



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»

ИЗВЕСТИЯ

САРАТОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
Новая серия



Научный журнал
2017 Том 17

ISSN 1814-753X
ISSN 1816-9775

Издается с 2001 года

Серия Химия. Биология. Экология, выпуск 1

Продолжение «Известий Императорского Николаевского Университета» 1910–1918 и «Ученых записок СГУ» 1923–1962

СОДЕРЖАНИЕ

Научный отдел

Химия

- Иванова А. Л., Чесноков Д. В., Мажукина О. А., Федотова О. В.**
3,4-дигидронафталин-1(2H)-он в многокомпонентных превращениях с N-нуклеофилами 5
- Зубарева И. С., Колонтаева О. А., Чернозубова Е. В., Бурмистрова Н. А.**
Сенсорные микроплашеты для определения пероксидазы хрена на основе 10
реакции окисления трифениламин-4-сульфокислоты пероксидом водорода
- Кулапина Е. Г., Тютликова М. С.** Твердоконтактные и планарные сенсоры 14
для определения цефотаксима в водных и биологических средах
- Джарлагасова Д. Н., Захарова Т. В., Пожаров М. В.**
Квантово-химическое изучение возможных структур в системе 19
альгиновая кислота – хлорид европия (III)
- Кузьмина Р. И., Заикин М. А., Манин С. Д., Мендагалиева Д. Р.**
Повышение активности промышленного катализатора изомеризации 24
парафиновых углеводородов

Биология

- Тимофеева С. Н., Юдакова О. И., Эльконин Л. А.**
Преодоление физического покоя семян бобовника анагировидного *in vivo* 30
и в культуре *in vitro*
- Эйдельштейн М. В., Журавлев В. С., Шек Е. А.**
Распространенность карбапенемаз среди нозокомиальных штаммов 36
Enterobacteriaceae в России
- Аникин В. В., Никельшпарг М. И., Никельшпарг Э. И., Конохов И. В.**
Фотосинтетическая активность у повилики *Cuscuta campestris* (Convolvulaceae) 42
при заселении растения галлообразователем-долгоносиком
Smicronyx smreczynskii (Coleoptera, Curculionidae)
- Каргатова А. М., Степанов С. А., Ермолаева Т. Я., Нуждина Н. Н.**
Биологические особенности продуктивности различных 48
селекционно-генетических форм озимой ржи
- Угольников Е. В., Кашин А. С., Кондратьева А. О.**
Частота апомиксиса в популяциях видов *Chondrilla* L. юга европейской части России 53
- Зайцева Н. В., Уланова Т. С., Карнажицкая Т. Д., Заверненкова Е. О.**
Изучение зависимости показателя роста детей от концентрации 62
монофталатов в моче
- Васюков В. М., Новикова Л. А.** Типовые образцы *Alchemilla* L., 67
Corispermum L., *Koeleria* Pers., *Onosma* L., хранящиеся в Гербарии
имени И. И. Спрыгина Пензенского государственного университета (PKM)
- Коробко В. В., Пчелинцева Н. В., Лунёва М. А., Самсонова Е. А.**
Особенности роста и развития проростков пшеницы (*Triticum aestivum* L.) 72
при действии 2,4,6-трифенил-3,5-дихлорпиридина и 2,6-дифенил-3-хлорпиридина
- Егорова Д. О., Фарофонова В. В., Андреев Д. Н., Бузмаков С. А.,**
Демаков В. А. Сообщества аэробных бактерий-деструкторов ДДТ 79
как результат естественной и искусственной селекции
- Васюков В. М., Чкалов А. В.** К изучению рода *Alchemilla* L. (Rosaceae) 87
в Пензенской области

Экология

- Савонин А. А., Шляхтин Г. В.** Типология местообитаний американской норки 93
(*Neovison vison* Schreber, 1777) на примере севера Нижнего Поволжья
- Дронин Г. В.** Инвазионные виды растений в бассейне реки Сызранки 98
- Кашин А. С., Петрова Н. А., Шилова И. В.** Структура морфологической изменчивости 103
и виталитета в популяциях *Tulipa gesneriana* L. Нижнего Поволжья и прилегающих территорий
- Май В., Аникин В. В., Сусарев С. В.** Новые данные по фауне ручейников 111
(Insecta: Trichoptera) Мордовии

Сведения об авторах

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Зарегистрировано в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № 77-7185 от 30 января 2001 года. Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-56123 от 15 ноября 2013 года

Индекс издания в объединенном каталоге «Пресса России» 36013, раздел 30 «Научно-технические издания. Известия РАН. Известия вузов». Журнал выходит 4 раза в год

Заведующий редакцией

Бучко Ирина Юрьевна

Редактор

Митенёва Елена Анатольевна

Художник

Соколов Дмитрий Валерьевич

Редактор-стилист

Степанова Наталья Ивановна

Верстка

Ковалева Наталья Владимировна

Технический редактор

Ковалева Наталья Владимировна

Корректор

Крылова Елена Борисовна

Адрес учредителя, издателя и редакции:

410012, Саратов, ул. Астраханская, 83
Тел.: (845-2) 51-45-49, 52-26-89
E-mail: izvestiya@sgu.ru

Подписано в печать 26.02.2017.

Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 13,26 (14,75).

Тираж 500 экз. Заказ 24-Т.

Отпечатано в типографии
Саратовского университета.

Адрес типографии:

410012, Саратов, Б. Казачья, 112А

© Саратовский университет, 2017



ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал публикует научные статьи по всем основным разделам химии, биологии и экологии (антропология, биофизика, биохимия, биотехнология, ботаника, вирусология, генетика, гидробиология, гистология, зоология, иммунология, микология, микробиология, молекулярная биология, физиология, паразитология, почвоведение, цитология, эмбриология, факториальная экология, популяционная экология, экология сообществ, системная экология, прикладная экология, экология человека, аналитическая химия, биоорганическая химия, неорганическая химия, катализ, органическая химия, физическая химия, химия высокомолекулярных соединений и др.).

Объем публикуемой статьи не должен превышать 16 страниц в формате MS Word для Windows.

Статья должна быть аккуратно оформлена и тщательно отредактирована.

Последовательность предоставления материала:

– на русском языке: индекс УДК, название работы, инициалы и фамилии авторов, сведения об авторах (ученая степень, должность и место работы, e-mail), аннотация, ключевые слова, текст статьи, благодарности и ссылки на гранты, библиографический список;

– на английском языке: название работы, инициалы и фамилии авторов, сведения об авторах (ученая степень, должность и место работы, e-mail), аннотация, ключевые слова.

Требования к аннотации и библиографическому списку:

– аннотация не должна содержать сложных формул, ссылок на список литературы, по содержанию повторять название статьи, быть насыщена общими словами, не излагающими сути исследования; оптимальный объем 500–600 знаков;

– в списке литературы должны быть указаны только процитированные в статье работы; ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Образцы оформления различных источников приведены в правилах для авторов по адресу: <http://www.ichbe.sgu.ru/ru/dlya-avtorov>.

Датой поступления статьи считается дата поступления ее окончательного варианта. Возвращенная на доработку статья должна быть прислана в редакцию не позднее чем через 3 месяца. Возвращение статьи на доработку не означает, что статья будет опубликована, после переработки она вновь будет рецензироваться. Материалы, отклоненные редколлегией, не возвращаются.

