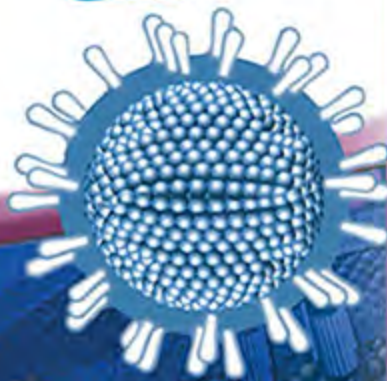


Биохимические реактивы,
оборудование
и расходные материалы
Life Sciences

ХИММЕД



- для культур клеток
- биохимии
- молекулярной биологии
- молекулярной генетики
- микробиологии

- сыворотки животных
- антитела
- рекомбинантные белки



www.chimmed.ru



Мы можем предоставить демоверсии приборов в вашу лабораторию!

Москва, 115230, Каширское шоссе, д. 9, корп. 3. Тел.: +7 (495) 728 4192, e-mail: bio@chimmed.ru
Санкт-Петербург, 195248, пр. Энергетиков, д. 19, оф. 314. Тел.: +7 (812) 605 0061, e-mail: spb@chimmed.ru
Казань, 420081, ул. Седова, д. 22. Тел.: +7 (843) 273 6761, 272 9786, e-mail: kazan@chimmed.ru
Новосибирск, 630090, просп. Акад. Лаврентьева, 6/1. Тел.: +7 (383) 335 6108, e-mail: sibir@chimmed.ru

II

РОЛЬ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ В ИНТРОДУКЦИИ И СЕЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

В двух томах
ТОМ II

Сборник материалов
V Международной научно-методологической
конференции

Москва, 15–19 апреля 2019 г.



Москва

Российский университет дружбы народов
2019

РОЛЬ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ В ИНТРОДУКЦИИ И СЕЛЕКЦИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ОБЩЕРОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ И РЕДКИХ РАСТЕНИЙ
ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ СЕЛЕКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
САДОВОДСТВА И ПИТОМНИКОВОДСТВА»
ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОВОЩЕВОДСТВА»
ФГБНУ «ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА РАН»
ФГБНУ «ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ БИОЛОГИИ РАН»
ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА»
ФГБНУ «ИНСТИТУТ БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. АКАДЕМИКОВ М.М. ШЕМЯКИНА
И Ю.А. ОВЧИННИКОВА РАН»
НАЦИОНАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД ИМЕНИ Н.Н. ГРИШКО
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ
INSTITUTUL DE GENETICĂ FIZIOLOGIE ȘI PROTECȚIA A PLANTELOR,
MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA
РЕСПУБЛИКАНСКОЕ НАУЧНОЕ ДОЧЕРНЕЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ»
SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE KATEDRA GENETIKY
A ŠEACHTENIA RASTLÍN
FAKULTA AGROBIOLOGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV INŠTITÚT OCHRANY
BIODIVERZITY A BIOLOGICKEJ BEZPEČNOSTI

РОЛЬ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ В ИНТРОДУКЦИИ И СЕЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ



**Сборник материалов
V Международной
научно-методологической
конференции**

В двух томах

ТОМ II

Москва, 15–19 апреля 2019 г.

**Москва
Российский университет дружбы народов
2019**

УДК 631:577.1(063)

ББК 4+28.072

P68

*Издание подготовлено при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований, проект № 19-016-20005*

Редакционная коллегия:

М.С. Гинс, С.М. Мотылева, А.И. Бохан

P68 Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений : сборник материалов V Международной научно-методологической конференции : в 2 т. Москва, 15–19 апреля 2019 г. / отв. ред. М. С. Гинс. – Москва : РУДН, 2019.

ISBN 978-5-209-09357-2

Т. II. – 321 с. : ил.

ISBN 978-5-209-09359-6 (т. II)

В сборник включены материалы, которые были представлены и обсуждены на V Международной научно-методологической конференции «Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений» (Москва, 15–19 апреля 2019 г.). Отражены достижения в области актуальных современных проблем селекции сельскохозяйственных растений: стресса и адаптации, физиолого-биохимических защитных реакций на воздействие абиотических и биотических факторов; вопросов фотосинтеза, дыхания, минерального питания и водного обмена растений; сигнальных систем клеток высших растений; использования физиолого-биохимических показателей в интродукции и селекции на качество и устойчивость сельскохозяйственных растений; роста, развития и продуктивности, влияния техногенного загрязнения на физиологические и биохимические процессы сельскохозяйственных растений.

Рассмотрены вопросы новых направлений, отражающих современные тенденции в развитии методов физиологии и биохимии растений: медико-биологические и технологические аспекты применения антиоксидантов в сельском хозяйстве, медицине, косметологии, фармации, функциональном и персонализированном питании; фотонное управление продукционным процессом сельскохозяйственных растений; диагностика состояния растений дистанционными методами.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов в области селекции сельскохозяйственных растений, физиологии и биохимии, агроэкологии, а также преподавателей, аспирантов и бакалавров сельскохозяйственных, биологических и близких к ним специальностей.

