерь. И одним из них может стать селекция, а именно: создание новых сортов, устойчивых к полеганию и потерям урожая при перестое в течение недель и даже месяцев. При анализе селекционного материала в конкурсном сортоиспытании была выявлена отрицательная корреляционная зависимость между высотой растений и сборами зерна с делянки. В среднем за три года (2020-2022 гг.) она составила -0,54. При этом в 2022 году, когда время перестоя зернового сорго увеличилось до 40 дней, корреляция также возросла до -0,77. Можно предположить, что селекция зернового сорго, направленная на снижение высоты растений, поможет сократить потери урожая при запаздывании с уборкой. А это в свою очередь повысит сборы зерна с гектара без затрат со стороны товаропроизводителя.

Ключевые слова: зерновое сорго, корреляция, высота растения, уборка, селекция, погода, климат, Нижнее Поволжье, конкурсное сортоиспытание.

Финансирование. Работа выполнена в рамках темы государственного задания НИР ФНЦ агроэкологии РАН: «Создание и изучение селекционного материала (сорта, гибриды, линии) полевых культур дальнейшего отбора по продуктивности приспособленности местным почвенно-климатическим условиям, а также отвечающие требованиям по качеству получаемой продукции» (FNFE-2022-0010-02).

Цитирование. Шатрыкин А.А., Шарко Н.С. Некоторые аспекты поздней уборки в конкурсном сортоиспытании зернового сорго // Научно-агрономический журнал. 2023. № 1 (120). С. 23-27. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.004.23-27

Поступила в редакцию: 12.01.2023

Принята к печати: 10.03.2023

Введение. В условиях глобального потепления, когда резкие колебания погодных условий от года к году постепенно становятся нормой, особое внимание при создании новых сортов следует обратить на их устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды. И предуборочный период, когда урожай уже созрел, но ещё находится в поле, не менее важен, чем все остальные.

Недостаток влаги в условиях Нижнего Поволжья, особенно на фоне очень тёплого или жаркого лета, делает возделывание любых культур в богарных условиях весьма затруднительным. И, согласно последним исследованиям, дефицит атмосферных осадков в летний период будет только нарастать [4]. Если говорить о зерновом сорго, то ряд сортов, созданных для более мягкого климата, иногда вовсе не образует генеративных органов, либо они имеют рудиментарный вид.

Зерновое сорго – поздняя яровая культура, уборка которой приходится на осень. И в отдельные годы с неблагоприятными погодными условиями в осенний период потери зерна могут превышать

50%. Поэтому задачей селекционера является не только создание и выделение материала с высокой зерновой продуктивностью, но и отбор форм, отличающихся устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды в предуборочный период. Продолжительность последнего может варьировать от нескольких недель до одного-двух месяцев, а в ряде случаев и более.

В последние несколько десятилетий наблюдается высокая изменчивость погодных условий от года к году, что климатологи связывают с глобальным потеплением [9, 10]. В частности, прогнозируется увеличение частоты периодов с аномально высоким количеством осадков осенью, что неизбежно приведёт к сложностям при уборке и заставит искать способы минимизировать потери зерна сорго.

Одним из вариантов сохранить урожай может стать снижение высоты растений. Ведь в результате сокращается длина междоузлий, и влагища листьев, облегающих соломину, укрепляют её на большем протяжении, придавая дополнительную

механическую прочность стеблю и повышая его устойчивость к ветровым нагрузкам. При достаточном количестве листьев и при очень коротких междоузлиях возможна ситуация, когда влагалища листьев в 2-3 слоя облегают стебель.

Отмечается, что низкорослые сорта зернового сорго 90-120 см легче убираются обычными зерновыми комбайнами и имеют повышенную устойчивость к полеганию [2].

Высота растений является важным признаком в селекции сорго зернового, которая в большой мере определяет устойчивость сорта или гибрида к полеганию и пригодности к механизированной уборке [5, 6].

Многие селекционеры, занимающиеся зерновым сорго, целенаправленно работают над снижением высоты растений, включая в гибридизацию коллекционные образцы – доноры этого признака. В частности, селекция в этом направлении ведётся в ФГБНУ АНЦ «Донской».

Работа с сорго зерновым направлена на получение низкорослых форм, так как они более устойчивы к полеганию и убираются комбайнами с наименьшими потерями [7].

Существует и другой вариант снижения потерь при уборке – создание сортов с коротким периодом вегетации, созревание которых приходится на конец лета, а не на осень. По этому пути пошли селекционеры Саратовской области [3]. Однако он не позволяет в полной мере использовать возможности культуры, сокращая вместе с вегетационным периодом и его потенциальную урожайность.

Для решения проблемы высоких потерь зернового сорго при механизированной уборке с запаздыванием сроков ставилась цель исследования – выявить корреляционную зависимость между высотой растений и урожайностью.

Материалы и методы. Опыт закладывался на территории п. Госселекстанция Камышинского района Волгоградской области, на землях, принадлежащих ФНЦ агроэкологии РАН, по методике конкурсного сортоиспытания Госсортокмиссии [8]. Почва – каштановая, типичная для данной зоны. Площадь делянок конкурсного сортоиспытания – 19,6 м², повторность – четырёхкратная. Норма высева 250 тысяч всхожих семян на гектар. Способ посева – широкорядный с междурядьями 0,7 метра. Ежегодно высевалось четыре районированных сорта, а также ряд перспективных, в объёме от 7 до 11 сортов (рис. 1, 2).

Предшественником под опыт традиционно являлся чёрный пар, основная обработка – минимальная, на глубину 5-10 см. За три недели до посева участок обрабатывался гербицидом из группы глифосатов. Уход за посевом заключался в одной междурядной обработке культиваторном КРН-4,2 и ручной прополке в рядах.

После созревания материала, проводился учёт высоты растений в конкурсном сортоиспытании. Уборка в 2020-2021 годах осуществлялась комбайном САМПО – 130, а в 2022 году – САМПО – 2010, методом прямого комбайнирования. Учёт урожая проводился в лабораторных условиях методом взвешивания, после доведения зерна до кондиционной чистоты и влажности.

Таблица 1. Конкурсное сортоиспытание зернового сорго 2020 года

№	Сорт	Дней от всходов до		Масса 1000 семян, г	Высота растения, см	Урожайность, т/га
		вымётывания	созревания			
1	Камышинское 64	50	109	24	114	1,34
2	Камышинское 75	49	109	25	106	1,23
3	Камышинское 31	55	118	21	92	1,42
4	Белогорское	51	110	20	109	1,30
5		46	105	22	99	1,41
6		48	105	19	106	0,71
7		47	104	24	113	1,47
8		48	105	22	119	1,45
9		51	111	25	98	1,19
10		50	108	22	100	1,33
11		54	116	21	89	1,36
12		54	114	21	89	1,65
13		53	113	26	93	1,48
14		54	117	24	107	1,29
15		60	122	24	130	0,53
	Среднее значение	51	111	23	104	1,28

Результаты и обсуждение. Обычным сроком начала уборки наших селекционных питомников является созревание 90-95% материала. Отбор растений, учёты, уборка гибридов и самоопыленного материала требует около 2 недель. Механизованная уборка конкурсного сортоиспытания проводится на заключительном этапе. Так, в условиях 2020 года последний сорт в КСИ (номер 15) был готов к уборке 6 октября, а сама уборка проведена 26 числа или спустя 20 дней (таблица 1).

В 2021 году КСИ было готово к уборке 2 октября, а сама уборка проводилась 21 числа или через 19 дней (таблица 2).

А вот в 2022 году сорта в питомнике полностью вызрели 6 октября, а к уборке комбайном приступили только 15 ноября, или спустя 40 дней. В последнем случае причиной стали погодные условия. Из-за частых дождей нельзя было собрать урожай с опытных делянок в обычные сроки (таблица 3).

Таблица 2. Конкурсное сортоиспытание зернового сорго 2021 года

№	Сорт	Дней от всходов до		Масса 1000 семян, г	Высота растения, см	Урожайность, т/га
		вымётывания	созревания			
1	Камышинское 64	54	105	22	110	1,15
2	Камышинское 75	51	105	22	92	1,15
3	Камышинское 31	62	120	18	91	1,41
4	Белогорское	55	109	18	119	1,27
5		56	109	26	97	1,55
6		56	113	24	117	0,51
7		56	108	17	102	1,66
8		54	110	20	115	1,60
9		55	111	20	110	1,40
10		54	109	17	98	1,21
11		51	111	19	106	1,02
	Среднее значение	55	110	20	105	1,27

Таблица 3. Конкурсное сортоиспытание зернового сорго 2022 года

№	Сорт	Дней от всходов до		Масса 1000 семян, г	Высота растения, см	Урожайность, т/га
		вымётывания	созревания			
1	Камышинское 64	45	105	23	112	0,32
2	Камышинское 75	46	106	20	113	0,29
3	Камышинское 31	51	114	24	116	0,73
4	Белогорское	48	112	19	123	0,26
5		49	110	25	110	0,77
6		50	113	24	112	0,61
7		50	111	20	120	0,45
8		51	112	20	119	0,35
9		57	116	22	123	0,52
10		56	115	24	104	0,63
11		57	119	19	75	1,21
12		54	116	23	112	0,51
13		51	111	22	97	1,29
14		56	115	24	103	1,25
15		54	115	23	109	0,80
	Среднее значение	52	113	22	110	0,67



Рисунок 1. Типичный по высоте сорт светлосемянного сорго



Рисунок 2. Краснозёрный короткостебельный, устойчивый к полеганию сорт сорго, один из самых низкорослых номеров

В октябре 2022 года 17 дней выпадали осадки, сумма которых составила 64,2 мм. Дожди прекратились 6 ноября, но из-за прохладной погоды (среднесуточная температура воздуха с 7 по 14 ноября составила +4,15°C) потребовалось 8 дней, чтобы почва немного просохла и появилась возможность вывести в поле комбайн.

Таким образом, в 2022 году сложилась атипичная ситуация. С одной стороны, растения оказались неплохо развиты, средняя высота четырёх районированных сортов составила 116 сантиметров, против 105 и 103 в 2020 и 2021 годах, а с другой, с делянок было убрано мало зерна. Так, средняя урожайность четырёх районированных сортов в 2020 году составила 1,32 т/га, в 2021 – 1,25 т/га, а в 2022 – только 0,40 т/га. Основная причина такого резкого падения продуктивности в 2022 году – большие потери при комбайновой уборке. Обильные дожди и сильные ветра в предуборочный период привели к полеганию растений. При этом отмечена тенденция: чем меньше высота растения, тем больше зерна было собрано. Об этом говорят и коэффициенты корреляции между высотой номеров конкурсного сортоиспытания и их урожайностью. Так, в 2020 году коэффициент корреляции оставил -0,57, в 2021 году – -0,28, а в 2022 году – -0,77. Следует отметить, что три самых низкорослых сорта 2022 года, показали самую высокую урожайность в опыте.

Рядом исследователей отмечено, что более высокорослые образцы характеризуются большей массой 1000 зерен [1]. И эта закономерность неизбежно затрудняет создание низкорослых сортов с крупными семенами, пользующихся в последние годы устойчиво высоким спросом.

Выводы:

1. Выявлена обратная корреляционная зависимость между высотой растений в конкурсном сортоиспытании и выходом зерна с опытной делянки, составившая за три года в среднем -0,54.

2. В условиях 2022 года, когда время между созреванием материала в опыте и его уборкой составило рекордные 40 дней, обратная корреляци-

онная зависимость между высотой растений и их урожайностью оказалась максимальной за все три года исследований – -0,77.

3. С целью сокращения потерь урожая в предуборочный период, следует акцентировать внимание на селекционном материале высотой до 1 метра. Как при составлении пар скрещиваний, так и при отборе на всех этапах работы.

Литература:

1. Алабушев А.В., Сухенко Н.Н., Лушпина О.А., Ковтунов В.В. Корреляционные связи количественных признаков сорго зернового // Научный журнал КубГАУ. 2017. №128(04). 10 с. <http://ej.kubagro.ru/2017/04/pdf/62.pdf>
2. Беседа Н.А., Лушпина О.А., Ковтунов В.В., Горпиниченко С.И. Проблемы и результаты по селекции сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2010. №6(12). С. 50-52.
3. Вертикова Е.А., Ермолаева Г.И. Результаты селекции зернового сорго и рекомендации к внедрению в условиях Нижнего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2018. №5. С. 5-10.
4. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. Под редакцией Катцова В.М. – Санкт-Петербург. 2017. 106 с.
5. Ескова В. С., Гусев В. В., Халикова М. М., Храмов А. В., Бахарева Н. В., Мустафина Т. Ш., Новые сорта зернового сорго и их урожайность. Главный агроном. 2019. №1.
6. Ковтунов В.В. Наследование основных количественных признаков гибридами первого поколения сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2015. № 3. С 33-37.
7. Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В. Наследование высоты растений у гибридов второго поколения разных групп сорго // Зерновое хозяйство России. 2014. №1(31). С. 9-12.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1, под редакцией Федина М. А. – М.: 1985. 267 с.
9. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – СПб.: Научно-технологические. 2022. 124 с.
10. Climate Change 2021. Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Switzerland. 2021. p 32. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf

Some Aspects of Late Harvesting in the Competitive Variety Testing of Grain Sorghum

Aleksej A. Shatrykin✉, Cand. Sci. (Agr.),

e-mail: finist18101973@yandex.ru, ORCIDID 0009-0005-3658-4997;

Nadezhda S. Sharko, ORCID: 0009-0005-9058-404X –

«Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of agroecology RAS), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, pr-t Universitetskij, 97, Vologograd, Russia

Abstract. Grain sorghum harvesting has always been associated with a number of problems because it is a late ripening crop. And the most important of these problems are weather conditions that are subject to significant fluctuations from year to year. Cool rainy weather at the time of harvesting delays the harvest date, which inevitably leads to grain losses, and sometimes they are very significant. Therefore, it is necessary to find a low-cost set of measures aimed at reducing these losses. And one of them can be breeding, namely: the creation of new varieties that are resistant to lodging and crop losses during overstocking for weeks or even months. When analyzing the breeding material in the competitive variety testing, a negative correlation was revealed between the height of the plants and the grain harvest from the plot. On average, over the three years 2020-2022, it was -0.54. At the same time, in 2022, when the stagnation time of grain sorghum increased to 40 days, the correlation also increased to -0.77. It can be assumed that the grain sorghum breeding, aimed at reducing the height of plants, will help to reduce crop losses when harvesting is delayed. And this, in turn, will increase grain collections per hectare without costs on the part of the producer.

Keywords: grain sorghum, correlation, breeding, weather, climate, Lower Volga region

Funds. The work was carried out within the framework of the state task for FSC of agroecology RAS: «Creation and study of breeding material (varieties, hybrids, lines) for further selection according to productivity and adaptability to local soil and climatic conditions, as well as meeting the quality requirements of the products obtained» (FNFE-2022-0010-02).

Citation. Shatrykin A.A., Sharko N.S. Some Aspects of Late Harvesting in the Competitive Variety Testing of Grain Sorghum. Scientific Agronomy Journal. 2023. 1(120). pp. 23-27. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.004.23-27

Received: 12.01.2023

Accepted: 10.03.2023

References:

1. Alabushev A.V., Sukhenko N.N., Lushpina O.A., Kovtunov V.V. *Korreljatsionnye svyazi kolichestvennykh priznakov sorgo zernovogo* [Correlations of grain sorghum quantitative

characteristics]. *Nauchnyj zhurnal KubGAU* [Scientific Journal of Kuban SAU]. 2017. No 128(04). 10 p. <http://ej.kubagro.ru/2017/04/pdf/62.pdf>

2. Beseda N.A., Lushpina O.A., Kovtunov V.V., Gorpichenko S.I. *Problemy i rezul'taty po selektsii sorgo zernovogo* [Problems and results of grain sorghum breeding]. *Zernovoe khozyajstvo Rossii* [Grain farming of Russia]. 2010. No 6(12). pp. 50-52.

3. Vertikova E.A., Ermolaeva G.I. *Rezul'taty selektsii zernovogo sorgo i rekomendatsii k vnedreniyu v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya* [Results of grain sorghum breeding and recommendations for its implementation in the Lower Volga region conditions]. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal* [Agrarian Scientific Journal]. 2018. No. 5. pp. 5-10.

4. Report on climate risks on the territory of the Russian Federation. Edited by V.M. Kattsov. St. Petersburg. 2017. 106 p.

5. Eskova V.S., Gusev V.V., Khalikova M.M., Khramov A.V., Bakhareva N.V., Mustafina T.Sh. *Novye sorta zernovogo sorgo i ikh urozhajnost'* [New grain sorghum varieties and their productivity]. *Ekologiya, resursoberezhenie i adaptivnaya selektsiya* [Ecology, resource conservation and adaptive breeding] (dedicated to the 140th anniversary of the birth of E.M. Plachek): Compilation of reports of the 2nd All-Russian Scientific and Practical Internet Conference of Young Scientists and Specialists with International Participation. Saratov. "Scientific book" Publ. house. 2018. No 1. pp 20-23. EDN XMCOHR

6. Kovtunov V.V. *Nasledovanie osnovnykh kolichestvennykh priznakov gibridami pervogo pokoleniya sorgo zernovogo* [Inheritance of the main quantitative characteristics by grain sorghum hybrids of the first generation]. *Zernovoe khozyajstvo Rossii* [Grain farming of Russia]. 2015. No. 3. pp 33-37.

7. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V. *Nasledovanie vysoty rastenij u gibridov vtorogo pokoleniya raznykh grupp sorgo* [Inheritance of plant height in second-generation hybrids of different sorghum groups]. *Zernovoe khozyajstvo Rossii* [Grain farming of Russia]. 2014. No. 1(31). pp. 9-12.

8. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue 1, edited by Fedin M.A. Moscow. 1985. 267 p.

9. The third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation. General summary. St. Petersburg. Science-intensive technologies. 2022. 124 p.

10. Climate Change 2021. Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Switzerland. 2021. p 32. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агроресомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

УДК 631.6.02:528

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.005.28-37

Анализ и динамика фитоэкологических условий Арчединско-Донских песков по длинному ряду аэрокосмических снимков

Константин Николаевич Кулик¹³, акад. РАН, д.с.-х.н., ORCID 0000-0001-7124-8116

Константин Дмитриевич Кулик², ORCID 0000-0002-3121-8075

Александр Сергеевич Хныкин¹, ORCID 0000-0001-8577-1960

Елизавета Сергеевна Слайковская^{✉13}, slaykovskaya02@mail.ru

ORCID 0000-0001-6799-5418,

¹«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»

(ФНЦ агроэкологии РАН), e-mail: info.vfanc.ru, 400062, Университетский проспект, 97, Волгоград, Россия

²Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), kulik.k2000@gmail.com, 105064, Гороховский переулок, 4, Москва, Россия

³Волгоградский государственный университет, e-mail: rector@volsu.ru, 400062, Университетский проспект, 100, Волгоград, Россия

Аннотация. В работе представлен результат анализа аэрокосмических снимков (АКС) Арчединско-Донских песков Волгоградской области, сделанных с 1961 по 2018 гг. Для обзорного картографирования применялись космические снимки (КС) М 1:1000000, которые увеличивались до рабочего М 1:250000 и использовались при полевых работах. По дешифровочным признакам (тон и рисунок фотоизображения) выделены ландшафтные комплексы песков: 1 – бугристо-барханные незаросшие и слабозаросшие, 2 – бугристые среднезаросшие и заросшие, 3 – грядово-бугристые пески; 4 – пологоволнистая песчаная равнина; 5 – крупные депрессии; 6 – плоская супесчаная равнина. Для детального картографирования и полевых работ на тестовых (ключевых) участках применялись фотосхемы М 1:100000, аэрофотоснимки (АФС) М 1:50000-1:25000, увеличенные до рабочего М 1:30000-1:10000 и крупнее, спектрально- и многозональные КС высокого разрешения. Сравнение снимков свидетельствует об относительной устойчивости процессов зарастания среднебугристой части массива и медленном развевании крупнобугристых песков в центральной его части, что связано с изменением климата и интенсивностью антропогенного воздействия на экосистему. На ключевом участке «Вилтов» установлены границы и площади типов песков за 60 лет, в различные временные периоды. Для этих целей были построены матрицы переходов типов песков друг в друга по 24 направлениям и получены их количественные показатели. Они показывают четкую связь сукцессий и изменений в морфологии и фитоэкологии песчаного массива с климатом и антропогенной нагрузкой. Данный методический подход позволит в дальнейшем сформировать математическую модель динамики и осуществлять прогнозирование процессов деградации и восстановления в экосистеме.

Ключевые слова: Арчединско-Донские пески, песчаные земли, аэрокосмические снимки, фитоэкологические условия.

Финансирование. Работа выполнена в соответствии с планом государственного задания «Разработка новой методологии оптимального управления биоресурсами в агроландшафтах засушливой зоны РФ с использованием системно-динамического моделирования почвенно-гидрологических процессов, комплексной оценки влияния климатических изменений и антропогенных нагрузок на агробиологический потенциал и лесорастительные условия» (№FNFE-2022-0011).

Цитирование. Кулик К.Н., Кулик К.Д., Хныкин А.С., Слайковская Е.С. Анализ и динамика фитоэкологических условий Арчединско-Донских песков по длинному ряду аэрокосмических снимков // Научно-агрономический журнал. 2023. № 1 (120). С. 28-37. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.005.28-37

Поступила в редакцию: 11.01.2023

Принята к печати: 14.03.2023

Введение. Арчединско-Донской песчаный массив (координаты центра 49° 30' с.ш., 43° 10' в.д.) относится к Придонским террасовым пескам и расположен в междуречье Дона, Медведицы, Арчеды и Иловли в пределах степной зоны Хопер-Медведицкой физико-географической провинции Волгоградской области [18].

Придонские террасовые пески – неоднократно подвергавшиеся эоловой переработке древнеаллювиальных отложений Дона и его притоков, в основании которых залегают третичные кварцевые пески. Поверхность Арчединско-Донского массива представляет собой относительно плоские террасы с общим уклоном в сторону Дона. Их северо-

восточная часть представлена высокой третьей террасой, имеющей равнинный рельеф с замкнутыми округлыми понижениями или довольно глубокими древними ложбинами стока. Вторая более низкая терраса сложена песками, отличается бугристым и грядовым рельефом и выровненными слегка всхолмленными территориями [5-7].

Бугры, гряды, холмы, как правило, высотой 3-6 м чередуются с понижениями различной формы и величины. Преимущественно это котловины выдувания, лишенные растительности, понижения с ольховыми и березово-осиновыми колками, луговой растительностью и болотами. Вторая терраса примыкает уступом к первой низкой надпойменной террасе, которая подтопляется высокими паводковыми водами и поэтому на большом протяжении размывта. Пойменная терраса хорошо выражена на притоках Дона. Ширина поймы 2-4 км, почвы аллювиальные, суглинистые и супесчаные, в значительной степени, заросшие листовыми лесами [8, 16].

В геологическом отношении Арчединско-Донские пески – это аллювиальные слоистые пески (слои отложенного песка перемежаются прослойками суглинка и глины), мощность которых достигает 15-20 м. Ниже они подстилаются слоистыми глинами. Выходы песков на поверхность в большинстве случаев затронуты золовой переработкой и представлены буграми в той или иной степени перевеваемых песков. На высокой третьей террасе пески сверху покрыты супесями и суглинками мощностью 2,0-2,5 м, непосредственно на которых формируются почвы, местами покрытые золовыми песчаными наносами с низких террас [6-8].

Наиболее близкое залегание грунтовых вод (ГВ) отмечается среди бугристых песков (2-4 м). На равнинах третьей террасы ГВ залегают на глубине 12-14 м. Уклоны их составляют 0,001-0,002 и направлены в сторону Дона и его притоков. Имеются выходы ГВ на поверхность в виде родников, озер и болот в крупных депрессиях среди бугристых и грядово-бугристых песков. Обычно ГВ пресные, их минерализация (МГВ) не превышает 1 г/л. Наблюдаемая «верховодка» в песках на глубине 2-3 м связана с характером выпадения осадков и наличием в песчаной толще глинистых прослоек [2, 9].

Арчединско-Донские пески расположены на границе двух почвенных зон: темно-каштановой и черноземной. Однако почвы песчаных массивов резко отличаются от зональных почв водоразделов. Их своеобразие объясняется, прежде всего, легким гранулометрическим составом, особенностями водно-физических свойств и растительного покрова, более молодым возрастом, периодическим развеванием, а во многих местах и высоким стоянием ГВ.

Черноземовидные почвы приурочены к равнине третьей террасы и озерно-дельтовой равнине Арчединско-Донского междуречья. По гранулометрическому составу эти почвы супесчаные или легкосуглинистые. Мощность гумусового горизон-

та 60-80 см. Окраска равномерная, темная, содержание гумуса в верхнем горизонте 1,5-2,0% [6, 11].

Дерново-степные связнопесчаные почвы (серопески) располагаются на второй и третьей террасах [15]. По степени гумусированности они делятся на глубоко- и среднегумусированные. Наибольшее распространение имеют среднегумусированные почвы. Мощность гумусового горизонта до 60 см, окраска его темно-серая, равномерная по всему профилю. По гранулометрическому составу большинство этих почв оглиненные. Содержание гумуса в верхнем горизонте 1,0-1,3%.

Маломощные дерново-степные песчаные почвы широко распространены на бугристых песках, возникших вследствие антропогенной дефляции. Мощность гумусового горизонта 20-30 см. Окраска равномерная, серая, с коричневым оттенком. Содержание гумуса в верхнем горизонте 0,7%.

Примитивные песчаные почвы связаны с современной антропогенной дефляцией (распашка, перегрузка пастбищ). В отдельных случаях, как, например, на Голубинском массиве, они являются продуктом слабого зарастания песков в естественном состоянии. Чаще примитивные песчаные почвы приурочены к средне- и крупнобугристым пескам. Мощность гумусового горизонта от 5 до 15 см, окраска светло-серая, сложение рыхлое. Содержание гумуса 0,2-0,3% [19].

Луговые песчаные и супесчаные почвы располагаются по понижениям с близким к поверхности уровнем залегания ГВ. Мощность гумусового горизонта достигает 60 см, окраска темная, переходы одного горизонта в другой постепенные. В верхнем горизонте до 2,3% гумуса. Эти почвы по условиям увлажнения, питательному режиму являются лучшими для создания на них кормовых севооборотов и долгодетных культурных пастбищ [11].

Кроме перечисленных почв, на песчаных массивах имеют место болотные, темно-каштановые и каштановые почвы легкого гранулометрического состава, однако они занимают незначительные площади, как и незакрепленные пески, приуроченные обычно к вершинам и склонам гряд и бугров, местам концентрации скота, а также к фермам и населенным пунктам. Неустойчивость песков к дефляции и периодическое их разбивание привели к формированию эродированных в той или иной степени погребенных почв, которые оказывают существенное влияние на возможность комплексного освоения песков [5, 7, 16].

Климат района довольно засушливый. Континентальность нарастает с северо-запада на юго-восток: значительно повышается температура при одновременном уменьшении количества осадков. Из 10 лет 3-4 года растения не обеспечиваются влагой осадков, 3 года обеспечиваются удовлетворительно и лишь 3-4 года полностью [13, 20].

В зависимости от фитоэкологических условий пески находятся в разных стадиях зарастания и имеют различный видовой состав растительно-

сти. По степени покрытия растительностью выделяют пески:

- незаросшие (разбитые), на которых имеются единичные растения или небольшие куртины, занимающие до 10% площади;
- слабозаросшие с частыми очагами дефляции, покрытие растительностью 10-30%;
- среднезаросшие с единичными очагами дефляции, растительностью занято 30-50% площади;
- заросшие без очагов дефляции с покрытием растительностью более 50% площади [1, 11].

Цель исследования – проанализировать фитоэкологические условия Арчединско-Донских песков и изменение их состояния по длинному ряду разновременных аэрокосмических снимков.

Материалы и методы. Для проработки методических вопросов, связанных с дешифрированием АКС, в пределах Арчединско-Донских и Голубинских песков в течение 1982-1993 гг. было заложено и изучено три полигона с 20 ключевыми участками, которые характеризуют основные крупные массивы: полигон 1 включает в себя пески, расположенные в нижнем течении р. Иловли до ее впадения в р. Дон; полигон 2 охватывает территорию междуречья Дон – Медведица – Арчеда; полигон 3 – Голубинский песчаный массив [11].

Картографирование фитоэкологических условий этих песков осуществлялось с привлечением КС, выполненных в период с 1975 по 2018 г., в основном летних аспектов. Масштаб черно-белых оригиналов 1:2400000 – 1:1000000. Снимки увеличивались до рабочего М 1:250000 и использовались при полевых работах. Применялись также фотосхемы М 1:100000, спектрзональные и мезозональные снимки высокого разрешения. Как установлено в результате исследований, наиболее информативными дешифровочными признаками на КС являются тон (цвет) и рисунок фотоизображения, обусловленные степенью зарослости, макро- и мезорельефом песков. По этим признакам выделены ландшафтные комплексы Арчединско-

Донских песков: 1 – бугристо-барханные незаросшие и слабозаросшие, 2 – бугристые среднезаросшие и заросшие, 3 – грядово-бугристые пески; 4 – пологоволнистая песчаная равнина; 5 – крупные депрессии; 6 – плоская супесчаная равнина.

Работы по визуальному дешифрированию, расчётам площадей ландшафтных комплексов и компоновке картосхем проводились в программе ArcMap ПО ArcGIS версии 10.6.1 стандартными наборами инструментов [11].

Результаты работ по использованию КС для картографирования песков позволяют более детально по сравнению с традиционными наземными методами подходить к оценке фитоэкологических условий [22]. Ниже приводятся материалы детального картографирования песков, которое осуществлялось по аэрофотоснимкам (АФС) М 1:50000-1:25000, увеличенным до рабочего М 1:30000-1:10000 и крупнее и КС высокого разрешения. По ним проводились комплексные полевые исследования количественной и качественной оценки фитоэкологического потенциала региона.

Результаты и их обсуждение. АФС позволили уточнить границы контуров выделенных по КС шести ландшафтных комплексов, представляющих Арчединско-Донские пески, определить степень зарослости средне- и крупнобугристых песков с дифференцировкой на незаросшие, слабо, среднезаросшие и заросшие, таксационные показатели и видовой состав древесной и частично травянистой растительности, зафиксировать некоторые другие ландшафтные характеристики.

Кроме того, каждый комплекс удалось уверенно подразделить на урочища, невыделенные по КС вследствие генерализации изображения, и конкретизировать фитоэкологические условия для каждого из них. Ключевой участок 1 заложен в районе х. Вилтов на грядовых незаросших и слабозаросших, а также бугристых разной степени зарослости песках (рис. 1).

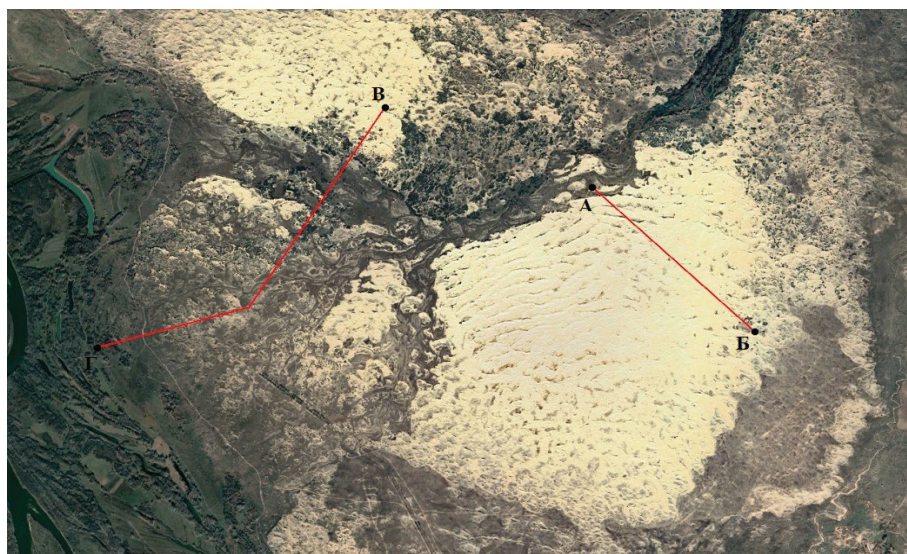


Рисунок 1. КС ключевого участка 1 «Вилтов» (49°29'35.30" с.ш., 43°41'16.66" в.д.), 27.10.2021 г.

АФС и КС высокого разрешения позволяют выделить здесь участки современных грядовых преимущественно лишенных почвенно-растительного покрова и древних заросших грядовых песков.

Кроме того, выделяются среднебугристые раз-

битые слабо- и среднезаросшие пески. В сельском хозяйстве они совершенно не используются и представляют опасность для окружающих территорий в связи с переносом песчаного материала на прилегающие сельскохозяйственные угодья (рис.2).

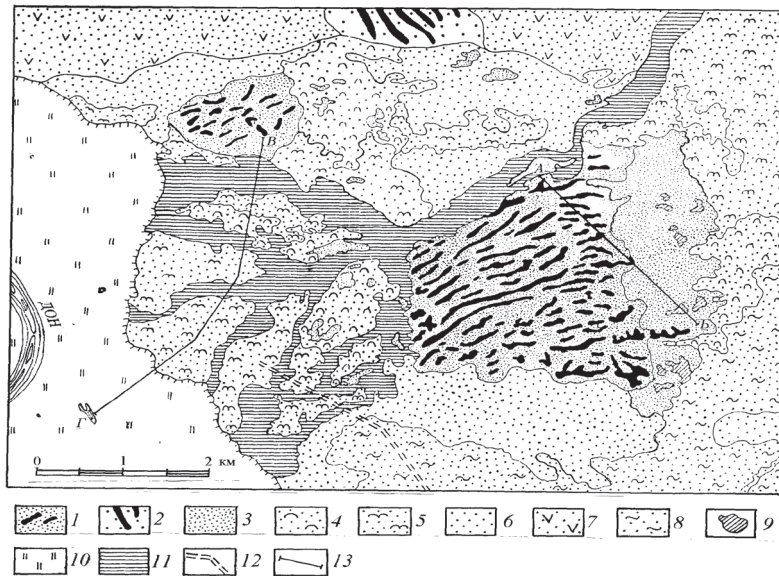


Рисунок 2. Ландшафтно-экологическая схема ключевого участка «Вилтово» по АКС за 2014 г. пески грядовые: 1 – современные незаросшие, 2 – древние заросшие; пески бугристые: 3 – крупно- и среднебугристые незаросшие обарханенные, 4 – крупнобугристые обарханенные незаросшие и слабозаросшие, 5 – крупно- и среднебугристые заросшие можжевельником, 6 – среднебугристые заросшие, 7 – среднебугристые среднезаросшие, 8 – пологобугристые заросшие; 9 – сплошные куртины можжевельника; 10 – пойма р. Дона; 11 – долина и конус выноса балки Паницкой; 12 – гослесополоса; 13 – ландшафтно-экологические профили АВ и ВГ



Рисунок 3. Современные грядовые незаросшие пески в районе х. Вилтово. Фото 2014 г., июнь

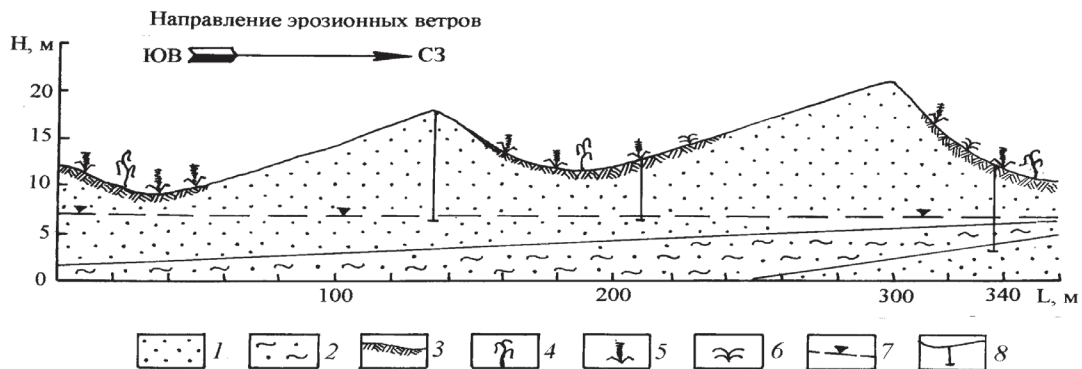


Рисунок 4. Часть ландшафтно-экологического инструментального профиля АВ через участок грядовых песков: 1 – песок; 2 – суглинок; 3 – почвенно-растительный покров; 4 – ива розмаринолистная; 5 – овес песчаный; 6 – можжевельник казацкий; 7 – уровень ГВ (УГВ); 8 – буровые скважины

На АФС четко отражаются все стадии зарастания песков и характер формирующегося рельефа (рис. 3 и 4). Грядовые пески занимают центральную часть ключевого участка 1. Гряды высотой 7-9 м и протяженностью до 3 км располагаются перпендикулярно юго-восточным ветрам. Вершины и частично склоны гряд совершенно лишены почвенно-растительного покрова. Межгрядовые понижения в связи с лучшей водообеспеченностью имеют маломощный почвенный покров, соответствующий примитивным песчаным почвам. Гумусовый горизонт 2-6 см. Травянистая растительность состоит из раkitника, ивы красной и розмаринолистной, можжевельника казацкого и др. ГВ залегают на глубине 4-5 м в межгрядовых и межбугровых понижениях. Минерализация ГВ менее 1 г/л. На АФС гряды изображаются полосами светлого тона. Между ними располагаются серые полосы межгрядовых понижений с характерными, резко очерченными участками кустарниково-травянистой растительности.