Адреса для переписки с редколлегией серии: ichbe-sgu@yandex.ru; 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, биологический факультет, ответственному секретарю журнала «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология».

CONTENTS

Scientific Part

Chemistry

- Ivanova A. L., Chesnokov D. V., Mazhukina O. A., Fedotova O. V.**
Multicomponent Reaction 3,4-dihydronaphthalene-1(2H)-one with N-Nucleophiles 5
- Zubareva I. S., Kolontaeva O. A., Chernozubova E. V., Burmistrova N. A.**
Sensor Plate in Horseradish Peroxidase Determination Based on Oxidation of Triphenylamine-4-sulphonic Acid by Hydrogene Peroxide 10
- Kulapina E. G., Tyutlikova M. S.** The Solid-state and Planar Sensors for the Determination of Cefotaxime in Aqueous and Biological Fluids 14
- Dzharlagasova D. N., Zacharova T. V., Pozharov M. V.**
Quantum Chemical Studies of Potential Associates in Europium (III) Alginate Solutions 19
- Kuzmina R. I., Zaikin M. A., Manin S. D., Mendagalieva D. R.**
Increase of Activity Industrial Catalys for Isomerisation Normal Hydrocarbons 24

Biology

- Timofeeva S. N., Yudakova O. I., Elkonin L. A.**
Breaking Physical Dormancy of the *Laburnum Anagyroides* Seeds by in vivo and in vitro Conditions 30
- Edelstein M. V., Zhuravlev V. S., Shek E. A.**
Prevalence of Nosocomial Strains Enterobacteriaceae Have Carbapenemases in Russia 36
- Anikin V. V., Nikelshparg M. I., Nikelshparg E. I., Konyukhov I. V.**
Photosynthetic Activity of the Dodder *Cuscuta campestris* (Convolvulaceae) in Case of Plant Inhabitation by the Gallformed Weevil *Smicronyx smreczynskii* (Coleoptera, Curculionidae) 42
- Kargatova A. M., Stepanov S. A., Ermolaeva T. Y., Nuzhdina N. N.**
Biological Characteristics of Productivity of Various Breeding and Genetic Forms Winter Rye 48
- Ugolnikova E. V., Kashin A. S., Kondrateva A. O.**
The Frequency of Apomixis in Populations of *Chondrilla* Species in the South of European Part of Russia 53
- Zaitseva N. V., Ulanova T. S., Karnazhitskaya T. D., Zaverenkov E. O.**
Study of Correlation between Growth Rate of Children and Monophthalate Concentrations in Urine 62
- Vasjukov V. M., Novikova L. A.** Type Specimens of *Alchemilla* L., *Corispermum* L., *Koeleria* Pers., *Onosma* L. Kept in the Sprygin Herbarium of Penza State University (PKM) 67
- Korobko V. V., Pchelintseva N. V., Lunyova M. A., Samsonova E. A.**
Features of Growth and Development of Wheat Seedlings (*Triticum aestivum* L.) under the Action of 2,4,6-triphenyl-3,5-dichloropyridine and 2,6-diphenyl-3-chloropyridine 72
- Egorova D. O., Farofonova V. V., Andreev D. N., Buzmakov S. A., Demakov V. A.** Community of the Aerobic Bacteria-destroyers of DDT as a Result of Natural and Artificial Selection 79
- Vasjukov V. M., Chkalov A. V.** On the Study of the Genus *Alchemilla* L. (Rosaceae) in the Penza Region 87

Ecology

- Savonin A. A., Shlyakhtin G. V.** Habitat Types of American Mink (*Neovison vison* Schreber, 1777) on for Example of Northern Lower Volga 93
- Dronin G. V.** Invasive Species of Plants in the Syzranka River Basin 98
- Kashin A. S., Petrova N. A., Shilova I. V.** The Structure of Morphological Variability and Vitality in the Populations of *Tulipa gesneriana* L. in the Lower Volga Region and Adjacent Territories 103
- Mey W., Anikin V. V., Susarev S. V.** New Data on the Caddisfly Fauna of Mordovia (Insecta: Trichoptera) 111

Information about the Authors

114



УДК 595.768.23:576.88:58.073:58.085

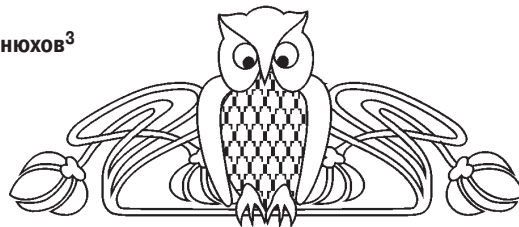
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ У ПОВИЛИКИ *Cuscuta campestris* (CONVOLVULACEAE) ПРИ ЗАСЕЛЕНИИ РАСТЕНИЯ ГАЛЛООБРАЗОВАТЕЛЕМ-ДОЛГОНОСИКОМ *Smicronyx smreczynskii* (COLEOPTERA, CURCULIONIDAE)

В. В. Аникин¹, М. И. Никельшпарг², Э. И. Никельшпарг³, И. В. Конюхов³

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: anikinvasiliiv@mail.ru

²Гимназия № 3, Саратов. E-mail: matveynikel@yandex.ru

³Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
E-mail: evelinanick@gmail.com



В статье впервые определены характеристики фотосинтетического аппарата, зависимость эффективности и скорости фотосинтеза от уровня освещенности цветкового растения-паразита повилки полевой *Cuscuta campestris* в случае заселения растения насекомым-галлообразователем из семейства долгоносиков – *Smicronyx smreczynskii*. Сделано предположение, что галлогенез *Smicronyx smreczynskii* приводит к увеличению эффективности фотосинтеза за счет увеличения количества реакционных центров (РЦ) фотосистемы II (ФСII) у повилки полевой *Cuscuta campestris*.

Ключевые слова: галлогенез, фотосинтез, фотосинтетическая активность, повилка, *Cuscuta campestris*, галлообразователь, жук-долгоносик, *Smicronyx smreczynskii*, биологический контроль.

Photosynthetic Activity of the Dodder *Cuscuta campestris* (Convolvulaceae) in Case of Plant Inhabitation by the Gallformed Weevil *Smicronyx smreczynskii* (Coleoptera, Curculionidae)

V. V. Anikin, M. I. Nikelshparg, E. I. Nikelshparg, I. V. Konyukhov

In the article parameters of photosynthetic apparatus and dependence of the efficiency and rate of photosynthesis on irradiance in flowering plant – parasitic dodder *Cuscuta campestris* colonized by gall-inducing insect from the family of weevils *Smicronyx smreczynskii* were determined for the first time. Gall formation by *Smicronyx smreczynskii* is supposed to lead to the increase in the photosynthesis efficiency by the increase in the number of reaction centers of photosystem II of the dodder *Cuscuta campestris*.

Key words: gall formation, photosynthesis, photosynthetic activity, dodder, *Cuscuta campestris*, gall-inducing insect, weevil, *Smicronyx smreczynskii*, biological control.