ISBN 978-5-209-09359-6 (т. II)

ISBN 978-5-209-09357-2

© Коллектив авторов, 2019

© Российский университет дружбы народов, 2019

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель: Кононков Петр Федорович, д.с.-х.н., профессор, Россия

Сопредседатели:

Куликов Иван Михайлович, д.э.н., профессор, академик РАН, Россия

Пивоваров Виктор Федорович, д.с.-х.н., профессор, академик РАН, Россия

Заместитель председателя: Гинс Валентина Карловна, д.б.н., профессор, Россия

Багиров Вугар Алиевич, д.б.н., профессор, член-кор. РАН, Россия

Донник Ирина Михайловна, д.б.н., профессор, академик РАН, вице-президент РАН, Россия

Алабушев Андрей Васильевич, д.с.-х.н., профессор, академик РАН, Россия

Измайлов Андрей Юрьевич, д.т.н., академик РАН, Россия

Косолапов Владимир Михайлович, д.с.-х.н., профессор, академик РАН, Россия

Лачуа Юрий Федорович, д.т.н., профессор, академик РАН, Россия

Рындин Алексей Владимирович, д.с.-х.н., профессор, академик РАН, Россия

Савченко Иван Васильевич, д.б.н., профессор, академик РАН, Россия

Шувалов Владимир Анатольевич, д.б.н., профессор, академик РАН, Россия

Гинс Мурат Сабинович, д.б.н., профессор, член-кор. РАН, Россия

Миронов Владимир Федорович, д.х.н., профессор, член-кор. РАН, Россия

Попов Владимир Олегович, д.х.н., профессор, член-кор. РАН, Россия

Плугатарь Юрий Владимирович, д.с.-х.н., член-кор. РАН, Россия

Сидельников Николай Иванович, д.с.-х.н., член-кор. РАН, Россия

Журавлева Екатерина Васильевна, д.с.-х.н., профессор РАН, Россия

Лось Дмитрий Анатольевич, д.б.н., профессор, Россия

Солдатенко Алексей Васильевич, д.с.-х.н., профессор РАН, Россия

Скорина Владимир Владимирович, д.с.-х.н., Беларусь

Андроник Лариса Исааковна, к.б.н., Молдова

Жевора Сергей Валентинович, к.с.-х.н., Россия

Сергиев Искрен, Associate Professor PhD, Болгария

Ян Бриндза, Doc. Ing. CSc, Словакия

О Р Г А Н И З А Ц И О Н Н Ы Й К О М И Т Е Т

Председатель: Гинс Мурат Сабирович, д.б.н., профессор, член-кор. РАН, Россия

Сопредседатель: Кособрюхов Анатолий Александрович, д.б.н., профессор, Россия

Заместитель председателя: Мотылева Светлана Михайловна, к.с.-х.н., доц., Россия

Жиров Владимир Константинович, д.б.н., проф., чл.-кор. РАН, Россия

Креславский Владимир Данилович, д.б.н., профессор, Россия

Загоскина Наталья Викторовна, д.б.н., профессор, Россия

Старовойтов Виктор Иванович, д.т.н., профессор, Россия

Бохан Александр Иванович, д.с.-х.н., Россия

Гончарова Эльза Андреевна, д.б.н., Россия

Дерканосова Наталья Митрофановна, д.т.н., профессор, Россия

Гловацкая Ирина Феокистовна, д.б.н., профессор, Россия

Федоров Александр Владимирович, д.с.-х.н., профессор, Россия

Коновалов Сергей Николаевич, к.б.н., Россия

Тумаева Татьяна Александровна, к.с.-х.н., Россия

Карпун Наталья Николаевна, д.б.н., Россия

Кумахова Тамара Хабаловна, к.б.н., Россия

Григорьева Ольга Владимировна, к.б.н., Украина

Бречко Елена Владимировна, к.б.н., Беларусь

Иванова Раиса Алексеевна, к.т.н., Молдова

Елисовецкая Дина Степановна, к.б.н., Молдова

Иманбаева Акжунис Алтаевна, к.б.н., Казахстан

Усманов Рустам Махмудович, д.б.н., Узбекистан

Секция 5

**Использование физиолого-биохимических
показателей в интродукции и селекции
на качество и устойчивость
сельскохозяйственных растений**

VARIANCE OF QUANTITATIVE TRAITS IN TOMATO PROGENIES OBTAINED FROM TOMATO PLANTS INFECTED WITH VIRUSES

*Andronic L., Doctor in Biology, Director of the IGPPP,
Smerea S., Doctor in Biology, Deputy Director,
Marii L., Doctor in Biology,
Head of the Laboratory Vegetal Biotechnology*