Бугристые незаросшие и слабозаросшие пески, выделенные по КС, представляют собой комплекс с преобладанием слабозаросших. На АФС выделяются участки среднебугристых незаросших и слабозаросших песков, в которые вклиниваются участки среднебугристых среднезаросших.

Ландшафтно-экологический инструментальный профиль АБ проложен через незаросшие грядовые пески в направлении СЗ-ЮВ и пересекает вторую надпойменную террасу Дона (рис. 5). На протяжении 200 м рельеф спокойный. Толща кварцевого песка от 2 до 5 м лежит на мощном слое суглинка, поверх которого скапливаются ГВ. Растительность этого участка – преимущественно можжевельник казацкий и эфемеры. Изредка встречаются кусты полыни песчаной и раkitника русского.

Почвенный покров представлен молодыми примитивными песчаными почвами, периодически развеваемыми. Гумусовый горизонт до 5 см. Пробуренные скважины и электрометрия не показывают какого-либо существенного засоления грунтов (менее 0,02%), лишь в слое суглинка отмечается более высокое количество растворимых

солей (до 0,08%), а удельная электропроводность возрастает до 0,62 см. Далее по профилю расчлененность рельефа увеличивается, появляются вначале невысокие (до 2-5 м) бугры и гряды, которые затем переходят в крупные гряды высотой до 6-7 м, строго ориентированные поперек юго-восточных ветров.

На участке профиля протяженностью 600 м гряды чередуются с межгрядовыми понижениями, где в результате лучшего увлажнения формируется более развитый почвенно-растительный покров. Однако ГВ располагаются глубже 10 м и в условиях плотных кварцевых песков недоступны для древесно-кустарниковой растительности.

Начало грядовых песков является началом второй надпойменной террасы. Далее высота рельефа постепенно уменьшается и грядовые пески переходят в барханные, лишенные растительности с отдельными куртинами можжевельника казацкого. Второй профиль (ВГ) проложен с юга на север в восточной части ключевого участка 1 (рис 6).

Он начинается в перевеваемых грядовых песках (абсолютная отметка 72 м) второй надпойменной террасы Дона. Пески в основном лишены растительного покрова, только по понижениям встречаются кустарники раkitника и эфемеры (костер, мятлик, бурачок и др.), а по отдельным вершинам и склонам гряд – овес песчаный. Далее расчлененность рельефа плавно понижается, увеличивается степень зарослости (за счет можжевельника) и профиль выходит на веерообразные ложбины конуса выноса балки Паницкой. Здесь складываются более благоприятные фитоэкологические условия, прежде всего, за счет дерново-степных связнопесчаных почв и близости ГВ. Появляется древесная (тополь белый, клен татарский, ива красная) и степная травянистая (житняк, пырей, полынь белая и песчаная, осока колхидская, тысячелистник и др.) растительность. Далее идет участок крупно- и среднебугристых незаросших, слабозаросших и заросших можжевельником песков, пересекающихся ложбинами стока балки. Следует отметить это место как уникальный объект с куртинами можжевельника казацкого, достигающими в диаметре 20-30 м и иногда сплошь покрывающими пески (рис. 7).

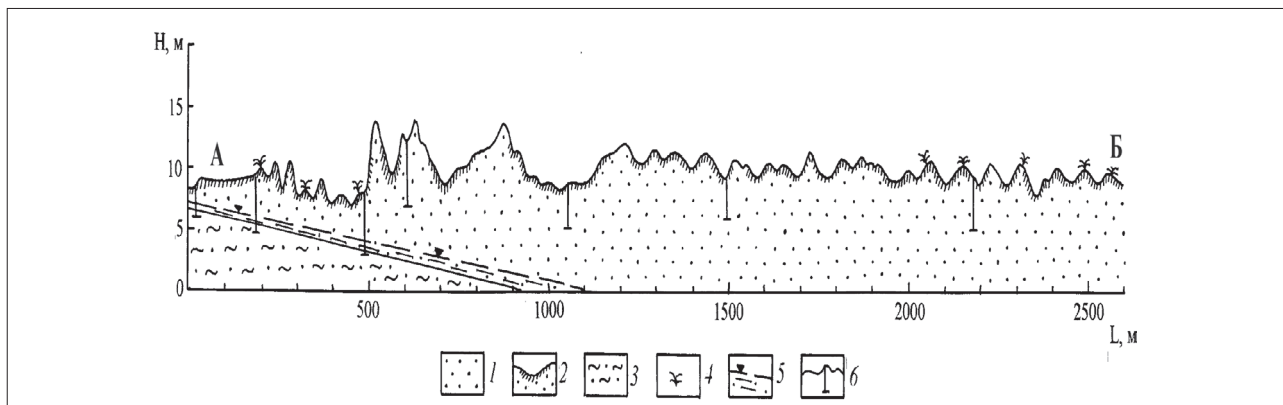


Рисунок 5. Ландшафтно-экологический профиль АБ через ключевой участок «Вилтов»: 1 – песок; 2 – примитивные песчаные почвы; 3 – суглинок; 4 – можжевельник казацкий; 5 – УГВ; 6 – скважины

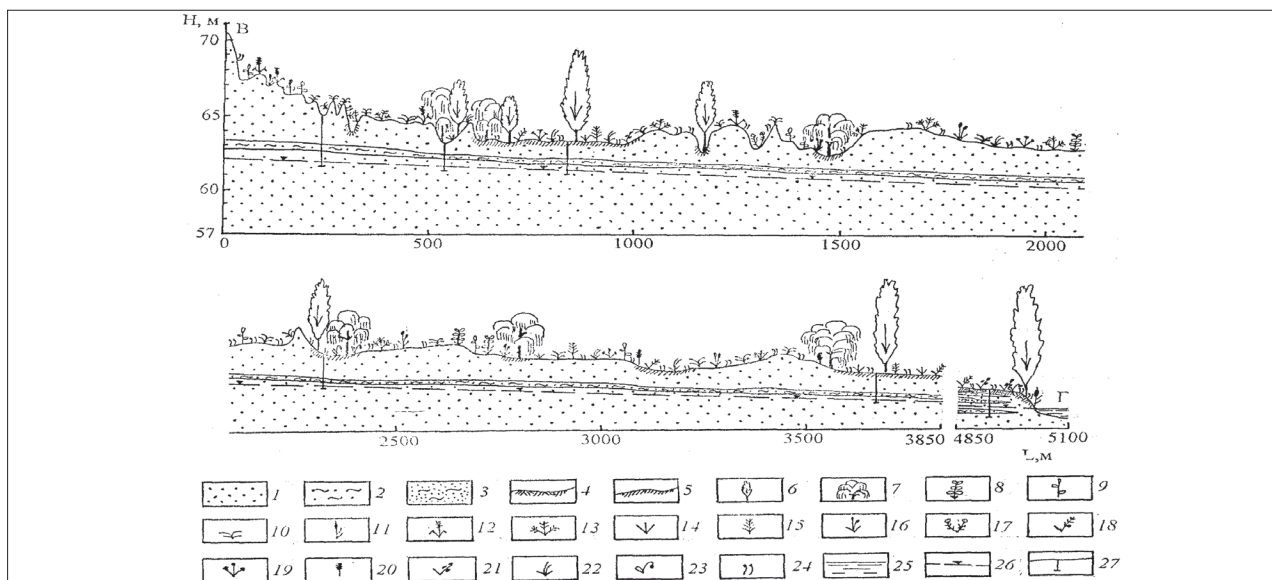


Рисунок 6. Ландшафтно-экологический инструментальный профиль ВГ через ключевой участок «Вилтов»: 1 – песок, 2 – суглинок, 3 – супесь; 4 – пойменные, 5 – примитивные песчаные почвы; 6 – тополь, 7 – ива красная, 8 – аморфа, 9 – ракитник русский, 10 – можжевельник казацкий, 11 – тростник, 12 – овес песчаный, 13 – полынь песчаная, 14 – полынь белая, 15 – тысячелистник, 16 – типчак, 17 – цмин песчаный, 18 – житняк, 19 – молочай, 20 – осока колхидская, 21 – пырей, 22 – ковыль, 23 – луговая растительность, 24 – эфемеры; 25 – озеро; 26 – УГВ; 27 – скважины



Рисунок 7. Куртины можжевельника казацкого на бугристых песках ключевого участка «Вилтов». Фото 2013 г., июнь

Остальная растительность типичная для деградированной песчаной степи, о чем свидетельствует обилие молочая, эфемеров и ковыля. Вторая терраса небольшим уступом переходит в пойму Дона, где уже развита типично пойменная растительность, носящая следы остепнения, особенно в контактной зоне со второй террасой. Завершается профиль урезом пойменного озера с абсолютной отметкой 58,5 м.

Проведенными исследованиями установлено, что зарастание разбитых песков проходит определенные стадии, характеризующиеся закономерной сменой растительных ассоциаций, обусловленной степенью развития дефляционных процессов, минеральным составом песков, климатическими особенностями и другими факторами [4,17].

Кварцевые пески Среднего Дона зарастают в следующей последовательности: 1) появление отдельных куртин псаммофитов – овес песчаный, ракитник, пырей пушистоцветковый – с общим покрытием менее 5%; 2) развитие равномерного

разреженного покрова – полынь песчаная, ракитник, осока колхидская, вейник наземный, чабрец душистый, овес песчаный – с общим покрытием до 30%; 3) отмирание псаммофитов и формирование песчаной степи – типчак, тонконог, лапчатка песчаная, молочай Сегье, полынь Маршалла, цмин песчаный, юринея, – покрытие до 60%. В соответствии с указанными стадиями зарастания изменяется тон фотоизображения поверхности от светлого до серого, что является характерным дешифровочным признаком степени зарастенности песков [10].

Тенденция зарастания Арчединско-Донского массива обусловлена тремя факторами. Первый – ограничение разрушительного антропогенного воздействия на пески; вызван оттоком сельского населения в города, поселки, центральные усадьбы сельскохозяйственных предприятий. В связи с этим резко сократилось число хуторов, уменьшилось количество дорог, снизилась нагрузка на пастбища.

Второй – увеличение количества выпадающих осадков, происшедшее в этом регионе в последние 40 лет вследствие общего увлажнения климата на юго-востоке европейской части России. Так, по данным Волгоградской гидрометеобсерватории, количество атмосферных осадков в этом районе по сравнению со средними многолетними показателями увеличилось в Иловле с 385 до 404 мм, Михайловке с 431 до 462 мм, Фролове с 394 до 428 мм, Серафимовиче с 402 до 460 мм, Калаче с 395 до 429 мм. То есть в среднем на данном массиве увеличилось на 35 мм количество осадков, что заметно улучшило фитоэкологические условия и выражается прибавкой урожая трав на песках сухостепной зоны на 2 ц/га [13]. Это неизбежно приводит к усилению процесса зарастания разбитых

песков. Однако имеются и негативные последствия этого процесса, выражающиеся в резком повышении УГВ, особенно в межбугровых понижениях. На сотнях гектаров колковые леса из березы, ольхи, сосны вымокли. Лесные фитоценозы сменились лугово-болотными [10].

Третий фактор – широкая, планомерная лесомелиорация. Там, где лесомелиоративные мероприятия осуществляются с учетом фитоэкологических условий, зарастание песков проходит в 2-3 раза быстрее естественных процессов [14,15].

Анализ АФС показывает, что посадки сосны на Арчединско-Донских средне-бугристых разбитых и слабозаросших песках в центральной части массива, проведенные в конце 50-х – начале 60-х годов XX столетия, превратили эту территорию в заросшие пески уже к 1976 г. Участки таких же песков без лесомелиорации только к 1981 г. превратились в слабо- и среднезаросшие. Отдельные вспышки дефляции здесь приурочены к местам концентрации скота, прокладке коммуникаций, дорогам и имеют ограниченный характер. Тем не менее следует учитывать, что интенсификация сельского хозяйства без учета фитоэкологических условий неизбежно приведет к усилению процесса опустынивания этого массива. Изучение площади песков по АКС за период 1961-2018 гг. на ключевом участке «Вилтов» показало существенные изменения некоторых типов (табл. 1, рис. 8).

Установленные достаточно точно границы и площади типов песков в различные временные периоды убедительно показывают связь сукцессий и изменений почвенно-морфологических условий с климатом и антропогенной нагрузкой. В этой связи важно проследить, как в разные периоды времени осуществлялись взаимные переходы типов песков друг в друга и при этом выявить тренд дальнейших изменений экосистемы, то есть осуществлять прогнозирование. Для этих целей были построены матрицы переходов типов песков в периоды наблюдений [3,12].

В дальнейшем для изучения экосистемы в целом, будет применяться математическое моделирование системы S и взаимодействующих элементов S_p, которые реализуются согласно созданной

модели и матрицам переходов разных типов песков друг в друга в различные временные интервалы (рис. 9). При этом необходимо получить количественные показатели переходов по 24 направлениям для данного ключевого участка. Это позволит сформировать математическую модель динамики процессов изменения экосистемы. Данная методика может применяться и на другие ключевые участки [21]. Также будет осуществляться привязка количественных значений переходов типов песков к климатическим показателям и антропогенным воздействиям на экосистему, что даст возможность обосновать прогноз развития на краткосрочный и долгосрочный периоды.

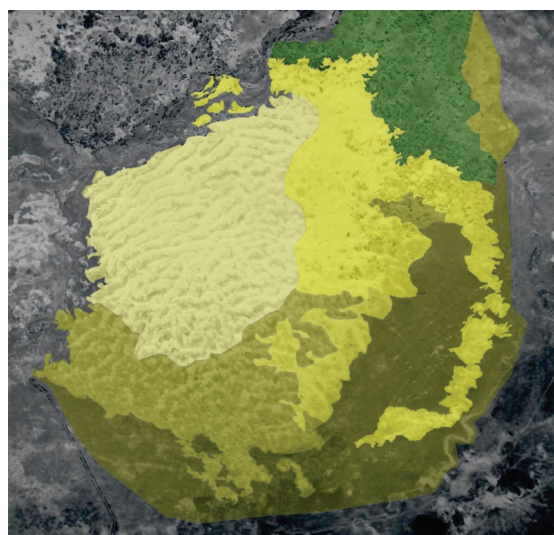
Заключение. Выделены ландшафтные комплексы Арчединско-Донских песков: 1 – бугристо-барханные незаросшие и слабозаросшие, 2 – бугристые среднезаросшие и заросшие, 3 – грядово-бугристые пески; 4 – пологоволнистая песчаная равнина; 5 – крупные депрессии; 6 – плоская супесчаная равнина.

По степени покрытия растительностью выделяют пески незаросшие (разбитые), на которых имеются единичные растения или небольшие куртины, занимающие до 10% площади; слабозаросшие с частыми очагами дефляции, покрытие растительностью 10-30%; среднезаросшие с единичными очагами дефляции, растительностью занято 30-50% площади; заросшие без очагов дефляции с покрытием растительностью более 50% площади.

Зарастание разбитых песков проходит определенные стадии, характеризующиеся закономерной сменой растительных ассоциаций, обусловленной степенью развития дефляционных процессов, минеральным составом песков, климатическими особенностями и другими факторами. Пески Среднего Дона зарастают в следующей последовательности: 1) появление отдельных куртин псаммофитов – с общим покрытием менее 5%; 2) развитие равномерно разреженного покрова – с общим покрытием до 30%; 3) отмирание псаммофитов и формирование песчаной степи – покрытие до 60%. В соответствии с указанными стадиями зарастания изменяется тон фотоизображения поверхности от светлого до серого, что является характерным дешифровочным признаком степени зарастенности песков.

Таблица 1. Динамика площади (км²) типов песков на ключевом участке «Вилтов»

№ п/п	Тип песков	Годы					
		1961	1968	1977	1987	2011	2018
1	Пески грядовые современные незаросшие	12,00	12,73	16,95	17,56	12,86	13,08
2	Крупно - и среднебугристые незаросшие обарханные с отдельными куртинами можжевельника	17,85	18,45	16,69	15,12	14,21	15,59
3	Крупно - и среднебугристые, заросшие можжевельником	7,16	7,42	7,92	8,63	8,63	8,69
4	Среднебугристые средне - и слабозаросшие	4,46	4,33	2,85	3,37	7,58	8,12
5	Среднебугристые заросшие	14,28	13,14	12,19	13,93	11,63	10,92
6	Пологобугристые заросшие	14,28	13,14	12,19	13,93	11,63	10,92
7	Долина и конус выноса балки Паницкой	5,67	5,70	5,83	5,58	4,28	4,26
	ИТОГО:	82,96	82,96	82,96	82,96	82,96	82,96



- 1 Пески грядовые современные незаросшие
- 2 Среднебугристые средне- и слабозаросшие
- 3 Крупно- и среднебугристые незаросшие обарханенные с отдельными куртинами можжевельника
- 4 Среднебугристые заросшие
- 5 Крупно- и среднебугристые заросшие можжевельником
- 6 Пологобугристые заросшие

Рисунок 8. Состояние ключевого участка «Вилтов» на АФС 1987 г. (легенда представлена на рис.9)

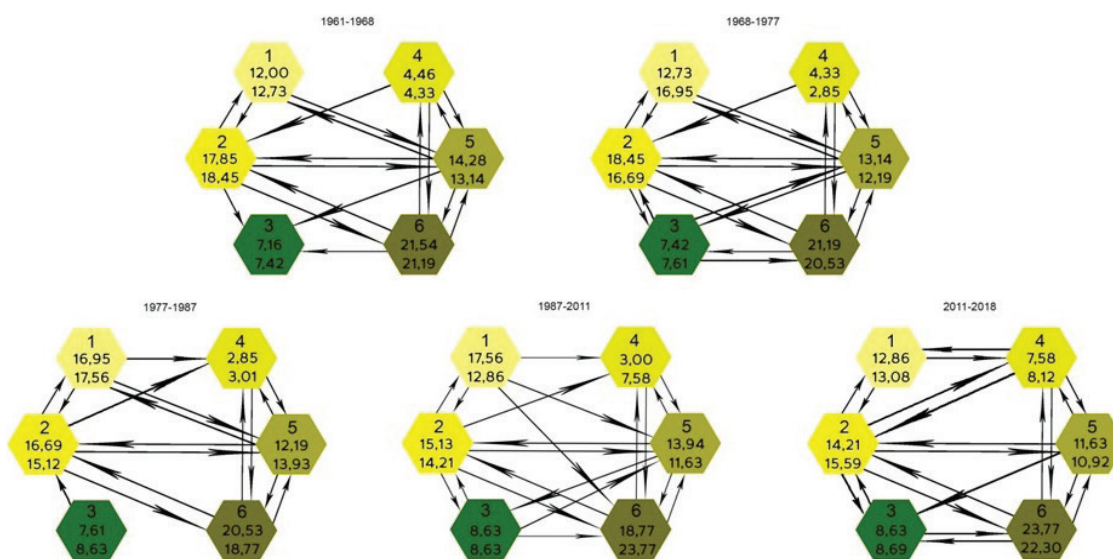


Рисунок 9. Динамика площади типов песков на ключевом участке «Вилтов»

Таким образом, определилась направленность специфики зарастания Арчединско-Донского массива. Данный процесс обусловлен рядом причин. Во-первых, снижение фактора воздействия антропогенного пресса на пески вследствие миграции населения в более крупные населенные пункты. Во-вторых, повышение показателя количества осадков за 40-летний период в результате увлажнения юго-восточной части европейской территории России. В-третьих, проведение регулярной лесомелиорации.

Установленные границы и площади типов песков в различные временные периоды показали связь сукцессий и изменений почвенно-морфологических условий с климатическими факторами и прямым или косвенным воздействием человека. По этой причине целесообразно и необходимо проводить исследования и фиксировать изменения, происходящие в результате смены типов песков с целью дальнейшего прогнозирования территории.

Литература:

1. Бородычев В.В., Власенко М.В., Кулик А.К. Сезонные изменения кормовой продуктивности аридных пастбищ

// Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1 (61). С. 14–24. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-01

2. Бородычев В.В., Кулик А.К., Кулик Н.Ф. Неистощительное водопитание и опреснение речных вод донского региона // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 3(51). С. 26-34.

3. Виноградов Б. В., Кошель С. М., Кулик К. Н. Прогнозирование пространственно-временной динамики экосистем методом универсального кригинга // Экология. 2000. № 5. С. 323–332.

4. Власенко М.В., Кулик А.К. Флористическое разнообразие сообществ полынно-злаковой степи Калачевско-Голубинского песчаного массива Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 1 (65). С. 99–111.

5. Гаель А.Г., Смирнова Л.Ф. Влияние деятельности ветра на водно-физические свойства почв Доно-Арчединского песчаного массива // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1973. Вып.3. С. 6–22.

6. Гаель А.Г., Смирнова Л.Ф. Пески и песчаные почвы.

М.: ГЕОС, 1999. 252 с.

7. Гаель А.Г., Трушковский А. Л. Возраст и классификация почв на эоловых песках степной зоны // Изв. АН СССР, сер. Геогр. 1962. № 4. С. 28–42.

8. Грищенко М.П. Неогеновые и четвертичные террасы Дона // Бюллетень МОИП, отд. геол. 1939. Т. XVII(б). С. 68–96.

9. Кулик А.К., Балкушкин Р.Н. Типы водного режима песчаных массивов реки Дон // Аридные экосистемы. 2022. Т. 28. № 4 (93). С. 37–45.

10. Кулик К.Д. Анализ динамики почвенно-растительного покрова Арчедино-Донских песков // Современные проблемы изучения почвенных и земельных ресурсов. 2022. С. 51–59.

11. Кулик К.Н. Агроресомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов. Волгоград: изд. ВНИАЛМИ, 2004. 248 с.

12. Кулик К.Н., Салугин А.Н. Моделирование дефляции аридных пастбищ с помощью марковских цепей // Экосистемы: экология и динамика. 2017. № 1(4). С. 5–22.

13. Кулик Н.Ф. Водный режим песков аридной зоны. Л.: Гидрометеоздат, 1979. 280 с.

14. Манаенков, А. С. Лесомелиорация арен засушливой зоны / А. С. Манаенков. – 2-е издание переработанное и дополненное. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2018. 428 с.

15. Мелиоративная эффективность кустарниковых кулис на аридных пастбищах юга России / Н. В. Тютюма [и др.] // Аридные экосистемы. 2020. Том 26. № 1 (82). С. 62–68.

16. Польшов Б.Б. Географические работы. М.: Географиздат, 1952. 399 с.

17. Справочник агролесомелиоратора / Под ред. канд. с.-х. наук А. Ф. Калашникова; Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. Отд-ние лесоводства и агролесомелиорации. Москва: Лесная пром-сть, 1971. 270 с.

18. Физико-географическое районирование СССР. Характеристика региональных единиц / Под ред. Н. А. Гвоздецкого. М.: Изд-во МГУ, 1968. 576 с.

19. Bachmair S., Kohn I., Stahl K. Exploring the link between drought indicators and impacts. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2015. Vol. 15. P.1381-1397.

20. Bai Z.G., Dent D.L., Olsson L. and Schaepman ME. Global assessment of land degradation and improvement. 1. Identification by remote sensing. Report 2008/01, ISRIC – World Soil Information, Wageningen, 2008.

21. Salugin A.N., Vlasenko M.V. Mathematical models of the dynamic stability of arid pasture ecosystems in the south of Russia. *Agronomy*. 2022. 12(6). pp. 1448. DOI: 10.3390/agronomy12061448

22. Singh A. Digital Change detection techniques using remotely sensed data. *Internal. J. Remote Sensing*. 1989. V. 10. № 6. p. 989-1003.

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.005.28-37

Analysis and Dynamics of the Archeda-Don Interfluvial Sands Phytoecological Conditions from a Long Series of Aerospace Images

Konstantin N. Kulik^{1,3} acad. RAS, Dr. Sci. (Agr.), ORCID 0000-0001-7124-8116

Konstantin D. Kulik², ORCID 0000-0002-3121-8075

Alexander S. Khnykin¹ ORCID 0000-0001-8577-1960

Elizaveta S. Slaykovskaya^{1,3} ORCID 0000-0001-6799-5418, slaykovskaya02@mail.ru

¹Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (FSC of Agroecology RAS), e-mail: nfo@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Avenue, 97, Volgograd, Russia

²Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK), e-mail: kulik.k2000@gmail.com, 105064, Gorokhovskiy Lane, 4, Moscow, Russia

³Volgograd State University, e-mail: rector@volsu.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 100, Volgograd, Russia

Abstract. The paper presents the result of the analysis of Archeda-Don interfluvial sands (Volgograd region) aerospace images (ASI), taken from 1961 to 2018. For survey mapping, satellite images (SI) M 1:1000000 were used, which increased to a working M 1:250000 and were used in field work. According to the decoding signs (tone and pattern of the photo image), landscape complexes of sands are distinguished: 1 – hilly-barkhane ungrown and lightly overgrown, 2 – hilly medium-grown and overgrown, 3 – ridge-hilly sands; 4 – gently undulating sandy plain; 5 – large depressions; 6 – flat sandy loam plain. For detailed mapping and field work on test (key) sites, M 1:100000 photo schemes, M 1:50000-1:25000 aerial photographs (AFS), enlarged to working M 1:30000-1:10000 and larger, high-resolution spectrosonal and multizonal SI were used. The comparison of the images shows the relative stability of the medium-hilly part of the massif overgrowth processes and

the slow waving of coarse-hilly sands in its central part, which is associated with climate change and the intensity of anthropogenic impact on the ecosystem. The boundaries and areas of sand types for 60 years, in various time periods, have been established on the «Viltov» key section. For these purposes, sand types transitions matrices into each other in 24 directions were constructed and their quantitative indicators were obtained. They show a clear connection of successions and changes in the sandy massif morphology and phytoecology with the climate and anthropogenic load. This methodological approach will make it possible to further form a mathematical model of dynamics and forecast the degradation and restoration processes in the ecosystem.

Keywords: Archeda-Don interfluvial sands, sandy lands, aerospace images, phytoecological conditions

Funds. The work was carried out in accordance with the plan of the state task «Development of a new

methodology for optimal management of biological resources in agricultural landscapes of the arid zone of the Russian Federation using system-dynamic modeling of soil-hydrological processes, a comprehensive assessment of the climate change and anthropogenic loads impact on agrobiological potential and forest conditions» (No. FNFE-2022-0011).

Citation. Kulik K.N., Kulik K.D., Khnykin A.S., Slaykovskaya E.S. Analysis and Dynamics of the Archeda-Don Interfluvial Sands Phytoecological Conditions from a Long Series of Aerospace Images. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 1(120). pp. 28-37. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.005.28-37

Received: 11.01.2023

Accepted: 14.03.2023

References:

1. Borodychev V.V., Vlasenko M.V., Kulik A.K. *Sezonnye izmeneniya kormovoy produktivnosti aridnykh pastbishch* [Seasonal changes in forage productivity of arid pastures]. *Proceedings of the Lower-Volga Agronomy Complex: Science and higher professional education*. 2021. No. 1 (61). pp. 14-24. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-01
2. Borodychev V.V., Kulik A.K., Kulik N.F. *Neistoshchitel'noe vodopitanie i opresnenie rechnykh vod donsogo regiona* [Inexhaustible water supply and desalination of river waters in the Don region]. *Proceedings of the Lower-Volga Agronomy Complex: Science and higher professional education*. 2018. No. 3(51). pp. 26-34.
3. Vinogradov B. V., Koshel S. M., Kulik K. N. *Prognozirovaniye prostranstvenno-vremennoy dinamiki ekosistem metodom universal'nogo kriginga* [Forecasting of spatial and temporal dynamics of ecosystems by universal kriging method]. *Ecology*. 2000. No. 5. pp. 323-332.
4. Vlasenko M.V., Kulik A.K. *Floristicheskoe raznoobrazie soobshchestv polynno-zlakovoy stepi Kalachevsko-Golubinskogo peschanogo massiva Volgogradskoy oblasti* [Floristic diversity of communities of the sagebrush-grass steppe of the Kalachevsko-Golubinsky sandy massif of the Volga-Gradska region]. *Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: Science and Higher professional education*. 2022. No. 1 (65). pp. 99-111.
5. Gael A.G., Smirnova L.F. *Vliyaniye deyatelnosti vetra na vodno-fizicheskie svoystva pochv Dono-Archedinskogo peschanogo massiva* [Influence of wind activity on water-physical properties of the Don-Archeda interfluvial sand massifs]. *Eroziya pochv i ruslovyye protsessy* [Soil erosion and riverbed processes]. Publishing House of Moscow State University, 1973. Issue 3. pp. 6-22.
6. Gael' A.G., Smirnova L.F. *Peski i peschanye pochvy* [Sands and sandy soils]. Moscow. GEOS Publ. house. 1999. 252 p.
7. Gael' A.G., Trushkovskiy A. L. *Vozrast i klassifikatsiya pochv na eolovyykh peskakh stepnoy zony* [Age and classification of soils on aeolian sands of the steppe zone]. *Proceedings of AS USSR, Geogr.series*. 1962. No. 4. pp. 28-42.
8. Grishchenko M.P. *Neogenovye i chetvertichnye terrasy Dona* [Neogene and quaternary terraces of the Don]. *Bulletin of MSoNT, geography*. Dept. 1939. Vol. XVII(b). pp. 68-96.
9. Kulik A.K., Balkushkin R.N. *Tipy vodnogo rezhima peschanykh massivov reki Don* [Types of water regime of the Don river sandy massifs]. *Arid ecosystems*. 2022. T 28. No. 4 (93). pp. 37-45.
10. Kulik K.D. *Analiz dinamiki pochvenno-rastitel'nogo pokrova Archedo-Donskikh peskov* [Soil and vegetation cover of the Archeda-Don interfluvial sands dynamics analysis]. *Sovremennyye problemy izucheniya pochvennykh i zemel'nykh resursov* [Contemporary problems of studying soil and land resources]. 2022. pp. 51-59.
11. Kulik K.N. *Agrolesomeliativnoye kartografirovaniye i fitoekologicheskaya otsenka aridnykh landshaftov* [Agroforestry mapping and phytoecological assessment of arid landscapes]. Volgograd. 2004. 248 p.
12. Kulik K.N., Salugin A.N. *Modelirovaniye deflyatsii aridnykh pastbishch s pomoshch'yu markovskikh tsepej* [Arid pastures deflation modeling using Markov chains]. *Ecosystems: ecology and dynamics*. 2017. No. 1(4). pp. 5-22.
13. Kulik N.F. *Vodnyy rezhim peskov aridnoy zony* [The water regime of the arid zones sands]. Leningrad. "Gidrometeoizdat" Publ. house. 1979. 280 p.
14. Manaenkov A.S. *Lesomeliatsiya aren zasushlivoj zony* [Forest reclamation of arid zone arenas]. 2nd edition revised and supplemented. Volgograd. FSC of agroecology RAS Publ. house. 2018. 428 p.
15. Tyutyuma N.V. et al. *Meliorativnaya effektivnost' kustarnikovyykh kulis na aridnykh pastbishchakh yuga Rossii* [Meliorative efficiency of shrubby coulisses on the south of Russia arid pastures]. *Arid ecosystems*. 2020. Vol. 26. No. 1(82). pp. 62-68.
16. Polynov B.B. *Geograficheskie raboty* [Geographical works]. Moscow. "Geografiya" Publ. house. 1952. 399 p.
17. *Spravochnik agrolesomeliatora* [Handbook of agroforestry meliorator]. Edited by Candidate of Agricultural Sciences A. F. Kalashnikov; All-Union. Academy of Agricultural Sciences named after V. I. Lenin. Department of forestry and agroforestry. Moscow. *Lesnaya promyshlennost'* Publ. house. 1971. 270 p.
18. *Fiziko-geograficheskoye rajonirovaniye SSSR. Kharakteristika regional'nykh edinits* [Physical and geographical zoning of the USSR. Characteristics of regional units]. Edited by N. A. Gvozdetzky. Moscow. Publishing house of MSU. 1968. 576 p.
19. Bachmair S., Kohn I., Stahl K. Exploring the link between drought indicators and impacts. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2015. Vol. 15. P.1381-1397.
20. Bai Z.G., Dent D.L., Olsson L. and Schaeppman ME. Global assessment of land degradation and improvement. 1. Identification by remote sensing. Report 2008/01, ISRIC – World Soil Information, Wageningen, 2008.
21. Salugin A.N., Vlasenko M.V. Mathematical models of the dynamic stability of arid pasture ecosystems in the south of Russia. *Agronomy*. 2022. No. 12(6). pp. 1448. DOI: 10.3390/agronomy12061448
22. Singh A. Digital Change detection techniques using remotely sensed data. *Internal. J. Remote Sensing*. 1989. V. 10. No. 6. p. 989-1003.

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

УДК 630.232.22

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.006.38-45

Условия функционирования агролесоландшафтов Доно-Чирского междуречья

Максим Михайлович Кочкарь ✉, к.с.-х.н., e-mail: mmk_7@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1458-0731,

Ольга Михайловна Воробьева, к.с.-х.н., ORCID: 0000-0001-6299-4977,

Анастасия Васильевна Вдовенко, к.с.-х.н., ORCID: 0000-0003-2253-3783,

Валентина Павловна Воронина, д.с.-х.н., ORCID: 0000-0002-3441-5314 –

ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет,

e-mail: volgau@volgau.com, 400062, пр. Университетский 26, г. Волгоград, Россия

Аннотация. Актуальность темы обусловлена высокой долей эрозионно-опасных агроландшафтов в границах Доно-Чирского междуречья. При ведении адаптивно-ландшафтного земледелия необходим учет ландшафтно-экологических особенностей территории при осуществлении планирования и проектирования противоэрозионных мероприятий и расчета необходимых площадей для создания защитных лесных насаждений. Целью исследований являлось определение условий функционирования водосборов на территории исследований с использованием лабораторных и полевых методов. Новизна исследования заключалась в применении комплексного подхода в оценке условий функционирования водосборов, включая геоморфологические, почвенные и климатические характеристики. При изучении элементов рельефа, почвенных условий, таксационных характеристик защитных лесных насаждений применялись общепринятые методики. Объектами исследований являлись агролесоландшафты Доно-Чирского междуречья. По результатам исследований дана оценка условиям функционирования на тестовом полигоне «Нижеосиновский», выявлена обеспеченность водосборов лесными насаждениями, которые представлены полезащитными и противоэрозионными лесными полосами. Определена экспозиция склонов, расчлененность территории, пространственное распределение сельскохозяйственных угодий по эрозионным фондам на территории тестового полигона. Полученные данные дают возможность их использования при лесомелиоративном обустройстве агроландшафтов, затронутых деградационными процессами. Актуализированные данные ландшафтно-эрозионных характеристик и лесомелиоративной обеспеченности будут способствовать формированию предложений землепользователям и фермерам по лесомелиоративному обустройству и комплексной защите агроландшафтов.

Ключевые слова: агролесоландшафт, водосбор, защитные лесные насаждения, лесомелиоративное обустройство, рельеф, эрозионный фонд.

Цитирование. Кочкарь М.М., Воробьева О.М., Вдовенко А.В., Воронина В.П. Условия функционирования агролесоландшафтов Доно-Чирского междуречья // Научно-агрономический журнал. 2023. № 1 (120). С. 38-45. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.006.38-45

Поступила в редакцию: 08.02.2023

Принята к печати: 10.03.2023

Введение. На юго-востоке Европейской территории России с высокой долей сельскохозяйственных угодий в структуре земельных ресурсов, неблагоприятными почвенно-климатическими условиями, усложненными интенсивными технологиями ведения аграрного производства существуют предпосылки к развитию деградации почв, снижению устойчивости агроландшафтов [1,3,11].