DOI: 10.18500/1816-9775-2017-17-1-42-47

Введение

Прошло пятнадцать лет с момента публикации первой большой работы по составу насекомых-галлообразователей [1], развивающихся на древесных и травянистых растениях в

районе исследований. За истекшее время авторам удалось расширить спектр представителей группы и углубиться в особенности экологии и биологии этих насекомых, проследить особенности взаимодействия насекомого и растения. В частности, проследить действие галлогенеза при развитии личинок жука-долгоносика *Smicronyx smreczynskii* на фотосинтетическую активность повилки полевой *Cuscuta campestris*.

Само растение относится к облигатным паразитам цветковых растений и имеет желто-оранжевую окраску из-за редукции фотосинтетического аппарата. Однако из известных 170 видов некоторые виды способны частично обеспечивать себя энергией с помощью фотосинтеза [2, 3]. Так, у *Cuscuta campestris* [4] и *Cuscuta europaea* [5] установлено, что количество хлорофилла меняется со временем, как в молодых побегах до прикрепления к растению-хозяину, так и в соцветиях. Можно предположить, что при цветении у вида включается механизм фотосинтеза в качестве дополнительного источника энергии для образования семян. Такой же эффект прослеживается и в случае заселения растения его естественным врагом жуком-долгоносиком. Галл на повилке имеет зеленый цвет и отличается по цвету от стебля, что можно было бы объяснить появлением фотосинтетической активности в тканях галла.

Исследования различными авторами структуры галлов жуков из рода *Smicronyx*, содержания в них хлорофилла, каротиноидов, ультраструктуры хлоропластов и способности выделенных из галла хлоропластов к выделению кислорода и фиксации CO₂ [2, 4, 6, 7] продемонстрировали противоречивые данные, но с одинаковым выводом: у хлоропластов галлов более высокая фотосинтетическая активность по сравнению со стеблями. В то же время параметры фотосинтетического аппарата в галле и стеблях одного и того



же растения у повилики полевой никогда ранее не были изучены *in vivo*. Два этих положения и послужили основой для выбора целей проведенного исследования.

Целью данной работы являлось исследование воздействия долгоносика *Smicronyx smreczynskii* на кормовое растение – повилку полевую *Cuscuta campestris*: на состояние фотосинтетического аппарата тканей растения, цветение, плодоношение и распространение. В ходе работы впервые была получена кривая индукции флуоресценции галла долгоносика на повилке полевой, определены характеристики фотосинтетического аппарата тканей галла и сопоставлены с характеристиками стеблей того же растения. Показано влияние долгоносика на цветение и плодоношение повилики, представлены новые данные о биологии долгоносика, в том числе о новом естественном паразите *Bracon murgabensis*. Полученные нами данные позволяют говорить о возможном пересмотре концепции взаимоотношений долгоносика *Smicronyx smreczynskii* и повилики *Cuscuta campestris*, от концепции прямого паразитирования галлообразователя на растении к концепции обоюдывыгодного взаимодействия видов.

Материалы и методы

Наблюдения за развитием повилики полевой и ее галлообразователем проводились в поселке Юбилейный г. Саратова с июня по октябрь в 2015–2016 гг. Очаг сплошного заражения *C. campestris* составлял площадь не менее 2000 м², где она произрастала (паразитировала) на следующих сорных растениях: дурнишнике (*Xanthium sp.*), лебеде (*Atriplex sp.*), спорыше обыкновенном (*Polygonum aviculare*), тысячелистнике обыкновенном (*Achillea millefolium*), льнянке обыкновенной (*Linaria vulgaris*), вьюнке полевом (*Convolvulus arvensis* L.), полыни (*Artemisia*) и на бордюрных декоративных растениях: календуле (*Calendula sp.*), астре (*Aster sp.*). На всей площади произрастания паразита все растения были с галлами жука долгоносика *Smicronyx smreczynskii*.

Для наблюдения за личинками жука-долгоносика его галлы собирались в чашки Петри (выход имаго составлял >100 экз. каждый год). Развитие личинки протекает 10–14 дней, потом происходит окукливание. Внутри галла куколка очень подвижная, совершает резкие движения, через 6–7 дней выходит имаго. Если личинка жука долгоносика не заражена паразитами или подвергалась нападению «хищников», то выход имаго составлял 100% независимо от того, где находилась личинка (куколка) – на ярком солнеч-

ном свету, в темноте, в земле или на дне чашки в лабораторных условиях.

Для установления фотосинтетической активности измерялись *параметры флуоресценции хлорофилла фотосистемы II* в галлах и на приборе «МЕГА-25», разработанном на кафедре биофизики биофака МГУ им. М. В. Ломоносова [8]. Флуориметр имеет мощный светоизлучающий диод (455 нм, 7500 мкмоль·м⁻²·с⁻¹), формирователь импульсов тока светодиода, фотодиод с граничным светофильтром ($\lambda > 670$ нм), усилитель сигнала и аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Угол падения пучка возбуждающего света – 60°, угол измерения флуоресценции – 30° относительно поверхности галла (стебля).

В конце июля 2016 г. участок, на котором произрастал спорыш обыкновенный (*Polygonum aviculare*), зараженный повиликой, выкапывали и инкубировали в темноте при комнатной температуре не менее 4 часов. Непосредственно перед измерением целые неповрежденные галлы веретенообразной формы длиной 1–1,5 см отрезали от стеблей и помещали в флуориметр, где регистрировали параметры флуоресценции с поверхности галла. В каждом исследованном галле личинка долгоносика была живой, что отмечалось по двигательной активности при вскрытии галла после измерения. Все исследованные галлы были однокамерные.

Непосредственно перед измерением стебли повилики отрезали и помещали в прибор для измерения параметров флуоресценции. Для каждого измерения использовали по 5 участков стеблей. Всего было проведено по 4 измерения параметров флуоресценции галла и стеблей.

В ходе эксперимента регистрировали кривую индукции флуоресценции – зависимость интенсивности флуоресценции хлорофилла от времени под действием интенсивного светового облучения. Данная кривая имеет вид нарастающей функции и отражает кинетику процесса перехода реакционных центров (РЦ) фотосистем II (ФСII) из открытого в закрытое состояние, т.е. из состояния, при котором хинонные акцепторы окислены и способны принять электрон от ФСII, в состояние с восстановленными хинонными акцепторами [9]. По кривой индукции флуоресценции рассчитывали следующие параметры [10]: F_0 – интенсивность флуоресценции хлорофилла a в образцах после темновой адаптации, когда РЦ ФСII открыты; F_m – интенсивность флуоресценции хлорофилла a при закрытых РЦ ФСII; F_v – переменная флуоресценция, представляющая собой разность F_m и F_0 ; F_v / F_m – относительная переменная флуоресценция, или



фотохимический квантовый выход ФСII в образцах, адаптированных к темноте, который дает информацию о максимально возможной активности первичных процессов фотосинтеза; F_v/F_m – квантовый выход ФСII при продолжительном облучении (3 мин) светом разной интенсивности (в диапазоне $0.5\text{--}500\text{ мкмоль}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$); $ETR = I \cdot F_v/F_m$ – относительная скорость фотосинтеза (т.н. линейного электронного транспорта, связанного стехиометрически с процессом выделения кислорода); NPQ – параметр, рассчитанный по формуле $F_m/F_m' - 1$, который служит для оценки интенсивности нефотохимического тушения возбужденных состояний хлорофилла – защитного механизма регуляции фотосинтеза от избыточного облучения.