*Институт генетики, физиологии и защиты растений (ИГФЗР),
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection (IGPPP)*

*MD 2002, 20 Str Padurii, Chisinau, Republic of Moldova,
andronic.larisa@yahoo.com*

На основе морфологических и биометрических признаков были оценены вариации количественных признаков во втором и третьем потомстве генотипов томата: сорта Елвира, спонтанной формы *S. pimpinellifolium*, сортов Craigella (Tm-2²/Tm-2²) и Craigella (Tm-1/Tm-1), полученные от инфицированных растений вирусом томатной аспермии (TAV) или вирусом табачной мозаики (TMV). Растения от инфицированных родителей носили различия количественных признаков, подтвержденные статистически в зависимости от комбинации хозяин-патоген.

Based on morphological and biometric traits were evaluated the variation of quantitative traits in second and third progenies of tomato genotypes: cultivar Elvira, spontaneous form *S. pimpinellifolium*, the varieties Craigella (Tm-2²/Tm-2²) and Craigella (Tm-1/Tm-1) derived from infected plants with Tomato Aspermy Virus (TAV) or Tobacco Mosaic Virus (TMV). Plants from infected parents established differences in the expression of quantitative characters confirmed statistically in dependence of host-pathogen combinations.

Introduction. A lot of researches regarding plant viruses reveal that viral infection can contribute to genome instability, disturbances of the frequency of recombination between homologous chromosomes, changes in gene expression determined by the response of host to pathogen: tolerance, resistance or compat-

ibility. Recent studies indicate that viral infection is accompanied by the genetic effects (mutations and recombination) and/or epigenetic (hypo- or hypermethylation), which can conduct to modification of different traits in the progenies.

The objective of this study was the evaluation of transgenerational expression of valuable characters in progeny of tomatoes derived from virus-infected plants compared to its mock-inoculated control.

Material and methods. As biological materials served tomato genotypes (local susceptible cultivar Elvira, spontaneous tolerant form *S. pimpinellifolium*, the varieties with resistance genes Craigella (Tm-2²/Tm-2²) and Craigella (Tm-1/Tm-1). For inducing pathogenesis the plants were infected mechanically at the stage of 3-4 leaves with Tomato Aspermy Virus (TAV) or Tobacco Mosaic Virus (TMV). The first diseases symptoms had been developed on cultivars Elvira after 10-15 days, while the spontaneous form and varieties with gene of resistance to TMV showed no external changes. Using negative staining, the viral particles were identified in all genotypes, regardless of the symptoms manifestation.

For the following investigations were used the seed formed under viral pathogenesis. Based on biometric traits were evaluated the expression of quantitative characters during the second and third progenies of VMT and VAT variants compared to control. As parameters were analysed: length and width of leaves / segments, number of leaf segments, number of inflorescences, number of flowers / fruit on I, II raceme, fruit parameters.

The statistical processing of data was carried out using the software package Statgraphics Plus for Windows (version 2.1; Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) and Microsoft Excel. The contribution of variation sources was computed following the ANOVA test.

Results and discussion. According to the obtained results, in the progeny II of all genotypes, it was found the tendency of reducing of the inflorescences parameters (length, number per

principal stem, number of flowers per inflorescences), distance between 1st and 4th inflorescence. The magnitude of variation depends on genotype and viral infection. Moderate variance was found for '*Number of flowers on II inflorescence*' in dependence of virus (TAV or TMV).

The quantification of valuable traits in virus progeny II proved the influence of all factors '*Genotype-Virus*', '*Genotype-Trait*', '*Virus-Trait*' and '*Genotype-Virus-Trait*' at $P < 0.001$ level. Our results suggest that variation of quantitative parameters in virus progeny is modulated by wide spectrum of changes induced by pathogen in parental forms.

The deviations of quantitative traits in third tomato generation were more pronounced compared to the second progeny. Thus, in the IIIth generation of the Elvira and Craigella Tm1/Tm1 cultivars derived from plants infected with VAT, approximately 14.3 and 25.6 % of the evaluated characters showed significant variations. In the populations cv. Elvira derived from VAT infected plants more than 66 % of the characters expressed higher values compared to the control, but in the Craigella Tm 1/Tm 1 about 100 % of the characters smaller mean values.

The evaluation of transgenerative variability revealed the specific effect of viral infection. Such, VAT generated in the IIIth progeny of the Elvira and Craigella Tm-1/Tm-1 higher changes for '*Leaf length*', and VMT for the '*Number of fruit per plant*' and the '*Plant height*'. At the same time, the Craigella Tm-1/Tm-1 genotype expressed significant variability for '*Number of flowers on I inflorescence*' and '*Number of fruit on IIIth inflorescence*' in both VMT and VAT offspring.