Сельскохозяйственные угодья в Волгоградской области занимают около 25% от общей площади региона, при этом значительная часть пашни и пастбищ, уже подвержено процессам деградации [4]. Среднегодовые темпы потерь почвы от эрозии по ландшафтными зонам региона составляют 3-5 т/га, превышая допустимые нормативные величины [2]. Доно-Чирское междуречье занимает площадь около 10 тыс. км² (1 млн га) и расположено в западной части Волгоградской области. Территория в геоморфологическом плане приурочена к Восточно-Донской пластово-ярусной гряде (рисунок 1).

Рассматриваемая территория является репрезентативным объектом для исследований эрозионных процессов и применения противоэрозионной лесной мелиорации [5, 10, 12].

Доно-Чирское междуречье характеризуется высокими показателями расчлененности рельефа (до 3,8 км/км²) и объемами эрозионных потерь (до 5 т/га в год). Земельные ресурсы междуречья в основном используются под пашню. На пахотных склонах при имеющихся значительных уклонах и расчлененном рельефе происходит усиление эрозионных процессов, снижение плодородия почв. При противоэрозионном обустройстве агроландшафтов основополагающим мелиоративным приемом, образующим экологический каркас территории, является лесная мелиорация [1, 6, 7].

Картографическое обеспечение при лесомелиоративном обустройстве ландшафтов повышает эффективность планирования и проектирования почвозащитных приемов, способствует снижению



Рисунок 1. Доно-Чирское междуречье в пределах Волгоградской области

темпов эрозии, формированию устойчивых эрозионно-безопасных агролесоландшафтов [1, 8, 9].

Использование в исследованиях водосборного подхода подразумевало выбор в качестве тестового полигона территорию типового водосборного бассейна, с характерными ландшафтно-эрозионными показателями. В качестве тестового выбран полигон «Нижнеосиновский» Суровикинского района Волгоградской области, площадью 15150 га, являющейся водосбором балки Осиновки, левого притока р. Чир.

Цель исследований заключалась в выявлении условий функционирования водосборов Доно-Чирского междуречья, подверженных эрозионным процессам.

В задачи исследований входило изучение рельефа территории, видов текущего агрохозяйственного использования в границах данного водосбора.

Материалы и методика исследований. Оценка водосборного бассейна Доно-Чирского междуречья обусловлена анализом агрохозяйственной ситуации и полевыми ландшафтными исследованиями и охватывала период 2010-2020 гг., который характеризовался активизацией использования обрабатываемых земель с применением интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе на склонах.

Границы водосборной площади региона соответствуют географическим координатам: северная часть – 49°36' с.ш., 42°00' в.д., южная – 48°26' с.ш., 43°10' в.д., западная – 49°21' с.ш., 42°01' в.д., восточная – 49°09' с.ш., 44°01' в.д. Объектом исследований являлись агроландшафты Доно-Чирского междуречья.

Методологической основой изучения агроландшафтов являлось применение комплексного подхода, сочетающего картографирование и дан-

ные полевых исследований (геоморфологических, геоботанических, почвенных и др.). Осуществлен анализ ландшафтно-эрозионных характеристик водосборов на базе имеющихся методик [5, 9].

Длина эрозионных форм рельефа (L, км) верхней части гидрографической сети определялась картографическими методами. Измерения дины водотоков проводились по тальвегам, с притоками, как на приводораздельном эрозионном фонде, так и в суходольно-балочной сети в границах гидрографического фонда.

Коэффициент эрозионной расчлененности территории (R) находился по формуле (км/км²):

$$R = \frac{L}{S}$$

где S – площадь водосбора, км².

Полевые исследования проводились в летний период, включали в себя ландшафтное профилирование и таксацию имеющихся на участке защитных лесных насаждений (ЗЛН). Таксационные показатели определялись по общепринятым в агролесомелиорации методикам [1]. Анализ лесоводственно-мелиоративной оценки лесонасаждений проводился по Е.С. Павловскому [1].

На тестовом полигоне определялись площади пахотных угодий, пастбищ, овражно-балочной сети, ЗЛН, дорожной сети и др., анализировались особенности выделенных объектов. Для тематического картографирования использовались топографические карты М 1:100000 (М-138-122) satmaps.info/genshtab.

Ландшафтный профиль закладывался по линиям тока с захватом всех эрозионных фондов. При прохождении ландшафтных профилей использовался нивелир и GPS-навигатор Garmin Montana 700, почвенные карты землепользований (М 1:25000).

Результаты и их обсуждение. На территории Доно-Чирского междуречья в подзоне каштановых почв на водосборе «Нижнеосиновский» осуществлялись комплексные ландшафтные исследования. На исследуемой территории отмечается активизация эрозионных процессов в связи с увеличением площади паров и посевов пропашных культур без учета ландшафтно-эрозионных особенностей территории. В последнее время отмечаются возросшие потери плодородного слоя почвы из-за возрастания количества ливневых осадков в теплый период года, что способствует усилению эрозионных процессов.

Для водосбора была составлена схема сельскохозяйственных угодий и уточнены их границы (рисунок 2).

Тестовый полигон характеризуется преобладанием средне- и тяжелосуглинистых каштановых почв различной степени эродированности. В почвенном слое мощностью 0,2-0,3 м содержание гумуса составляет 2-3 %.

В ходе геоботанического обследования установлено, что в верховье балки Осиновка есте-



Рисунок 2. Схема распределения сельскохозяйственных угодий на тестовом полигоне «Нижнеосиновский»

ственно произрастает древесно-кустарниковая растительность в виде дубравы. Первый ярус, помимо дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), также занимает липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.). В составе подлесочных пород встречаются боярышник однопестичный (*Crataegus monogyna* L.), клен татарский (*Acer tataricum* L.), тёрн (*Prunus spinosa* L.), вишня степная (*Cerasus fructosa* (Pall) G.), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosus* L.) и другие виды.

На ключевом участке ЗЛН представлены полезашитными, прибалочными и придорожными лесополосами. Большинство насаждений создавалось в 1970-х годах прошлого столетия. В полезашитных лесных полосах произрастают в качестве преобладающей породы робиния лжеакация

(*Robinia pseudoacacia* L.) и вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.), где в крайний ряд высажена смородина золотая (*Ribes aureum* Pursh.). Также встречаются лесные полосы из клена ясенелистного и робинии, вяза и робинии, образуя смешанные насаждения (таблица 1).

Анализ состояния лесных полос показал, что к 45-50 годам доля сухoverшинных и сухостойных деревьев достигает 50-80%. Неудовлетворительное состояние древостоя связано с достижением растений предельного возраста для сухостепной зоны. Современная сохранность ЗЛН - 50% и ниже. Прибалочные насаждения также находятся в неудовлетворительном состоянии. Отдельно можно выделить понижения, где сформировались группы из 5-15 деревьев с хорошими таксационными показателями и габитусом.

Таблица 1. Таксационные характеристики ЗЛН на тестовом полигоне «Нижнеосиновский», возраст 45-50 лет

Вид насаждений	Площадь, га	Породный состав	Рядность	Высота, м	Диаметр, см	Доля сухих и усыхающих деревьев, %	Сохранность, %	Лесоводственно-мелиоративная оценка [2]
Полезашитные	8,7	5Кля 5Ро	7	8,0 6,5	18 12	50	50	3а
	2,9	10Ро	6	7,0	10	50	50	3а
Прибалочные	1,6	5Ро 5Вп	12	8,0	10 8	60	40	3а
	0,5	10 Вп	5	7,0	14	80	20	1
Придорожные	6,3	10 Вп	7	8,0	10	50	40	2

Анализ состояния лесных полос показал, что к 45-50 годам доля суховершинных и сухостойных деревьев достигает 50-80%. Неудовлетворительное состояние древостоя связано с достижением растений предельного возраста для сухостепной зоны. Современная сохранность ЗЛН - 50% и ниже. Прибалочные насаждения также находятся в неудовлетворительном состоянии. Отдельно можно выделить понижения, где сформировались группы из 5-15 деревьев с хорошими таксационными показателями и габитусом.

Картографический анализ показал, что овражно-балочная расчлененность водосбора «Нижеосиновский» составила 1,8 км/км², что характеризует данную территорию как потенциально эрозионно-опасную. Показатели естественной лесистости водосбора составили 1,5%, полезационная лесистости - 0,1%. Отсутствие лесоводственных уходов за насаждениями и проявление неблагоприятных климатических условий негативно сказались на состоянии ЗЛН.

Исследование межкомпонентных связей для тестового полигона проводилось на ландшафтном профиле длиной 6 км, проложенном поперек простираения б. Осиновки (рисунок 3).

Ландшафтный профиль на большей своей части проходит через пахотные угодья, и лишь на склонах балок появляется естественная травянистая растительность, представленная типчаково-бедноразнотравными ассоциациями, использующимися под пастбища.

На всем протяжении профиля встречаются каштановые почвы среднесуглинистого и тяжелосуг-

глинистого гранулометрического состава различной степени смывости: для приводораздельного эрозионного фонда - это несмытые и слабосмытые, для присетевого - средне- и сильносмытые почвы. По склонам и днищу балок выделяются аллювиальные легкосуглинистые и суглинистые почвы.

Синтез данных топографической картографической основы и натуральных ландшафтных исследований представлен на схеме эрозионного фонда тестового полигона (рисунок 4).

Известно, что крутизна и экспозиция склона во многом определяют развитие и активность эрозионно-гидрологического процесса, оказывают влияние на микроклимат, почвенно-растительный покров. Теневые склоны С, СЗ, СВ, и В экспозиции имеют коэффициент инсоляции ($K_{инс}$): С - 0,5; СЗ - 0,8; СВ - 0,7; В - 0,9; световые склоны Ю, ЮВ, ЮЗ и З - характеризуются следующими коэффициентами: Ю - 1,5; ЮЗ - 1,2; ЮВ - 1,1; З - 1,0 [1]. Поэтому при использовании под пашню склонов крутизной свыше 3° обязательным условием является учет их экспозиций, а также почвозащитных способностей возделываемых культур, типов севооборотов, расстояний между линейными противоэрозионными рубежами (стокорегулирующие полосы, простейшие ГТС и др.).

В условиях тестового полигона представлены склоны световых и теневых экспозиций. На водосборе «Нижеосиновский» преобладают южные, западные и юго-западные склоны с долей распространения 74,8% от общей площади.

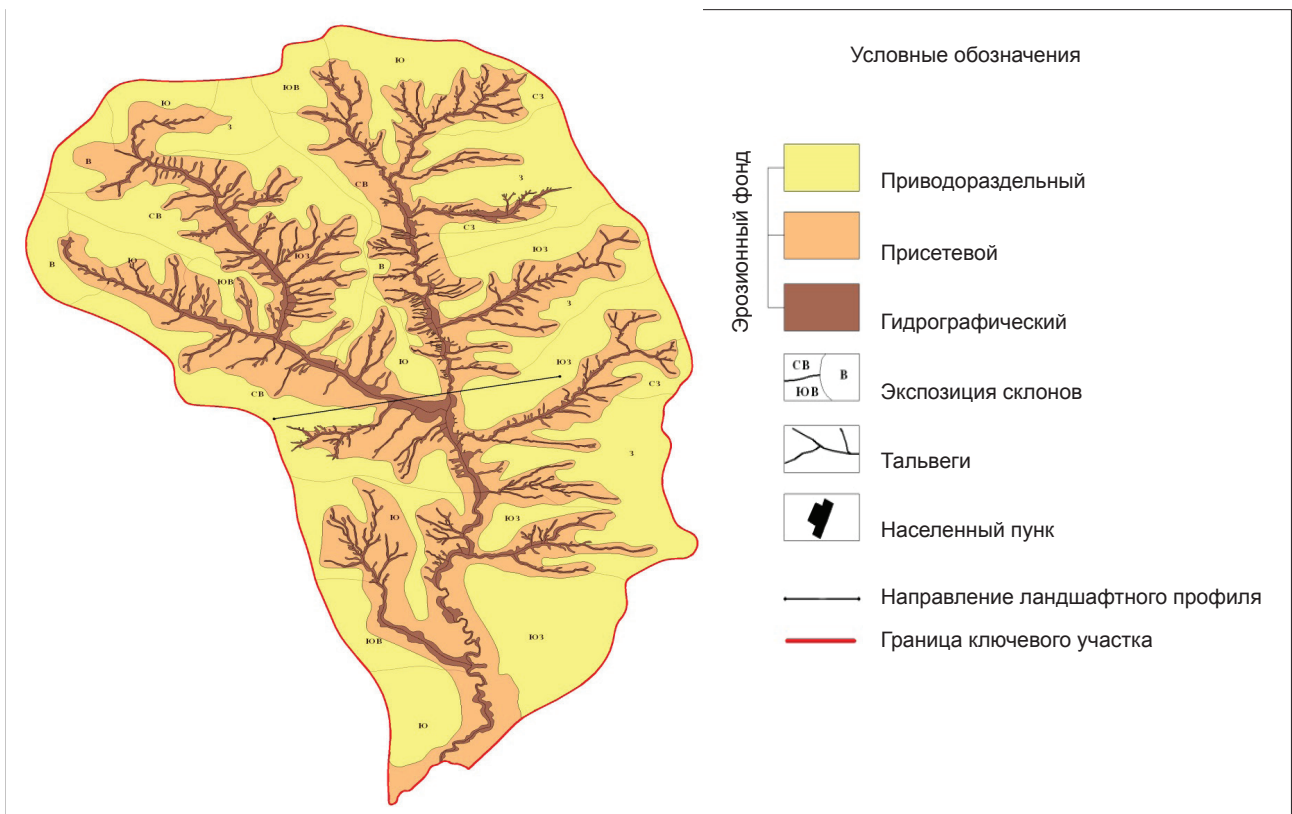
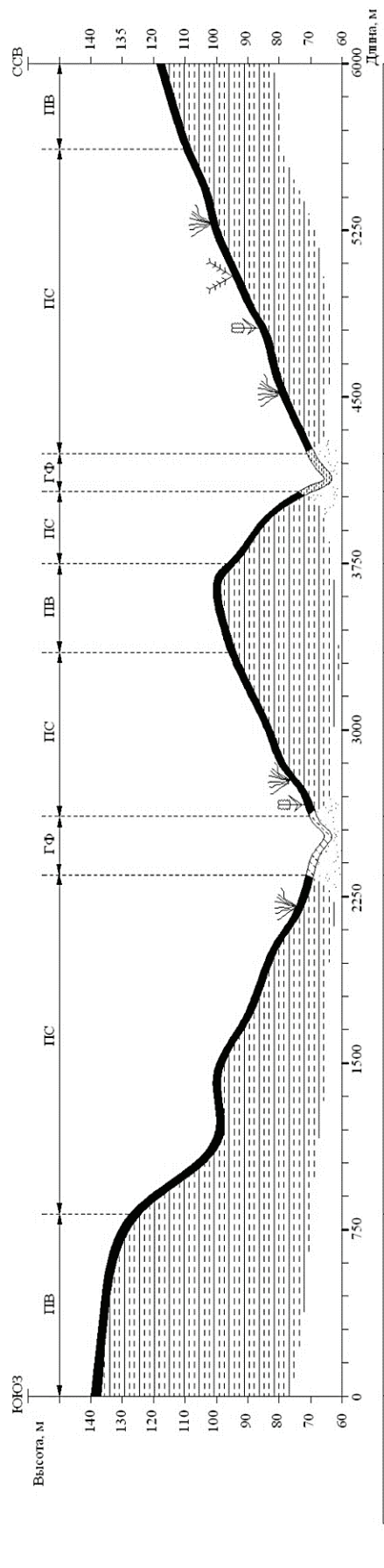


Рисунок 4. Схема эрозионного фонда тестового полигона «Нижеосиновский»



Элемент рельефа	Слабовольнистая вершина плакора	Пологий склон СВ экспозиции	Балка	Пологий склон ЮЗ экспозиции	Плоскор	Покатый склон СВ экспозиции	Балка	Пологий склон Ю-З экспозиции	Плакор
Угодье	Пашня	Пастбище	ГЛФ	Пастбище	Пашня	Пашня	Пашня	Пастбище	Пашня
Наименование почвенного комплекса	Каштановые солонцеватые среднесмытые слабосмытые с солонцами каштановыми мелкими 10-25%	Каштановые маломощные среднесмытые с солонцами каштановыми глубокими 25-50%	Почвы балок	Каштановые маломощные с солонцами каштановыми глубокими 25-50%	Средне-смытые	Средне-смытые	Почвы балок	Каштановые с солонцами каштановыми мелкими среднесмытые сильноразмытые	Каштановые с солонцами каштановыми мелкими слабосмытые
	Гранулометрический состав	Средний и тяжелый суглинок	Легкосуглинистый	Средний и тяжелый суглинок	Средний и тяжелый суглинок	Средний и тяжелый суглинок	Суглинок	Средний и тяжелый суглинок	Средний и тяжелый суглинок
Почвообразующие породы	Четвертичные тяжелые суглинки и глины	Четвертичные тяжелые суглинки и глины	Верхне-четвертичные пески	Четвертичные тяжелые суглинки и глины	Четвертичные тяжелые суглинки и глины	Четвертичные тяжелые суглинки и глины	Четвертичные тяжелые суглинки и глины	Четвертичные тяжелые суглинки и глины	Четвертичные тяжелые суглинки и глины
	Сельскохозяйственные культуры	Типчакowo-бедноравнотравные ассоциации	Остатки дубравы	Типчакowo-бедноравнотравные ассоциации	Сельскохозяйственные культуры	Сельскохозяйственные культуры	-	Типчакowo-бедноравнотравные ассоциации	Сельскохозяйственные культуры

Рисунок 3. Ландшафтный профиль через тестовый полигон «Нижнеосиновский»

Эрозионный фонд: ПВ – привородезельный; ПС – присетево; ГФ – гидрографический.
 Гранулометрический состав почв: 1 – тяжелосуглинистый; 2 – легкосуглинистый; 3 – суглинистый; 4 – супесчаный.
 Почвообразующие породы: 5 – четвертичные эоловые пески; 6 – четвертичные суглинки и глины.
 Доминирующая растительность: 7 – типчак; 8 – житняк гребневидный; 9 – полын белая

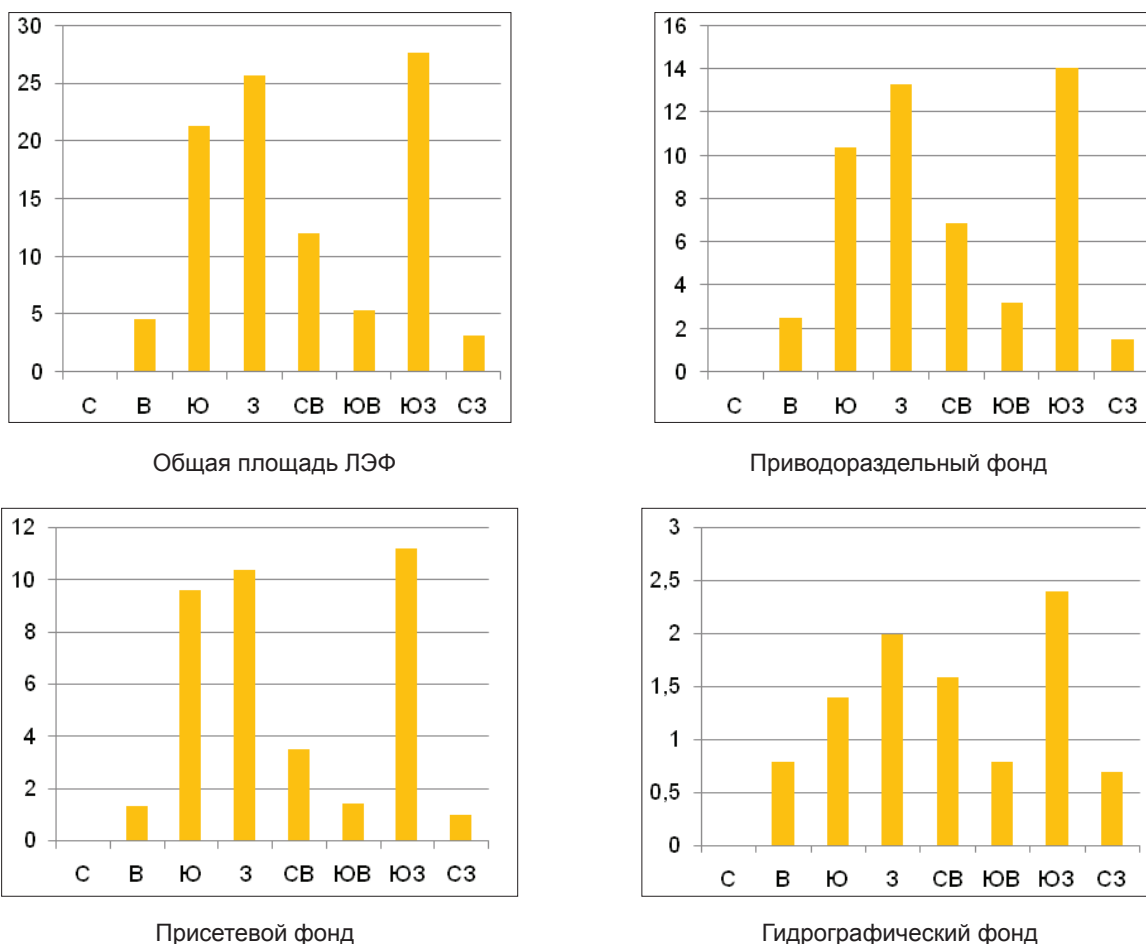


Рисунок 5. Распределение земель эрозионных фондов по экспозиции склонов на тестовом полигоне «Нижеосиновский», %

Информация об эрозионных фондах графически представлена в виде распределения склонов тестового полигона в зависимости от их экспозиции (рисунок 5).

Статистическая обработка показала, что при среднем значении 1894 га, стандартное отклонение по экспозиции склонов составило 1554 га.

В условиях водосбора «Нижеосиновский» распространены преимущественно склоны крутизной менее 3° относящиеся к приводораздельному эрозионному фонду, доля которых равна 51,9 % (7860 га). Данные земли в основном используются под пашню, за вычетом песчаных земель на юге участка. Площадь овражно-балочной сети в пределах водосбора составляет 9,7%.

Статистическая обработка показала, что при среднем значении площади эрозионных фондов 5050 га, стандартное отклонение по площади составило 2665 га. Длина склонов западных и юго-западных направлений изменяется от 800 до 4000 м, в среднем равняясь 2615 м, длина восточных и северо-восточных склонов не превышает 1000 м, в среднем составляя 861 м.

Для оценки пахотных склонов тестового полигона «Нижеосиновский» был выбран 41 разноориентированный склон, на которых подсчитана протяженность эрозионной сети с учетом имеющейся экспозиции (рисунок 6).

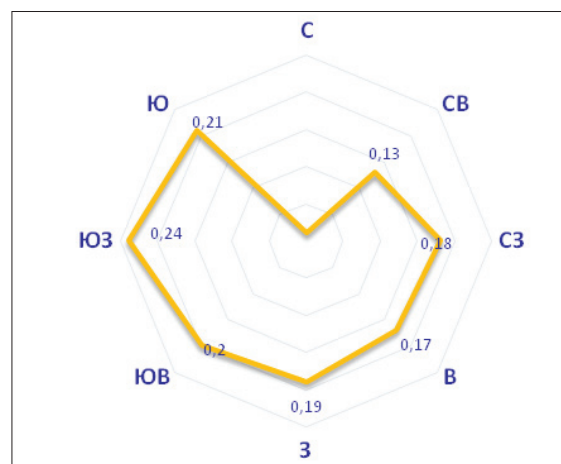


Рисунок 6. Распределение ложбинной сети по экспозиции склонов на тестовом участке «Нижеосиновский», км/км²

Результаты исследований указывают на выраженную эрозионную сеть на пахотных склонах южных экспозиций, где отмечается активное развитие процессов водной эрозии и высокие показатели эродированности почв. Статистическая обработка показала, что при среднем значении эрозионной сети 0,165 км/км², стандартное отклонение по экспозиции составило 0,069 км/км². Следствием формирующихся ландшафтно-эрозионных различий на световых и теневых склонах

является необходимость их дифференцированно-сельскохозяйственного использования с учетом имеющихся различий, в том числе при лесомелиоративном обустройстве.

На пахотных склонах, в пределах присетевого эрозионного фонда, при наличии средне- и сильно смытых почв, необходимо осуществить лесомелиоративное обустройство согласно существующим нормативным рекомендациям. Особенно это важно для эрозионно-опасных склонов световых экспозиций (Ю, ЮВ, ЮЗ и З).

Заключение.

1. Картографическая оценка с использованием полевых ландшафтных методов показывает их перспективность для территорий с высокой аграрной освоенностью (долей пашни). Для водосборов Доно-Чирского междуречья с высокой эрозионной расчлененностью рельефа апробированы новые подходы, повышающие эффективность и качество оценки агролесоландшафтов, их лесомелиоративного обустройства. Биоэкологическое состояние существующих ЗЛН является неудовлетворительным, вследствие чего они не выполняют почвозащитные функции в полном объеме и требуют реконструкции. Существующий дефицит лесомелиоративной обеспеченности агроландшафтов рекомендуется восполнить до нормативных показателей.

2. Анализ водосбора «Нижнеосиновский» площадью 151,5 км² (15150 га) показал, что эрозионная расчлененность рельефа в среднем составляет 1,8 км/км². На участке доля склонов световых экспозиций составляет 80,2%, теневых – 19,8%. На пахотных склонах световых экспозиций показатели развитости потяжинной (ложбинной) сети выше по сравнению с теневыми, что должно учитываться при их противозерозионном лесомелиоративном обустройстве.

Литература:

1. Агроресомелиорация / изд .5-е дораб. и доп./ под ред. академиком РАСХН А.Л. Иванова и К.Н. Кулика; ВНИАЛМИ. - Волгоград, 2006. 746 с.

2. Барабанов А.Т., Узолин А.И., Кулик А.В., Кочкар М.М. Теоретические кривые вероятности превышения поверхностного стока талых вод и стокорегулирующая роль зяби на каштановых и темно-каштановых почвах Волгоградской области // Известия нижевожского аг-

роуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. №2 (42). С. 40-49.

3. Беляков А.М., Кошелев А.В., Назарова М.В. Методика оценки экологической сбалансированности агроландшафтов сухостепной зоны каштановых почв Волгоградской области // Аридные экосистемы. 2022. Т. 28. №1 (90). С. 125-130. DOI: 10.24412/1993-3916-2022-1-125-130

4. Кочетов И.С., Барабанов А.Т., Гаршинев Е.А., Зыков И.Г. и др. Агроресомелиоративное адаптивно-ландшафтное обустройство водосборов – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1999. 84 с.

5. Кочкар М.М., Воробьева О.М., Вдовенко А.В. Дистанционная ландшафтно-эрозионная оценка и агролесомелиоративная обеспеченность водосборов // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. №4 (48). С. 91-99.

6. Кулик А.В., Воронина В.П., Узолин А.И. Опыт формирования агролесомелиоративной системы на правом берегу среднего Дона с целью повышения продуктивности агроэкосистем // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 3 (55). С. 142-152. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-18

7. Кулик К.Н., Кошелев А.В. Методическая основа агролесомелиоративной оценки защитных лесных насаждений по данным дистанционного мониторинга // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7. №3 (27). С. 107-114.

8. Манаенков А.С., Жданов Ю.М., Вдовенко А.В. Реконструкция закустаренных пастбищ балочно-речных долин // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. №4 (44). С. 70-76.

9. Рулев А.С., Юферев В.Г., Юферев М.В. Геоинформационное картографирование и моделирование эрозионных ландшафтов – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2015. 150 с.

10. Шинкаренко С.С., Ткаченко Н.А., Юферев В.Г. Геоинформационный анализ хозяйственного освоения бассейна реки Дон // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2022. №3. С. 73-86.

11. Kulik K.N., Rulev A.S., Yuferev V.G. Geoinformation analysis of desertification hotspots in Astrakhan oblast. *Arid Ecosystems*. 2013. 3. 184-190. DOI:10.1134/S2079096113030074

12. Ovchinnikov A.S., Litvinov E.A., Rulev A.S., Fomin S.D., Kochkar' M.M., Vorob'eva O.M. Remote cartographic assessment of the erosion condition of agrolandscapes. *Journal of Forest Science*. 2017 (63): 485-489. DOI: 10.17221/71/2016-JFS

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.006.38-45

Functioning Conditions of the Don-And-Chir Interfluve Agroforestry Landscapes

Maxim M. Kochkar[✉], Cand. Sci. (Agr.), e-mail: mmk_7@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1458-0731

Olga M. Vorobieva, Cand. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0001-6299-4977

Anastasia V. Vdovenko, Cand. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0003-2253-3783

Valentina P. Voronina, Dr. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0002-3441-5314

“Volograd State Agricultural University”, e-mail: volgau@volgau.com, 400062, Universitetskiy Prospekt, 26, Volgograd, Russia

Abstract. The relevance of the topic is due to a high share of erosion threatening agricultural landscapes within the boundaries of the Don-and-Chir interfluve.

When maintaining adaptive landscape agriculture, it is necessary to take into account the landscape and ecological characteristics of the territory in the

implementation of planning and designing anti-erosion measures and calculating the necessary areas for creating protective forest plantations. The purpose of the research was to determine the conditions for the functioning of catchment areas in the research territory using laboratory and field methods. The novelty of the research was in the application of an integrated approach in assessing the conditions of functioning of catchment areas, including geomorphological, soil and climatic characteristics. Generally accepted methods were used in the research of relief elements, soil conditions, and taxation characteristics of protective forest stands. The objects of research were agroforestry landscapes of the Don-and-Chir interfluvium. According to the results of the research, the assessment of the functioning conditions at the test site "Nizhnesosinsky" was given, the provision of catchment areas with forest plantations, which are represented by protective and anti-erosion forest belts, was revealed. The exposure of the slopes, topography dissection of the territory, the spatial distribution of agricultural land by erosion funds on the territory of the test site were determined. The data obtained make it possible to use them in the forest reclamation arrangement of agrolandscapes affected by degradation processes. Updated data on landscape and erosion characteristics and sufficiency of forest reclamation measures will contribute to the formation of proposals to land users and farmers on forest reclamation arrangement and integrated protection of agricultural landscapes.

Keywords: agroforest landscape, catchment area, protective forest plantations, forest reclamation, relief, erosion fund

Citation. Kochkar M.M., Vorobieva O.M., Vdovenko A.V., Voronina V.P. Functioning Conditions of the Don-And-Chir Interfluvium Agroforestry Landscapes. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 1(120). pp. 38-45. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.006.38-45

Received: 08.02.2023

Accepted: 10.03.2023

References:

1. *Agrolesomeliatsiya [Agroforestry]* / ed. 5th final. and additional / ed. Academicians of the Russian Academy of Agricultural Sciences A.L. Ivanov and K.N. Kulik; "VNIALMI Publ. house", Volgograd, 2006. 746 p.
2. Barabanov A.T., Uzolin A.I., Kulik A.V., Kochkar M.M. *Teoreticheskie krivye veroyatnosti prevysheniya poverkhnostnogo stoka talykh vod i stokoreguliruyushchaya rol' zhyabi na kashtanovykh i temno-kashtanovykh pochvakh Volgogradskoy oblasti* [Theoretical curves of the probability of exceeding the surface runoff of melt water and the runoff-regulating role of plowing on chestnut and dark chestnut soils of the Volgograd region]. Proceedings of the Lower-Volga

Agrouniversity Complex: Science and higher professional education. 2016. No 2 (42). pp. 40-49.

3. Belyakov A.M., Koshelev A.V., Nazarova M.V. *Metodika otsenki ekologicheskoy sbalansirovannosti agrolandschaftov sukhostepnoj zony kashtanovykh pochv Volgogradskoy oblasti* [Methodology for assessing the ecological balance of agrolandscapes in the dry steppe zone of chestnut soils in the Volgograd region]. *Arid Ecosystems*. 2022. V. 28. No. 1 (90). pp. 125-130. DOI: 10.24412/1993-3916-2022-1-125-130

4. Kochetov I.S., Barabanov A.T., Garshinev E.A., Zykov I.G. et al. *Agrolesomeliativnoe adaptivno-landshaftnoe obustroystvo vodosborov* [Agroforest reclamation adaptive-landscape arrangement of watersheds]. Volgograd. "VNIALMI Publ. house". 1999. 84 p.

5. Kochkar' M.M., Vorob'eva O.M., Vdovenko A.V. *Distsionnaya landshaftno-erozionnaya otsenka i agrolesomeliativnaya obespechennost' vodosborov* [Remote landscape-erosion assessment and agroforest reclamation provision of watersheds]. Proceedings of the Lower-Volga Agrouniversity Complex: Science and higher professional education. 2017. No. 4 (48). pp. 91-99.

6. Kulik A.V., Voronina V.P., Uzolin A.I. *Opyt formirovaniya agrolesomeliativnoy sistemy na pravom beregu srednego Dona s tsel'yu povysheniya produktivnosti agroekosistem*. [Experience in the formation of an agroforestry system on the right bank of the middle Don in order to increase the productivity of agroecosystems]. Proceedings of the Lower-Volga Agrouniversity Complex: Science and higher professional education. 2019. No. 3 (55). pp. 142-152. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-18

7. Kulik K.N., Koshelev A.V. *Metodicheskaya osnova agrolesomeliativnoy otsenki zashchitnykh lesnykh nasazhdenij po dannym distantsionnogo monitoringa* [Methodical basis for agroforestry reclamation assessment of protective forest plantations according to remote monitoring data]. *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Lesotechnical journal]. 2017. Vol 7. No. 3 (27). pp. 107-114.

8. Manaenkov A.S., Zhdanov Yu.M., Vdovenko A.V. *Rekonstruktsiya zakustarenykh pastbishch balochno-rechnykh dolin* [Reconstruction of bushy pastures of gully-river valleys]. Proceedings of the Lower-Volga Agrouniversity Complex: Science and higher professional education. 2016. No. 4 (44). pp. 70-76.

9. Rulev A.S., Yuferev V.G., Yuferev M.V. *Geoinformation mapping and modeling of erosion landscapes - Volgograd: VNIALMI, 2015. 150 p.*

10. Shinkarenko S.S., Tkachenko N.A., Yuferev V.G. *Geoinformational analysis of the Don river basin economic development. Bulletin of the Moscow University. Series 5: Geography*. 2022. No. 3. pp. 73-86.

11. Kulik K.N., Rulev A.S., Yuferev V.G. *Geoinformation analysis of desertification hotspots in Astrakhan oblast. Arid Ecosystems*. 2013. 3. 184-190. DOI:10.1134/S2079096113030074

12. Ovchinnikov A.S., Litvinov E.A., Rulev A.S., Fomin S.D., Kochkar' M.M., Vorobieva O.M. *Remote cartographic assessment of the erosion condition of agrolandscapes. Journal of Forest Science*. 2017 (63): 485-489. DOI: 10.17221/71/2016-JFS

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

УДК 631.811.98+581.091

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.007.46-52

Влияние стимуляторов роста на лабораторную всхожесть семян и развитие всходов двух видов *Cytisus*

Елена Леонидовна Гричик✉, e-mail: grichik-e@vfanc.ru, м.н.с.,
ORCID 0000-0003-4478-6538;

Ольга Олеговна Жолобова, к.б.н., ORCID 0000-0002-1594-4181 –

«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения
Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), info@vfanc.ru,
400062, пр. Университетский, 97, г. Волгоград, Россия

Аннотация. У семян кустарниковых пород семейства *Fabaceae* длительный период покоя и очень низкий процент всхожести, поэтому применение стимуляторов роста необходимо. В последнее время в лесном хозяйстве при выращивании посадочного материала внедряются экологически безопасные стимуляторы роста химического, биологического и природного происхождения. Для исследования были выбраны Эпин-экстра, Циркон, Аминозол, Янтарная кислота, Борная кислота, Гиббереллиновая кислота. Воздействовали на семена Ракитника белого (*Cytisus albus* Насг.), Ракитника вечноного (*Cytisus scoparius* L.). Работа проводилась в 2022 году согласно ГОСТу-13056.6-97. По результатам исследования наиболее эффективным стимулятором роста для семенного материала *Cytisus albus* и *Cytisus scoparius* является Аминозол в концентрации 2 мл/200 мл воды с замачиванием на 24 часа. При использовании данного препарата удалось получить максимальные значения всхожести (30 % – *Cytisus scoparius* и 50 % – *Cytisus albus*), которые в 3 раза превысили показатели контрольной группы. Определена эффективность стимуляторов по отдельным параметрам (энергия или скорость прорастания): Циркон и Эпин-экстра для двух видов *Cytisus*, Борная кислота для *Cytisus scoparius*. В целом исследованные препараты можно рекомендовать для предпосевной обработки семенного материала данных видов кустарников.