С помощью теста Стьюдента в программе *Graph Pad Software* было получено р-значение.

Результаты и их обсуждение

Строение галла *Smicronyx smreczynskii*

Галл долгоносика данного вида на повилыке полевой имеет веретенообразный вид. Галлы, в которых находятся личинки старшего возраста, имеют размер 7–45 мм. Размер галла зависит от количества личинок в нем. Большинство галлов однокамерные, но нам встречались и многокамерные галлы (до 3 личинок), где личинки располагаются с небольшой стенкой (до 5 мм) друг от друга и не взаимодействуют друг с другом. Внутри галла со здоровой личинкой долгоносика отмечались сочные зеленые ткани. После выхода здоровой личинки из галла галл сморщивается и окрашивается в желто-коричневый цвет. Галл с личинкой имеет зеленый цвет и снаружи, и внутри (рис. 1).



Рис. 1. Вскрытый галл жука-долгоносика (фото М. Никельшпарга)

Авторами впервые было сделано наблюдение, что при заражении личинки паразитом из наездников браконид – *Bracon murgabensis* происходит парализация личинки долгоносика. Находясь внутри галла, личинка долгоносика перестает питаться и испражняться. Ткани галла при этом тускнеют, наружная поверхность галла становится желтой или оранжевой. Внутренняя поверхность уплотняется, цвет теряет яркость, а зеленый цвет становится более темным, что свидетельствует о прекращении фотосинтетической активности в тканях галла и нарушении «взаимодействий» между паразитом и растением.

Фотосинтетическая активность галлов и стеблей *S. campestris*

Известно, что в галлах на повилыке, индуцированных долгоносиком *Smicronyx sp.*, как правило, содержится большее количество хлорофилла, чем в стеблях [6, 11]. Однако количество хлорофилла не является показателем эффективности функционирования фотосинтетического аппарата. Для исследования фотосинтетической активности мы регистрировали индукционные кривые флуоресценции хлорофилла для стебля и галла (рис. 2).

Кривые были нормированы по уровню F_m . Такая нормировка необходима, поскольку амплитуда сигнала флуоресценции хлорофилла сильно варьирует от образца к образцу из-за разной площади поверхности побегов. По кривой индукции флуоресценции были измерены показатели F_0 , F_m и рассчитано соотношение F_v/F_m – максимальный квантовый выход ФСII, характеризующие эффективность использования энергии света, для стеблей и галлов повилыки (таблица).

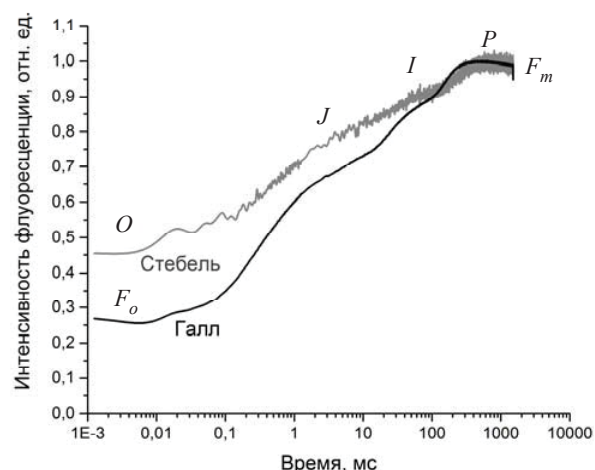


Рис. 2. Кривая индукции флуоресценции галла (показана черным цветом) и стебля (показана серым цветом). Показано общепринятое обозначение характерных фаз кривой (O-J-I-P), начальный уровень флуоресценции (F_0) и уровень максимальной флуоресценции (F_m)



Параметры флуоресценции хлорофилла в тканях стеблей повилыки *C. campestris* и в галлах долгоносика *S. smreczynskii*

Параметры флуоресценции	Стебель	Галл
F_0	19,9±2,3	74,6±7,3**
F_m	43,6±5,7	257,9±36,7**
F_v / F_m	0,54±0,02	0,71±0,01*

Примечание. * $p < 0,01$, ** $p < 0,005$.

Из полученных результатов хорошо видно, что и стебли, и галлы повилыки *C. campestris* обладают фотосинтетической активностью. Значение F_v / F_m в стеблях составляет 0,54±0,02, что хорошо коррелирует с данными других авторов [2, 12]. Значение F_v / F_m в галлах измерено впервые и составляет 0,71±0,01, что достоверно превышает значение в стеблях. Более высокое значение F_v / F_m в галлах согласуется с более низким начальным уровнем флуоресценции (см. F_0 , плато *O* на рис. 2). Характерные времена переноса электрона внутри ФСII, которые были определены по участкам *J-I* и *I-P* индукционных кривых, достоверно не отличались в галлах и стеблях.

В ходе обработки полученных данных были рассчитаны световые кривые для параметра F_v / F_m , представляющего собой «коэффициент полезного действия» фотосинтеза, который показан на рис. 3.

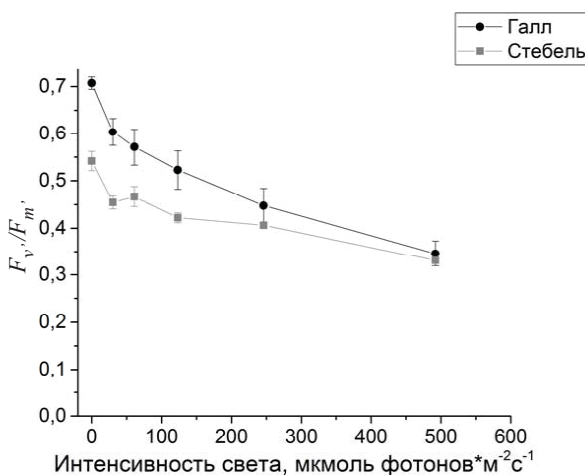


Рис. 3. Зависимость относительной переменной флуоресценции F_v / F_m от интенсивности предварительного облучения

В области низкой интенсивности света (0,5–60 мкмоль·м⁻²·с⁻¹) фотосинтез в галлах протекает с достоверно большей эффективностью, чем в стебле. При большой интенсивности света

(120–500 мкмоль·м⁻²·с⁻¹, см. рис. 3) эти различия пропадают. То же самое можно сказать и о световых кривых скорости фотосинтеза, которые четко выделяются на рис. 4.

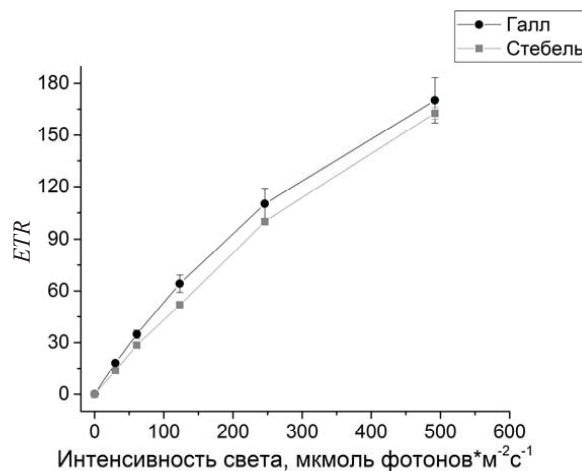


Рис. 4. Зависимость скорости линейного электронного транспорта в цепи переноса электрона в хлоропластах (ETR) от интенсивности предварительного облучения

Достоверных отличий по функционированию защитного механизма нефотохимического тушения (*NPQ*, рис. 5) обнаружено не было.