The Craigella Tm-2²/ Tm-2² genotype expressed variability for the '*Number of shoots per principal stem*' and '*Leaf length*' for VMT and VAT variants. This genotype displayed differences after more number of characters ('*Leaf length and width*', '*Number of flowers on I, II, and III bunches*') to infection with both viruses. The *S. pimpinellifolium* genotype manifested variation in

VMT or VAT infection only for the 'Number of internodes on principal stem' and the 'Number of leaf segments'.

Conclusions

➤ The progenies II and III of tomatoes infected with VMT or VAT showed differences in quantitative traits statistically confirmed for most host-pathogen combinations in dependence on the analyzed character.

➤ The evaluation of the morphological characters of the plants in the third generation revealed a higher rate of the number of characters with significant differences in VMT or VAT infection in genotypes carrying resistance genes (Craigella Tm-1/Tm-1, Craigella Tm-2²/ Tm-2²) and tolerance (*S. pimpinellifolium*) compared to the sensitive variety (cv. Elvira).

DOI: 10.22363/09359-2019-10-21

УДК 577

THE BIOLOGICAL PROPERTIES OF THE COMPOUNDS GLYCYRRHIZIC ACID ON THE DEVELOPMENT OF DISEASES OF WHEAT

Djuraev T., Shupulatov U.

Gulistan State University, Uzbekistan

Presents data on the studies of the influence of growth regulators on the infection rate of winter wheat. It is determined that the effectiveness of growth regulators largely depends on soil-climatic factors and weather conditions. To reduce the level of infection by parasitic diseases and the negative impact of environmental factors, it is recommended spraying winter wheat crops with compounds Glycyrrhizic acid as DKM-1, GK-Cu, GK-Zn, DAG-1, DAG-2. The preparations can be used for preventive purposes to reduce the level of infection of winter rye by fungal parasites. The stimulating effect of soluble silicon is determined, which is probable due to increased consumption of phosphorus and molybdenum, as well as the transfer of manganese in plant tissues.

Keywords: compounds Glycyrrhizic acid, growth regulators, winter wheat, fungal diseases, brown rust, fungicide, stimulant.

Introduction. Wheat in Central Asia is one of the main cereal food crops. At the same time, winter wheat has a number of phytopathogens, the development of which significantly limits the potential of modern intensive varieties of it. The most harmful are yellow and brown rust and powdery mildew – narrowly specialized obligate parasites. The damage from rust and powdery mildew can reach 15-25 %.

Against the backdrop of intensive technologies of winter wheat cultivation, their harmfulness increases and crop losses may increase by another 5-10 % [1].

Brown rust reduces the endurance of plants to unfavorable stress factors, leads to premature leaf withering and the cessation of photosynthesis, to the decrease of the resistance capacity of young crops and the loss of the harvest [2]. Powdery mildew is ubiquitous. The leaves of the diseased plants are covered with a white mealy conidial sporulation of the fungus, turn yellow and, if damaged severely, die off. Black point formations – the pathogen cleistothecium may appear on the powdery plaque (marsupial stage) [3].

Rust fungi in Central Asia are often found on wild grasses, some of them are natural reserves of pathogens for agricultural plants [4]. Chemical preparations are usually used against rust and powdery mildew. However, having effective fungicidal properties, they can have an adverse effect on the growth and development of cultivated plants, in particular, the winter wheat. Chemical protection of plants is a source of serious pollution of the agricultural ecosystem, water and food products. While biologically active substances provide the most permanent, long-lasting and safe protective effect. They optimize the functional state of plants and, thereby, induce a high level of resistance to pathogens and other unfavorable environmental factors [5, 6].

According to A.O. Marchenko [7], the main factor controlling the realization of the morphogenetic potential of the organism are phytohormones. In certain ratios and concentrations, they are responsible for the expression of the "necessary" genes and,

consequently, the realization of the genetic program of the plant. Obviously, over time, the list of regulators and phytohormones will increase. This will expand our understanding of how the hormonal system regulates the ontogeny of plants and how it participates in the response of plants to various external influences.

As it turned out, very many plant parasites of both fungal and bacterial origin use different phytohormones, which they actively synthesize in order to launch a "chemical attack" on the host plant [8, 9, 10]. Pathogens, in the course of complex evolution, have developed a set of adaptations to obtain necessary substances from plant tissues. However, the introduction of infectious structures violates the integrity of the plant. Obligatory parasitism, in its manifestation, is somewhat similar to abiotic stress, which does not kill the plant, but forces all systems to mobilize for increased activity for repair. Dyakov Y.T. [11] indicates the activation of the synthesis of stress metabolites at the first stages of pathogen introduction. The plant resists the introduction of the pathogen regardless of virulence, but when it is susceptible to the pathogen, the response to infection is generally lethargic and the parasite manages to form infectious hyphae and give offspring.