Ключевые слова: стимуляторы роста, лабораторная всхожесть, энергия прорастания, корень, эпикотиль, гипокотиль, *Cytisus scoparius*, *Cytisus albus*.

Финансирование. Работа выполнена в рамках исполнения плана научно-исследовательской работы ФНЦ агроэкологии РАН № 122020100427-1 «Разработать научные основы сохранения и воспроизводства ценных генотипов древесных и кустарниковых растений в культуре in vitro».

Цитирование. Гричик Е.Л., Жолобова О.О. Влияние стимуляторов роста на лабораторную всхожесть семян и развитие всходов двух видов *Cytisus* // Научно-агрономический журнал. 2023. № 1 (120). С. 46-52. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.007.46-52

Поступила в редакцию: 23.01.2023

Принята к печати: 10.03.2023

Введение. В связи с возросшей антропогенной нагрузкой в последние годы ассортимент древесных растений, используемых в ЗЛН аридных земель, нуждается в обновлении. Особенно в условиях степи интродуценты в защитном лесоразведении используются еще недостаточно широко, ассортимент древесных и кустарниковых видов обеднен. Многие древесные виды применяются в защитном лесоразведении в ограниченных масштабах [4,11].

Значимую роль в формировании защитных лесонасаждений играют сопутствующие древесно-кустарниковые породы, которые обеспечивают большую плотность нижнего яруса, затенение почвы, снегозадержание, снижение скорости ветра, рост и устойчивость насаждений. Большую ценность в защитных лесонасаждениях представляют кустарники высотой от 1 до 3 метров [7].

Многочисленные результаты исследований, проведенные на различных видах древесно-кустарниковых пород, показывают положитель-

ный результат применения стимуляторов роста, которые не только способствуют повышению всхожести семян у различных растений, но и обеспечивают устойчивость сеянцев к неблагоприятным климатическим условиям [1,5,8,9]. Положительные результаты исследований по этой проблеме позволят оптимизировать работу по выращиванию посадочного материала в лесных питомниках.

Предпосевная обработка семян стимулирующими препаратами увеличивает процент всхожести и энергии прорастания, способствует повышению выживаемости, оказывает положительное влияние на развитие и рост проростков [9].

Эффективность применения стимуляторов роста на семенах древесной породы пихты маньчжурской в своих исследованиях рассматривают В.В. и Л.Ю. Острошенко [8,10]. По данным исследований водные растворы стимуляторов Рибав-экстра и Циркон в разных концентрациях благоприятно влияют на энергию прорастания, лабораторную

всхожесть и развитие исследуемых биометрических показателей растений. Рибав-Экстра при использовании в разных концентрациях оказал положительное влияние на энергию прорастания, составляющую 13,3–21,3 %, что в несколько раз превышало контроль [8,10].

Также исследование по влиянию стимуляторов роста на главных лесообразующих породах Сибири проводил М. А. Кириенко [5]. По результатам его исследования в сравнении с контролем, водные растворы стимуляторов Энерген, Иммуноцитопит, ОберегЪ, Циркон, Эпин-экстра, Экогель, Гетероауксин повышали всхожесть сосны обыкновенной, лиственницы сибирской, ели сибирской на 15-33%.

Цель работы: изучить влияние стимуляторов роста, различных по действующему веществу, на всхожесть семян *Cytisusscoparius*, *Cytisusalbus*.

Основные задачи исследования: оценить влияние стимуляторов роста, различных по действующему веществу, на всхожесть семян, энергию прорастания и биометрические показатели видов *Cytisus scoparius*, *Cytisus albus*; установить наиболее эффективный препарат для стимуляции прорастания данных видов.

Материалы и методы исследования. Объектами для исследования выбраны семена 2 видов кустарниковых пород семейства *Fabaceae*: Ракитник белый (*Cytisus albus* Hacg.), Ракитник венечный (*Cytisus scoparius* L.).

Ракитник венечный (*Cytisus scoparius* L.) – крупный, раскидистый кустарник высотой до 300 см с тонкими прямыми побегами, с ярко зелеными тройчатыми листьями и светло-желтыми двухсантиметровыми пазушными цветами. Готовясь к зимним холодам, зеленые листья опадают достаточно рано. Широко культивируемый вид, морозоустойчивый (выдерживает до -20 °С). Размножается семенами и вегетативно.

Ракитник белый (*Cytisus albus* Hacg.) – разветвленный кустарник от 50 до 100 см высотой. Побеги прямостоячие или восходящие, опушенные. Листья тройчатые, обратнойцевидной формы. Цветки белые собраны в головчатые соцветия. Цветет в июне – июле. Плодоносит в августе – сентябре. Размножается семенами и вегетативно [12].

Исследования проводили в трехкратной биоло-

гической повторности на базе лаборатории биотехнологий ФНЦ агроэкологии РАН (г. Волгоград) в 2022 году.

Для исследования отбирали визуально неповрежденные семена, которые перед применением стимулирующих препаратов обрабатывали водой при температуре 90 °С несколько минут и промывали в стерилизующем растворе: 1%-ный раствор $KMnO_4$ (перманганат калия) в течение 10 минут с последующим промыванием в проточной воде и подсушиванием до сыпучего состояния. Подготовленный семенной материал каждого вида замачивали в шести растворах стимуляторов роста: Эпин-экстра, Циркон, Аминозол, Борная кислота, Гиббереллиновая кислота, Янтарная кислота.

Стимулирующие препараты применяли согласно рекомендации производителя с временной экспозицией 4,6 и 24 часа (таблица 1), за контроль брали семена, замоченные в дистиллированной воде на 24 часа. По истечении временной экспозиции семена раскладывались в стерильные чашки Петри с увлажнённой марлевой подложкой, по необходимости для поддержания влажности подложку периодически смачивали дистиллированной водой.

Стимулятор роста Эпин-экстра – синтетический препарат широкого спектра воздействия, аналог природного фитогормона. Относится к классу регуляторов роста.

Циркон – природный регулятор роста и индуктор болезнеустойчивости. Активным веществом этого препарата является смесь гидроксикоричной кислоты, выделенной из лекарственной травы эхинацеи пурпурной. Препарат очень стабилен и хорошо растворяется в воде и органических растворителях.

Аминозол – жидкое органическое удобрение на основе белкового гидролизата с полным комплексом аминокислот для повышения урожайности, стимулирования роста, защиты от стрессов различных культур.

Борная кислота – слабая кислота. Представляет собой бесцветный, чешуйчатый порошок без запаха, растворимый в воде, глицерине, спирте, в растворах солей и минеральных кислотах. Повышает процент всхожести семян и стимулирует рост и развитие.

Таблица 1. Концентрации действующего вещества и временная экспозиция

п/п	Стимулятор (действующее вещество)	Концентрация действующего вещества	Время экспозиции, час
1	Эпин-экстра (24-эпибрасинолид)	0,05 мл/100 мл воды	4
2	Циркон (гидроксикоричные кислоты 0,1 г/л)	0,2 мл/100 мл воды	4
3	Аминозол (азот органически связанный - 9%, аминокислоты - 55%)	2 мл/200 мл воды	24
4	Янтарная кислота (бутандиовая кислота)	2 г / 1 л воды	6
5	Гиббереллиновая кислота (гиббереллиновая кислота 90%)	0,25 г / 100 мл воды	24
6	Борная кислота (д.в. борная кислота 98,6%)	0,2 г / 1 л воды	6

Гибериллиновая кислота – природный гормон роста, осуществляет регуляцию роста растений, способствует удлинению клеток и стеблей, увеличению высоты растений, ускоряет рост растений, стимулирует процесс пробуждения и прорастания семян.

Янтарная кислота – слабая органическая кислота, бесцветное кристаллическое вещество без запаха. Считается универсальным регулятором роста растений, стрессовым адаптогеном, активатором роста (Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации // Прил. к журн. «Защита и карантин растений». – М., 2004. С. 573.).

Семенной материал проращивали на фитостеллажах в течение 26-ти дней в лабораторных условиях согласно ГОСТ 13056.-97 при постоянной температуре 22-24 °С с освещенностью 70 мкмоль/с/м², фотопериод (16 ч/света и 8 ч/темноты).

Подсчет проростков лабораторной всхожести проводили на 10, 13, 16, 23, 26-ый день. В день подсчета проростков в карточку учёта заносили данные подсчета нормально проросших, загнивших и еще не проросших семян. Загнившие семена удаляли с подложки. Энергию прорастания подсчитывали на 13-й день проращивания [3].

Биометрические показатели: корень, гипокотиль, эпикотиль измеряли на 7 день после полного прорастания. Для измерений брали 5 растений с каждой повторности [6].

Отбор проб для эксперимента производили по методу отбора средних образцов по ГОСТ 13056.1 [2].

Скорость прорастания семян рассчитывалась по формуле [14]:

$$СПС = [(A1/1) + (A2/2) + (An/n)],$$

где: А – количество проросших семян в соответствующий день наблюдения; 1, 2, n – сутки, на которые выполняется наблюдение.

Полученные данные обрабатывались с использованием пакета программ Excel. Результаты подвергались статистической обработке и были представлены в виде средней арифметической с учетом ошибки среднего. Сравнение полученных результатов между собой проводилось с использо-

ванием непараметрического критерия Манна-Уитни. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. В процессе проведения исследования было выявлено, что замачивание семян в растворах стимуляторов оказывает положительное влияние на энергию прорастания и увеличение процента всхожести.

Высокие результаты по сравнению с контрольной группой были получены на вариантах с применением препаратов Эпин-экстра, Циркон, Аминозол. Препараты ускорили появление всходов на 5-8 дней. Остальные исследуемые препараты показали наименьший эффект.

Обработка семян стимуляторами Аминозол и Эпин-экстра показала максимальное число проросших семян: всхожесть 50 и 47,5 %. Также отмечена дружность всходов (энергия прорастания 17,5 и 25 %). Значительно высокая всхожесть (40 %) и скорость прорастания (0,5 шт/дни) получена с применением Циркона. Янтарная и Борная кислота также положительно повлияли на энергию прорастания – 17,5 и 25 %, всхожесть – 37,5 и 32,5% и скорость прорастания семян – 0,4 и 0,3 шт/дни. Гиббереллиновая кислота оказала наименьшее влияние, и не было значительных различий с контрольной группой. Несмотря на то, что всходы появились на 16-й день, дальнейшее прорастание было медленным по сравнению с другими вариантами (таблица 2).

При анализе исследуемых биометрических показателей отмечается положительная динамика нарастания проростков (рисунок 1). Активное нарастание проростков наблюдалось с применением стимуляторов Аминозол, Янтарная кислота, Циркон, Эпин-экстра. Менее активный рост по сравнению с контрольной группой отмечается с применением Гиббереллиновой кислоты и Борной кислоты.

Можно отметить, что в результате исследований применение стимуляторов роста оказывает влияние не только на энергию прорастания, лабораторную всхожесть и скорость прорастания семян, но и по-разному активизирует рост и развитие отдельных частей растения.

Таблица 2. Действие стимуляторов роста на показатели лабораторной всхожести *Cytisus albus*

Стимуляторы	Появление первых всходов, сутки	Энергия прорастания, %	Всхожесть семян, %	Скорость прорастания семян, шт/дни
Контроль	21	0±0	17,5±2,5	0,1
Эпин-экстра	13	25±5	47,5±7,5	0,4
Циркон	16	15±5	40±5	0,5
Аминозол	16	17,5±2,5	50±5	0,5
Борная кислота	16	25±5	32,5±2,5	0,3
Гиббереллиновая кислота	16	5±0	20±5	0,1
Янтарная кислота	16	17,5±2,5	37,5±2,5	0,4

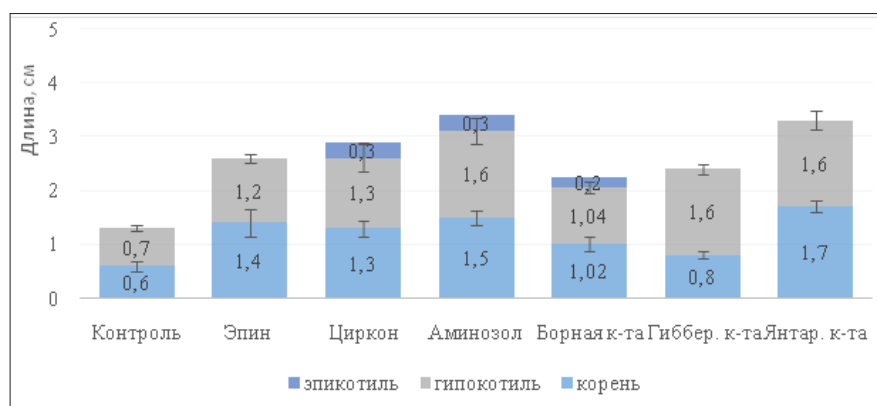


Рисунок 1. Результаты основных биометрических показателей проростков *Cytisus albus*

Таблица 3. Действие стимуляторов роста на показатели лабораторной всхожести *Cytisus scoparius* L.

Стимуляторы	Появление первых всходов, сутки	Энергия прорастания, %	Всхожесть семян, %	Скорость прорастания семян, шт/дни
Контроль	21	0±0	10±0	0,08
Эпин-экстра	13	20±5	30±5	0,3
Циркон	21	0±0	22,5±2,5	0,2
Аминозол	16	10±0	30±5	0,2
Борная кислота	16	10±5	25±0	0,2
Гиббереллиновая кислота	21	2,5±2,5	12,5±7,5	0,04
Янтарная кислота	21	0±0	32,5±7,5	0,2

Наилучшие средние показатели длины корней при обработке следующими препаратами: Янтарная кислота (1,7 см), Аминозол (1,5 см), Эпин-экстра (1,4 см), Циркон (1,3 см). С применением Янтарной кислоты, Циркона и Аминозола отмечалось активное образование корневой системы (корни 2 порядка) и хорошо развитый ровный гипокотиль. При использовании Борной кислоты и Эпина-экстра отмечалось, как правило, развитие одного прямого корня. На вариантах с применением Гиббереллиновой кислоты и в контрольной группе корневая часть была плохо развита и медленно росла. *C. scoparius* демонстрирует неоднозначную реакцию на стимулирующие препараты по сравнению с *C. albus*.

Обработка семян *C. scoparius* Янтарной кислотой, Эпином-экстра и Аминзолом дала максимальное число проросших семян: всхожесть 32,5 %, 30 % и 30 %. Эпин-экстра ускорил прорастание: первые всходы отмечены на 13 день и скорость прорастания – 0,3 шт/дни (таблица 3).

Высокая всхожесть (25%) и скорость прорастания (0,2 шт/дни) получены с применением Борной кислоты. Циркон также положительно повлиял на всхожесть, которая составила 22,5 %, и скорость прорастания семян – 0,2 шт/дни. Между вариантами с применением Гиббереллиновой кислоты и контролем не было значительных различий.

При анализе биометрических показателей *C. scoparius* отмечается положительная динамика нарастания проростков по длине. На рисунке 2 видно, что активное нарастание проростков наблю-

далось с применением стимуляторов Аминозол, Эпин-экстра и Янтарная кислота. Максимальная длина эпикотиля, гипокотиля и зародышевого корешка проростков *C. scoparius* получена с применением стимулятора Аминозол.

Средние результаты по размеру биометрических показателей видны с применением Циркона, Борной кислоты и Гиббереллиновой. Янтарная кислота и Аминозол способствовали активному росту и развитию корней второго порядка.

Анализируя полученные данные, очевидно, что применение исследуемых стимуляторов оказало положительное влияние на всхожесть и динамику прорастания семенного материала двух видов *Cytisus*. Для определения оптимального препарата, который оказывал благоприятное воздействие на все исследуемые параметры, была составлена сводная таблица 4, в которой положительный эффект отмечен знаком + и установлены количественные пороговые значения, характерные для каждого вида с учетом данных, полученных на контрольной группе, для адекватной оценки оказанного влияния.

Использование в качестве стимулятора Гиббереллиновой кислоты в концентрации 0,25 г/100 мл воды для семян двух изученных видов оказалось неэффективным, достоверно значимые различия между контрольной группой и данным препаратом отсутствовали ($p \geq 0,05$) по всем показателям. Для достижения стимулирующего эффекта необходимо изменить концентрацию или время воздействия препарата.

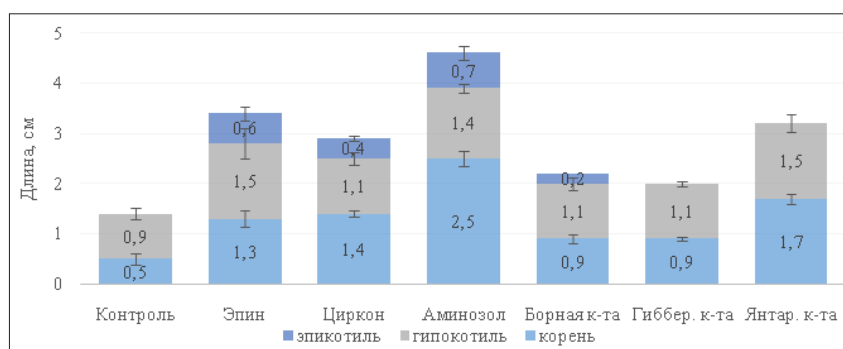


Рисунок 2. Результаты основных биометрических показателей проростков *Cytisus scorpius*

Таблица 4. Анализ эффективности применения стимуляторов роста по всем фиксируемым показателям всхожести двух видов *Cytisus*

Количественные и временные показатели	Эпин-экстра	Циркон	Аминозол	БК	ГК	ЯК
<i>Cytisus albus</i>						
Первые всходы (≤ 16 день)	+	+	+	+	+	+
Энергия прорастания (≥ 17,5 %)	+	-	+	+	-	+
Всхожесть (≥ 40%)	+	+	+	-	-	-
Скорость прорастания (≥ 0,5 шт/дни)	-	+	+	-	-	-
Длина проростка (≥ 2,6 см)	+	+	+	-	-	+
Развитие зародышевого корешка (≥ 1,4 см, наличие корней 2 порядка)	+	-	+	-	-	+
Формирование эпикотиля и настоящих листьев	-	+	+	+	-	-
<i>Cytisus scorpius</i>						
Первые всходы (≤ 20 день)	+	-	+	+	-	-
Энергия прорастания (≥ 10 %)	-	-	+	+	-	-
Всхожесть (≥ 22,5 %)	+	+	+	+	-	+
Скорость прорастания (≥ 0,25 шт/день)	+	+	+	+	-	-
Длина проростка (≥ 2,9 см)	+	+	+	-	-	+
Развитие зародышевого корешка (≥ 1,3 см, наличие корней 2 порядка)	+	+	+	-	-	+
Формирование эпикотиля и настоящих листьев	+	+	+	+	-	-

Примечание:

«+» – наличие положительного эффекта, «-» – отсутствие положительного эффекта

БК – Борная кислота; ГК – Гиббереллиновая кислота; ЯК – Янтарная кислота

Янтарная и борная кислоты, несмотря на статистически значимые различия с контрольной группой по энергии, всхожести и появлению первых всходов, в целом носили кратковременный характер стимулирующего действия и по отдельным параметрам уступали таким стимуляторам как Эпин-экстра, Циркон и Аминозол.

Заключение. Результаты проведенного исследования семенного материала кустарников *C. albus* и *C. scorpius* подтвердили необходимость использования стимулирующих препаратов для интенсификации процессов прорастания.

Несмотря на видоспецифичность ответной реакции исследуемых видов, используемые в работе стимуляторы можно разделить на три группы:

1. Эффективные по всем изученным параметрам.

К ним относится Аминозол в концентрации 2 мл/200 мл воды с временной экспозицией в 24 часа. При использовании данного препарата для двух видов *Cytisus* значения всхожести повысились в 3 раза по сравнению с контрольной группой. Аминозол положительно повлиял и на развитие самих проростков. Ускоренные темпы роста и развития зародышевого корешка, раскрытие семядолей и формирование эпикотиля с настоящими листьями позволят обеспечить получение хорошо развитого посадочного материала *Cytisus*. Данный препарат можно рекомендовать в качестве эффективного стимулятора роста при семенном размножении двух видов *Cytisus*.

2. Эффективные по отдельным параметрам. Это Циркон и Эпин-экстра для двух видов *Cytisus*, и

Борная кислота для *C. scorarius*. В целом эти препараты можно рекомендовать для предпосевной обработки семенного материала данных видов, но по отдельным параметрам, таким как энергия или скорость прорастания. Показатели развития отдельных частей проростков значительно отличались от полученных результатов при использовании Аминозола.

3. Малоэффективные препараты. Для *Cytisus albus* применение Гиббереллиновой, Борной и Янтарной кислот в рекомендованных производителем концентрациях оказалось неэффективным, воздействие носило временный и точечный характер, и по большинству параметров отсутствовали достоверно значимые различия с контрольной группой. Для *Cytisus scorarius* Гиббереллиновая кислота в качестве стимулятора роста не оказала никакого эффекта. Небольшое положительное влияние на всхожесть и качество проростков отмечалось при использовании Янтарной кислоты, но этого недостаточно для получения качественных проростков.

Литература:

1. Андреев Ю.М. Предпосевная подготовка семян // Большая российская энциклопедия. Том 27. Москва. 2015. С. 413-414.
2. ГОСТ 13056.1-67. Семена деревьев и кустарников. Отбор образцов. Межгосударственный стандарт разработан Центральной лесосеменной станцией Федеральной службы лесного хозяйства России: дата введения 1967-07-01. Москва ИПК Издательство стандартов. 1988. С. 34.
3. ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. Межгосударственный стандарт разработан Центральной лесосеменной станцией Федеральной службы лесного хозяйства России: дата введения 1998-07-01. Москва. ИПК Издательство стандартов. 1998. С. 31.
4. Гричик Е.Л., Жолобова О.О. Влияние скарификации на кинетику прорастания семян с твердыми покровами некоторых видов рода *Gleditsia* при генеративном размножении // Научно-агрономический журнал. 2022. №4(119). С. 115-121. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.017.115-121
5. Долгих А.А. Мониторинг интродукционных ресурсов Кулундинского дендрария и выделение ценного

генофонда для защитного лесоразведения // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. 2018. Т.8. №1. С.29-42. DOI: 10.25726/NM.2018.1.1.003

6. Кириенко М.А. Влияние стимуляторов роста на всхожесть семян и сохранность всходов главных лесобразующих пород // Вестник КрасГАУ. Красноярск. 2014. № 12. С. 134-140.

7. Кириенко М.А., Гончарова И.А. Пролонгированное влияние стимуляторов роста на морфометрические показатели трехлетних сеянцев основных лесобразующих пород Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. 2018. №1. С. 65-70. DOI: 10.15372/SJFS20180107

8. Колесниченко М.В., Лылов Г.И., Спахова А.С., Чумаков В.В. Лесомелиорация с основами лесоводства: учебник по агрономическим специальностям / 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1981. С. 335.

9. Острошенко В.Ю., Острошенко Л.Ю. Эффективность применения стимуляторов роста рибав-экстра и циркон при проращивании семян пихты маньчжурской (*Abies holophylla* Maxim.) / Охрана и рациональное использование лесных ресурсов. Сборник тезисов докладов XI международной научно-практической конференции. Благовещенск, 2021. С. 41-43.

10. Острошенко В.Ю., Острошенко В.В. Влияние стимулятора роста «Эпин-Экстра» на лабораторную всхожесть семян туи западной (*Thuja occidentalis* L.) / Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: мат-лы VIII Междунар. форума (8–10 июня 2015 г., Благовещенск) Ч. 2. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2015. С. 99 -103.

11. Острошенко В.Ю., Острошенко Л.Ю. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании сеянцев пихты маньчжурской (*Abies holophylla* Maxim.) // Успехи современного естествознания. 2020. 4. С. 41-47. DOI.org/10.17513/use.37360

12. Семенютина А.В., Терешкин А.В. Защитные лесные насаждения: анализ видового состава и научные основы повышения биоразнообразия дендрофлоры // Успехи современного естествознания. 2016. № 4. С. 99-104.

13. Шипчинский Н. В. Ракитник – *Cytisus* L. / Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции: в 6 т.–М.,Л., Изд-во АН СССР, 1960. Т.5: Покрытосеменные. Семейства Миртовые–Маслиновые/ ред. С. Я. Соколов. С.340-342.

14. Binning L.K., Wiese A.N. Calculating the threshold temperature of development for weeds. *Weed Sci.* 1987. Vol. 35. P. 177-179.

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.007.46-52

The Effect of Growth Stimulants on the Laboratory Germination of Seeds and Two Types of *Cytisus* Seedlings Development

Elena L. Grichik ✉, e-mail: grichik-e@vfanc.ru, м.н.с.,
ORCID 0000-0003-4478-6538;

Ol'ga O. Zholobova, Cand. Sci. (Biol.), ORCID 0000-0002-1594-4181 –

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of agroecology RAS), e-mail: info@vfanc.ru,
400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Vologograd, Russia

Abstract. *Fabaceae* family shrub seeds species have a long dormancy period and a very low germination rate, so the use of growth stimulants is necessary. Recently, environmentally friendly growth stimulators of chemical, biological and natural origin have been introduced in forestry when growing planting material.

Epin-extra, Zircon, Aminosol, Succinic acid, Boric acid, Gibberellic acid were chosen for the study. The seeds of white broom (*Cytisus albus* Hacq.), crown broom (*Cytisus scorarius* L.) were affected. The work was carried out in 2022 according to GOST-13056.6-97. According to the results of the study, the most effective

growth stimulant for *Cytisus albus* and *Cytisus scoparius* seeds is Aminosol in 2% concentration with soaking for 24 hours. It was possible to obtain maximum germination values (30% – *Cytisus scoparius* and 50% – *Cytisus albus*), which were 3 times higher than those of the control group when using this preparation. The effectiveness of stimulants was determined by individual parameters (energy or germination rate): Zircon and Epin-extra for both *Cytisus* species, Boric acid for *Cytisus scoparius*. In general, the studied preparations can be recommended for pre-sowing treatment of these shrubs species seed material.

Keywords. growth stimulants, germination in laboratory, germination energy, root, epicotyl, hypocotyl, *Cytisus scoparius*, *Cytisus albus*

Funds. The work was carried out as part of the FSC of agroecology RAS research work plan No. 122020100427-1 «Develop scientific foundations for the conservation and reproduction of valuable genotypes of woody and shrubby plants in «in vitro» culture» implementation.

Citation. Grichik E.L., Zholobova O.O. The Effect of Growth Stimulants on the Laboratory Germination of Seeds and Two Types of *Cytisus* Seedlings Development. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 1(120). pp. 46-52. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.007.46-52

Received: 23.01.2023

Accepted: 10.03.2023

References:

1. Andreev Yu.M. *Predposevnaya podgotovka semyan* [Pre-sowing preparation of seeds]. *Bol'shaya russijskaya entsiklopediya* [Great Russian Encyclopedia]. Moscow. 2015. T.27. pp. 413-414.
2. GOST 13056.1-67. *Semena derev'ev i kustarnikov. Otkor obratsov* [Seeds of trees and shrubs. Sampling] The interstate standard was developed by the Central Forest Seed Station of the Federal Forestry Service of Russia: date of introduction 1967-07-01. Moscow. Publishing House of Standards "IPK". 1988. p. 34.
3. GOST 13056.6-97. *Semena derev'ev i kustarnikov. Metod opredeleniya vskhozhesti* [Seeds of trees and shrubs. The germination determining method]. The interstate standard was developed by the Central Forest Seed Station of the Federal Forestry Service of Russia: date of introduction 1998-07-01 Moscow. Publishing House of Standards "IPK". 1998. p. 31.
4. Grichik E.L., Zholobova O.O. The Scarification Effect on the Kinetics of Some Gleditsia Species Genus Seeds With Hard Covers Germination During Generative Reproduction. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 4(119). pp. 115-121. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.017.115-121
5. Dolgikh A.A. *Monitoring introduktsionnykh resursov Kulundinskogo dendrariya i vydelenie tsennogo genofonda dlya zashchitnogo lesorazvedeniya* [The Kulunda arboretum introduction resources monitoring and the allocation of a valuable gene pool for protective afforestation]. *Nauka. Mysl'* [Science. Thought]: web periodical. 2018. T.8. No. 1. pp. 29-42. DOI: 10.25726/NM.2018.1.1.003

6. Kirienko M.A. *Vliyanie stimulyatorov rosta na vskhozhest' semyan i sokhrannost' vskhodov glavnykh lesoobrazuyushchikh porod* [The growth stimulators influence on seed germination and the main forest-forming species seedlings safety]. *Vestnik KrasGAU* [Kras SAU bulletin]. Krasnoyarsk. 2014. No. 12. pp. 134-140.

7. Kirienko M.A., Goncharova I.A. *Prolongirovannoe vliyanie stimulyatorov rosta na morfometricheskie pokazateli trekhletnikh seyantsev osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod Srednej Sibiri* [Prolonged effect of growth stimulators on the three-year-old seedlings of the main forest-forming species morphometric parameters in Central Siberia]. *Sibirskij lesnoj zhurnal* [Siberian Forest Journal]. 2018. No. 1. pp. 65-70. DOI: 10.15372/SJFS20180107

8. Kolesnichenko M.V., Lylov G.I., Spakhova A.S., Chumakov V.V. *Lesomelioratsiya s osnovami lesovodstva* [Forest reclamation with the basics of forestry]: textbook on agronomic specialties / 2nd ed., reprinted and additional. Moscow. "Kolos" Publ. house. 1981. p. 335.

9. Ostroshenko V.YU., Ostroshenko L.Yu. *Effektivnost' primeneniya stimulyatorov rosta ribav-ekstra i tsirkon pri prorashchivanii semyan pikhty man'chzhurskoj (Abies holophylla Maxim.)* [The ribav-extra and zircon growth stimulators use effectiveness in the Manchurian fir (*Abies holophylla* Maxim.) seeds germination]. *Okhrana i ratsional'noe ispol'zovanie lesnykh resursov* [Protection and rational use of forest resources] The XI International Scientific and Practical Conference abstracts compilation. Blagoveshchensk. 2021. pp 41-43.

10. Ostroshenko V.YU., Ostroshenko V.V. *Vliyanie stimulyatora rosta «Epin-Ekstra» na laboratornyuyu vskhozhest' semyan tui zapadnoj (Thuja occidentalis L.)* [The «Epin-Extra» growth stimulator influence on laboratory germination of Western thuja (*Thuja occidentalis* L.) seeds]. *Okhrana i ratsional'noe ispol'zovanie lesnykh resursov* [Protection and rational use of forest resources]. Far-Eastern SAU Publ. house. 2015. pp. 99-103.

11. Ostroshenko V.YU., Ostroshenko L.YU. *Effektivnost' primeneniya stimulyatorov rosta pri vyrashchivanii seyantsev pikhty man'chzhurskoj (Abies holophylla Maxim.)* [The growth stimulants effectiveness in the Manchurian fir (*Abies holophylla* Maxim.) seedlings cultivation]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of contemporary natural science]. 2020. No. 4. pp. 41-47.

12. Semenyutina A.V., Tereshkin A.V. *Zashchitnye lesnye nasazhdeniya: analiz vidovogo sostava i nauchnye osnovy povysheniya bioraznoobraziya dendroflory* [Protective forest plantations: species composition analysis and scientific basis for increasing the biodiversity of dendroflora]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of contemporary natural science]. 2016. No. 4. pp. 99-104.

13. Shipchinskij N. V. *Rakitnik – Cytisus L.* [Broom – *Cytisus* L.]. *Derev'ya i kustarniki SSSR: dikorastushchie, kul'tiviruemye i perspektivnye dlya introduktsii* [Trees and shrubs of the USSR: wild, cultured and promising for introduction]: in 6 t. T.5: Angiosperms. Myrtle–Olive families / ed. S. Ya. Sokolov. Moscow. AS of USSR Publ. house. 1960. pp.340-342.

14. Binning L.K., Wiese A.N. Calculating the threshold temperature of development for weeds. *Weed Sci*. 1987. Vol. 35. P. 177-179.

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агроресомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

УДК 630*181/635.927/631.531

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.008.53-57

Особенности проращивания семян *Ulmus Pumila L.* в лабораторных условиях

Иван Сергеевич Богуш , e-mail: vanbogush@gmail.com, ORCID:0000-0003-4911-4941

Ольга Борисовна Сокольская, д.с.-х.н., ORCID:0000-0003-1723-1289

Татьяна Александровна Андрушко, к.с.-х.н., ORCID:0000-0003-2718-3428

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, e-mail: sokolskaya.olg@yandex.ru, 410012, ул. Советская 60, Саратов, Россия

Аннотация. В статье обозначены особенности проращивания семян *Ulmus pumila L.* при участии разных препаратов улучшения роста с целью получения устойчивого посадочного материала для озеленения населенных пунктов Саратовской области. Зеленое насаждение *Ulmus pumila L.* обладает декоративными качествами, потенциальными преимуществами для борьбы с эрозией почвы, эффективно по экологическим параметрам. Вязы гибридные плохо приживаются в условиях региона, актуальным является выращивание *Ulmus pumila L.* в местных питомниках. Новизна исследования: дана оценка возможности проращивания семян *Ulmus pumila L.* без освещения (темнота), а также при помощи флуоресценции 2:1 или 4:1 красный/синий светодиод, включая обработку различными препаратами. Было установлено, что семена *Ulmus pumila L.*, замоченные в 3%-ном растворе сахарозы, имели самую высокую скорость прорастания и энергию прорастания. Отмечено, что качество освещения влияло только на энергию прорастания: семена, подвергавшиеся воздействию светодиодного света 2:1(красный/синий), имели тах высокую энергию прорастания, а семена, подвергавшиеся воздействию флуоресцентного света, имели самую min энергию прорастания. Отмечено, что всхожесть семян *Ulmus pumila L.* была самой высокой у контрольных семян, которые не подвергались обработке. Выявлено, что семена *Ulmus pumila L.* не нуждаются в обработке для прорастания, а также чрезмерное поглощение воды или воздействие регуляторов роста растений негативно влияет на всхожесть семян. Предполагается, что и при дальнейшем росте *Ulmus pumila L.* не будет нуждаться в многократном поливе, что важно для культивирования его в урбанизированной среде на территории Саратовского региона.

Ключевые слова: *Ulmus pumila L.*, семена, регулятор роста, скорость прорастания, всхожесть, обработка препаратами.

Финансирование. Работа реализована по теме ВИП ГЗ (важнейший инновационный проект государственного значения) по распоряжению Правительства РФ номер 2515-р от 02.09.2022 «Разработка принципов построения и обеспечения функционирования системы мониторинга опустынивания территории аридных, субаридных и сухих субгумидных регионов» в части подготовки структуры и методики разработки субрегиональной национальной программы действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) Саратовской области на базе ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова».

Цитирование. Богуш И.С., Сокольская О.Б., Андрушко Т.А. Особенности проращивания семян *Ulmus Pumila L.* в лабораторных условиях // Научно-агрономический журнал. 2023. № 1 (120). С. 53-57. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.008.53-57

Поступила в редакцию: 13.12.2022

Принята к печати: 15.03.2023

Введение. В населенных пунктах Саратовской области, включая город Саратов, в озеленении почти 50% использован вяз приземистый (*Ulmus pumila L.*). В последнее время эти зеленые насаждения активно уничтожаются, игнорируется, что с точки зрения экологии и декоративных эффектов вязы органично смотрятся в урбанизированной среде, хорошо стригутся (результат – интересные топиарные формы, ровные живые изгороди и т.п.), очищают воздух – спасают от пыли, гари, выхлопных газов. Существуют исследования по различным видам вяза. Некоторые труды посвящены эффективности озеленения вязами [1,4,13]. Доказывается, что виды *Ulmus pumila L.* улучшают экологическое состояние окружающей среды [3,10,12].

Проблемой является малочисленность питом-

ников в РФ, где выращивают виды вяза, но и там, где таковые есть, представлены лишь гибриды *Ulmus pumila L.*, которые часто не приживаются в агрессивных условиях. В основном берут посадочный материал для городского озеленения из лесных массивов. Например, о современном состоянии ильмовых в лесных массивах лесостепного правобережья Саратовской области представлено в работе Королёвой И.С. [7]. На территориях Российской Федерации виды *Ulmaceae* могут выдерживать суровые условия, такие как сухая и засушливая среда (например, на юге России), а также они более устойчивы к болезни голландского вяза по сравнению с другими видами рода *Ulmus*.

Ulmus pumila L. дает много семян и прорастает в стрессовых условиях, хотя чистота семян и вы-

живаемость после прорастания низкие [8,13]. Уделяется внимание также некоторым вопросам размножения вязов [5,9,11].