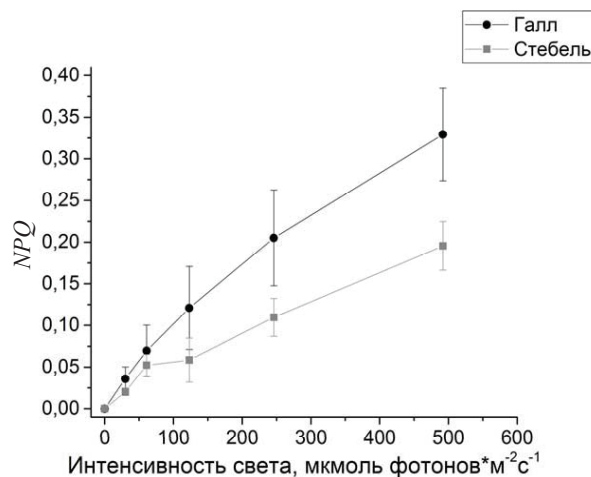


Рис. 5. Зависимость нефотохимического тушения (*NPQ*) от интенсивности предварительного облучения

Цветение и плодоношение C. campestris

В литературе неоднократно указывалось на возможность применения жуков-долгоносиков рода *Smicronyx* в качестве потенциальных агентов для биологического контроля повилыки полевой [13–17]. Исследователи считали, что жуки-галлообразователи не допускают цветения и плодоношения повилыки, а также способствуют ослаблению развития побегов растения. Однако



вышеуказанные выводы основывались лишь на факте образования галлов на стеблях повилыки. В ходе наших наблюдений не было обнаружено ослабления цветения или плодоношения *C. campestris*, даже в месте образования галлов (рис. 6).



Рис. 6. Соцветия *C. campestris* на галле (фото М. Никельшпарга)

Увеличение интенсивности освещения закономерно приводит к уменьшению величины F_v/F_m и увеличению NPQ для обоих типов тканей, что характерно для автотрофных высших растений и для повилыки *Cuscuta reflexa*, которая способна к фотосинтезу [18]. Увеличение количества хлорофилла в галлах и рост F_v/F_m может свидетельствовать о том, что в тканях галла образуется больше активных РЦ ФСII. При этом обеспечивается более интенсивное фотохимическое тушение хлорофилла – процесс, полезный для растения, из-за которого наблюдается более низкий уровень «темновой» флуоресценции F_o , нормированный на F_m (см. рис. 2). Полученные данные коррелируют с анализом морфологии хлоропластов повилыки [6, 7] и их активностью [4]. Однако механизм взаимодействия и формирования галлов долгоносика рода *Smicronyx* на повилыке до сих пор не изучен. Например, в одной из работ [19] среди гипотетических механизмов указаны продукты метаболизма личинки долгоносика, физиологически активные вещества, продуцируемые растением, или внешние факторы, такие как вирусы и микроорганизмы, которые могут быть занесены при заражении.

Проведенные исследования показали, что ткани галла долгоносика *Smicronyx smreczynskii* на повилыке *Cuscuta campestris* обладают более высоким уровнем фотосинтетической активности, тогда как заражение личинки долгоносика паразитом *Bracon murgabensis*, приводящее к

прекращению жизнедеятельности личинки, приводит к пожелтению галла, что может свидетельствовать о разрушении хлорофилла и снижении фотосинтетической активности. В свою очередь, это означает, что необходимым условием для формирования и поддержания структуры галла является жизнедеятельность самой личинки долгоносика.

Заключение

Таким образом, анализ полученных результатов позволяет говорить о новом взгляде на взаимоотношения долгоносика *Smicronyx smreczynskii* и повилыки *Cuscuta campestris*. Концепция прямого паразитирования галлообразователя на растении меняется на концепцию обоюдывыгодного взаимодействия видов. Теперь становится понятным, почему попытки использовать долгоносиков этого рода, ранее считавшихся естественными врагами повилыки, в качестве агентов для биологического контроля над численностью растения-паразита не увенчались успехом. Эти виды по отношению друг к другу являются «не врагами, а союзниками» с очень сложными на биохимическом уровне симбиотическими связями, и мы постараемся продолжить исследования в данном направлении.

Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность коллегам энтомологам и ботаникам за помощь при проверке определения материала К. Г. Самарцеву (Зоологический институт РАН, г. С.-Петербург), И. А. Забалуеву (Саратовский аграрный университет), М. В. Лаврентьеву (Саратовский государственный университет).

Список литературы

1. Аникин В. В., Степанов С. А. Насекомые-галлообразователи Нижнего Поволжья и галлогенез растений // Самарская Лука. 2001. № 11. С. 262–271.
2. Kooij T. A. W. van der, Krause K., Dorr I., Krupinska K. Molecular, functional and ultrastructural characterisation of plastids from six species of the parasitic flowering plant genus *Cuscuta* // Planta. 2000. Vol. 210, № 5. P. 701–707.
3. Mishra J. S. Biology and Management of *Cuscuta* species // Indian J. Weed Sci. 2009. Vol. 41, № 1–2. P. 1–11.
4. Dinelli G., Bonetti A., Tibiletti E. Photosynthetic and Accessory Pigments in *Cuscuta-Campestris*-Yuncker and Some Host Species // Weed Res. 1993. Vol. 33. P. 253–260.
5. Švubová R., Ovečka M., Pavlovič A., Slovákova L., Blehová A. *Cuscuta europaea* plastid apparatus in vari-