The introduction of the pathogen causes a cascade of protective reactions in a stable plant, leading to localization of the focus of infection and the emergence of systemic acquired resistance in the plant organism. Its formation is associated with the production of signaling molecules in infected tissues and their translocation to uninfected parts of the plant, where they induce protective reactions, contribute to an increase in resistance to secondary infections [12].

One of the inducers of the signal of pathogen introduction is arachidonic acid, which is part of the cell walls of hyphopathogenic fungi [13]. Numerous secondary metabolites are known to protect higher plants from harmful organisms. Some of these compounds are present in healthy tissues, others appear in response to infection. A significant part of the protective substances

belong to phenolic compounds [14]. Oxycoric acids – n-oxycinnamic (n-coumaric), coffee, ferulic and synapic are present in plants, both in free and in bound form. They affect the growth processes, and their derivatives – oxycinnamic alcohols – the initial components in the biosynthesis of lignin [15]. Lignification of the cell walls creates a mechanical barrier to the penetration of the infection.

Silicon plays an important role in the initial stages of the infectious process. H. Kuno et al. [16], using X-ray microanalysis, showed the accumulation of silicon and calcium in papillae in the sites of interaction between barley epidermis and powdery mildew. Penetrating plant tissues that have a system of absorption and metabolism of silicon, rust significantly enhances its absorption from the soil solution. In this case, silicon is detected in the mesophyll cells in contact with the fungus, as well as in the boundary zone between the fungal haustoria and the cytoplasm of the host [17].

Thus, the purpose of exogenous growth regulation is to "distract" the plant from the hormonal action of the pathogen, increase the plant's overall resistance to biotic stresses, mobilize plant immunity by elicitors, which helps to prevent or reduce infection, and the introduction of readily available silicon, will allow the plant to quickly create a mechanical barrier to infection.

Methodology. A small-plot experiment was laid on weakly saline soil by the method of randomized repetitions, in a fourfold repetition. The total area of the plot was 7.2 m² (3.6 m x 2 m), the registration area of the plot 1 m². The precursor of winter wheat in the experiment was cotton of the second year of use.

After cutting the experimental sites of perennial grasses and stubble cleaning, plowing with skimmer was performed. In the experiment, the background dose of nutrients was increased to N100 P60 K60 by additional addition of a mixture of phosphor nutrients (N13 P19 K19) and ammonium nitrate (N 34) into the spring top dressing. The sowing was conducted on September 25 in 2016 and 2017, and on the 4th of October, in 2017-2018. The

seeding rate is 4 million pieces per hectare. The variety of winter wheat is Dustlik.

The treatment of winter wheat plants with preparations was carried out at the end of tillering – the beginning of the outlet into the tube, with the knapsack sprayer in the evening, using the appropriate doses of the preparations.

Preparations of compounds Glycyrrhizic acid as DKM-1, DAG-1, DAG-2, GK-Cu, GK-Zn were used at a concentration of 1×10^{-6} mol/l, the concentration of sodium silicate was 5 % (selected in the course of preliminary studies). Control plots were sprayed with water.

The diagnosis of infection of plants was carried out in the phase of the dairy state of the grain. From each replication of the studied variant, 100 plants were taken, and the three upper leaves were examined. In order to determine the rate of contamination with rust, the number of pustules at the die-cut was counted by counting them on 1 cm^2 of the leaf surface. The diagnosis of infection with powdery mildew was carried out according to the percentage scale [18].

Preliminary examinations, conducted on the plots before treatment with drugs, did not reveal foci of rust and powdery mildew. There were necrotic spots and epidermis on the overwintered leaves. The ends of the leaves were dry, with visible traces of snowy mold. There was minor damage by leaf fleas and thrips on the newly grown leaves. The pustules of brown rust and powdery mildew were diagnosed during the phase of the entry into the tube on all plots, but the degree of lesion remained at a low level.

Results and discussion. H. Massel [19] and Yu.B. Konovalov and co-authors [20] propose to conduct selection not on the basis of resistance to infection by a pathogen, but on the basis of tolerance to the disease, i.e. ability to keep the crop at a high level in the epiphytotic years.

This strategy is similar to the use of economic thresholds of damage, in exchange for costly eradication treatments. Regulators

of growth, in most cases, have not fungicidal, but fungistatic activity. They do not provide resistance to the pathogen, but contribute to reducing the severity of the disease to a safe level.

Treatment with drugs was carried out until the third leaf from the ear extended. Thus, we are talking about a comparison of the systemic effects of drugs. The infection of leaves of different ages changed significantly. The lower leaves experienced an infectious load for a longer time. As for the time of the survey, their infection, as a rule, was higher.