В связи с этим нами были проведены исследования по проращиванию семян вяза, самого популярного с середины 50-60 гг. XX века вида – *Ulmus pumila* L. Такого рода изыскания повысят перспективность этого вида зеленого насаждения для формирования комфортной городской среды в настоящее время.

Целью исследования явилась оценка проращивания семян *Ulmus pumila* L. при участии разных препаратов улучшения роста для получения устойчивого посадочного материала в населенных пунктах Саратовской области.

Материалы методика исследования. Исследование начиналось со сбора семян *Ulmus pumila* L. на территориях г. Саратова в июне 2022 г. Далее проходила сушка семян в течение 7 дней при температуре +5°C. Перед посевом в торфяные гранулы с семян удаляли крылья. Гранулы размещали в емкость с отверстиями. Затем их замачивали дистиллированной водой. Семена проращивали в лабораторных условиях при контролируемой температуре +22±3°C. Световой период составлял 15-17 часов.

Был проведен тест на всхожесть при разных обработках препаратами. Семена обрабатывались следующими регуляторами роста зеленых насаждений: Ga3 (гиббереллины – класс веществ, сходных с органическими кислотами, получаемыми из гриба гиббереллы. Гиббереллины являются стимуляторами роста растений, ускоряют развитие листы, созревание семян. Гиббереллиновая кислота (Ga3) является естественным гормоном роста, который регулирует рост растений, в том числе и способствует прорастанию семян); ИМК (раствор идолилмасляной кислоты); био-активатор роста растений Бона Форте (предназначен для корневой, внекорневой подкормки, замачивания семян и клубней в целях повышения устойчивости к неблагоприятным условиям окружающей среды, ускорения роста и развития); 3% (масса/объем) сахарозы (замачивание перед посевом в течение 18 ч). Контроль – семена необработанные, высушенные. Применялись источники света (флуоресцентный) для освещения посевных пластин и его отсутствие (темнота), чтобы проверить влияние качества света. Длина световой волны проверялась с помощью светодиода с различным соотношением красного и синего света (2:1 или 4:1). Температура доводилась до 24 ± 3 °C с фотопериодом в шестнадцать часов. Данный опыт повторяли три раза. Всхожесть семян измеряли ежедневно (две недели). Важными показателями являлись скорость прорастания, энергия прорастания, среднее время прорастания (в днях). Для этих контролей применялись следующие формулы:

1) процент всхожести (ПВ) = (количество проросших семян/общее количество семян) × 100 (методика определения всхожести семян и обра-

ботка полученных результатов проводилась в соответствии с ГОСТ 13056.6-97 («Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести», отбор образцов и измерение их массы – согласно ГОСТ 13056.1-67) [11];

2) энергия прорастания (ЭП) (%) = (сумма проросших семян до пика/общее количество семян) × 100 [14];

3) MGT (среднее время прорастания, дни) = (день прорастания × количество проросших семян)/общее количество семян [2].

Объектами исследования стали семена *Ulmus pumila* L., собранные с нескольких территорий города Саратова: 1– ул. Гоголя; 2– ул. Зарубина; 3 – ул. Рахова; 4 – Набережная Космонавтов.

Результаты и их обсуждение. Нами установлено, что всхожесть семян *Ulmus pumila* L. значительно различалась при разных обработках препаратами. Всхожесть высушенных необработанных семян была выше, чем у семян, обработанных гормонами, сахарозой или водой. Среди различных обработок семени, пропитанные 3% сахарозой, прорастали с такой же скоростью (80%), что и необработанные высушенные семена. Наиболее негативное влияние на всхожесть оказывал регулятор роста растений ИМК: проросло всего 30% семян, что вдвое меньше, чем в контроле. По энергии прорастания показатели контрольных семян и семян, замоченных в 3% растворе сахарозы, были сходны и имели самый высокий процент исследованных обработок. Различалось и среднее количество дней до прорастания в зависимости от обработки, при этом необработанные высушенные семена имели самое короткое время прорастания. К сожалению, нет препарата, обработка которым сократила бы период прорастания. В этом испытании семена *Ulmus pumila* L., замоченные в ИМК, имели самую низкую всхожесть и самый длительный период прорастания среди испытанных вариантов. Несмотря на то, что каждая из обработок значительно влияла на скорость прорастания, энергию прорастания и всхожесть (рисунок 1), единственным параметром роста, на который существенно влияли условия освещения, была энергия прорастания (рисунок 2).

Следует отметить, что скорость прорастания и количество дней до прорастания были одинаковыми при обработке светом, но энергия прорастания была самой высокой для светодиодного света с соотношением красного и синего 2:1 (60%). Вторая по величине энергия прорастания наблюдалась при чередовании света к темноте, светодиод (R:B = 4:1) – 40%, а самая низкая энергия наблюдалась при росте под флуоресцентным светом (30%) (рисунок 2). Необходимо сказать, что среднее время прорастания составило 5-7 дней, семена прорастали в течение пяти дней без света. Семена, выставленные на свет, независимо от условий прорастали позже, чем семена, находящиеся или проращиваемые в темных условиях (рисунок 2).

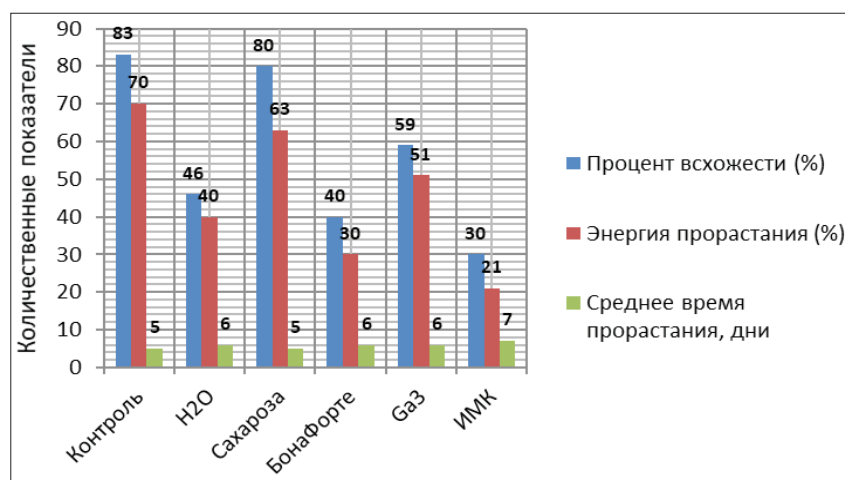


Рисунок 1. Характеристики всхожести при предварительной обработке различными препаратами семян *Ulmus pumila* L.

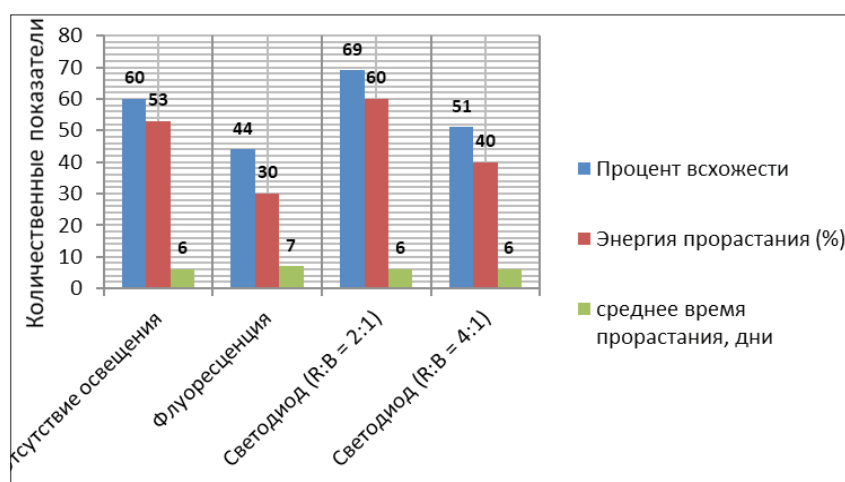


Рисунок 2. Характеристики прорастания семян *Ulmus pumila* L. в зависимости от условий освещения

Всхожесть в нашем исследовании была самой высокой у контрольных семян (83%), которые не подвергались обработке. Этот результат может отражать эколого-физиологическую особенность *Ulmus pumila* L., что позволяет данному виду зеленого насаждения выживать в засушливых условиях.

Таким образом, добавление регуляторов роста растений может фактически подавлять прорастание. Тем не менее применение для обработки семян *Ulmus pumila* L. 3% раствора сахарозы повышает всхожесть семян по сравнению с другими препаратами 2-2,5 раза, обеспечивая семена источниками углеводов, которые благоприятно действуют на всхожесть. Очевидно, что толерантность к засушливым условиям является движущей силой *Ulmus pumila* L. в урбанизированной среде.

Заключение. Таким образом, по результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- отмечено, что семена *Ulmus pumila* L. показали эколого-физиологические характеристики, соответствующие первичным видам, которые могут расти в сухих и безводных регионах;
- установлено, что скорость прорастания являлась высокой в сухих условиях и зависела от поглощения воды, а не от качества освещения;

- выявлено, что качество освещения влияло на энергию прорастания, а свет с более высоким соотношением красного и синего подавлял прорастание *Ulmus pumila* L.;

- определено, что семена имели более высокую энергию прорастания при освещении светодиодом (R:B, 2:1) и в темноте, но значительно более низкую энергию при белой флуоресценции;

- отмечено, что всхожесть семян *Ulmus pumila* L. была самой высокой у контрольных семян, которые не подвергались обработке.

В итоге результаты нашего исследования по проращиванию семян вяза приземистого показали, что его семена не нуждаются в обработке для прорастания и что чрезмерное поглощение воды или воздействие регуляторов роста растений негативно влияет на всхожесть семян. Этот вывод может предполагать, что и при дальнейшем росте *Ulmus pumila* L. не будет нуждаться в многократном поливе, что, безусловно, важно для культивирования его в урбанизированной среде и что делает выращивание данного вида более целесообразным не только по экологическим и эстетическим функциям, но и при дальнейшем поддержании *Ulmus pumila* L. в здоровом состоянии.

Литература:

1. Богуш И.С., Сокольская О.Б. Мониторинг рода *Ulmus* L. в городском озеленении // Агрофорсайт. 2021. № 6 (37). С. 101-108.

2. Гордеева И.В., Татауров В.П. Сравнительный анализ влияния кратковременного и долговременного солевого стресса на всхожесть и морфометрические показатели *Secale Cereale* и *Triticum Durum* // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. 9 (63). DOI: 10.23670/IRJ.2017.63.046

3. Завьялов А.А., Иозус А.П. Некоторые итоги селекции вяза в сухой степи юго-востока европейской территории России // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. 3. С. 66-70.

4. Заигралова, Г.Н., Кабанов С.В. Видовое разнообразие и состояние зеленых насаждений центральной части города Саратова // Известия саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского. 2016. Т.16. 3. С. 337-349.

5. Иозус А.П., Завьялов А.А., Крючков С.Н. Гибридизация вязов *Ulmus* L. в сухой степи юго-востока европейской территории России // Успехи современного естествознания. 2022. 7. С.14-19. DOI: 10.17513/use.37850

6. Клещенков С.Н., Глазун И.Н. Биологическое разнообразие семейства ильмовых (*Ulmaceae* Mirb.) в насаждениях г. Брянск / Материалы седьмой всероссийской конференции по итогам научно-исследовательской и производственной работы студентов за 2017. – Саратов. Издательство: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ». 2018. С. 56-57.

7. Королева И.С. О современном состоянии ильмовых в лесных массивах лесостепного правобережья Саратовской области/ Вавиловские чтения – 2018: Сборник статей международной научно-практической конферен-

ции, посвященной 131-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов. СГАУ им. Н.И. Вавилова. 2018. С. 358-359.

8. Крюкова Е.А., Кузнецова Т.В., Колмукин С.В. Голландская болезнь ильмовых: актуальные защитные мероприятия в насаждениях Нижнего Поволжья // Природные системы и ресурсы. 2019. Т. 9. 1. С. 27-36.

9. Масловатая С.А. Семенное размножение видов рода *Ulmus* L. // Естественно-гуманитарные исследования. 2014. №4(6) октябрь-декабрь. С.44-49.

10. Панченко Л. С. Оценка качества природной среды по флуктуирующей асимметрии листовых пластинок вяза мелколистного (*Ulmus pumila* L.) в п. Октябрьский Калачевского района Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. 3(63). С. 181-190. DOI 10.32786/2071-9485-2021-03-18

11. Рунова Е.М., Данишек М.В., Чжан С.А., Пузанова О.А. Некоторые особенности всхожести семян сосны обыкновенной с плюсовых насаждений Иркутской области // Системы. Методы. Технологии. 2014. 2 (22). С. 183-186.

12. Сурхаев Г.А., Сурхаева Г.М. Эколого-биологические аспекты формирования пастбищезащитных насаждений вяза в фитомелиорации западного Прикаспия // Научно-агрономический журнал. 2022. 4 (119). С. 44-49. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.007.44-49

13. Фирсов Г. А., Булгаков Т. С. Современное состояние вязов (*Ulmus* L., *Ulmaceae*) в парке-дендрарии Ботанического сада Петра Великого в условиях эпифитотии голландской болезни вязов // Hortusbot. 2017. Т. 12, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=3962>. DOI: 10.15393/j4.art.2017.3962

14. Фомина Н.В., Кригер Н.В. Научно-исследовательская работа [Электронный ресурс]: метод. Указания / Красноярский аграрный университет. Красноярск, 2017. 91 с. URL: <file:///C:/Users/user/Downloads/092.pdf>

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.008.53-57

Features of *Ulmus Pumila* L. Seeds Germination in Laboratory Conditions

Ivan S. Bogush ✉, e-mail: vanbogush@gmail.com, ORCID:0000-0003-4911-4941
 Olga B. Sokolskaya, Dr. Sci. (Agr.), e-mail: sokolskaya.olg@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-1723-1289
 Tatiana A. Andrushko, Cand. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0003-2718-3428
 Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov,
 410012, street Soviet, 60, Saratov, Russia

Abstract. The article outlines the features of *Ulmus pumila* L. seeds germination with the participation of various growth improvement drugs. The research was carried out in order to obtain sustainable planting material for landscaping the Saratov region settlements. Green plantings of *Ulmus pumila* L. possesses decorative qualities, potential advantages for combating soil erosion, effective in environmental parameters. The study is relevant due to the absence of *Ulmus pumila* L. in the nurseries of the Saratov region, and hybrid elms do not take root well in the regional conditions, therefore it is necessary to grow *Ulmus pumila* L. in local nurseries. The novelty of the study is that the possibility of *Ulmus pumila* L. seeds germination has been evaluated without lighting (in darkness), as well as with the help of fluorescence

2:1 or 4:1 red / blue LED, including treatment with various drugs. It was found that the *Ulmus pumila* L. seeds soaked in a 3% sucrose solution had the highest germination rate and germination energy. It was noted that the quality of lighting affected only the germination energy: seeds exposed to 2:1 LED light (red/blue) had the highest germination energy, and seeds exposed to fluorescent light had the lowest germination energy. It was noted that the *Ulmus pumila* L. seeds germination was the highest in control seeds that were not treated. It was revealed that the *Ulmus pumila* L. seeds do not need treatment for germination and that excessive water absorption or exposure to plant growth regulators negatively affects seed germination. This conclusion may suggest that with the further growth of *Ulmus pumila* L. it will not need multiple watering,

which is important for cultivating it in the Saratov region's urbanized environment.

Keywords: *Ulmus pumila* L., seeds, growth regulator, germination rate, germination capacity, drug treatment

Funds. This work was implemented on the topic of MIIP SI (the most important innovative project of state importance) by order of the Government of the Russian Federation No. 2515-r dated 02.09.2022 «Development of principles for building and ensuring the functioning of a system for monitoring desertification in arid, subarid and dry subhumid regions» in terms of preparing the structure and methodology for the development of a sub-regional national action program to combat desertification (NAPCD) of the Saratov region on the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov" basis.

Citation. Bogush I.S., Sokolskaya O.B., Andrushko T.A. Features of *Ulmus Pumila* L. Seeds Germination in Laboratory Conditions. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 1(120). pp. 53-57. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.008.53-57

Received: 13.12.2022

Accepted: 15.03.2023

References:

1. Bogush I.S., Sokolskaya O.B. Monitoring roda *Ulmus* L. v gorodskom ozelenenii [The *Ulmus* L. genus monitoring in urban greening]. *Agroforsajt* [Agroforsite]. 2021. No. 6 (37). pp. 101-108.
2. Gordeeva I.V., Tataurov V.P. *Sravnitel'nyj analiz vliyaniya kratkovremennogo i dolgovremennogo solenogo stressa na vskhozhest' i morfometricheskie pokazateli Secale Cereale i Triticum Durum* [Comparative analysis of the short-term and long-term salt stress effect on germination and morphometric parameters of *Secale Cereale* and *Triticum Durum*]. *International Research Journal*. 2017. No. 9 (63). doi: 10.23670/IRJ.2017.63.046
3. Zav'yalov A.A., Iozus A.P. *Nekotorye itogi selektsii vyaza v sukhoj stepi yugo-vostoka evropejskoj territorii Rossii* [Some results of elm breeding in the dry steppe of the South-East of the European territory of Russia]. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2019. No. 3. pp. 66-70.
4. Zaigralova, G.N., Kabanov S.V. *Vidovoe raznoobrazie i sostoyanie zelenykh nasazhdenij tsentral'noj chasti goroda Saratova* [Species diversity and condition of green plantings in the central part of the Saratov city]. *Izvestiya saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Khimiya. Biologiya. Ekologiya* [Proceedings of the Saratov University. A new series. Series: Chemistry. Biology. Ecology]; Saratov State University Publ. house, 2016. T.16. No. 3. pp. 337-349.
5. Iozus A.P., Zav'yalov A.A., Kryuchkov S.N. *Gibridizatsiya vyazov Ulmus L. v sukhoj stepi yugo-vostoka evropejskoj territorii Rossii* [Hybridization of elms *Ulmus* L. in the dry steppe of the South-East of the European territory of Russia]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of contemporary natural science]. 2022. No. 7. pp.14-19.
6. Kleshchenkov S.N., Glazun I.N. *Biologicheskoe raznoobrazie semejstva il'moye (Ulmaceae Mirb.) v nasazhdeniyakh g. Bryanska* [Biological diversity of the Ulmaceae family (*Ulmaceae* Mirb.) in the Bryansk city plantings]. *Materialy sed'moj vserossijskoj konferentsii po itogam nauchno-issledovatel'skoj i proizvodstvennoj raboty studentov za 2017* [Materials of the seventh All-Russian conference on the results of research and production work of students for 2017]. 2018. pp. 56-57.
7. Koroleva I.S. *O sovremennom sostoyanii il'movykh v lesnykh massivakh lesostepnogo pravoberezh'ya Saratovskoj oblasti* [About the current state of the Ulmaceae in the forests of the forest-steppe right bank of the Saratov region]. *Vavilovskie chteniya – 2018* [Vavilov's readings – 2018]: Compilation of articles of the international scientific and practical conference dedicated to the 131st anniversary of the Academician N.I. Vavilov birth. 2018. pp. 358-359.
8. Kryukova E.A., Kuznetsova T.V., Kolmukidi S.V. *Gollandskaya bolezn' il'movykh: aktual'nye zashchitnye meropriyatiya v nasazhdeniyakh Nizhnego Povolzh'ya* [Dutch disease of the Ulmaceae: actual protective measures in the Lower Volga region plantings]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural systems and resources]. 2019. T. 9. No. 1. pp. 27-36.
9. Maslovataya S.A. *Semennoe razmnozhenie vidov roda Ulmus L.* [Seed reproduction of the *Ulmus* L. genus species]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya* [Natural-humanitarian studies]. 2014. No. 4(6) October-December. pp. 44-49.
10. Panchenko L.S. *Otsenka kachestva prirodnoi sredy po fluktuiruyushchei asimmetrii listovykh plastinok vyaza melkolistnogo (Ulmuspumila L.) v P. Oktyabr'skii Kalachevskogo raiona Volgogradskoi oblasti* [Natural environment quality assessment by the small-leaved elm (*Ulmus pumila* L.) leaf blades fluctuating asymmetry in Oktyabrsky vil]. *Proceedings of the Lower-Volga Agrouniversity Complex: Science and higher professional education*. 2021. No. 3(63). pp. 181-190. DOI 10.32786/2071-9485-2021-03-18
11. Runova E.M., Danishek M.V., Chzhan S.A., Puzanova O.A. *Nekotorye osobennosti vskhozhesti semyan sosny obyknovЕННОj s plyusovykh nasazhdenij Irkutskoj oblasti* [Some features of Scotch pine seeds germination from "plus" plantations of the Irkutsk region]. *Sistemy. Metody. Tekhnologi* [Systems. Methods. Technologies]. 2014. No. 2 (22). pp. 183-186.
12. Surkhaev G.A., Surkhaeva G.M. *Ecological and Biological Aspects of the Pasture-Protective Elm Plantations Formation in the Phytomelioration of the Western Near-Caspian Region*. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 4(119). pp. 44-49. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.007.44-49
13. Firsov G. A., Bulgakov T. S. *Sovremennoe sostoyanie vyazov (Ulmus L., Ulmaceae) v parke-dendrarii Botanicheskogo sada Petra Velikogo v usloviyakh epifitotii gollandskoj boleznii vyazov* [The current state of elms (*Ulmus* L., *Ulmaceae*) in the arboretum park of the Peter the Great Botanical Garden under conditions of epiphytotic Dutch elm disease]. *Hortus bot*. 2017. T. No. 12. DOI: 10.15393/j4.art.2017.3962. DOI: 10.15393/j4.art.2017.3962
14. Fomina N.V., Kriger N.V. *Nauchno-issledovatel'skaya rabota: metod. Ukazaniya* [Research work: methodological guidelines] (web-resource). Krasnoyarsk SAU. Krasnoyarsk. 2017. 91 p. URL: file:///C:/Users/user/Downloads/092.pdf

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агроресомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

УДК 630.181.351/631.53/635.9

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.009.58-64

Исследования реакций видов *Salix* на воздействия солевыми растворами

Анастасия Аркадьевна Вергунова✉, e-mail: aelestel@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0200-4721

Иван Николаевич Бабухин, ORCID: 0000-0002-0778-8609

Ольга Борисовна Сокольская, д.с.-х.н., ORCID: 0000-0003-1723-1289

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, e-mail: sokolskaya.olg@yandex.ru, 410012, улица Советская 60, Саратов, Россия

Аннотация. В условиях засоленных почв важна солеустойчивость зеленых насаждений. Виды деревьев и кустарников имеют различные особенности выживания при солевом воздействии на них. Выявление наиболее солеустойчивых актуально и необходимо. Новизна исследования: выявлена возможность выращивания видов *Salix* в условиях засоления почв, что имеет практическую значимость как для территорий Левобережья, так и некоторых участков Правобережья Саратовской области. Испытания проводились в период 2020-2022 гг. В статье сравниваются результаты прорастания семян, корневого оттока Na^+ и K^+ и изменения листьев двух видов ивы (*Salix matsudana* Koidz. и *Salix ledebouriana* var. *pyramidalis*) при солевом воздействии. Был применён сравнительный анализ воздействия растворами NaCl различной концентрации. *Salix ledebouriana* var. *pyramidalis* показал более высокую скорость прорастания семян и отток Na^+ из корней проростков, чем *Salix matsudana* Koidz. при солевом воздействии на них. Установлено, что при обработке 200 мМ NaCl семена *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* имели всхожесть 23%, тогда как семена *S. matsudana* Koidz. не проросли. Тем не менее в необработанных контрольных условиях оба вида показали одинаковую всхожесть ($\pm 75\%$). Результаты исследования показали, что *S. ledebouriana* var. *pyramidalis* имеет более высокую солеустойчивостью, чем *S. matsudana* Koidz, и является наиболее перспективным видом для озеленения и улучшения комфортной среды на засоленных и щелочных почвах населенных пунктов Саратовской области.

Ключевые слова: *Salix ledebouriana* var. *pyramidalis*, *Salix matsudana* Koidz., семена, всхожесть, подростки, сеянцы, корневой отток, энергия прорастания, солевое воздействие.

Финансирование. Работа реализована по теме ВИП ГЗ (важнейший инновационный проект государственного значения) по распоряжению Правительства РФ номер 2515-р от 02.09.2022 «Разработка принципов построения и обеспечения функционирования системы мониторинга опустынивания территории аридных, субаридных и сухих субгумидных регионов» в части подготовки структуры и методики разработки субрегиональной национальной программы действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) Саратовской области на базе ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова».

Цитирование. Вергунова А.А., Бабухин И.Н., Сокольская О.Б. Исследования реакций видов *Salix* на воздействия солевыми растворами // Научно-агрономический журнал. 2023. № 1 (120). С. 58-64. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.009.58-64

Поступила в редакцию: 13.12.2022

Принята к печати: 15.03.2023

Введение. Значительное количество земель в Российской Федерации имеют те или иные засоления с подтоплением или близким расположением грунтовых вод, включая территории Саратовской области. Часть из них засаливаются при помощи реагентов в зимнее время, в связи с этим необходимо решать задачу о введении биоразнообразия солеустойчивых зеленых насаждений в населенных пунктах.

Проблемами озеленения населенных пунктов на засоленных почвах и их решению уделялось много внимания. Например, опыты выращивания растений на засоленных почвах Поволжья рассматривались в работах Аблязова Д.Г., Ефремовой К.Н., Сокольской О.Б., Сальникова А.Л. [1], Буланого Ю.И., Чеботаревой О.В. [3], Лысенко Т.М. [9]. Культивированию растений на засоленных почвах в России уделяли особое внимание такие учёные,

как Бадран А., Савин И.Ю. [2], Иванищев В.В., Евграфкина Т.Н., Бойкова О.И., Жуков Н.Н. [6], Кулакова Н.Ю., Шабанова Н.П. [7].

Галофитная растительность представлена в работах Новиковой Л.А., Васюкова В.М., Горбушиной Т.В., Пчелинцевой Т.И. [10], Савича В.И., Сорокина А.Е., Мохаммади Ш., Ахмада Р., Нафетдинова Ш.Ш. [11], Сокольской О.Б., Аблязова Д.Г. [12].

Известна одна из пород зеленых насаждений, приспособленная к повышенному уровню грунтовых вод – *Salix*, но не установлено, какие именно виды ивы солеустойчивы, несмотря на то, что зарубежные специалисты из Китая моделировали среду солевого стресса «...в системе гидропоники с различными концентрациями NaCl в однолетних ветвях *Salix alba* L. в качестве тестовых материалов». Они изучали их рост, а также поглощение, транспортировку и распределение ионов в корнях

и листьях, включая изменение параметров фотосинтетической флуоресценции через 20 дней в условиях гидропоники [14]. Исследовались механизмы реакции растений на засоленно-щелочной стресс [15].

Тем не менее не было исследований видов *Salix* на солевой стресс в условиях Саратовского Поволжья. В связи с этим нами были проведены исследования реакций двух видов *Salix* при воздействии на них солевыми препаратами. В научном отношении такие исследования позволяют расширить представления о перспективности ив в озеленении территорий с засоленными почвами, что повысит биоразнообразие в населенных пунктах.

Целью исследования явилось сравнение прорастания семян, корневого оттока Na^+ и K^+ и изменений листьев двух видов ивы (*Salix matsudana* Koidz. и *Salix ledebouriana* var. *pyramidalis*) при солевом воздействии.

Материал и методика исследования. Исследования проводили в лабораторных условиях и проводились в форме испытания всхожести семян видов *Salix matsudana* Koidz. и *Salix ledebouriana* var. *pyramidalis*. Испытания велись в период 2020-2022 гг.

Использовался сравнительный анализ двух видов *Salix* на воздействие растворами NaCl различной концентрации.

Тест на всхожесть семян проводили следующим образом: семена двух видов ив в количестве 40 шт. высевали в чашках Петри с фильтровальной бумагой, содержащих дистиллированную воду (контроль) или растворы NaCl различной концентрации (100, 150 и 200 мМ). Эти семена культивировали в течение недели при постоянной температуре +22 °С, также измеряли скорость прорастания семян, энергию прорастания и индекс всхожести. Повторность эксперимента – 4 раза.

Определяли всхожесть семян отношением числа проросших семян к общему числу семян, взятых для проращивания, выраженную в процентах: $V = n / N \times 100$, где V – всхожесть, n – число проросших семян, N – число взятых на анализ семян.

Устанавливали количественное значение энергии прорастания подсчетом семян, нормально проросших за первые 4 дня, деленных на общее их количество. Далее результат умножали на 100%.

Скорость прорастания семян находили средне-взвешенным количеством дней, за которое прорастает одна семечка. Этот показатель рассчитывали по формуле:

$$V_n = \frac{(A1 \times 1) + (A2 \times 2) + \dots + (An \times n)}{(A1 + A2 + \dots + An)}$$

где: V_n – скорость прорастания семян (суток), $A(n)$ – количество семян, проросших в 1, 2, ..., n сутки прорастания; 1, 2, ..., n – сутки проращивания семян.

Далее выявляли индекс всхожести (GI) по формуле: $GI = \sum (Gt/Dt)$, где Gt – количество проросших семян в день t , а Dt – время, соответствующее Gt в днях, которую использовали из методики Zhai K., Ji Z., Jiang D., Zhao, G., Zhong, T. [16], а также указанной

методики в исследовании учёных А. Бадрана, И.Ю. Савина [2].

Измерение оттока Na^+ и K^+ проводились таким образом: проростки, выращенные в дистиллированной воде, использовали для замера выхода Na^+ и K^+ . Гидропонные проростки (недельные) подвергали воздействию дистиллированной воды (контроль) или раствора NaCl (50 и 100 мМ) в течение 12 ч, а сегменты корней фиксировали в мерном растворе (0,1 мМ KCl , 0,1 мМ CaCl_2 , 0,1 мМ MgCl_2 , 0,5 мМ NaCl и 0,3 мМ MES, pH 5,8) для измерения потока Na^+ . Чистые потоки Na^+ и K^+ были измерены с использованием методов фитотестирования, которые используются в Российской Федерации, как наиболее короткий срок экспонирования – метод фитотестирования ФР.1.39.2006.02264 подразумевает процедуру, длительностью до 7 суток [4,5,8]. Методику определения всхожести семян применяли по государственным стандартам ГОСТ 13056.6-97 (*Семена деревьев и кустарников: Метод определения всхожести / В указателе «Национальные стандарты» 2012 год ОК 65.020.40.* – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200025567>).

Исследования опирались на методы и способы фитотестирования почв, описанные в работе Тишина А.С., Тишиной Ю.Р. [13].

Измерение содержания Na^+ и K^+ испытывали следующим образом: двухмесячные проростки, выращенные в почве (1,5 кг), орошали раствором соли (500 мл) различной концентрации (0, 50, 100, 150 и 200 мМ) в течение трёх суток. После обработки засолением образцы листьев сеянцев собирали, взвешивали и сушили. Высушенные образцы взвешивали, а затем расщепляли в 8 мл HNO_3 и 3 мл H_2O_2 в течение 50 мин при 180 °С с использованием прибора для микроволнового разложения. Содержание Na^+ и K^+ в листьях измеряли методом оптической эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-OES, ИСП-ОЭС) [8], использовали методики количественного определения методами атомно-эмиссионной спектрометрии (ИСП-АЭС) и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС).

Объектами исследования стали виды *Salix matsudana* Koidz. и *Salix ledebouriana* var. *Pyramidalis*, которые ранее нами были высажены в парке города Вольск Саратовской области в возрасте 5-8 лет, и от которых мы брали материал в виде семян для исследования, а также их двухмесячные проростки, выращенные в почве (1,5 кг) с орошением раствором NaCl (500 мл) различной концентрации (0, 50, 100, 150 и 200 мМ) в течение трёх суток (конец апреля 2022 г.), были высажены в местах с повышенным содержанием соли.

Результаты и их обсуждение. В результате исследования нами установлено, что всхожесть, энергия прорастания и индекс всхожести семян *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* оказались значительно выше, чем у *S. matsudana* Koidz. при обработке 150 и 200 мМ NaCl (рисунки 1.1-1.4).

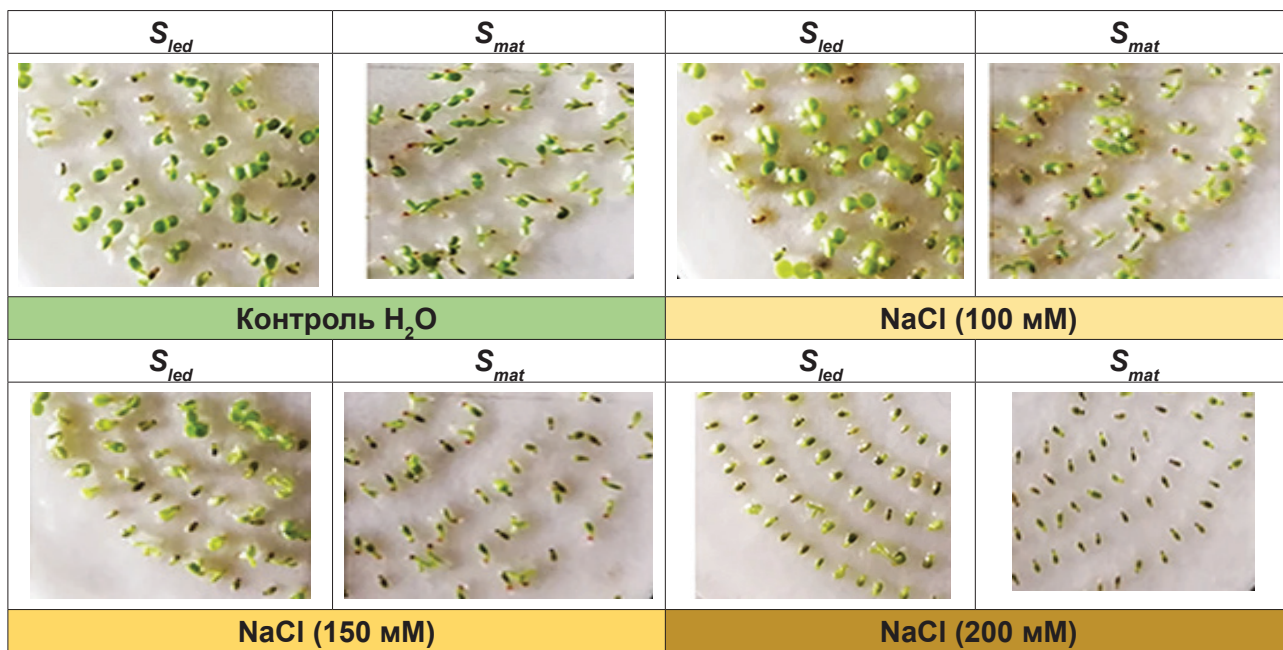


Рисунок 1.1. Соотношение скорости прорастания семян *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* (S_{led}) и *S. matsudana* Koidz. (S_{mat}) в условиях нормальных и в ситуациях с добавлением солевого раствора разной концентрации

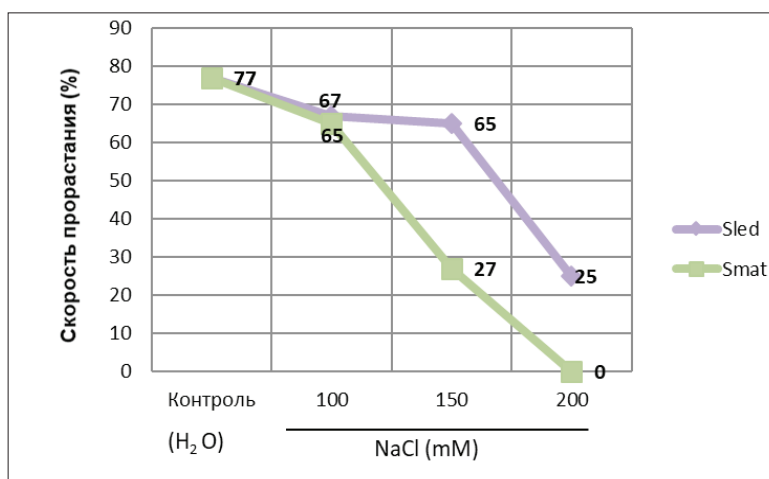


Рисунок 1.2. Всхожесть семян S_{led} и S_{mat} прорастаемых на фильтровальной бумаге, на контроле и в растворе NaCl (100, 150 и 200 мМ) (7 суток)

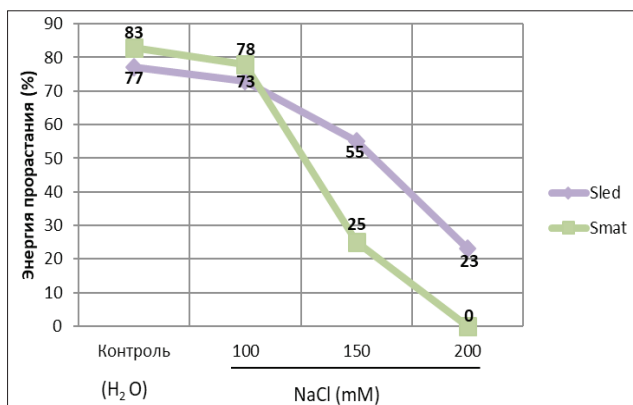


Рисунок 1.3. Энергия прорастания семян

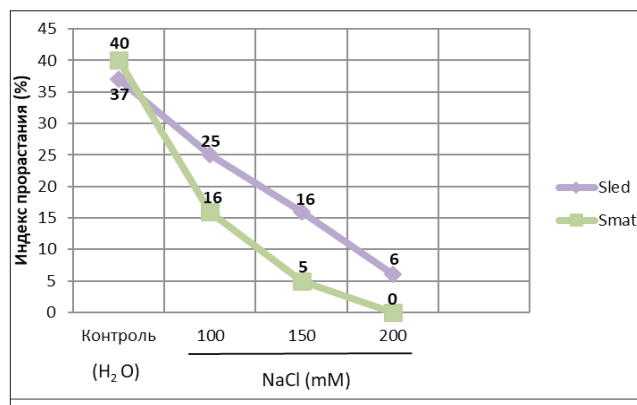


Рисунок 1.4. Индекс всхожести семян (7 суток)

Установлено, что при обработке 200 мМ NaCl семена *S.ledebouriana* var. *Pyramidalis* имели всхожесть 23%, тогда как семена *S. matsudana* Koidz. не проросли. Тем не менее в необработанных контрольных условиях оба вида показали одинаковую всхожесть ($\pm 77\%$).