- ous developmental stages // *Plant Signal. Behav.* 2013. Vol. 8, № 5. P. e24037.
6. *Laudi G.* Ultrastructural Researches on the Plastids of Parasitic Plants. IV. Galls of *Cuscuta australis* // *G. Bot. Ital.* 1968. Vol. 102, № 1. P. 1–19.
 7. *Gailhofer M., Thaler I.* Piastidenstrukturen einer Smicronyx-Galle auf *Cuscuta campestris* // *Python (Austria)*. 1974. Vol. 16. P. 57–64.
 8. *Погосян С. И., Гальчук С. В., Казимирко Ю. В., Конюхов И. В., Рубин А. Б.* Применение флуориметра «МЕГА-25» для определения количества фитопланктона и оценки состояния его фотосинтетического аппарата // *Вода : химия и экология*. 2009. № 6. С. 34–40.
 9. *Strasser R. J., Govindjee.* The Fo and the O-J-I-P Fluorescence Rise in Higher Plants and Algae // *Regul. Chloroplast Biog.* Boston, MA : Springer US, 1992. P. 423–426.
 10. *Roháček K., Barták M.* Technique of the Modulated Chlorophyll Fluorescence: Basic Concepts, Useful Parameters, and Some Applications // *Photosynthetica*. 1999. Vol. 37, № 3. P. 339–363.
 11. *Tănase M., Sand C.* Aspects regarding the physiology of cuscuta (*Cuscuta L., Convolvulaceae*) // *J. of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 2012. Vol. 16, № 1. P. 212–215.
 12. *Reville M. J. W., Stanley S., Hibberd J. M.* Plastid genome structure and loss of photosynthetic ability in the parasitic genus *Cuscuta* // *J. Exp. Bot.* 2005. Vol. 56, № 419. P. 2477–2486.
 13. *Baloch G. M.* Possibilities for Biological Control of some Species of *Cuscuta* (Convolvulaceae) // *Intern. J. Pest Manag. Part C*. 1968. Vol. 14, № 1. P. 27–33.
 14. *Zhekova E., Petkova D., Ivanova I.* *Smicronyx smreczynskii* F. Solari, 1952 (Insecta : Curculionidae) : Possibilities for biological control of two *Cuscuta* species (Cuscutaceae) in district of Ruse // *Acta Zool. Bulg.* 2014. Vol. 66, № 3. P. 431–432.
 15. *Aly R., Dubey N. K.* Weed Management for Parasitic Weeds // *Recent Adv. Weed Manag. N.Y.* : Springer New York, 2014. P. 315–345.
 16. *Торбаев С. С.* Использование повиликового галлового долгоносика в биологической борьбе с повиликой полевой // *Вестн. с.-х. науки Казахстана*. 1977. № 3. С. 116–117.
 17. *Shimi P., Bayat A. H., Rezapana M. R., Koliaii R.* A study of *Smicronyx robustus* Faust (Curculionidae) as a biological control agent of eastern dodder (*Cuscuta monogyna* Vahl.) in Iran // *J. Agric. Sci. Islam. Azad Univ.* 1995. Vol. 1, № 2. P. 43–52.
 18. *Hibberd J. M., Bungard R. A., Press M. C., Jeschke W. D., Scholes J. D., Quick W. P.* Localization of photosynthetic metabolism in the parasitic angiosperm *Cuscuta reflexa* // *Planta*. 1998. Vol. 205, № 4. P. 506–513.
 19. *Бондур О. А., Сливак В. А.* Влияние микроорганизмов, выделенных из галл *Cuscuta campestris* Yunck. и личинок рода *Smicronyx* Schonh., на растительные тест-объекты // *Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та*. 2012. № 10. С. 208–213.

Образец для цитирования:

Аникин В. В., Никельшпарг М. И., Никельшпарг Э. И., Конюхов И. В. Фотосинтетическая активность у повилки *Cuscuta campestris* (Convolvulaceae) при заселении растения галлообразователем-долгоносиком *Smicronyx smreczynskii* (Coleoptera, Curculionidae) // *Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология*. 2017. Т. 17, вып. 1. С. 42–47. DOI: 10.18500/1816-9775-2017-17-1-42-47.

Cite this article as:

Anikin V. V., Nikelshparg M. I., Nikelshparg E. I., Konyukhov I. V. Photosynthetic Activity of the Dodder *Cuscuta Campestris* (Convolvulaceae) in Case of Plant Inhabitation by the Gallformed Weevil *Smicronyx Smreczynskii* (Coleoptera, Curculionidae). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Chemistry. Biology. Ecology*, 2017, vol. 17, iss. 1, pp. 42–47 (in Russian). DOI: 10.18500/1816-9775-2017-17-1-42-47.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андреев Дмитрий Николаевич – заведующий лабораторией экологии и охраны природы Пермского государственного национального исследовательского университета, канд. геогр. наук. E-mail: andreev@psu.ru

Аникин Василий Викторович – профессор кафедры морфологии и экологии животных биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р биол. наук. E-mail: anikinvasiliiv@mail.ru

Бузмаков Сергей Алексеевич – заведующий кафедрой биогеоценологии и охраны природы Пермского государственного национального исследовательского университета, д-р геогр. наук. E-mail: lep@psu.ru

Бурмистрова Наталия Анатольевна – доцент кафедры общей и неорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. хим. наук. E-mail: naburmistrova@mail.ru

Васюков Владимир Михайлович – научный сотрудник лаборатории проблем фиторазнообразия Института экологии Волжского бассейна РАН (Тольятти), канд. биол. наук. E-mail: vvasjukov@yandex.ru

Демаков Виталий Алексеевич – заведующий лабораторией молекулярной микробиологии и биотехнологии Института экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН (Пермь), д-р мед. наук. E-mail: Demakov@iegm.ru

Джарлагасова Дана Нуруллоевна – магистр Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: dana.dzharlagasova@mail.ru

Дронин Григорий Валерьевич – аспирант Института экологии Волжского бассейна РАН (Тольятти). E-mail: dronin1@bk.ru

Егорова Дарья Олеговна – старший научный сотрудник Института экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН (Пермь), канд. биол. наук. E-mail: daryao@rambler.ru

Ермолаева Татьяна Яковлевна – ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока» (Саратов), канд. биол. наук. E-mail: yaresko.tanya@mail.ru

Журавлев Владимир Сергеевич – студент биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: v.guravlev@hotmail.com

Заверненкова Екатерина Олеговна – химик лаборатории методов жидкостной хроматографии Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения (Пермь). E-mail: zavernenkova@yandex.ru

Заикин Михаил Алексеевич – аспирант Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: Mixail-zaikin@yandex.ru

Зайцева Нина Владимировна – директор Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения (Пермь), профессор, д-р мед.наук. E-mail: root@fcrisk.ru

Захарова Тамара Витальевна – доцент кафедры общей и неорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. хим. наук. E-mail: zacharova_tv@mail.ru

Зубарева Инна Сергеевна – студент Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: naburmistrova@mail.ru

Иванова Александра Леонидовна – аспирант Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: aleksandrleonodovna@gmail.com

Каргатова Алиса Михайловна – аспирант биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: kuy-jene@yandex.ru

Карнажицкая Татьяна Дмитриевна – заведующая лабораторией методов жидкостной хроматографии Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения (Пермь). E-mail: tdkarn@fcrisk.ru

Кашин Александр Степанович – профессор кафедры генетики биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р биол. наук. E-mail: kashinas@sgu.ru

Колонтаева Ольга Андреевна – аспирант Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: naburmistrova@mail.ru

Кондратьева Анна Олеговна – биолог УНЦ «Ботанический сад» Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: popova.ao@mail.ru

Конюхов Иван Владимирович – старший научный сотрудник кафедры биофизики биологического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, канд. биол. наук. E-mail: anikinvasiliiv@mail.ru

Коробко Валерия Валерьевна – доцент кафедры микробиологии и физиологии растений биологического фа-



культета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: v.v.korobko@mail.ru

Кузьмина Раиса Ивановна – заведующий кафедрой химической технологии нефти и газа Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р хим. наук. E-mail: kuzminaraisa@mail.ru

Кулапина Елена Григорьевна – профессор кафедры аналитической химии и химической экологии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р хим. наук. E-mail: kulapinaeg@mail.ru

Лунёва Марина Анатольевна – инженер кафедры органической и биорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. хим. наук. E-mail: menshovama777@mail.ru