However, we noticed that the number of rust pustules on the second leaf from the ear on the control variants was lower than on the flag leaf throughout the years of research. This fact is not related to precipitation (meteorological conditions during the years of study varied significantly) or sporulating activity of pathogens (at the time of appearance of the flag leaf, the second from the ear was already experiencing an infectious load). A probable explanation may be the emergence of acquired system stability in plants at the time of the appearance of the second leaf and a decrease in age resistance to the appearance of a flag leaf [21]. The reason can also be the projected location of the tiers of leaves and uneven deposition of the spore material related to it. Therefore, it is more correct to compare the change in infestation to control within a single tier of leaves.

The data given in the table show that in 2015, spraying of winter wheat with DKM-1 (copper component of glycyrrhizic acid with technical glycyrrhizic acid) and sodium silicate played an important role in reducing infection with powdery mildew. So the infection of the third leaf from the ear fell by 17 and 16 %, the second by 7 and 13 %, respectively. Treatment of plants with DAG-1 reduced the degree of damage to the third leaf from the top by 12 %. The studied drugs significantly affected the infection with brown rust. Comparing the change in infestation of leaves of different ages to the control, one can judge the rate of response to the drug and the prolongation of its action. So DAG-1 affected the infestation of the third leaf from the ear, which had

appeared before treatment, reducing the number of rust pustules by 59 %.

DKM-1 also showed high efficiency on older leaves. The number of pustules on the third leaf on top decreased by 86 %. Reduction of the infection of flag and subflag leaves was significant, but notably less 25 and 23 %, respectively.

Sodium silicate has consistently reduced the infection of leaves of different ages. The number of pustules on the third leaf decreased by 54, on the second by 38, and on the flag leaf by 44 %. It is very likely that the availability of the application allowed to absorb silicon for a longer period or to reutilize the accumulated amount in the plant.

In the plots where DAG-2 was applied, the stronger the decrease in the number of rust pustules the older the leaf was as compared with the processing time: on the third leaf from top by 24 %, on the second by 31 %, and on the flag leaf by 38 %. GK-Cu significantly reduced the infection of leaves that appeared closer to the time of treatment: the third leaf from the ear by 43 %, the second by 38 %, while the flag leaf only by 25 %.

The preparations practically did not affect the width of the leaf blade. We can note an increase of this indicator in the flag leaf by 15 % when applying GK-Zn and sodium silicate.

DKM-1 did not affect the change in the number of rust pustules, but actively reduced the contamination with powdery mildew. DAG-1 reduced the degree of rust damage to the third leaf from the ear, significantly reducing contamination with powdery mildew. In this case, a significant aftereffect of the drug was observed. The actions of sodium silicate and DAG-2 were similar.

Significantly reducing the infestation of the subflag leaf with powdery mildew, GK-Cu increased the infection with rust. GK-Zn significantly reduced the infection with powdery mildew, however, it increased the intensity of infection with rust.

The preparation DKM-1 turned out to be the most effective immunocorrector. Spraying contributed to a decrease in the degree of infection of the flag leaf with the mildew by 10 %, the

second leaf from the ear by 28 %, the third by 26 %. The number of rust pustules on the third leaf from the top has decreased by 88 %.

In 2017-2018 the effect of growth regulators on pathogenesis was somewhat different from previous years, but there were earlier patterns, too. In these years there was less precipitation during the period of active vegetation than in previous years. It should be noted that there was a decrease in the width of the leaf blade of all tiers. The number of rust pustules on the third leaf from the ear decreased, however contamination with powdery mildew increased. This fact is associated with the need for drip-liquid moisture to germinate uredospore – rain or dew. Conidia of powdery mildew can germinate in the absence of liquid moisture. There is evidence that outbreaks of powdery mildew are confined to dry periods, when plants are in a weakened state [22].

Spraying plants with DAG-1 and GK-Cu reduced the width of the leaf blade of all tiers that year, while the DKM-1 and DAG-2 preparations reduced the third leaf from the ear. Sodium silicate, on the contrary, increased the width of the third leaf from the top by 20 %, whereas the GK-Zn did the same with the sub-flag leaf by 28 %.

Preparations: DKM-1, sodium silicate, GK-Cu, DAG-1, more strongly reduced the level of infection with powdery mildew of those leaves that appeared closer to the time of treatment. DAG-2 intensified the infection of the flag leaf with powdery mildew. Most likely, in dry conditions, the period of repair process was prolonged in plants of winter wheat, which led to the weakening of pathogenesis in them. In variants of the application of GK-Zn, the degree of infection of plants with powdery mildew was at the control level.

Sprinkling of plants with sodium silicate contributed to a decrease in the number of rust pustules on the third leaf from the ear by 55 %, on the second by 72 %, and on the flag leaf by 82 %. In the variants in which GK-Zn was used, the number of rust pustules on the flag sheet decreased by 58, on the second from the

ear by 61 %. GK-Cu stably reduced the number of rust pustules on all tiers by 26-28 %.