Следует отметить, что потоки Na⁺ и K⁺ в корнях проростков *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* и *S. matsudana* Koidz. сравнивали с помощью методов фитотестирования. Результаты этого исследования показали, что обработка NaCl вызывала увеличение скорости оттока Na⁺ и K⁺ в корнях обоих проростков и что скорость оттока Na⁺ и K⁺ из корней S_{led} превышала скорость оттока у S_{mat} в условиях солевого воздействия. В контрольных условиях существенной разницы между Na⁺ и K⁺ не наблюдалось, в них оба вида демонстрировали слабый отток Na⁺ и K⁺, что видно на рисунках 2.1, 2.2.

Таким образом, данные указывают на то, что *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* имеет более высокую скорость прорастания семян и способность корней проростков абсорбировать Na⁺ и K⁺ в условиях солевого стресса, чем у *S. matsudana* Koidz.

Нами были проведены сравнительные анализы влияния солевого воздействия на рост сеянцев двух видов ивы (рисунки 3.1, 3.2).

Определено, что после обработки NaCl (150 мМ) содержание Na⁺ в листьях *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* стало меньше по сравнению с листьями *S. matsudana* Koidz. на 0,14 г/кг сухого вещества, а содержание K⁺ наоборот несколько выше на 3 г/кг сухого вещества, чем в листьях *S. matsudana* Koidz. Однако при увеличении дозы соли до 200 мМ наступает дефицит K⁺ у двух исследуемых видов, что выразилось в вымирании подростка.

К тому же листья *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* обнаружили меньшее снижение сырой массы и максимальной фотохимической эффективности (Fv/Fm), чем листья *S. matsudana* Koidz., но они не показали разницы в сухой массе (рисунки 3.3-3.5). Однако при тах обработке солью Fv/Fm у одного и другого вида с разницей в 10% (у *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* выше значение, а у *S. matsudana* Koidz. ниже), а следовательно, устойчивее к засолению.

Данные результаты показали, что у *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* в листьях наблюдается меньшее накопление Na⁺, и потери воды меньше при солевом воздействии, чем у *S. matsudana* Koidz. Ограничение поступления соли (преимущественно Na⁺) корнями и поддержание более низкого накопления Na⁺ в тканях или клетках является одной из основных стратегий солеустойчивости, выработанных растениями.

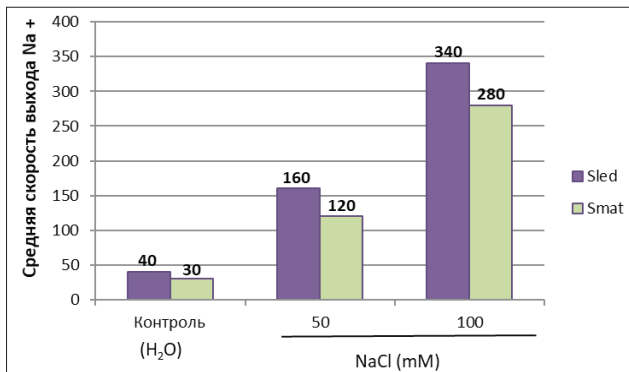


Рисунок 2.1. Средняя скорость выхода Na⁺ *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* (S_{led}) и *S. matsudana* Koidz. (S_{mat}) в контрольных (нормальных) условиях и в условиях солевого воздействия

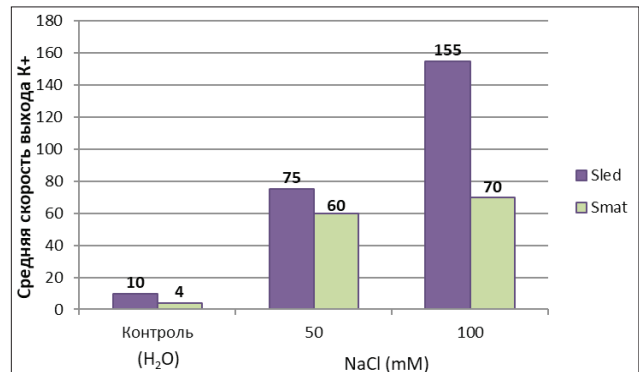


Рисунок 2.2. Средняя скорость выхода K⁺ *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* (S_{led}) и *S. matsudana* Koidz. (S_{mat}) в контрольных (нормальных) условиях и в условиях солевого воздействия

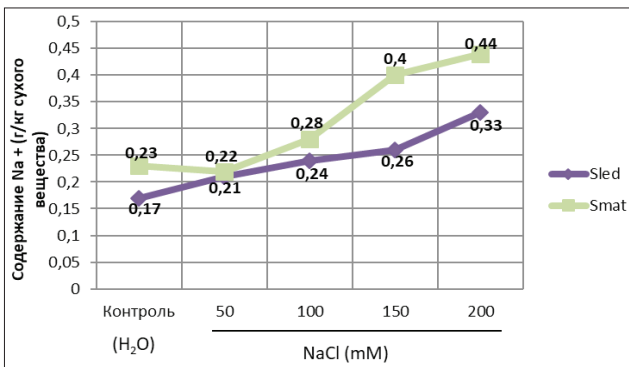


Рисунок 3.1. Сравнительный анализ фенотипов проростков *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* (S_{led}) и *S. matsudana* Koidz. (S_{mat}) в контрольных (нормальных) условиях и в условиях солевого воздействия на содержание Na⁺

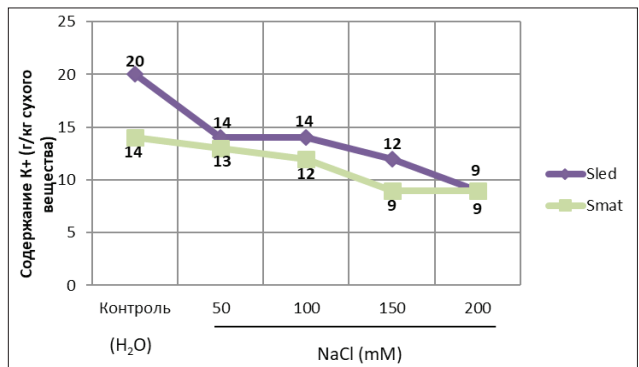


Рисунок 3.2. Сравнительный анализ фенотипов проростков *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* (S_{led}) и *S. matsudana* Koidz. (S_{mat}) в контрольных (нормальных) условиях и в условиях солевого воздействия на содержание K⁺

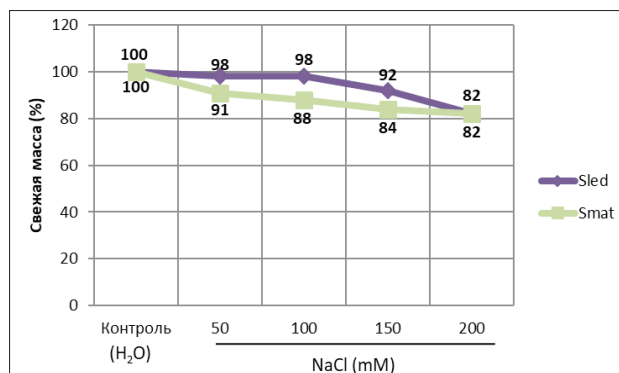


Рисунок 3.3. Сравнительный анализ фенотипов проростков *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* (S_{led}) и *S. matsudana* Koidz. (S_{mat}) свежей массы листьев

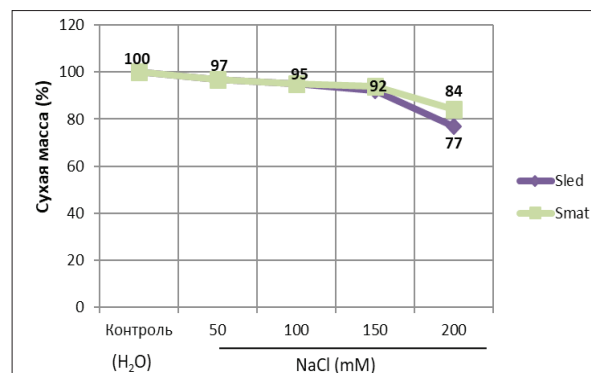


Рисунок 3.4. Сравнительный анализ фенотипов проростков *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* (S_{led}) и *S. matsudana* Koidz. (S_{mat}) сухой массы листьев

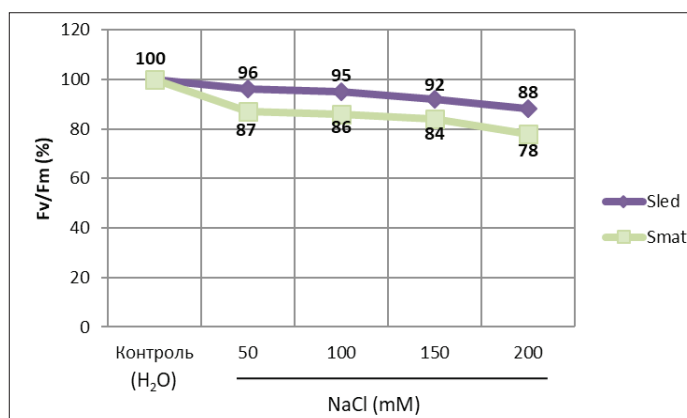


Рисунок 3.5. Сравнительный анализ максимальной фотохимической эффективности листьев (Fv/Fm)

Заклучение. Таким образом, по результатам исследования можно сделать следующие выводы: 1) определено, что в листьях *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* накопление Na^+ при солевом воздействии меньше, чем в листьях *S. matsudana* Koidz., соответственно потери воды меньше, поэтому сеянцы вида *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* устойчивее к $NaCl$, чем *S. matsudana* Koidz.; 2) установлено, что более высокий выход Na^+ в корнях может снизить накопление Na^+ и его токсическое действие при солевом воздействии; 3) выявлено, что ограничение поступления соли (главным образом Na^+) корнями и поддержание более низкого накопления Na^+ в тканях или клетках растений является одной из основных стратегий солеустойчивости исследуемых видов зеленых насаждений; 4) достоверно, что более активная способность корневого оттока Na^+ и меньшее накопление Na^+ листьями проростков *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* в условиях солевого воздействия способствовали их солеустойчивости.

Следовательно, считаем, что *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* имеет возможность стать одним из самых привлекательных видов растений для озеленения населенных пунктов на территориях не только увлажненных грунтов, но на засоленных и щелочных почвах.

Литература:

1. Аблязов Д.Г., Ефремова К.Н., Сокольская О.Б., Сальников А.Л. Технология посадки декоративных растений на засоленных почвах Заволжья // Аграрный научный журнал. 2017. № 5. С.3-7.
2. Бадран А., Савин И.Ю. Морфологический отклик горького миндаля (*Prunus Amygdalus*) на азотное нанодобрение на ранних стадиях развития // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2017. Т. 12. № 4. С. 312-322. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-312-322
3. Буланый Ю.И., Чеботарева О.В. Очерк истории изучения галофильной флоры Саратовской области // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья. Тольятти: Кассандра, 2011. С. 64-71.
4. Воронина Л.П., Поногайбо К.Э. Подход к выбору методов фитотестирования для исследования почв // Агрохимия. 2021, № 9. С. 75-79. DOI: 10.31857/S000218812109012X
5. Горшкова Т.А., Макаренко Е.С., Казакова Е.А., Амосова Н.В., Павлова Н.Н., Мартиросян Ю.М. Анализ методов фитоиндикации и фитотестирования антропогенного нарушения среды на примере модельных растительных сообществ // Научные ведомости. Серия Естественные науки. 2013. № 3 (146). Выпуск 22. С.8-13.
6. Иванец В.В., Евграшкина Т.Н., Бойкова О.И., Жуков Н. Н. Засоление почвы и его влияние на растения // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2020. № 3. С. 28-42.
7. Кулакова Н.Ю., Шабанова Н.П. Засоление почв –

одна из проблем городского озеленения // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2019. С.127-131.

8. Литвинский В.А., Гришина Е.А., Носиков В.В., Сушкова Л.О. Атомно-эмиссионная спектроскопия и микроволновая минерализация как комплексный инструментальный подход для определения содержания свинца в растениях и продукции растениеводства // Плодородие. 2018. № 6(105). С. 58-62. DOI 10.25680/S19948603.2018.105.19

9. Лысенко Т. М. Растительность засоленных почв Поволжья в пределах лесостепной и степной зон. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 329 с.

10. Новикова Л.А., Васюков В.М., Горбушина Т.В., Пчелинцева Т.И. Галофитная растительность Малосердобинского района Пензенской области // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10. № 3. С. 77-86. DOI 10.17816/snv2021103111

11. Савич В.И., Сорокин А.Е., Мохаммади Ш., Ахмад Р., Нафетдинов Ш.Ш. Оптимизация развития растений при засолении почв // Вестник Хорезмской академии Маъмуна. 2020. № 8. С. 50-53.

12. Сокольская О.Б., Аблязов Д.Г. Особенности озеленения на засоленных почвах Поволжья // Вестник

ландшафтной архитектуры: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции, посвященной 10-летию кафедры ландшафтной архитектуры РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. М.: «Сам Полиграфист», 2014. С.7-8.

13. Тишин А.С., Тишина Ю.Р. Методы и способы фитотестирования почв: обзор // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. №11-2 (113). С. 93-98. DOI: 10.23670/IRJ.2021.113.11.052

14. Ran X, Wang X, Gao X, Liang H, Liu B, Huang X. Effects of salt stress on the photosynthetic physiology and mineral ion absorption and distribution in white willow (*Salix alba* L.). PLoS ONE. 2021. 16(11): e0260086. DOI: 10.1371/journal.pone.0260086

15. Wang Qz, Liu Q, Gao Yn и др. Обзор механизмов реакции растений на засоленно-щелочной стресс. Acta Ecologica Sinica. 2017. 37 (16): 5565–5577.

16. Zhai K, Ji Z, Jiang D, Zhao G, Zhong T. Sand Priming Promotes Seed Germination, Respiratory Metabolism and Antioxidant Capacity of *Pinus massoniana* Lamb. Agriculture. 2022. 12. 455. DOI:10.3390/agriculture12040455

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.009.58-64

Studies of *Salix* Species Reactions to Saline Solutions Exposure

Anastasia A. Vergunova ✉, e-mail: aelestel@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0200-4721

Ivan N. Babukhin, ORCID: 0000-0002-0778-8609

Olga B. Sokolskaya, Dr. Sci. (Agr.), e-mail: sokolskaya.olg@yandex.ru,

ORCID: 0000-0003-1723-1289

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov
410012, street Soviet, 60, Saratov, Russia

Annotation. In saline soils conditions, the salt resistance of green plantings is important. Trees and shrubs species have different features of survival under salt exposure to them. Identification of the most salt-resistant of them is relevant and necessary. The novelty of the study: the possibility of *Salix* species growing in conditions of soil salinization has been revealed, which is of practical importance both for the territories of the Left Bank and some sections of the Right Bank of the Saratov region. The tests were carried out in the period 2020-2022. The article compares the results of seed germination, root outflow of Na⁺ and K⁺ and changes in the leaves of two willow species (*Salix matsudana* Koidz. and *Salix ledebouriana* var. *pyramidalis*) with salt exposure. A comparative analysis of the NaCl solutions of different concentrations effects was applied. *Salix ledebouriana* var. *pyramidalis* showed a higher rate of seed germination and outflow of Na⁺ from the roots of seedlings than *Salix matsudana* Koidz. with salt exposure to them. It was found that when processing 200 mM NaCl seeds of *S.ledebouriana* var. *pyramidalis* had a germination rate of 23%, while the seeds of *S. matsudana* Koidz. did not germinated. Nevertheless, under untreated control conditions, both species showed the same germination ($\pm 75\%$). The results of the study showed that *S. ledebouriana* var. *pyramidalis*

has a higher salt tolerance than *S. matsudana* Koidz, and is the most promising species for landscaping and improving a comfortable environment on saline and alkaline soils of the Saratov region settlements.

Keywords: *Salix ledebouriana* var. *pyramidalis*, *Salix matsudana* Koidz., seeds, germination, seedlings, root outflow, germination energy, salt effect

Funds. This work was implemented on the topic of MIIP SI (the most important innovative project of state importance) by order of the Government of the Russian Federation No. 2515-r dated 02.09.2022 «Development of principles for building and ensuring the functioning of a system for monitoring desertification in arid, subarid and dry subhumid regions» in terms of preparing the structure and methodology for the development of a sub-regional national action program to combat desertification (NAPCD) of the Saratov region on the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov” basis.

Citation. Vergunova A.A., Babukhin I.N., Sokolskaya O.B. Studies of *Salix* Species Reactions to Saline Solutions Exposure. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 1(120). pp. 58-64. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.009.58-64

Received: 13.12.2022

Accepted: 15.03.2023

Reference:

1. Ablyazov D.G., Efremova K.N., Sokolskaya O.B., Salnikov A.L. *Tekhnologiya posadki dekorativnykh rastenij na zasolennykh pochvakh Zavolzh'ya* [Ornamental plants planting technology on saline soils of the Volga region]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian Scientific Journal]. 2017. No. 5. pp. 3-7.
2. Badran A., Savin I.Yu. *Morfologicheskij otklik gor'kogo mindalya (Prunus Amygdalus) na azotnoe nano-udobrenie na rannikh stadiyakh razvitiya* [Morphological response of bitter almonds (*Prunus Amygdalus*) to nitrogen nano-fertilizer in the early stages of development]. *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov* [Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia]. Series: Agronomy and Animal Husbandry. 2017. T. 12. No. 4. pp 312-322. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-312-322
3. Bulanyi Yu.I., Chebotareva O.V. *Ocherk istorii izucheniya galofil'noi flory Saratovskoi oblasti* [An essay on the halophilic flora of the Saratov region studying history]. *Ekologiya i geografiya rastenij i soobshchestv Srednego Povolzh'ya* [Ecology and geography of plants and communities in the Middle Volga region]. Toliatti. "Kassandra" Publ. house. 2011. pp. 64-71.
4. Voronina L.P., Ponogaibo K.E. *Podkhod k vyboru metodov fitotestirovaniya dlya issledovaniya pochv* [An approach to the choice of phytotesting methods for soil research]. *Agrokimiya* [Agrochemistry]. 2021. No. 9. pp 75-79. DOI: 10.31857/S000218812109012X
5. Gorshkova T.A., Makarenko E.S., Kazakova E.A., Amosova N.V., Pavlova N.N., Martirosyan Yu.M. *Analiz metodov fitoindikatsii i fitotestirovaniya antropogennogo narusheniya sredy na primere model'nykh rastitel'nykh soobshchestv* [Analysis of methods of phytoindication and phytotesting of anthropogenic environmental disturbance by the example of model plant communities]. *Nauchnye ведомosti* [Scientific records]. Series: natural Sciences. 2013. No. 3 (146). Issue 22. pp.8-13.
6. Ivanishchev V.V., Evgrashkina T.N., Boikova O.I., Zhukov N.N. *Zasolenie pochvy i ego vliyanie na rasteniya* [Soil salinization and its effect on plants]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [Proceedings of Tula State University. Earth Sciences]. 2020. No. 3. pp 28-42. EDN BSJTXM
7. Kulakova N.Yu., Shabanova N.P. *Zasolenie pochv – odna iz problem gorodskogo ozeleneniya* [Soil salinization as one of the urban gardening problems]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex]. 2019. pp 127-13.
8. Litvinskii V.A., Grishina E.A., Nosikov V.V., Sushkova L.O. *Atomno-emissionnaya spektrometriya i mikrovolnovaya mineralizatsiya kak kompleksnyi instrumental'nyi podkhod dlya opredeleniya sodержaniya svintsya v rasteniyakh i produktcii rastenievodstva* [Atomic emission spectrometry and microwave mineralization as a comprehensive instrumental approach for determining the lead content in plants and crop production]. *Plodorodie* [Fertility]. 2018. 6(105). pp 58-62. DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.19
9. Lysenko T.M. *Rastitel'nost' zasolennykh pochv Povolzh'ya v predelakh lesostepnoi i stepnoi zon* [Volga region saline soils vegetation within the forest-steppe and steppe zones]. Moscow. Association of Scientific Publications KMK. 2016. 329 p.
10. Novikova L.A., Vasyukov V.M., Gorbushina T.V., Pchelintseva T.I. *Galofitnaya rastitel'nost' Maloserdobinskogo rajona Penzenskoj oblasti* [Halophytic vegetation of the Maloserdobinsky district of the Penza region]. *Samarskij nauchnyi vestnik* [Samara Scientific Bulletin]. 2021. T. 10. No. 3. pp 77-86. DOI 10.17816/snv2021103111
11. Savich V.I., Sorokin A.E., Mokhammad Sh., Akhmad R., Nafetdinov Sh.Sh. *Optimizatsiya razvitiya rastenij pri zasolenii pochv* [Optimization of plant development during soil salinization]. *Vestnik Khorezmskoi akademii Mamuna* [Bulletin of the Khorezm Academy of Mamun]. 2020. No. 8. pp. 50-53.
11. Savich V.I., Sorokin A.E., Mokhammad Sh., Akhmad R., Nafetdinov Sh.Sh. *Optimizatsiya razvitiya rastenij pri zasolenii pochv* [Optimization of plant development during soil salinization]. *Vestnik Khorezmskoi akademii Mamuna* [Bulletin of the Khorezm Academy of Mamun]. 2020. No. 8. pp. 50-53.
12. Sokolskaya O.B., Ablyazov D.G. *Osobennosti ozeleneniya na zasolennykh pochvakh Povolzh'ya* [Features of landscaping on the Volga region saline soils]. *Vestnik landshaftnoj arkhitektury* [Bulletin of landscape architecture]: materials of the All-Russian scientific and practical Internet conference dedicated to the 10th anniversary of the Department of Landscape Architecture of the Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev/ Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. "Sam Poligrafist" Publ. house, 2014. pp. 7-8.
13. Tishin A.S., Tishina Yu.R. *Metody i sposoby fitotestirovaniya pochv: obzor* [Methods and techniques of soils phytotesting: review]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International Scientific Research Journal]. 2021. 11(113). URL: <https://research-journal.org/archive/11-113-2021-november/metody-i-sposoby-fitotestirovaniya-pochv-obzor> (access date: 03.12.2022). DOI: 10.23670/IRJ.2021.113.11.052
14. Ran X., Wang X., Gao X., Liang H., Liu B., Huang X. Effects of salt stress on the photosynthetic physiology and mineral ion absorption and distribution in white willow (*Salix alba* L.). *PLoS ONE*. 2021. 16(11): e0260086. DOI: 10.1371/journal.pone.0260086
15. Wang Qz, Liu Q, Gao Yn et al. Review of plant reaction mechanisms to saline-alkaline stress]. *Acta Ecologica Sinica*. 2017. No. 37 (16). pp. 5565–5577.
16. Zhai K., Ji Z., Jiang D., Zhao G., Zhong T. Sand Priming Promotes Seed Germination, Respiratory Metabolism and Antioxidant Capacity of *Pinus massoniana* Lamb. *Agriculture* 2022. No. 12. 455. <https://doi.org/10.3390/agriculture12040455>

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

УДК 502.2.05

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.010.65-72

Использование инструментального метода анализа при оценке состояния деревьев в городской среде

Александр Иванович Довганюк[✉], к.б.н., e-mail: alexadov@rgau-msha.ru,

ORCID: 0000-0001-8921-6147,

Анастасия Алексеевна Лентина,

Руслан Сергеевич Решетов,

Анна Вениаминовна Аникина,

институт Садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева),
e-mail: info@rgau-msha.ru, 127550, ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия

Аннотация. Изучение состояния насаждений в условиях высокой степени урбанизации среды представляет несомненный интерес с точки зрения разработки научно-обоснованных методов проведения работ по уходу за насаждениями и поддержания их декоративности. В настоящий момент существует ряд методик, позволяющих оценить состояние растений по визуальным (морфологическим) параметрам. Однако не всегда морфологические показатели в полной мере характеризуют состояние растения в связи с повреждениями внутри ствола. Целью работы являлось выявление связи между визуальными показателями состояния насаждений и результатами инструментальной оценки. Инструментальная диагностика древесины осуществлялась с применением акустического ультразвукового томографа Arbotom. В работе приведены результаты морфологической оценки старовозрастных насаждений яблони ягодной (*Malus baccata* (L.) Borkh.) на территории усадьбы Петровско-Разумовское (г. Москва), являющейся объектом культурного наследия народов РФ. Исследования с использованием ультразвуковой томографии на культуре яблони в литературе не описаны. Впервые было проведено комплексное исследование, включающее визуальный и инструментальный анализ состояния насаждений. Исследование показало, что все объекты имеют обширные развития ядровой и ядрово-заболонной гнили во внутренней структуре стволов при отсутствии внешних признаков разрушения. Авторы акцентируют внимание на том, что достоверная оценка жизненного состояния деревьев должна осуществляться комплексно с помощью визуального и инструментального метода, это предоставит возможность проведения своевременных мероприятий по поддержке состояния насаждений во избежание аварийных ситуаций.

Ключевые слова: Яблоня ягодная, Arbotom, жизненное состояние дерева, памятники природы, городское озеленение, инструментальная диагностика, фитопатогены.

Цитирование. Довганюк А.И., Лентина А.А., Решетов Р.С., Аникина А.В. Использование инструментального метода анализа при оценке состояния деревьев в городской среде // Научно-агрономический журнал. 2023. № 1 (120). С. 65-72. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.010.65-72

Поступила в редакцию: 08.12.2022

Принята к печати: 06.03.2023

Введение. Городские зеленые насаждения – важный компонент, формирующий визуальную и объемно-пространственную структуру города. Эти насаждения играют важную роль в формировании и поддержании микроклиматических характеристик территории, что в свою очередь делает более комфортными условия в городах для людей. Кроме того, ряд деревьев представляет собой не только природную, но и культурную, историческую ценность. Такие деревья нуждаются в повышенном внимании и заслуживают особого ухода. Для подбора качественных методов ухода за древесными насаждениями и предотвращения их аварийности необходима своевременная диагностика состояния этих насаждений.

Одним из методов диагностики является визуальный метод оценки состояния деревьев. Он основан на данных внешнего осмотра (состояние кроны, ствола, корневой и прикорневой системы),

кроме того, необходимо учитывать дополнительные диагностические признаки: повреждение вредителями, поражение болезнями, наличие механических повреждений. Этот метод позволяет определить категорию санитарного состояния дерева, т.е. оценить его жизнеспособность. Определение категории состояния деревьев по внешним признакам производится на основании Постановления Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. № 2047 «Об утверждении правил санитарной безопасности в лесах» [6].

По мнению ряда авторов, визуальное обследование дерева не позволяет в полной мере обнаружить скрытые фитопатогенные разрушения древесины, оценить локализацию, протяженность, степень распространения (развития) деструкции в стволовой древесине и определить степень аварийности дерева [5]. Известно, что именно внутренние повреждения древесины предопределяют характер

устойчивости дерева к таким внешним факторам окружающей среды, как ветер, буря, ураган и т.д. [1]. Особенно это важно в условиях высокой антропогенной нагрузки [7, 8].

Кроме визуального осмотра существует группа способов инструментальной диагностики внутреннего состояния древесных растений [2].

В настоящее время можно выделить три прибора для проведения инструментальной диагностики деревьев: Resistograph, Arbotom и оборудование для теста на растяжение [7, 12, 13].

В случае необходимости визуальное обследование может быть дополнено инструментальной диагностикой структуры древесины. Это связано с тем, что внешние признаки не всегда подтверждают наличие деструктивных разрушений в стволе дерева, собственно, как и, наоборот, отсутствие внешних признаков не может исключать присутствие сильно развитых фитопатогенных разрушений внутри ствола дерева.

Arbotom представляет собой импульсный томограф, принцип работы которого основан на изменении скорости прохождения звуковой волны через структуру дерева [10]. Скорость прохождения волны зависит от плотности тканей древесины ствола дерева. При наличии деструктивных процессов в тканях дерева скорость снижается [3]. На сегодняшний день этот метод является наиболее точным, информативным и наименее инвазивным методом диагностики внутренней структуры древесины [11, 14].

Цель исследования – изучение состояния древесины старовозрастных древесных насаждений в городе Москве. Задачи: определить категорию санитарного состояния деревьев по результатам визуальной оценки морфологических показателей; провести инструментальный анализ состояния ствола древесных насаждений с использованием импульсного томографа Arbotom.

Материалы и методика исследований. Объектом исследования явились старовозрастные деревья яблони ягодной (*Malus baccata* (L.) Borkh.) в количестве 9 штук, растущие по внутреннему периметру сквера вокруг памятника К. А. Тимирязеву (г. Москва, Тимирязевская улица, д. 49). Каждому дереву присвоен номер (рисунок 1). Яблони, произрастающие в сквере памятника К.А. Тимирязеву, представляют собой культурно-историческую ценность. Ранее было установлено, что яблони были высажены в середине 20-30-х годов, а возраст некоторых экземпляров превышает 100 лет.

Большая часть яблонь, произрастающих в сквере, относится к представителям вида яблони ягодной *Malus baccata* (L.) Borkh. секции *Gymnomeles* Koehne подсекции *Baccatae* (Reder) Likh. [4, 9].

Определены высота каждого дерева, обхват ствола на высоте 20 см, обхват ствола на высоте 130 см от комлевой части дерева, высота штамба.

Проведена диагностика санитарного состояния деревьев: наличие повреждений древесной части, сухих ветвей, дупел, сухобочин, морозобоин, та-



Рисунок 1. Схема расположения яблонь в сквере бачных сучьев, форма кроны, наличие плодовых тел дереворазрушающих грибов, поселение стволовых вредителей и т. д.).

Согласно рекомендациям [6], была определена категория санитарного состояния всех деревьев.

Инструментальное исследование на ультразвуковом томографе Arbotom (немецкой фирмы Rinntech) проводилось согласно инструкции к прибору [10]. В процессе работы было использовано необходимое количество сенсоров для каждого экземпляра дерева в зависимости от толщины ствола таким образом, чтобы между сенсорами было не меньше 10 см.

Для выявления особенностей распределения фитопатогенных повреждений в объеме ствола сканирование было проведено в двух плоскостях на высоте 20 см и 130 см от комлевой части дерева. Высота проведения анализа была определена исходя из методических рекомендаций по работе с прибором (20 см от комлевой части дерева) и исходя из требований методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов (приложение к приказу Рослесхоза от 15.03.2018 N 173 «О внесении изменений в Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов», утвержденные приказом Рослесхоза от 10.11.2011 N 472).

Результаты и их обсуждение. Результаты санитарного состояния деревьев представлены в таблице 1. Основные показатели, выявленные при визуальной оценке исследуемых деревьев, приведены в таблице 2. Отмечено, что деревья характеризуются наличием разнообразных повреждений. Чаще всего встречаются дупла, морозобоины, сухобочины, табачные сучья. На всех деревьях на коре представлены лишайники и мхи, на некоторых обнаружены плодовые тела дереворазрушающих грибов. Наименьшие визуальные повреждения имеют экземпляры № 1, 5, 7, 8, 9. Данные деревья в соответствии со шкалой категории санитарного состояния деревьев [6] были отнесены к категории 2 – ослабленные. Экземплярам № 2, 3, 6 в ходе визуального осмотра была присвоена категория 3 – сильно ослабленные, а дерево № 4 имеет наихудшие диагностические признаки санитарного состояния и соответствует категории 4 – усыхающее. Фотофиксация яблонь представлена на рисунке 2.



Рисунок 2. Фотофиксация анализируемых объектов

Таблица 2 – Категория санитарного состояния деревьев

№ дерева по схеме	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Категория санитарного состояния дерева	2	3	3	4	2	3	2	2	2
Примечание. Категории санитарного состояния деревьев [6]: 1 – здоровые (без признаков ослабления); 2 – ослабленные 3 – сильно ослабленные 4 – усыхающие 5 – погибшие									

Таблица 1. Визуальная оценка деревьев

Показатели	№ дерева согласно схеме										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Морфометрические показатели											
Диаметр ствола на высоте 0,2 м, см	51	51	53	61	38	45	45	51	28		
Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см	48	45	57	65	41	54	45	57	28		
Высота дерева, м	6	5,5	6,5	5,5	5	6,5	5,5	7	5		
Высота штамба, см	125	225	105	150	130	118	120	100	108		
Форма кроны (симм./асимм.)	асимм	асимм	симм	асимм	асимм	ассим	ассим	симм	симм		
Характер повреждений											
Дупла, см	+ (10x20)	+	+	+	+	(3x10)	-	+	(5x13)	+	-
Табачные сучья	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Сухобочины, см	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-
			(5x20)	(5x15)			(20x30)	(5x15)			
			(6x40)	(6x40)							
Морозобоины	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Водяные побеги	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Наличие мхов и лишайников	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Наличие плодовых тел дереворазрушающих грибов	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Стволовые вредители (признаки)	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Сувель на штамбе	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Отклонение штамба от вертикали более 10 град.	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-

Примечание: «+» - наличие повреждений, «-» - отсутствие повреждений.