Мажукина Ольга Анатольевна – доцент кафедры органической и биорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. хим. наук. E-mail: grigoryeva0a@mail.ru

Май Вольфрам – куратор коллекции насекомых по отрядам Trichoptera и Lepidoptera Музея природы Института эволюции и биоразнообразия имени Лейбница (Берлин), Ph. D. E-mail: Wolfram.Mey@mfn-berlin.de

Манин Сергей Дмитриевич – студент Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: Mixail-zaikin@yandex.ru

Мендагалиева Динара Рамазановна – магистр Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: Mixail-zaikin@yandex.ru

Никельшпарг Матвей Ильич – ученик МАOU «Гимназия № 3» (Саратов). E-mail: anikinvasiliiv@mail.ru

Никельшпарг Эвелина Ильинична – аспирант биологического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. E-mail: anikinvasiliiv@mail.ru

Новикова Любовь Александровна – профессор кафедры общей биологии и биохимии Пензенского государственного университета, д-р биол. наук. E-mail: la_novikova@mail.ru

Нуждина Надежда Николаевна – старший научный сотрудник ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока» (Саратов), канд. биол. наук. E-mail: schirschowa@mail.ru

Петрова Надежда Андреевна – аспирант биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: nasch-1@yandex.ru

Пожаров Михаил Владимирович – младший научный сотрудник лаборатории общей и неорганической

химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. хим. наук. E-mail: PozharovMV@info.sgu.ru

Пчелинцева Нина Васильевна – профессор кафедры органической и биорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р хим. наук. E-mail: pchelinzevanv555@mail.ru

Савонин Алексей Александрович – аспирант биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: savonin_aa@rambler.ru

Самсонова Елена Александровна – студент биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: elena.smsnv@mail.ru

Степанов Сергей Александрович – заведующий кафедрой микробиологии и физиологии растений биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, профессор, д-р биол. наук. E-mail: hanin-hariton@yandex.ru

Сусарев Сергей Викторович – инженер-эколог Саранского филиала Научно-исследовательского института технической физики и автоматизации, канд. биол. наук. E-mail: susarev.s@yandex.ru

Тимофеева Светлана Николаевна – ведущий биолог УНЦ «Ботанический сад», аспирант биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: timofeevasn@mail.ru

Тютликова Маргарита Сергеевна – магистр Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: rita_tjutlikova@mail.ru

Угольников Екатерина Владимировна – заведующий отделом биологии и экологии растений УНЦ «Ботанический сад» Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: ugolnikova@yandex.ru

Уланова Татьяна Сергеевна – заведующая отделом химико-аналитических методов исследования Федерально-научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения (Пермь), профессор, д-р биол. наук. E-mail: ulanova@fcrisk.ru

Фарофонова Василина Валерьевна – магистр Пушчинского государственного естественно-научного института. E-mail: crazytide@yandex.ru

Федотова Ольга Васильевна – директор Института химии, заведующий кафедрой органической и биорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, профессор, д-р хим. наук. E-mail: inchem@infosgu.ru



Чернозубова Екатерина Викторовна – доцент кафедры общей и неорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. хим. наук. E-mail: naburmistrova@mail.ru

Шилова Ирина Васильевна – ведущий биолог УНЦ «Ботанический сад» Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: schiva1952@yandex.ru

Чесноков Дмитрий Владимирович – студент Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: chesnokov.dmitry.64@gmail.com

Чкалов Андрей Вячеславович – доцент кафедры ботаники и зоологии Нижегородского государственного университета имени Н. И. Лобачевского, канд. биол. наук. E-mail: biofor@yandex.ru

Шек Евгений Александрович – аспирант биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: v.guravlev@hotmail.com

Шилова Ирина Васильевна – ведущий биолог УНЦ «Ботанический сад» Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: kashinas@sgu.ru

Шляхтин Геннадий Викторович – декан биологического факультета, заведующий кафедрой морфологии и экологии животных биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, профессор, д-р биол. наук. E-mail: biofac@sgu.ru

Эйдельштейн Михаил Владимирович – старший научный сотрудник НИИ антимикробной химиотерапии Смоленского государственного медицинского университета, канд. биол. наук. E-mail: v.guravlev@hotmail.com

Эльконин Лев Александрович – главный научный сотрудник отдела биотехнологии ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока» (Саратов), д-р биол. наук. E-mail: lelkonin@gmail.com

Юдакова Ольга Ивановна – заведующий кафедрой генетики биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, доцент, д-р биол. наук. E-mail: yudakovaoi@info.sgu.ru



INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Andreev Dmitry Nikolaevich – Head of the Laboratory of Ecology and Nature Protection, Perm State University, Ph. D. E-mail: andreev@psu.ru

Anikin Vasilii Viktorovich – Professor, Chair of Animals Morphology and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Doctor of Biological Science. E-mail: anikinvasiliiv@mail.ru

Burmistrova Natalia Anatolievna – Associate Professor, Chair of General and Inorganic Chemistry, Institute of Chemistry, Saratov State University, Ph. D. E-mail: naburmistrova@mail.ru

Buzmakov Sergey Alexeevich – Head of Chair of Biogeocenology and Nature Conservation, Perm State University, Doctor of Geographical Sciences. E-mail: lep@psu.ru

Chernozubova Ekaterina Viktorovna – Associate Professor, Chair of General and Inorganic Chemistry, Institute of Chemistry, Saratov State University, Ph. D. E-mail: naburmistrova@mail.ru

Chesnokov Dmitry Vladimirovich – Student, Institute of Chemistry, Saratov State University. E-mail: chesnokov.dmitry.64@gmail.com

Chkalov Andrey Vyacheslavovich – Associate Professor, Nizhny Novgorod State University, Ph. D. E-mail: biofor@yandex.ru

Demakov Vitaliy Alexeevich – Head of the Laboratory of Molecular Microbiology and Biotechnology, Institute of Ecology and Genetics of Microorganisms (Perm), Doctor of Medical Sciences. E-mail: Demakov@iegm.ru

Dronin Grigory Valerievich – Graduate Student, Institute of Ecology of Volga River Basin (Togliatti), Ph. D. E-mail: dronin1@bk.ru

Dzharlagasova Dana Nurullova – Magister, Institute of Chemistry, Saratov State University. E-mail: dana.dzharlagasova@mail.ru

Edelstein Michail Vladimirovich – Senior Researcher, Research Institute of Antimicrobial Chemotherapy, Smolensk State Medical University, Ph. D. E-mail: v.guravlev@hotmail.com

Egorova Daria Olegovna – Senior Researcher, Institute of Ecology and Genetics of Microorganisms (Perm), Ph. D. E-mail: daryao@rambler.ru

Elkonin Lev Alexandrovich – Senior Researcher, «Agricultural Research Institute of the South–East» (Saratov), Doctor of Biological Science. E-mail: lelkonin@gmail.com

Ermolaeva Tatiana Yakovlevna – Leading Researcher, «Agricultural Research Institute of the South–East» (Saratov), Ph. D. E-mail: yaresko.tanya@mail.ru

Farofonova Vasilina Valerievna – Magister, Pushchino State Science Institute. E-mail: crazytide@yandex.ru