The effect of DKM-1 and DAG-1 preparations was equivocal. On the third leaf from the ear, there was a significant decrease in the number of pustules by 42 and 45 %, respectively. On the subflag leaf the resistance fell sharply, whereas the number of pustules increased by 44 and 61 %. On the flag leaf, the number of pustules decreased again by 39 and 33 % compared to the control. It can be assumed that immediately after the treatment of plants, the preparations mobilized a protective system with the help of accumulated energy. Then came the phase of remission, and unfavorable conditions did not allow plants to quickly restore the reserve of forces resulting in a decrease in immunity.

As in previous years, GK-Cu more strongly reduced the infection of the leaves of the upper tiers, which appeared after the processing date. Its effect on the flag sheet was more significant. The number of rust pustules at the most photosynthetically active center decreased by 36 %.

Summarizing the data, it can be noted that sodium silicate and DKM-1 decreased more strongly the infestation of winter wheat plants with brown rust and powdery mildew. The undoubted participation of silicon in the pathogenesis of parasitic diseases is confirmed by many researchers. Silicon impregnates and hardens plant tissues, reduces water loss and slows the development of fungal infections.

The stimulating effect of soluble silicon is probably associated with increased consumption of phosphorus and molybdenum, as well as the transfer of manganese in plant tissues. It is assumed that silicon enhances phosphorylation and synthesis of sugars, which increases the energy input for metabolic processes and increases the intensity of plant growth [23, 24]. GK-Cu significantly reduced the number of rust pustules on the flag and on the third leaves from the ear and the percentage of powdery mildew infection of the second and third leaves from the apex.

Conclusion. The study of the effects of growth regulators in the field environment often leads to ambiguous results, which cause many contradictions between the data of different researchers. The effectiveness of growth regulators largely depends on the soil-climatic factors of the region, the weather conditions in the years of the experiment. Due to polyfunctionality, exogenous phytohormones can influence the course of physiological processes, increase or decrease plant growth, and change its tolerance to the phytopathogen.

To reduce the infection rate with parasitic diseases and the negative impact of environmental factors, we recommend spraying winter wheat crops with compounds Glycyrrhizic acid as DKM-1 GK-Cu, GK-Zn, DAG-1, DAG-2. However, the positive effect of the drugs studied is limited by fungistatic activity. Preparations can be used for preventive purposes to reduce the rate of infection of winter rye with fungal parasites.

The exceptionally positive role of sodium silicate indicates the need for a broad study of silicon fertilizers and their introduction into the production of grain crops. The ambiguity of the results of the use of GK-Cu and GK-Zn concerning the contamination of rye also requires further study of these preparations in this aspect.

References

1. Khairullin R.M., Yusupova Z.R., Maksimov I.V. (2000) Protective reactions of wheat when infected with fungal pathogens. // *Physiology of plants*. Vol. 47. P. 108-113.
2. Kushiev H.H., Kuliev T. Kh., Aripova N.A., Jumakhanov B. (2005) Developing Salt Tolerant winter wheat varieties in Mirzachul // *Proceeding of the First Central Asian Wheat Conference*. «Increasing wheat production in Central Asia through Science and international cooperation». Kazakhstan. CIMMYT. P. 122-126.
3. Chirkova T.V. (2002) *Physiological basis of plant resistance*. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg University. P. 244.

4. Mamadaliev S.M., Rsaliev Sh.S. (1997) Donors of wheat resistance to rust types applied to practical breeding // Biotechnology. Theory and practice. № 3. 106 p.
5. Koishibaev M. (2002) Diseases of cereal crops. Almaty: "Bastau". 368 p.
6. Khokhlochova V.E., Morgunov A.I. (2000) Yellow rust in Uzbekistan and measures of struggle // Bulletin of the regional network on the introduction of wheat varieties and shifting. № 1. P. 46-49.
7. Marchenko A.O. (1996) Realization of the morphogenetic potential of plant organisms // Successes of Modern Biology. Vol. 116. № 3. P.306-317.
8. Sergey Shabala, Jiayin Pang, Meixue Zhou, Lana Shabala, Tracey A. Cuin, Peter Nick, Lars H. Wegner (2009) Electrical Signaling and cytokinins mediate effects of light and root cutting on ion uptake in intact plants // Plant, Cell & Environment. 32 (2). P. 194-207.
9. Nodira Ablakulova., Kushiev Kh. (2015) Influence of Growth Regulators on contamination of Winter Wheat // Biological and Chemical Research. The American Journal of Biological and Chemical Research. America. Vol. 4. P.91-98.
10. Djuraev T., Kushiev Kh.H. and Gafurov M.B. (2018) Stimulating Properties of Components Glycyrrhizic Acid in Growth and Development of Wheat (*Triticum aestivum*) // J. Biol. Chem. Research. Vol. 35. № 2. P. 2319-3077.
11. Dyakov Y.T. (1996) Fifty years of the theory of "gene-to-gene" // Successes of modern biology. Vol. 116. № 3. P. 293-305.
12. Shakirova F.M., Sakhabutdinova A.R. (2003) Signal regulation of plant resistance to pathogens // Successes of modern biology. Vol. 123. № 6. P. 563-572.
13. Rozhnova N.A., Gerashchenkov G.A., Babosha A.V. (2003) The effect of arachidonic acid and viral infection on the activity of phytohemagglutinins in the formation of induced resistance in tobacco // Physiology of Plants. Vol. 50. №5. P. 738-743.
14. Konarev V.G. (2001) Morphogenesis and molecular biological analysis of plants. St. Petersburg. VIR. 417 p.
15. Chirkova T.V. (2002) Physiological basis of plant resistance. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg University. 244 p.
16. Medvedev S.S. (2004) Plant Physiology: A Textbook. St. Petersburg: Publishing house S.-Petersburg. University. 336 p.