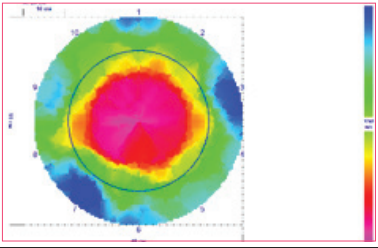
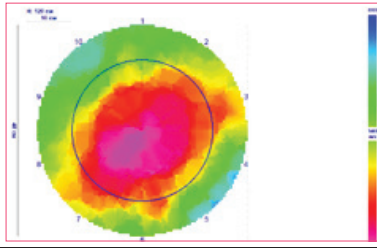
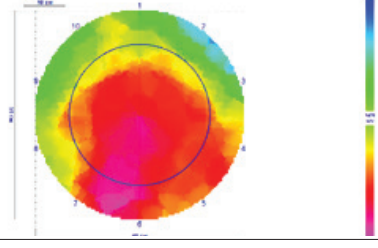
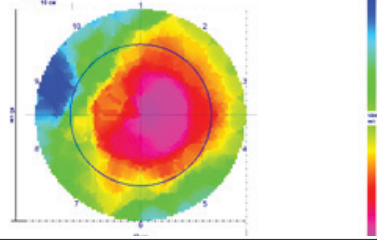
По результатам визуальной оценки можно сделать вывод, что деревья имеют повреждения, однако мы не можем сделать вывод о степени повреждения внутренних частей растений, о наличии или отсутствии угрозы падения. Таким образом, по результатам визуальной оценки мы не можем

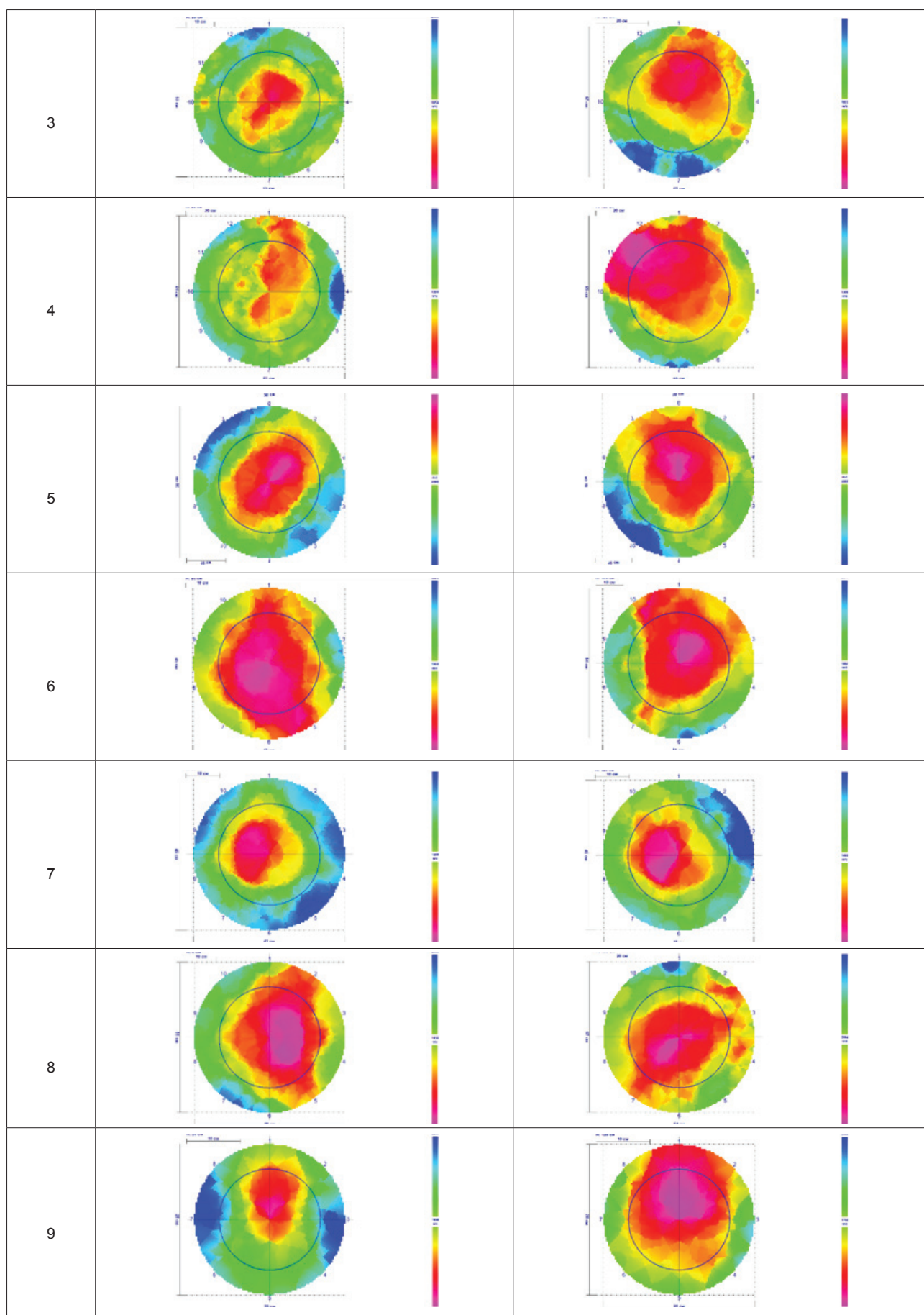
сделать вывод об угрозе падения дерева.

Акустическое ультразвуковое сканирование стволовой древесины девяти экземпляров яблони было проведено на высоте 20 см и 130 см.

Полученные результаты (томограммы) представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты инструментальной диагностики деревьев

№ дерева	Томограмма (H=20 см)	Томограмма (H=130 см)
1		
2		



На томограммах синим и зеленым цветом изображены плотные слои древесины, желтым и оранжевым – слои со средней плотностью и, соот-

ветственно, красный и малиновый цвета говорят о наличии очень рыхлых слоев древесины, вплоть до образования пустот внутри ствола.

У большинства деревьев были выявлены скрытые признаки деструкции древесины, что может свидетельствовать о гнили во внутренних тканях ствола дерева.

На высоте 20 см была обнаружена ядровая гниль у экземпляров № 1, 3, 7. Причем наименьшие признаки внутреннего поражения тканей присутствуют у № 3 и 7, а наибольшее поражение выявлено у дерева № 1. Ядрово-заболонная гниль древесины была обнаружена у № 2, 4, 5, 6, 8, 9. У экземпляров № 4, 5, 9 имеются небольшие поражения ядрово-заболонной части ствола, а у № 2, 6, 8 данная область сильно поражена.

Томограммы на высоте 130 см показали, что все исследуемые экземпляры имеют ядрово-заболонную гниль слабой и средней степени. Возможно, это связано с тем, что в кроне и на штамбе присутствуют значительные повреждения, связанные в том числе с ежегодной омолаживающей обрезкой сильной степени.

При сравнении томограмм растений, выполненных на высоте 20 см и 130 см, можно отметить, что гниль, обнаружена значительно ниже уровня визуальных повреждений и доходит до комлевой части. Однако если на высоте 20 см она представлена в виде ядровой и ядрово-заболонной гнили, то на высоте 130 см она характеризуется уже только повреждениями ядрово-заболонной части ствола.

Наименьшее поражение тканей древесины наблюдается у экземпляров №3, 5, 7, а более значительные поражения отмечаются у деревьев № 1, 2, 4, 6, 8, 9. Это не всегда соотносится с категорией санитарного состояния. Например, дерево № 4, имеющее категорию санитарного состояния 4 (усыхающее), имеет столь же сильные повреждения тканей древесины, как и деревья № 2 и № 6 (категория «сильно ослабленные») и деревья № 1, 8, 9 (категория «ослабленные»). Вместе с тем для дерева № 3 (категория «сильно ослабленное») и для деревьев № 5 и 7 (категория «ослабленные») результаты инструментальной диагностики показали наименьшие повреждения древесины. Инструментальная диагностика выявила наличие повреждений ствола на том уровне (высоте от земли), где отсутствуют видимые повреждения.

Игнорирование результатов инструментальной оценки может привести к необоснованному завышению оценки санитарного состояния дерева и неверным рекомендациям по проведению мероприятий по уходу за насаждениями. Наличие гнили в нижней части штамба оказывает значительное влияние на увеличение аварийности дерева, то есть его неконтролируемого падения. Использование инструментальной оценки состояния внутренних тканей дерева с использованием прибора Arbotom позволяет сделать научно-обоснованные выводы о состоянии растения. К сожалению, в настоящее время в России нет не только отечественных приборов аналогичного спектра действия, но и рекомендаций по использованию этого прибора в длительном мониторинге состояния насаждений.

Заключение. В ходе визуального осмотра было установлено, что все исследуемые старовозрастные экземпляры яблони ягодной имеют часто встречающиеся пороки древесины в виде дупел с частичным наличием гнили, сухобочин, морозобоин, табачных сучьев, повреждений стволовыми вредителями, плодовыми телами дереворазрушающих грибов и т.д. Исходя из полученных данных каждому исследуемому экземпляру была присвоена соответствующая категория санитарного состояния.

При инструментальной диагностике исследуемых яблонь были выявлены обширные скрытые деструкции древесины. Именно инструментальная диагностика в данном исследовании показала обширные развития ядровой и ядрово-заболонной гнили во внутренней структуре стволов, даже при отсутствии внешних признаков разрушения.

На основании внешних признаков невозможно точно диагностировать вероятность скрытых повреждений древесины, их протяженность, степень развития и выявить аварийно-опасные деревья. Поэтому только визуального метода для точной диагностики санитарного состояния деревьев, как правило, недостаточно. Визуальное обследование должно обязательно дополняться инструментальной диагностикой, в ходе которой будет проведена оценка внутреннего состояния древесины стволов.

В связи с этим необходимо комплексно подходить к исследованию деревьев и оценке их общего санитарного состояния.

Литература:

1. Анциферов А.В. Судебные экспертизы по установлению причин падения деревьев // Теория и практика судебной экспертизы. 2020. Т. 15. № 2. С. 62-69. DOI 10.30764/1819-2785-2020-2-62-69
2. Гулизаде С.Ф. Применение акустической томографии для изучения состояния некоторых видов сосен и гледичий в условиях Абшерона // Hortus Botanicus. 2021. Т. 16. С. 209-218.
3. Импульсная томография ствола дерева Арботом (Arbotom) [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.arborist.su/services/diagnostika-i-obsledovanie-derevev/diagnostika-stvolovykh-gniley/?ysclid=la1grids058718212>, свободный, заглавие с экрана (дата обращения: 03.11.2022).
4. Класс Двудольные, семейство Розовые, род Яблоня. Яблоня ягодная - *Malus baccata* [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ecosystema.ru/08nature/fruits/121.htm>, свободный, заглавие с экрана (дата обращения: 03.11.2022).
5. Латухина И. К., Бабич Н. А., Антонов А. М., Пастухова Н. О. Импульсно-томографическая диагностика стволов в городских условиях на примере липы мелколистной // Вестник КрасГАУ. 2016. № 7(118). С. 36-40.
6. Лесной кодекс Российской Федерации «Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. N 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах» от 01.01.2021 № 2047 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2020 г.
7. Мухачева А.Н., Рунова Е.М., Гарус И.А. Оценка состояния урбодендроценозов Г. Братска методами неразру-

шающего контроля древесины // Успехи современного естествознания. 2020. № 12. С. 23-30. DOI 10.17513/use.37532

8. Рунова Е.М., Гарус И.А., Мухачева А.Н. Состояние *Pinus sylvestris* L. В условиях высокой антропогенной нагрузки // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020. № 4(61). С. 144-152. DOI 10.34655/bgsha.2020.61.4.022

9. Яблоня сливистая *Malus prunifolia* [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.ruspitomniki.ru/catalog/listvennye-derevya/yablonya-slivolistnaya.html>, свободный, заглавие с экрана (дата обращения: 03.11.2022).

10. Arbotom® 2D/3D Sonic Tree Tomography – RINNTTECH [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rinntech.info/products/arbotom/>, свободный, заглавие с экрана (Дата обращения 5.12.2022)

11. Gerasimchuk V. N., Koba V. P., Plugatar Y. V., Papelbu V. V. Ultrasound diagnostics of some species of *Cupressus* L. genus in the plant collection of the Nikita Botanical Gardens. *Acta Horticulturae*. 2021. Vol. 1324. P. 187-192. DOI 10.17660/ActaHortic.2021.1324.28

12. Pan H., Lu J., Guo X. Z. [et al.] Tree Age Estimation Algorithm Based on Spectrum Analysis by Resistograph. *Forest Research*. 2021. Vol. 34. No 1. P. 19-25. DOI 10.13275/j.cnki.lykxyj.2021.01.003

13. Sokolskaya O.B., Vergunova A.A., Tokareva V.M. Urban Greening in Forest Steppe and Steppe Zones of Russia: Solving the Problems. *Scientific Research and Innovation*. 2020. No 2. P. 113-122.

14. Todoroki C.L., Lowell E.C., Filipescu C.N. Wood density estimates of standing trees by micro-drilling and other non-destructive measures. *New Zealand Journal of Forestry Science*. 2021. Vol. 51. DOI 10.33494/NZJFS512021X74X

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.010.65-72

The Instrumental Method of Analysis Use in Assessing the Trees Condition in an Urban Environment

Alexander I. Dovganyuk✉, Cand. Sci. (Biol.), e-mail: alexadov@rgau-msha.ru, ORCID: 0000-0001-8921-6147,

Anastasia A. Lentina,

Ruslan S. Reshetov,

Anna V. Anikina,

“Russian State Agrarian University” - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya st., 49, Moscow, Russia

Abstract. The plantings state study in conditions of a high degree of the environment urbanization is of undoubted interest from the point of view of the development of scientifically based methods of work on the care of plantings and maintaining their decorativeness. Currently, there are a number of techniques that allow us to assess the condition of plants by visual (morphological) parameters. However, morphological indicators do not always fully characterize the plant condition which has a damage inside the trunk. The aim of the work was to identify the relationship between visual indicators of the plantings condition and the instrumental assessment results. Instrumental diagnostics of wood was carried out using an «Arbotom» acoustic ultrasound tomograph. The paper presents the old-age plantings of berry apple (*Malus baccata* (L.) Borkh.) morphological assessment results on the territory of the Petrovsko-Razumovskoye estate (Moscow), which is an object of cultural heritage of the Russian Federation. Studies using ultrasound tomography on apple tree culture are not described in the literature. A comprehensive study, including visual and instrumental analysis of the plantings condition was carried out for the first time. The study showed that all objects have extensive development of core and core-sapwood rot in the internal structure of trunks in the absence of external signs of destruction. The authors emphasize that a reliable assessment of the trees vital condition should be carried out comprehensively using a visual and instrumental method, this will provide an opportunity to carry out timely measures to support the plantings

condition in order to avoid emergency situations.

Keywords: Apple tree, Arbotom, tree vitality, natural monuments, urban landscaping, instrumental diagnostics, phytopathogens

Citation. Dovganyuk A.I., Lentina A.A., Reshetov R.S., Anikina A.V. The Instrumental Method of Analysis Use in Assessing the Trees Condition in an Urban Environment. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 1(120). pp. 65-72. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.010.65-72

Received: 08.12.2022

Accepted: 06.03.2023

References:

1. Antsiferov A.V. *Sudebnye ekspertizy po ustanovleniyu prichin padeniya derev'ev* [Forensic examinations to establish the causes of trees falling]. *Teoriya i praktika sudebnoy ekspertizy* [Theory and practice of forensic examination]. 2020. T. 15. No. 2. pp. 62-69. DOI 10.30764/1819-2785-2020-2-62-69

2. Gulizade S.F. *Primenenie akusticheskoy tomografii dlya izucheniya sostoyaniya nekotorykh vidov sosen i gledichij v usloviyakh Absheron* [Application of acoustic tomography to study some species of pines and gleditsia condition in the conditions of Absheron]. *Hortus Botanicus*. 2021. T. 16. pp. 209-218.

3. Impul'snaya tomografiya stvola dereva Arbotom [Pulse tomography of the tree trunk by Arbotom] [Webresource] Accessmode: <https://www.arborist.su/services/diagnostika-i-obsledovanie-derevev/diagnostika-stvolovykh-gniley/?ysclid=lalqrids058718212>, free, screen title (access date: 03.11.2022).

4. *Klass Dvudol'nye, semejstvo Rozovye, rod Yablonya. Yablonya yagodnaya* [Class Dicotyledonous, family Rosaceae, genus Apple. Berry apple] – *Malus baccata* [Webresource] Accessmode: <http://ecosystema.ru/08nature/fruits/121.htm>, free, screen title (access date: 03.11.2022).

5. Latukhina I. K., Babich N. A., Antonov A. M., Pastukhova N.O. *Impul'sno-tomografnaya diagnostika stvolov v gorodskikh usloviyakh na primere lipy melkolistnoj* [Pulse-tomographic diagnostics of trunks in urban conditions on the example of small-leaved linden]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of Kras SAU]. 2016. No. 7(118). pp. 36-40.

6. Forest Codex of the Russian Federation «Decree of the Government of the Russian Federation from December 9, 2020 No. 2047 «On approval of the Rules of sanitary safety in forests» dated 01.01.2021 No. 2047. Collection of Legislation of the Russian Federation. 2020.

7. Mukhacheva A.N., Runova E.M., Garus I.A. *Otsenka sostoyaniya urbodendrotsenozov G. Bratska metodami nerazrushayushchego kontrolya drevesiny* [Assessment of Bratsk urban dendrocenoses condition by methods of non-destructive control of wood]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of contemporary natural science]. 2020. No. 12. pp. 23-30. DOI 10.17513/use.37532

8. Runova E.M., Garus I.A., Mukhacheva A.N. *Sostoyanie Pinus sylvestris L. v usloviyakh vysokoy antropogennoj nagruzki* [The *Pinus sylvestris* L. state in conditions of high anthropogenic load]. *Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova* [Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov]. 2020. No. 4(61). pp. 144-152. DOI 10.34655/bgsha.2020.61.4.022

9. *Yablonya slivolistnaya Malus prunifolia* [Yablonya slivolistnaya Malus prunifolia] [Web resource] Access mode: <https://www.ruspitomniki.ru/catalog/listvennye-derevyia/yablonya-slivolistnaya.html>, free, screen title (access date: 03.11.2022).

10. Arbotom® 2D/3D Sonic Tree Tomography – RINNTech [Webresource] Accessmode: <https://rinntech.info/products/arbotom/>, free, screen title (access date: 5.12.2022)

11. Gerasimchuk V. N., Koba V. P., Plugatar Y. V., Papelbu V. V. Ultrasound diagnostics of some species of Cupressus L. genus in the plant collection of the Nikita Botanical Gardens. *Acta Horticulturae*. 2021. Vol. 1324. P. 187-192. DOI 10.17660/ActaHortic.2021.1324.28

12. Pan H., Lu J., Guo X. Z. [et al.] Tree Age Estimation Algorithm Based on Spectrum Analysis by Resistograph. *Forest Research*. 2021. Vol. 34. No. 1. P. 19-25. DOI 10.13275/j.cnki.lykxyj.2021.01.003

13. Sokolskaya O.B., Vergunova A.A., Tokareva V.M. Urban Greening in Forest Steppe and Steppe Zones of Russia: Solving the Problems. *Scientific Research and Innovation*. 2020. No. 2. P. 113-122.

14. Todoroki C.L., Lowell E.C., Filipescu C.N. Wood density estimates of standing trees by micro-drilling and other non-destructive measures. *New Zealand Journal of Forestry Science*. 2021. Vol. 51. DOI 10.33494/NZJFS512021X74X

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

Нижневолжская станция по селекции древесных пород – филиал ФНЦ агроэкологии РАН предлагает на весну 2023 года посадочный материал древесных пород


Наименование пород	Высота, м	Цена, шт. руб.	Адрес
Деревья лиственные			
Акация белая	до 1-1,5	240	403889 г. Камышин 19, п. ВНИАЛМИ, 1 Тел.: (8844-57)4-95-51; (8844-57)4-74-51 Тел/факс: (8844-57) 4-83-29; 8-937-539-67-75 Email: Pitomnik-vnialmi@mail.ru Сайт: http:// Pitomnik-vnialmi.ru
Береза повислая	до 1,0	250	
Вяз приземистый	до 1,0; 1,1-2,0	180; 240	
Дуб красный	до 0,7	360	
Дуб черешчатый ф. пирамид.	1,6-2,0	660	
Дуб черешчатый ф. пирамид	до 1,0	200	
Ива змеевидная	до 1,0; 1,1-1,5;	240;300	
Ива змеевидная (ЗКС)	1,1-1,5	400	
Ива плакучая	до 1,0; 1,1-1,5; 1,6-2,0	220; 290; 360	
Катальпа прекрасная	до 1,0; 1,1-1,5; 1,6-2,0	180 ;300; 480	
Каштан конский	до 1,0; 1,1-1,3	300; 500	
Клен остролистный	до 1,0; 1,1-1,5	220; 300	
Клен остролистный (ЗКС)	до 1,0; 1,1-1,5	320; 400	
Клен татарский	1,1-1,5	300	
Клен явор	до 1,0	220	
Лещина обыкновенная	до 1,0; 1,1-1,5	220;300	
Лещина обыкновенная (ЗКС)	1,1-1,5	400	
Рябина обыкновенная	до 1,0; 1,1-1,5;1,6-2,0	240; 360; 460	
Рябина обыкновенная (ЗКС)	1,1-1,5	460	
Рябина промежуточная	до 0,5; 0,6-1,0	240;300	
Рябина промежуточная (ЗКС)	0,6-1,0	400	
Тополь гибрид. (пир. х осокорь, не пылящий)	до 1,0; 1,1-1,5; 1,6-2,0	220; 310; 430	
Тополь Болле	до 1,0;1,1-1,5; 1,6-2,0	240;360; 480	
Ясень зеленый	1,1-1,5; 1,6-2,0	240; 300	
Черемуха виргинская	до 1,0	250	
Шелковица	0,3-0,4	150	

4.1.1. – Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

УДК 631,51:633.854.78:633.15(045)

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.011.73-77

Оценка продуктивности подсолнечника и кукурузы, возделываемых по технологии Strip-till

Игорь Леонидович Воротников , д.э.н., e-mail: rekt-ngsha@inbox.ru
ORCID: 0000-0003-3631-8275,

Александр Геннадьевич Субботин, к.с.-х.н., ORCID: 0000-0003-4497-0175,
Александр Владимирович Летучий, к.с.-х.н., ORCID: 0000-0003-4117-259X

«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», 410012, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3, г. Саратов, Россия

Аннотация. Проблема стабилизации производства подсолнечника и кукурузы в засушливых районах решается за счёт применения полосовой обработки почвы (технология Strip-till). Определено влияние применения полосовой обработки почвы на показатели развития растений и урожайность кукурузы и подсолнечника в условиях Саратовского Левобережья: запас продуктивной влаги, плотность пахотного слоя почвы, биометрические параметры растений в период вегетации, структура урожая. Оценка эффективности комбинированного почвообрабатывающего орудия ПБС–8х70П выявила особенности влияния данной технологии на водно-физические свойства почвы. В осенний период запас продуктивной влаги на изучаемых вариантах опыта был на 9% выше, чем при вспашке, а весной перед посевом выше на 30%. К моменту созревания на опытных участках с подсолнечником при применении Strip-till запас влаги достигал 35 мм, а на опытном участке с кукурузой он был на 15 мм выше, чем на предыдущем варианте обработки почвы. Выявлено повышение урожайности подсолнечника при применении полосовой обработки до 1,75 т/га, урожайности кукурузы – до 3,44 т/га. Расчёт экономической эффективности подтвердил целесообразность использования полосовой обработки новым орудием ПБС–8х70П. Отмечено снижение прямых затрат и увеличение уровня рентабельности при возделывании кукурузы на 17,7%, подсолнечника – на 24,1%.

Ключевые слова: основная обработка почвы, технология Strip-till, подсолнечник, кукуруза, плотность, влажность почвы, структура урожая, масличность, урожайность.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, 2021 г. Тема: «Разработка почвообрабатывающего агрегата по возделыванию пропашных культур по технологии Strip-till», Программа стратегического академического лидерства «Приоритет 2030».

Цитирование. Воротников И.Л., Субботин А.Г., Летучий А.В. Оценка продуктивности подсолнечника и кукурузы, возделываемых по технологии Strip-till // Научно-агрономический журнал. 2023. № 1 (120). С. 73-77. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.011.73-77

Поступила в редакцию: 01.02.2023

Принята к печати: 20.03.2022

Введение. В современных экономических условиях, когда возникает острая необходимость в снижении себестоимости растениеводческой продукции, проблемы поиска способа сокращения материальных затрат на возделывание полевых культур крайне актуальна. На территории засушливого Нижнего Поволжья широко используются различные варианты обработки почвы – классическая, минимальная (mini-till), нулевая (No-till) и полосовая обработка (Strip-till).

Особое внимание заслуживает технология Strip-till, при использовании которой обеспечивается снижение затрат материальных ресурсов, так как только 30% площади обрабатывается специальным агрегатом [3, 8]. Наличие пожнивных остатков на поверхности почвы после проведения обработки позволяет сохранить и повысить почвенное плодородие. По мере насыщения верхнего слоя почвы органикой увеличивается ее биогенность, уменьшается водная и ветровая эрозия и улучшается влагообеспеченность растений [1,4,9]. Из-

учаемая технология адаптирована в регионах с возрастающей аридизацией климата за счёт мульчирования междурядья пропашных культур (подсолнечник, кукуруза и соя) [5, 6, 10, 11].

К недостаткам данной технологии можно отнести увеличение химической нагрузки за счёт большого применения средств защиты растений против сорняков, болезней и вредителей, строгое ограничение ширины междурядий и направления посева.

В ФГБОУ ВО Вавиловском университете в рамках программы «Приоритет 2030» было создано новое почвообрабатывающее орудие ПБС–8х70П, предназначенное для реализации технологии Strip-till [3].

Цель исследований – определить влияние применения полосовой обработки почвы на параметры развития растений и урожайность кукурузы и подсолнечника в условиях Саратовского Левобережья.

Материалы и методы. Полевые эксперименты проведены на территории землепользования

УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО Вавиловского университета Энгельсского района Саратовской области. Почва опытного участка – тёмно-каштановая среднесуглинистая с содержанием гумуса 2,8%. Влажность устойчивого завядания в пахотном слое изменяется от 10 до 12%.

Схема полевого опыта предусматривала изучение следующих вариантов основной обработки почвы:

1. Отвальная вспашка плугом ПБС-8 на глубину 25-27 см.

2. Полосовая обработка почвы ПБС-8х70П на глубину 32 см.

Объектом исследований на изучаемых вариантах опыта были культуры подсолнечника (гибрид Норд, норма высева 60 тыс. всх. семян на га) и кукурузы (гибрид ДКС 3906, норма высева 70 тыс. всх. семян на га). Размер опытной делянки – 112 м², учетная площадь – 74 м², повторность опыта – трехкратная (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований), 5-е изд., доп. и переработ. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.). Основную обработку почвы проводили осенью. Предшественник – озимая пшеница, возделываемая в паровом звене севооборота. На изучаемых культурах в период вегетации применяли рекомендуемые гербициды Ацетал Про «ЩелковоАгрохим»

Период проведения исследований охватывал годы с различным количеством осадков и температурным режимом (2020–2022 гг.). Оценка запасов продуктивной влаги выявила следующие особенности. В осенний период при традиционной технологии на опытном участке, предназначенном для посева подсолнечника и кукурузы, запас продуктивной влаги составил 56 и 57 мм, а при при-

менении технологии Strip-till данный показатель увеличивался до 60–63 мм соответственно, или на 9% (таблица 1).

В весенний период запас влаги в почве, обработанной по традиционной технологии, составил 110-112 мм, а при полосовой обработке был выше на 30%. К моменту уборки полевых культур на опытных делянках с подсолнечником при традиционной обработке почвы влажность достигала величины 24 мм, а при применении новой технологии – 35мм. На делянках с кукурузой запас продуктивной влаги при применении технологии Strip-till был на 15 мм выше, чем при традиционной технологии. Таким образом, полосовая технология обработки пропашных культур новым агрегатом позволяет увеличить запас влаги в среднем на 30% по сравнению с классической вспашкой.

Определение плотности почвы выявило влияние различных вариантов основной обработки почвы на данный показатель. Измерение данного показателя на опытных делянках с подсолнечником в апреле показало разницу по вариантам обработки в 0,01т/м³, в мае плотность почвы возрастала до 1,13 т/м³. С июня по сентябрь отмечалось повышение данного показателя с 1,19 до 1,32 т/м³ при традиционной обработке, с 1,17 до 1,29 т/м³ при применении технологии Strip-till (таблица 2).

В мае показатели плотности почвы сравнились при обеих обработках, но с июня отмечалось повышение данного показателя в посевах и кукурузы, и подсолнечника. Однако при полосовой обработке новым почвообрабатывающим рабочим органом уплотнение почвы было меньше на 0,03 т/м³ и 0,04 т/м³ соответственно или на 3-5% (таблица 2).

Таблица 1. Запас продуктивной влаги (в среднем за 2020-2022 гг.)

Технология	Продуктивная влага, мм		
	перед уходом в зиму	перед посевом	в уборку
Подсолнечник			
Традиционная	56	110	24
Strip-till	60	142	35
Кукуруза			
Традиционная	57	112	25
Strip-till	63	145	40
Минимальная разность в урожаях, которая признается существенной при 5% (НСР ₀₅)	5,2	6,1	1,5

Таблица 2. Плотность пахотного слоя почвы (0-0,3 м), т/м³ (в среднем за 2020-2022гг.)

Технология	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Подсолнечник						
Традиционная	1,10	1,13	1,19	1,24	1,30	1,32
Strip-till	1,11	1,13	1,17	1,22	1,27	1,29
Кукуруза						
Традиционная	1,10	1,13	1,17	1,22	1,26	1,29
Strip-till	1,11	1,13	1,15	1,19	1,23	1,25

Измерение биометрических параметров растений в период вегетации полевых культур выявило определенные особенности на различных вариантах основной обработки почвы. Параметры высоты растений также изменялись в зависимости от изучаемых элементов. Так, у подсолнечника данный показатель при традиционной обработке почвы составил 167,8 см, а при полосовой обработке почвы снижался до 161,3 см. У растений кукурузы на участках, обработанных по технологии Strip-till, также отмечалось уменьшение высоты растений на 9,3 см.

Измерение площади листьев на изучаемых вариантах позволило выявить увеличение данного показателя у подсолнечника на 4,9 тыс. м²/га и у кукурузы на 5,8 тыс. м²/га (таблица 3) соответственно при полосовой технологии в сравнении с

классической вспашкой.

Урожайность подсолнечника при традиционной обработке почвы составила 1,58 т/га. На варианте с полосовой обработкой почвы урожайность маслосемян подсолнечника увеличилась на 0,17 т/га. Соответственно, возросли значения всех параметров структуры урожая. Наибольшее содержание масла в семенах отмечали при выращивании подсолнечника по технологии Strip-till – 49,5% (таблица 4).

Следовательно, урожайность при полосовой обработке подсолнечника была на 11% выше по сравнению с традиционной вспашкой, что можно объяснить эффектом влагосбережения и особенностями режущего рабочего органа нового агрегата, формирующего благоприятные условия для развития корневой системы растения.

Таблица 3. Параметры развития растений полевых культур при различных вариантах обработки почвы (в среднем за 2020-2022гг.)

Технология	Высота растений, см	Площадь листьев, тыс. м ² /га
Подсолнечник		
Традиционная	167,8	37,2
Strip-till	161,3	42,1
Кукуруза		
Традиционная	183,5	38,9
Strip-till	174,2	44,7
НСП ₀₅	8,6	1,9

Таблица 4. Структура урожая подсолнечника (в среднем за 2020-2022гг.)

Технология	Количество семян в корзинке, шт	Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г	Содержание масла, %	Урожайность, т/га
Традиционная	475,7	35,1	73,8	48,3	1,58
Strip-till	486,7	36,4	74,9	49,5	1,75
НСП ₀₅	24,5	1,7	3,6	2,3	0,08

Таблица 5. Структура урожая кукурузы на зерно (среднее за 2020-2022гг.)

Технология	Масса початка с зерном, г	Количество зёрен в соцветии, шт	Масса зёрен с одного початка, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность, т/га
Традиционная	73,3	211,2	62,3	294,6	3,18
Strip-till	71,7	212,4	61,4	289,2	3,44
НСП ₀₅	2,6	8,70	2,91	9,8	0,16

Таблица 6. Экономическая эффективность (среднее за 2020-2022гг.)

Показатели	Подсолнечник		Кукуруза	
	традиционная на 25-27 см	Strip-till на 30-32см	традиционная на 25-27 см	Strip-till на 30-32см
1. Урожайность, т/га	1,58	1,75	3,18	3,44
2. Оценка продукции, тыс. руб./га	32,4	35,8	34,9	37,8
3. Прямые затраты, тыс. руб./га	17,6	17,2	20,6	20,2
4. Расчетная себестоимость, тыс. руб./т	11,1	9,8	6,4	5,9
5. Условный чистый доход, тыс. руб./га	14,8	18,6	14,3	17,6
6. Уровень рентабельности, %	84,0	108,1	69,4	87,1

Сравнительная оценка величины и структуры биологической урожайности зерна кукурузы выявила преимущество нового агрегата, применяемого при обработке почвы по технологии Strip-till. Так, на варианте с традиционной обработкой почвы урожайность зерна кукурузы достигала 3,18 т/га.

При полосовой обработке почвы параметры структуры были ниже, чем на предыдущем варианте. Биологическая урожайность зерна при стандартной влажности составила 3,44 т/га (таблица 5), то есть была на 8% выше, чем по классической технологии, что обеспечивается за счет влагосбережения, мульчирование междурядий и наименьшим уплотнением почвы новым режущим рабочим органом ПБС-8х70П.

Расчёт экономической эффективности выявил преимущество применения при выращивании изучаемых культур технологии Strip-till. На опытном участке с подсолнечником и кукурузой уровень рентабельности при данной технологии был соответственно на 24,1% и 17,7% выше (таблица 6).

Заключение. Комплексная оценка влияния классической и Strip-till обработки почвы на урожайность пропашных культур выявила преимущество технологии Strip-till. Отмечено увеличение урожайности подсолнечника на 0,17 т/га, а кукурузы на 0,26 т/га, что в среднем на 8-10 % выше за счет влагосбережения, мульчирование междурядий и меньшей уплотняемости почвы. Расчёт экономической эффективности свидетельствует о целесообразности использования данной технологии, т.к. уровень рентабельности выращивания подсолнечника и кукурузы по предлагаемой технологии был выше на 24,1 и 17,7% соответственно.

Литература:

1. Бойков В.М., Старцев С.В., Воротников И.Л., Нарушев В.Б. Исследование формообразующих параметров корневой системы пропашных культур // Аграрный научный журнал. 2020. № 9. С. 65-68.

2. Бойков В.М., Старцев С.В., Воротников И.Л., Башмаков И.А. Обоснование кинематических параметров и эксплуатационных показателей широкозахватных пахотных агрегатов // Аграрный научный журнал. 2019. № 12. С. 78-82.

3. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Разработка технологии No-Till на черноземе выщелоченном Лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2011. №5. С. 20- 22.

4. Воротников И.Л., Денисов К.Е., Гераскина А.А. Анализ зарубежных научных исследований влияния ресурсосберегающих технологий обработки почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур и показатели почвенного плодородия // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 12 (112). С. 1641-1654.

5. Дридигер В.К., Кашаев Е.А., Стукалов Р.С., Паньков Ю.И., Войцеховская С.С. Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на урожайность и экономическую эффективность в севообороте // Земледелие. 2015. №7. С. 20-23.

6. Ещенко В.Е., Трифонова М.Ф., Копытко П.Г. Основы опытного дела в растениеводстве / под ред. В.Е. Ещенко и М.Ф. Трифоновой. М.: КолосС, 2009. 268 с.

7. Кузыченко Ю.А., Стукалов Р.С., Гаджимаров Р.Г. Формирование корневой системы кукурузы на зерно при различных системах обработки почвы в зоне центрального Предкавказья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1 (57). С. 74-81.

8. Лицуков С.Д., Ширяев А.В., Кузнецова Л.Н. Агрэкологическая оценка технологии No-till в условиях Белгородской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 9. С.46-48.

9. Сафин Х.М., Аюпов Д.С., Саегалиева Г.Э. Сберегающие технологии No-till и Strip-till показывают положительные результаты / Материалы Междунар. науч.-практ. конф. В рамках XXV межд. спец. выставки «Агрокомплекс – 2015». Уфа: БГАУ, 2015. С. 275-279.

10. Солодовников А.П., Денисов Е.П., Летучий А.В., Четвериков Ф.П. Роль минимальной обработки в сохранении плодородия чернозёмов после фитомелиорации // Кормопроизводство. 2016. №4. С. 26-29.

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.011.73-77

The Sunflower and Corn Productivity Evaluation Using Strip-Till Cultivation Technology

Igor L. Vorotnikov ✉, Dr. Sci. (Economy), e-mail: rekt-ngsha@inbox.ru
ORCID: 0000-0003-3631-8275,

Alexander G. Subbotin, Cand. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0003-4497-0175

Alexander V. Letuchy, Cand. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0003-4117-259X

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov,
e-mail: rekt-ngsha@inbox.ru 410012, Pyotr Stolypin Prospekt, 4/3, Saratov, Russia

Abstract. The problem of sunflower and corn production stabilizing in arid areas is solved by the use of strip tillage (Strip-till technology). The strip tillage use influence on plant development indicators and the corn and sunflower yields in the Left Bank

of Volga around Saratov conditions was determined: the productive moisture supply, the arable soil layer density, plants biometric parameters during the growing season, the crop structure. The combined ПБС-8х70П tillage tool effectiveness evaluation revealed

this technology influence on the soils water-physical properties. In the autumn, the productive moisture supplies on the studied variants of the experiment was 9% higher than during plowing, and in the spring before sowing it was 30% higher. By the time of ripening, the moisture reserve reached 35 mm on the experimental plots with sunflower when using Strip-till, and it was 15 mm higher than with the previous tillage version on the experimental plot with corn. In sunflower yield increase to 1.75 t/ha was revealed when using strip processing, in corn yield – up to 3.44 t/ha. The economic efficiency calculation confirmed the strip processing using expediency with the new ПБС–8x70П tillage tool. There was a decrease in direct costs and an increase in the level of profitability in the corn cultivation by 17.7%, in the sunflower – by 24.1%.