Fedotova Olga Vasilevna – Director, Institute of Chemistry, Head of Chair of Organic and Bioorganic Chemistry, Institute of Chemistry, Saratov State University, Professor, Doctor of Chemical Science. E-mail: inchem@infosgu.ru

Ivanova Alexandra Leonidovna – Graduate Student, Institute of Chemistry, Saratov State University. E-mail: aleksandraleonodovna@gmail.com

Kargatova Alice Michailovna – Graduate Student, Biological Department, Saratov State University. E-mail: kuy-jene@yandex.ru

Karnazhitskay Tatiana Dmitrievna – Head of Laboratory of Liquid Chromatography Methods, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies (Perm). E-mail: tdkarn@fcrisk.ru

Kashin Alexandr Stepanovich – Professor, Chair of Genetics, Biological Department, Saratov State University, Doctor of Biological Science. E-mail: kashinas@sgu.ru

Kolontaeva Olga Andreevna – Graduate Student, Institute of Chemistry, Saratov State University. E-mail: naburmistrova@mail.ru

Kondrateva Anna Olegovna – Biologist, Botanical Garden, Saratov State University. E-mail: popova.ao@mail.ru

Konyukhov Ivan Vladimirovich – Senior Researcher, Biological Department, Moscow State University, Ph. D. E-mail: anikinvasiliiv@mail.ru

Korobko Valeria Valerievna – Associate Professor, Chair of Microbiology and Plant Physiology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: v.v.korobko@mail.ru

Kulapina Elena Grigorievna – Professor, Chair of Analytical Chemistry and Chemical Ecology, Institute of Chemistry, Saratov State University, Doctor of Chemical Sciences. E-mail: kulapinaeg@mail.ru

Kuzmina Raisa Ivanovna – Head of Chair of Petrochemicals and Technological Safety, Institute of Chemistry, Saratov State University, Professor, Doctor of Chemical Sciences. E-mail: kuzminaraisa@mail.ru

Lunyova Marina Anatolievna – Engineer, Chair of Organic and Bioorganic Chemistry, Institute of Chemistry, Saratov State University, Ph. D. E-mail: menshovama777@mail.ru

Manin Sergey Dmitrievich – Student, Institute of Chemistry, Saratov State University. E-mail: Mixail-zaikin@yandex.ru

Mazhukina Olga Anatolievna – Associate Professor, Chair of Organic and Bioorganic Chemistry, Institute of Chemistry, Saratov State University, Ph. D. E-mail: grigoryevaoa@mail.ru



Mendagalieva Dinara Ramazanovna – Magister, Institute of Chemistry, Saratov State University. E-mail: Mixail-zaikin@yandex.ru

Mey Wolfram – Curator of Trichoptera and Lepidoptera Collections, Museum für Naturkunde, Leibniz Institut für Evolutions und Biodiversitätsforschung (Berlin), Ph. D. E-mail: Wolfram.Mey@mfn-berlin.de

Nikelshparg Evelina Iliyichna – Graduate Student, Moscow State University. E-mail: anikinvasiliiv@mail.ru

Nikelshparg Matvey Iliyich – Pupil, Gymnasium № 3 (Saratov). E-mail: anikinvasiliiv@mail.ru

Novikova Ljubov Alexandrovna – Professor, Chair of General Biology and Biochemistry, Penza State University, Doctor of Biological Science. E-mail: la_novikova@mail.ru

Nuzhdina Nadezhda Nikolaevna – Senior Researcher, «Agricultural Research Institute of the South–East» (Saratov), Ph. D. E-mail: schirschowa@mail.ru

Pchelintseva Nina Vasilievna – Professor, Chair of Organic and Bioorganic Chemistry, Institute of Chemistry, Saratov State University, Doctor of Chemical Science. E-mail: pchelinzhevanv555@mail.ru

Petrova Nadezhda Andreevna – Graduate Student, Biological Department, Saratov State University. E-mail: nasch-1@yandex.ru

Pozharov Michail Vladimirovich – Junior Researcher, Laboratory of General and Inorganic Chemistry, Institute of Chemistry, Saratov State University, Ph. D. E-mail: pozharovmv@info.sgu.ru

Samsonova Elena Alexandrovna – Student, Biological Department, Saratov State University. E-mail: elena.smsnv@mail.ru

Savonin Alexey Alexandrovich – Graduate Student, Biological Department, Saratov State University. E-mail: savonin_aa@rambler.ru

Shek Evgeny Alexandrovich – Graduate Student, Biological Department, Saratov State University. E-mail: v.guravlev@hotmail.com

Shilova Irina Vasilievna – Leading Biologist, Botanical Garden, Saratov State University, Ph. D. E-mail: kashinas@sgu.ru

Shlyakhtin Gennady Viktorovich – Dean of Biological Department, Head of Chair of Animals Morphology and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Professor, Doctor of Biological Science. E-mail: biofac@sgu.ru

Stepanov Sergey Aleksandrovich – Head of Chair of Microbiology and Plant Physiology, Biological Department, Sara-

tov State University, Professor, Doctor of Biological Science. E-mail: hanin-hariton@yandex.ru

Susarev Sergey Viktorovich – Engineer of Ecology, Saransk Branch of Scientific-Research Institute of Technical Physics and Automation, Ph. D. E-mail: susarev.s@yandex.ru

Timofeeva Svetlana Nikolaevna – Leading Biologist, Botanical Garden, Graduate Student, Biological Department, Saratov State University. E-mail: timofeevasn@mail.ru

Tyutlikova Margarita Sergeevna – Magister, Institute of Chemistry, Saratov State University. E-mail: rita_tjutlikova@mail.ru

Ugolnikova Ekaterina Vladimirovna – Head of the Department of Plant Biology and Ecology, Botanical Garden, Saratov State University, Ph. D. E-mail: ugolnikova@yandex.ru

Ulanova Tatiana Sergeevna – Head of Department of Chemical Analytical Methods of Research, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies (Perm), Professor, Doctor of Biological Science. E-mail: ulanova@fcrisk.ru

Vasjukov Vladimir Michailovich – Researcher, Institute of Ecology of Volga River Basin (Togliatti), Ph. D. E-mail: vvasjukov@yandex.ru

Yudakova Olga Ivanovna – Head of Chair of Genetics, Biological Department, Saratov State University, Doctor of Biological Science. E-mail: yudakovaoi@info.sgu.ru

Zaikin Michail Alexeevich – Graduate Student, Institute of Chemistry, Saratov State University. E-mail: Mixail-zaikin@yandex.ru

Zaitseva Nina Vladimirovna – Director, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies (Perm), Professor, Doctor of Medical Sciences. E-mail: root@fcrisk.ru

Zakharova Tamara Vitalievna – Associate Professor, Chair of General and Inorganic Chemistry, Saratov State University, Ph. D. E-mail: zacharova_tv@mail.ru

Zavarnenkova Ekaterina Olegovna – Chemist, Laboratory of Liquid Chromatography Methods, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies (Perm). E-mail: zavarnenkova@yandex.ru

Zhuravlev Vladimir Sergeevich – Student, Biological Department, Saratov State University. E-mail: v.guravlev@hotmail.com

Zubareva Inna Sergeevna – Student, Institute of Chemistry, Saratov State University. E-mail: naburmistrova@mail.ru