Keywords: basic tillage, Strip-till technology, sunflower, corn, density, soil moisture, crop structure, oil content, yield

Funds. The work was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 2021. Topic: “Development of a tillage unit for cultivating row crops using Strip-till technology”, Strategic Academic Leadership Program “Priority 2030”.

Citation. Vorotnikov I.L., Subbotin A.G., Letuchiy A.V. The Sunflower and Corn Productivity Evaluation Using Strip-Till Cultivation Technology. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 1(120). pp. 73-77. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.011.73-77

Received: 01.02.2023

Accepted: 20.03.2022

References:

1. Boykov V.M., Startsev S.V., Vorotnikov I.L., Narushev V.B. *Issledovaniye formoobrazuyushchikh parametrov kornevoy sistemy propashnykh kul'tur* [Study of the shaping parameters of the row crops root system]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agricultural Scientific Journal]. 2020. No. 9. pp. 65-68.
2. Boykov V.M., Startsev S.V., Vorotnikov I.L., Bashmakov I.A. *Obosnovaniye kinematicheskikh parametrov i ekspluatatsionnykh pokazateley shirokozakhatnykh pakhotnykh agregatov* [Substantiation of wide-cut arable units' kinematic parameters and operational indicators]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agricultural Scientific Journal]. 2019. No. 12. pp. 78-82.
3. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G., Korotkikh N.A. *Razrabotka tekhnologii No-Till na chernozeme vyshchelochennom Lesostepi Zapadnoy Sibiri* [Development of No-Till technology on leached chernozem in the Forest-

Steppe of Western Siberia]. *Zemledeliye* [Agriculture]. 2011. No. 5. P. 20-22.

4. Vorotnikov I.L., Denisov K.Ye., Geraskina A.A. *Analiz zarubezhnykh nauchnykh issledovaniy vliyaniya resursosberegayushchikh tekhnologiy obrabotki pochvy na produktivnost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i pokazately pochvennogo plodorodiya* [Analysis of foreign scientific studies of the impact of resource-saving technologies of tillage on the productivity of agricultural crops and indicators of soil fertility]. *Nauchnaya zhizn'* [Scientific life]. 2020. Vol. 15. No. 12 (112). pp. 1641-1654.

5. Dridiger V.K., Kashayev Ye.A., Stukalov R.S., Pan'kov Yu.I., Voytsekhovskaya S.S. *Vliyaniye tekhnologiy vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur na urozhaynost' i ekonomicheskuyu effektivnost' v sevooborote* [Influence of agricultural crops cultivation technologies on productivity and economic efficiency in crop rotation]. *Zemledeliye* [Agriculture]. 2015. No. 7. pp. 20-23.

6. Yeshchenko V.Ye., Trifonova M.F., Kopytko P.G. *Osnovy opytnogo dela v rasteniyevodstve* [Experimental fundamentals in crop production] / ed. by V.Ye. Yeshchenko and M.F. Trifonova. Moscow. Kolos Publ. house. 2009. 268 p.

7. Kuzychenko Yu.A., Stukalov R.S., Gadzhumarov R.G. *Formirovaniye kornevoy sistemy kukuruzy na zerno pri razlichnykh sistemakh obrabotki pochvy v zone tsentral'nogo Predkavkaz'ya* [The grain maize root system formation under various tillage systems in the zone of the central Ciscaucasia]. *Izvestiya nizhnepovolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of the Lower-Volga Agrouniversity Complex: Science and higher professional education]. 2020. No. 1 (57). pp. 74-81.

8. Litsukov S.D., Shirayev A.V., Kuznetsova L.N. *Agroekologicheskaya otsenka tekhnologii No-till v usloviyakh Belgorodskoy oblasti* [Agroecological assessment of No-till technology in the Belgorod region conditions]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural I. I. Ivanov Academy]. 2013. No. 9. pp.46-48.

9. Safin Kh.M., Ayupov D.S., Sayetgaliyeva G.E. *Sberegayushchiye tekhnologii No-till i Strip-till pokazyvayut polozhitel'nyye rezul'taty* [No-till and Strip-till saving technologies show positive results]: Materials of the International Scientific and Practical Conference within the XXV international spec. exhibition «Agrocomplex – 2015». Ufa. BashSAU Publ. house, 2015. pp. 275-279.

10. Solodovnikov A.P., Denisov Ye.P., Letuchiy A.V., Chetverikov F.P. *Rol' minimal'noy obrabotki v sokhraneni plodorodiya chernozemov posle fitomelioratsii* [The role of minimal tillage in preserving the chernozems fertility after phytomelioration]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production]. 2016. No.4. pp 26-29.

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.1. – Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

УДК 633.11:581.48

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.012.78-83

Биометрические характеристики поперечных клеток перикарпия сортов озимой мягкой пшеницы Саратовской селекции

Марина Владимировна Харитоновна[✉], к.б.н., e-mail: haritonovamv@mail.ru, ORCID 0000-0002-5969-4970

Татьяна Михайловна Прохорова, к.б.н., ORCID 0000-0003-4530-4617

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии

и инженерии имени Н.И. Вавилова», e-mail: rector@vavilovsar.ru,

адрес: 410012, пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3. г. Саратов, Россия

Аннотация. В связи с расширением посевов озимой пшеницы в России, включая Саратовскую область, необходимо большее внимание уделить вопросам биологии данной культуры. За последние годы в НИИСХ Юго-Востока (ныне «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока») был создан ряд новых сортов озимой пшеницы, существенно отличающихся от ранее районированного сорта, Мироновской 808. В литературе отмечается особая роль поперечных клеток перикарпия в генерации кислорода в ходе реакций фотосинтеза. Экспериментально показано, что поступающий из хлорофиллоносных (поперечных) клеток перикарпа кислород необходим в ходе эмбриогенеза зерновки. Несмотря на значимость уникального процесса в плодовой оболочке зерновки и его вклад в урожай зерна пшеницы, встречаются единичные данные о размерах и структуре поперечных клеток перикарпия. Научных исследований в области морфологии и физиологии новых сортов озимой пшеницы ранее не проводилось. Целью исследований стало установление морфологических и биометрических особенностей развития поперечных клеток перикарпия зерновок у некоторых сортов озимой мягкой пшеницы Саратовской селекции. Выявлены сорто-специфические особенности в динамике роста и развития поперечных клеток и количества хлоропластов. Установлено, что поперечные клетки различаются по размерам в различных частях зерновки, однако наименьшим варьированием различаются в области спинки, рост клеток вдоль продольной оси с сохранением межсортовых различий устойчиво сохраняется. Максимальные значения как по длине, так и по ширине поперечных клеток перикарпия выявлены у зерновок сорта озимой мягкой пшеницы Калач 60, минимальные – у сорта Виктория 95. Сорт Калач 60 на территории Саратовской области является продуктивным и урожайным сортом.

Ключевые слова: сорт, озимая мягкая пшеница, хлоропласты, перикарпий, поперечные клетки.

Цитирование. Харитоновна М.В., Прохорова Т.М. Биометрические характеристики поперечных клеток перикарпия сортов озимой мягкой пшеницы Саратовской селекции // Научно-агрономический журнал. 2023. № 1 (120). С. 78-83. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.012.78-83

Поступила в редакцию: 13.01.2023

Принята к печати: 20.03.2023

Введение. Пшеница относится к семейству злаков (Poaceae), одному из высокостоящих специализированных семейств в классе однодольных, к жизненной форме травянистых розеткообразующих однолетников [3].

Формирование структуры растения в течение вегетации определяется системой коррелятивных зависимостей между тканями, органами растения в процессе морфогенеза, начиная с момента образования зиготы и эндосперма при оплодотворении яйцеклетки и вторичного ядра зародышевого мешка. Образующееся семя, зерновка, с момента посева и прорастания, проявляет специфические особенности, присущие тому или иному сорту пшеницы [6,7].

В зрелых зерновках различают плодовую и семенную оболочки, доля которых составляет от 6 до 8% от массы зерновки. Они выполняют несколько функций, прежде всего предохраняют запасные вещества эндосперма от вымывания при набухании семян, обеспечивают газообмен и поступление воды в зерновку при прорастании. Плодовая

оболочка или перикарпий состоит из нескольких слоев клеток: эпидерма, паренхимные, поперечные клетки, внутренняя эпидерма, представленная трубчатыми клетками или эндокарпием [9,10].

Электронно-микроскопическим изучением пластид занимался Х. Роллечек (H. Rolletschek), в продольных и поперечных клетках мезокарпия выявил их существенные структурные различия на разных травянистых растениях. Хлоропласты в продольных клетках отмечены только на ранних стадиях роста зерновки. Они имеют овальную форму и слабо развитую систему внутренних мембран, включающую отдельные грани и межграни тилакоиды. В строении хлоропластов присутствуют крупные зерна крахмала. Поперечные клетки перикарпия на протяжении всего налива зерновок слабо вакуолизованы, хлоропласты образуют несколько слоев. Иногда несколько пластид, плотно соприкасаясь, образуют группы. По мнению С.Е. Дунаевой, хлоропласты поперечных клеток перикарпия зерновок имеют достаточно сильное структурное сходство с хлоропластами паренхим-

ной обкладки C_4 -растений аспартатного типа. Аналогичными для них являются крупный размер, веретеновидная форма, способность к повышенному накоплению крахмала, характер расположения на срезе межгнанных тилакоидов, наличие периферического ретикулума и сходная форма контактирования хлоропластов в клетке [4,13,14].

Существует представление ряда ученых Дженнингс А.К. (Jennings A.C.), Мортон Р.К. (Morton R.K.), Х. Роллечек (H. Rolletschek) и С.Е. Дунаевой, что фотосинтез хлоропластов поперечных клеток зерновки может происходить на основе рефиксации углекислоты, выделяющейся в процессе интенсивного дыхания эндосперма. В процессе развития зерновки в поперечных клетках исчезают хлоропласты, стенки клеток утолщаются, и в них возникают поры. Ультраструктура этих клеток и характер ее изменения, наблюдаемые в процессе развития, являются аналогичными тем, которые описаны для дифференцирующихся трахеальных элементов в первичной ксилеме [13,14].

Особенности строения оболочек зерновки определенным образом влияют на развитие молодой зерновки. Известно, что синтез АТФ внутри эндосперма связан с поступлением кислорода в процессе дыхания [1,5].

Экспериментально доказано в исследованиях Даффус С.М. (Duffus S.), Кокрейн М.П. (Cochrane M.), что кислород генерируется перикарпом в процессе фотосинтеза. Его фотосинтетическая активность связана с содержанием хлорофилла. Содержание хлорофилла увеличивается во время промежуточной фазы роста, немедленно следует за индукцией фотосинтез связанных генов. На основании экспериментов с использованием лазерной сканирующей микроскопии было показано, что хлорофилл локализован в определенных слоях перикарпа, покрывающих весь эндосперм, кроме области жилки и нуцеллярного эпидермиса. Состояние хлорофиллоносного слоя позволяет предположить, что фотосинтез играет определяющую роль в росте зерна. Кислород образуется с высокой скоростью

внутри хлорофиллосодержащего слоя перикарпия и направляется во все области – и в эндосперм, и во внешний перикарпий. Резкое снижение количества кислорода внутри эндосперма в течение стадии запасаания указывает на сильное его потребление вследствие высокой метаболической активности [13,14].

Нами предположено, что роль фотосинтезирующего перикарпия в запасаании состоит в большей степени в поставке кислорода в эндосперм, наливу и роста зерновки.

Целью наших исследований стало определение морфологических и биометрических особенностей развития поперечных клеток перикарпия зерновок у некоторых сортов озимой мягкой пшеницы Саратовской селекции.

Материалы и методы исследований. Изучение особенностей развития поперечных клеток проводилось в лаборатории физиологии растений Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского в период с 2021 по 2022 гг.

Для проведения исследований в лабораторных условиях использовались растения, выращенные в полевых мелкоделяночных опытах в трехкратной повторности. Посев производился ручным аппаратом конструкции Одесского селекционно-генетического института семенами, взятыми из средней части колоса. Норма высева 400 семян на 1 м², принятая в производственных посевах в Саратовской области. Обработка полей полностью соответствовала агротехническим требованиям, предъявляемым в зоне для возделывания озимой пшеницы.

В качестве объекта исследования были взяты двенадцать сортов озимой мягкой пшеницы: Лютеценс 230, Саратовская остистая, Калач 60, Саратовская 8, Виктория 95, Жемчужина Поволжья, Саратовская 17, Эльвира, Созвездие, Мироновская 808, Саратовская 90, Губерния, которые значительно отличались по ряду морфологических и физиологических характеристик, выращенные на полях НИИСХ Юго-Востока [2] (рис. 1, 2).



Рисунки 1, 2. Опытные делянки посевов озимой мягкой пшеницы

Учитывая, что поперечные клетки неоднородны по размерам в различных частях зерновки, измерения длины и ширины данных клеток проводились в области спинки зерновки, биометрии подвергались двадцать клеток семени тридцати зерновок каждого сорта. Зерновки отбирались из средней части колоса главного побега; пробы брались на 6-й день после цветения [11,12].

Семена помещали в фиксатор Гамалунда, затем под микроскопом выделяли слой поперечных клеток в области спинки зерновки и измеряли их длину и ширину. Для изучения сортовых особенностей развития поперечных клеток перикарпия зерновок, пробы брали во время развития зерна через каждые 3 дня, начиная через неделю после цветения и заканчивая по завершению налива зерна [5,9,10].

Данные, полученные в результате исследования, обработаны статистическими методами с использованием пакета стандартных программ Microsoft Excel.

Для оценки степени рассеяния отдельных значений признака вокруг его среднего значения использовали абсолютный показатель вариации – размах вариации.

Размах вариации – разность между максимальным и минимальным значениями признака. Он показывает пределы, в которых изменяется величина признака в изучаемой совокупности.

Результаты и их обсуждение. Клетки перикарпия зерновок сортов озимой мягкой пшеницы различаются между собой как по длине, так и по ширине поперечных клеток, при этом варьирование по ширине поперечных клеток было меньше, чем по их длине.

В данном исследовании среди изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы длина поперечных клеток, взятых из средней части колоса главного

побега, составляла от 58,0 мкм до 96,4 мкм, а ширина – от 9,6 до 19,3 мкм. Минимальные значения длины поперечных клеток были отмечены у четырех сортов: Виктория 95, Созвездие, Саратовская остистая и Лютесценс 230 – соответственно 58,0; 60,6; 60,9 и 63,4 мкм. Максимальные значения наблюдались у сортов: Саратовская 90 и Калач 60 – соответственно 92,1 и 96,4 мкм. Минимальные значения ширины поперечных клеток отмечены у сортов: Лютесценс 230 и Саратовская остистая – соответственно 9,6 и 10,1 мкм, максимальные значения – Жемчужина Поволжья (19,3 мкм) и Калач 60 (18,7 мкм) (таблица 1).

Такой разброс данных позволяет предположить, что существует сортовая специфичность в строении и в фотосинтетической активности клеток данного слоя перикарпия зерновки [9,10].

По результатам изучения в динамике развития поперечных клеток выявлены различия между сортами, что наблюдалось уже в момент формирования зерновки в клетках значительного числа хлоропластов. Наиболее существенный рост поперечных клеток отмечен на продольной оси зерновки. На первых этапах развития поперечные клетки бесцветные, так как в это время биосинтез пигментов фотосинтеза, очевидно, только начинается, а хлоропласты слабо выражены; поперечные клетки выглядят по форме, как типичные паренхимные клетки. При исследовании зерновок, взятых из первой пробы, наблюдалось, что меньшие значения длины поперечных клеток характерны для сорта Виктория 95 (26,2 мкм), а большие – для сорта Калач 60 (50,6 мкм). Среднее значение длины клеток выявлены у сорта-стандарта Мироновская 808 (38,4 мкм). При исследовании второй и последующих проб, взятых через каждые три дня, рост клеток вдоль продольной оси с сохранением межсортовых различий устойчиво сохранялся.

Таблица 1. Размеры поперечных клеток зерновок озимой мягкой пшеницы репродукции 2021–2022 гг.

Сорт	Длина, мкм	Ширина, мкм	Размах вариации, %
Виктория 95	58,0±2,6	11,5±0,34	56
Губерния	72,2±1,44	14,3±0,28	47
Жемчужина Поволжья	79,4±2,38	19,3±0,54	41
Калач 60	96,4±1,98	18,7±0,53	36
Лютесценс 230	63,4±2,53	9,6±0,33	54
Мироновская 808	75,7±2,27	16,5±0,49	43
Саратовская остистая	60,9±1,82	10,1±0,3	56
Саратовская 17	71,8±2,15	16,6±0,83	45
Саратовская 8	75,1±1,5	13,9±0,41	45
Саратовская 90	92,1±4,61	16,4±0,66	37
Созвездие	60,6±1,83	12,8±0,38	54
Эльвира	71,9±2,88	15,7±0,31	45
НСР _{0,95}	1,73	0,41	

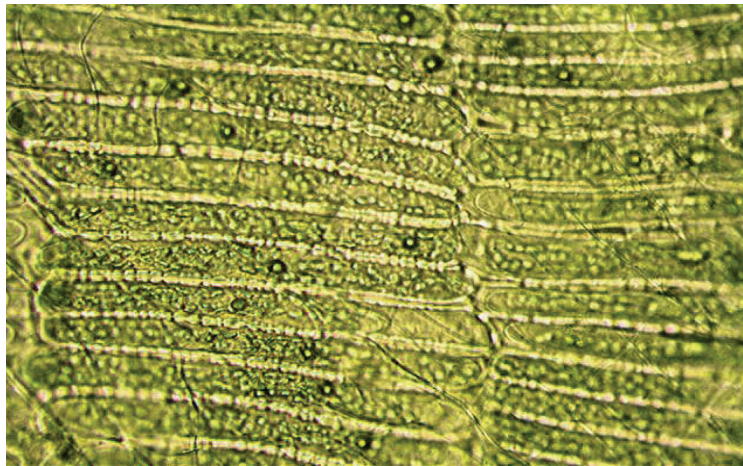


Рисунок 3. Поперечные клетки в области спинки зерновки (сорт Калач 60)×20

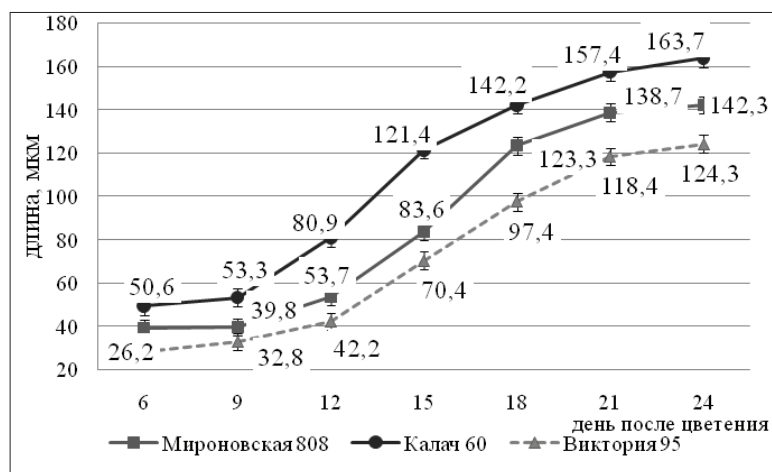


Рисунок 4. Длина поперечных клеток в области спинки зерновок озимой мягкой пшеницы Саратовской селекции, мкм

При исследовании зерновок из третьей пробы, установлено, что в клетках отмечается наличие хорошо окрашенных хлоропластов, клетки увеличивались в размерах практически вдвое по сравнению с первой пробой. Максимальное значение длины поперечных клеток в это время наблюдалось у сорта Калач 60 – 80,9 мкм, минимальное значение длины поперечных клеток, как и в первой пробе, отмечено у сорта Виктория 95 – 42,2 мкм.

При изучении зерновок из четвертой пробы выявлено, что наименьшим значением длины поперечных клеток перикарпия отличался сорт Виктория 95 (70,4 мкм), а наибольшим, как и в трех предыдущих пробах, сорт Калач 60 (121,4 мкм) (рисунок 3).

В зерновках из пятой пробы минимальные значения длины поперечных клеток были свойственны сорту Виктория 95 (97,4 мкм), средние – сорту Мироновская 808 (123,3 мкм), максимальные значения – сорту Калач 60 (142,2 мкм). В зерновках из шестой пробы тенденция на увеличение в размерах поперечных клеток сохранялась; минимальные значения, как и в зерновках из предыдущих

проб, отмечены у сорта Виктория 95 (118,4 мкм), средние значения – у сорта Мироновская 808 (138,7 мкм), максимальные – у сорта Калач 60 (157,4 мкм) (рисунок 4).

На протяжении всех дней эксперимента клетки достаточно активно росли и значительно увеличились в размерах относительно размеров клеток в перикарпии зерновок из первой пробы. В дальнейшем рост замедляется и клетки увеличиваются в размерах незначительно. Визуально ширина поперечных клеток на протяжении всего времени их исследования изменялась незначительно, варьируя в пределах от 8 до 12 мкм. Если в первой пробе клетки бесцветны, т.к. не содержат зеленых пластид, то уже в третьей и четвертой пробах в клетках отмечалось большое количество хлоропластов. В зерновках из пятой пробы наблюдалась облитерация хлоропластов поперечных клеток, которые к началу восковой спелости исчезали полностью. В зерновках из седьмой пробы поперечные клетки не содержали зеленых пластид.

Заключение. В результате проведенных исследований были установлены морфологические

и биометрические особенности развития поперечных клеток на стадии формирования зерновки сортов озимой мягкой пшеницы как по длине, так и по ширине поперечных клеток перикарпия зерновок. Отмечены сортовые особенности в динамике роста и развития поперечных клеток перикарпия, которые играют важную роль в фотосинтетической активности клеток данного слоя.

Наши предположения об особенностях и сорто-специфичности поперечных клеток перикарпия и их роли в фотосинтетической активности, прослеживающиеся в течение срока налива зерновки, состоящие в большей степени в поставке кислорода в эндосперм и росте зерновки, получили свое подтверждение в ходе данного исследования. Максимальные значения размеров поперечных клеток, а также большого количества хлоропластов на протяжении всего исследования выявлены у сорта Калач 60, который на территории Саратовской области является продуктивным и урожайным, зимостойким и засухоустойчивым, а также является пластичным сортом озимой мягкой пшеницы.

Литература:


1. Амелин А. В. и др. Интенсивность фотосинтеза листьев у растений озимой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 9. – С. 41-48.
2. Беляев Н. Н., Дубинкина Е. А. Сорты озимой мягкой пшеницы Поволжской селекции в условиях Центрального Черноземья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20. – № 2-2. – С. 231-234.
3. Беспалова Л.А., А.А. Романенко, И.Н., Кудряшов [и др.] / Сорты пшеницы и тритикале: каталог редколлегия: А.А. Романенко [и др.]; ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». – Краснодар: ЭДВИ, 2020. – 176 с.
4. Дунаева С.Е. Особенности ультраструктуры хлоропластов перикарпия зерновки мягкой пшеницы // Доклады АН СССР, 1980. – Т. 255. – № 2. – С. 504–506.
5. Ивлева М.В., Касаткин М.Ю., Степанов С.А. Сортовые особенности развития оболочек зерновки озимой пшеницы // Бюллетень ботанического сада Саратовского

государственного университета. – 2014. – № 12. – С. 171-179. – EDN TUTSFD.

6. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., Никонорова И.М. Морфологические особенности низкопентозанового зерна ржи. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021;182(2):123-130. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-2-123-130.
7. Кошкин Г.И., Гусейнов Г.Г. Экологическая физиология сельскохозяйственных культур. – Москва: – Пресс, 2020. – 576 с. DOI: 10.31085/9785998808418-2020-576
8. Малыгина Н.С. Анализ факторов, влияющих на количество и качество урожая зерна озимой пшеницы, ее морфологические и анатомические характеристики // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. – 2016. – № 3. – С. 60-64.
9. Танайлова Е. А., Агапова А. В., Гапонов С. Н. Особенности развития поперечных клеток перикарпия зерновки твердой пшеницы // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. – 2008. – № 7. – С. 267-270.
10. Танайлова Е.А., Прохорова Т.М., Степанов С.А. Сортовые особенности развития поперечных клеток перикарпия зерновки твердой пшеницы // Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета. – 2009. – № 8. – С. 293-296. – EDN YKHKZN.
11. Чепец Е. С. Образование, налив и созревание зерна озимого ячменя // Зерновое хозяйство России. – 2012. – № 1. – С. 65-77.
12. Agaphonov E.V., Kamenev R.A. To the problem of productivity boost of the field seed turnover segment of winter wheat - corn - sunflower on the southern black soil. Science Almanac of Black Sea Region Countries. 2015. No. 1(1). pp. 34-38. – EDN VWFFMJ.
13. Duffus C.M., Cochrane M.P. Carbohydrate metabolism during cereal grain development. In: Khann AA, ed. The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination. Elsevier Biomedical Press. 1982. pp. 46–66.
14. Rolletschek H., Weschke W., Weber H., Wobus U., Borisjuk L. Energy state and its control on seed development: starch accumulations is associated with high ATP and steep oxygen gradients within barley grains. Journal of Experimental Botany. 2004;55 (401):1351-9.

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.012.78-83

Biometric Characteristics of Transverse Pericarp Cells in Winter Wheat Varieties of Saratov Breeding

Marina V. Kharitonova , Cand. Sci. (Biol.), e-mail: haritonovamv@mail.ru, ORCID0000-0002-5969-4970

Tatiana M. Prokhorova, Cand. Sci. (Biol.), ORCID0000-0003-4530-4617

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov,
e-mail: rector@vavilovsar.ru, 410012, Pyotr Stolypin Prospekt, 4/3, Saratov, Russia

Abstract. It is necessary to pay more attention to the biology of winter wheat due to the expansion of this crop in Russia, including the Saratov region. In recent years, a number of new winter wheat varieties have been created in the Research Institute of the South-East (now the Federal State Budgetary Scientific Organization «Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region»). They are

significantly differing from the previously zoned variety, Mironovskaya 808. Publications notes the special role of transverse pericarp cells in the oxygen generation during photosynthesis reactions. It has been experimentally shown that oxygen coming from chlorophyll-bearing (transverse) cells of the pericarp is necessary during the grain's embryogenesis. Despite the unique process in the grain shell significance and its

contribution to the yield of wheat grain, there are only singular data on the size and structure of transverse pericarp cells. Scientific research in the field of winter wheat new varieties morphology and physiology has not been carried out before. The aim of the research was to establish morphological and biometric features of the grains pericarp transverse cells development in some winter soft wheat varieties of Saratov breeding. Variety-specific features in the transverse cells growth and development dynamics and the number of chloroplasts were revealed. It was found that the transverse cells differ in size in different parts of the grain, however, the least differs were in the dorsal region, cell growth along the longitudinal axis with the preservation of intersort differences is stable. The maximum values both in length and in width of the pericarp transverse cells were found in the grains of the Kalach 60 winter soft wheat variety, the minimum values were found in the Victoria 95 variety. The Kalach 60 variety in the Saratov region is a productive variety.

Keywords: variety, winter soft wheat, chloroplasts, pericarp, transverse cells

Citation. Kharitonova M.V., Prokhorova T.M. Biometric Characteristics of Transverse Pericarp Cells in Winter Wheat Varieties of Saratov Breeding. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 1(120). pp. 78-83. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.012.78-83

Received: 13.01.2023

Accepted: 20.03.2023

References:

1. Amelin A.V. et al. *Intensivnost' fotosinteza list'ev u rastenij ozimoy pshenitsy* [Intensity of leaf photosynthesis in winter wheat plants]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyajstvennoy akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural I. I. Ivanov Academy]. 2020. No 9. pp. 41-48.
2. Belyaev N.N., Dubinkina E.A. *Sorta ozimoy myagkoj pshenitsy Povolzhskoy seleksii v usloviyakh Tsentral'nogo Chernozem'ya* [Winter soft wheat of Volga region selection varieties in the Central Chernozem region conditions]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossijskoj akademii nauk* [Proceedings of the Samara Scientific Center of Russian Academy of Sciences]. 2018. T 20. No 2-2. pp 231-234.
3. Bepalova L.A., Romanenko A.A., Kudryashov I.N. et al. *Sorta pshenicy i tritikale: katalog* [Wheat and triticale varieties: catalog] / Editorial board: A.A. Romanenko et al. Krasnodar. EDVI Publ. house. 2020. 176 p.
4. Dunaeva S.E. *Osobennosti ul'trastruktury hloroplastov perikarpiya zernovki myagkoj pshenicy* [Features of the chloroplasts ultrastructure of the soft wheat grain pericarp]. *Doklady AN SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences]. 1980. T 255. No 2. pp 504-506.
5. Ivleva M.V., Kasatkin M.YU., Stepanov S.A. *Sortovye osobennosti razvitiya obolochek zernovki ozimoy pshenicy*

[Varietal features of the winter wheat grain shells development]. *Byulleten' botanicheskogo sada Saratovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Botanical Garden of Saratov State University]. 2014. No 12. pp 171-179. – EDN TUTSFD

6. Kobyljanskij V.D., Soloduhina O.V., Nikonorova I.M. *Morfologicheskie osobennosti nizkopentozanovogo zerna rzhii. Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii* [Morphological features of low-pentosan rye grain. Works on applied botany, genetics and breeding]. No 182(2). 2021. pp 123-130. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-2-123-130

7. Koshkin G.I., Gusejnov G.G. *Ekologicheskaya fiziologiya sel'skokozyajstvennyh kul'tur* [Ecological physiology of agricultural crops]. Moscow. «Press» Publ. house. 2020. 576 p. DOI: 10.31085/9785998808418-2020-576

8. Malygina N.S. *Analiz faktorov, vliyayushchih na kolichestvo i kachestvo urozhaya zerna ozimoy pshenicy, ee morfologicheskie i anatomicheskie harakteristiki* [Analysis of factors affecting the winter wheat grain yield quantity and quality as well as its morphological and anatomical characteristics]. *Obrazovanie i nauka bez granic: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya* [Education and science without borders: fundamental and applied research]. 2016. No 3. pp. 60-64.

9. Tanajlova E. A., Agapova A. V., Gaponov S. N. *Osobennosti razvitiya poperechnykh kletok perikarpiya zernovki tverdoj pshenicy* [Features of durum wheat grain pericarp transverse cells development]. *Byulleten' botanicheskogo sada Saratovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Botanical Garden of Saratov State University]. 2008. No 7. pp 267-270.

10. Tanajlova E.A., Prohorova T.M., Stepanov S.A. *Sortovye osobennosti razvitiya poperechnykh kletok perikarpiya zernovki tverdoj pshenicy* [Varietal features of durum wheat grain pericarp transverse cells development]. *Byulleten' botanicheskogo sada Saratovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Botanical Garden of Saratov State University]. 2009. No 8. pp 293-296. – EDN YKHKZN

11. Chepec E. S. *Obrazovanie, nalive i sozrevanie zerna ozimogo yachmenya* [Formation, filling and maturation of winter barley grain]. *Zernovoe hozyajstvo Rossii* [Grain farming of Russia]. 2012. No 1. pp 65-77.

12. Agaphonov E.V., Kamenev R.A. To the problem of productivity boost of the field seed turnover segment of winter wheat - corn - sunflower on the southern black soil. *Science Almanac of Black Sea Region Countries*. 2015. No. 1(1). pp. 34-38. EDN VWFFM].

13. Duffus C.M., Cochrane M.P. Carbohydrate metabolism during cereal grain development. In: Khann AA, ed. *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*. Elsevier Biomedical Press. 1982. pp. 46-66.

14. Rolletschek H., Weschke W., Weber H., Wobus U., Borisjuk L. Energy state and its control on seed development: starch accumulations is associated with high ATP and steep oxygen gradients within barley grains. *Journal of Experimental Botany*. 2004;55 (401):1351-9.

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

Редакция научно-практического журнала «Научно-агрономический журнал»

благодарит уважаемых авторов за сотрудничество и выражает надежду на дальнейшую популяризацию результатов фундаментальных и прикладных исследований отечественных и зарубежных ученых по научному обеспечению сельского, лесного и мелиоративного хозяйства с освещением проблем рационального природопользования и адаптации агроэкосистем к меняющимся климатическим условиям.

В журнале публикуются научные статьи, обзоры, требующие обязательного рецензирования и регистрации DOI. Для публикации статей в журнале приглашаются научные и научно-педагогические работники, докторанты, аспиранты, а также практические работники и руководители организаций сферы АПК.

К публикации принимаются статьи, отражающие наиболее значимые научные труды, нигде ранее не опубликованные, соответствующие тематике журнала, обладающие научной новизной и содержащие

материалы собственных научных исследований автора. Предоставляемые материалы должны быть актуальными, иметь новизну, научную и практическую значимость. Оригинальность текста – не менее 75 % (проверка статьи с помощью сервиса www.text.ru или www.antiplagiat.ru), подтвержденные отчетом с указанных сервисов.

Статьи, представленные к публикации, направляются редколлегией журнала на обязательное рецензирование. Рецензирование осуществляется в строгом соответствии с порядком рецензирования и этическими принципами, опубликованными на официальном веб-сайте <https://vfanc.ru/center/zhurnal/>.

Главный и ответственный редакторы принимают решение о возможности принятия рукописи к печати на основании рецензий и собственной оценки качества материала, авторских ответов на замечания и исправлений рукописи, при необходимости консультируясь с другими членами Редакционной коллегии.

Требования к оформлению статей

Редакционная коллегия оставляет за собой право не включать в журнал статьи, не соответствующие предъявляемым требованиям.

В начале статьи на русском языке указываются:

- номер по Универсальной десятичной классификации (УДК);
- название статьи;
- инициалы и фамилия автора(ов);
- название организации, в которой выполнялась работа, город;
- E-mail;
- аннотация – 150-250 слов;
- ключевые слова и словосочетания.

Далее в той же последовательности информация приводится на английском языке. Если статья подана не на русском языке, то данные о статье, авторах, аннотация и ключевые слова приводятся сначала на языке оригинала, а затем обязательно на русском языке.

Научная статья должна обязательно включать:

- Введение (содержит актуальность, цель и задачи исследования, критический анализ достижений и публикаций);
- Материалы и методы исследования;
- Результаты исследования и их обсуждение;
- Выводы;
- Список литературы на языке оригинала и References (английская транслитерация оригинального списка).
- Сведения об авторе (авторах) на русском и английском языках (для каждого автора): Ф.И.О. полностью, учёная степень, звание; место работы; должность, город; E-mail.

Материал статьи должен быть изложен кратко, в научно-информационном стиле, без повторений данных таблиц и рисунков в тексте; на литературу, таблицы и рисунки следует давать ссылки в тексте.

Ссылки на литературу оформляются в виде номера, в соответствии с положением источника в библиографическом списке, номер ссылки заключается в квадратные скобки.

Статья представляется в редакцию журнала «Научно-агрономический журнал» по электронной почте nwzhurnal@mail.ru, набранной в формате Word Windows, книжная ориентация. Материал для публи-

кации набирается с установками: поля – 2 см, стиль обычный, шрифт Times New Roman, размер шрифта 14, межстрочный интервал 1,5, расстановка переносов автоматическая. Абзацный отступ одинаковый по тексту 1,25 см. Ограничения по количеству рисунков и таблиц – не более восьми.

Таблицы и диаграммы выполняются в редакторе MS Word (не рисунками), нумеруются, если их более одной и располагаются по смыслу текста статьи. Используемые в статьях физические, химические, технические, математические термины, единицы измерения и условные обозначения должны быть общепринятыми. Размерность всех величин, принятых в статьях, должна соответствовать Международной системе единиц измерения (СИ). Фотографии предоставляются в электронном виде в формате jpg или tif. Формулы записываются в стандартном редакторе формул MS Word.

Не допускается нумерация страниц, использование в тексте разрывов страниц, использование автоматических постраничных ссылок, использование разреженного или уплотненного межбуквенного интервала.

Объем научной статьи 6–15 страниц машинописного текста.

В список литературы добавляются только те источники, на которые есть ссылки в тексте статьи (для тезисов это правило не применяется). Допускается не более 20 % самоцитирования любых работ, опубликованных в других печатных источниках. Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 в алфавитном порядке. В списке литературы ссылка на каждый источник приводится на том языке, на котором он опубликован. После списка литературы на русском языке идет его транслитерация в латиницу. Для транслитерации рекомендуется использовать сайт: <http://translit.net/> с параметрами по умолчанию. В статье рекомендуется использовать не менее 10 литературных источников, раскрывающих проблему исследования.

С уважением, редакционная коллегия