17. Postnikova E.N. (1999) Yellow spot of wheat leaves (*Pyrenophora tritici-repentis*) in Uzbekistan: Avtoref. kand. diss. kand. biol. nauk. Tashkent. 19 p.
18. Ponomaryova L.A. (2000) Helminthosporium diseases of barley and a system of measures to protect its crops in the steppe zone of Northwest Kazakhstan. Autref. kand. diss. 21 p.
19. Remele V.V. (1993) Microscopic fungi and their metabolites in the grain of the main agricultural crops under normal and unfavorable storage conditions // Bulletin of the Agricultural Science of Kazakhstan. № 2. P. 51-54.
20. Gilchrist L., Fuentes-Davila G., Martines-Cano C. (1997) Practical Guide to the selection of diseases of wheat and barley. Mexico: CIMMYT. P. 63.
21. Ismailova K.M., Ablakulova N.A., Kushiev Kh.H. (2016) Fungitoxic and growth-promoting properties of the complex copper component and glycyrrhizin acid // European Science review. Vienna. № 5. 6. P. 3-6 (03.00.10 № 9).
22. Alekhine N.D., Balnokin Yu.M., Gavrilenko V.F. et al.; ed. I.P. Ermakova (2005) Plant physiology. M.: Publishing House "Academy". 635 p.
23. Kuliev T.Kh., Djumakhanov B.M., Kushiev H.H. (2003) Study of resistance to leaf and stem diseases of wheat at scientific and production center of farming and plant science of the Republic of Kazakhstan // Bulletin CIMMYT. № 2 (5). P. 27-30.
24. Kolesnikov M.P., Abaturov B.D. (1997) Forms of silicon in plant material and their quantitative determination // Successes of Modern Biology. Vol. 117. № 5. P. 534-547.

HISTOCHEMICAL EVALUATION OF HYDROGEN PEROXIDE AND α -TOMATINE IN TOMATO PLANTS WITH DIFFERENT DEFENSE RESPONSES TO VIRUS INFECTION

Marîi L., Doctor in Biology, Head of the Laboratory Vegetal Biotechnology, Andronic Larisa, Doctor in Biology, Director of the IGPPP, Cupcea Irina, Specialist

*Институт генетики, физиологии и защиты растений (ИГФЗР),
lilimariy@gmail.com*

*Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection (IGPPP),
MD 2002, 20 Str. Padurii, Chisinau, Republic of Moldova*

Были оценены гистохимические реакции на присутствие перекиси водорода и алкалоида α томатин у 5 генотипов томатов с различной степенью реактивности к ВМТ в случае инфицирования ВМТ или ВАТ. Отмечена дифференциальная реакция на вирусную инфекцию, в зависимости от статуса генотипа, типа вирусной инфекции и истории взаимодействия с вирусной инфекцией – первичная или реинфицирование в последовательных поколениях.

Histochemical reactions for hydrogen peroxide and α tomatine alkaloid were evaluated in leaf tissue of 5 tomato genotypes with different degree of reactivity to Tobacco Mosaic Virus (TMV) in case of TMV or Tomato Aspermy Virus (TAV). There is a distinct response of plants to virus infection depending on the genotype status, the type of viral infection and the history of the interaction with the viral infection – primary or re-infected in consecutive generations.

Introduction. The plants have adopted varied mechanisms of adaptation to the biotic and abiotic stress. The triggering of the response signals involves the activation of a series of specific and non-specific reactions aimed to maintaining the integrity of the plant and the gradual limitation of the pathogen and it depends of specific host-pathogenic system. The first stage of delimitation of the penetration is the non-specific constitutive elements (cuticle,

cell wall etc.) or preexisting secondary compounds. Reactive oxygen species accumulate when plants are under various biotic (pathogen attack) and abiotic stress. They are believed to be involved in signal transduction, cell wall reinforcement, hypersensitive responses and phytoalexin production [1].

α Tomatine is a secondary constitutive metabolite with phytoanticipating functions, in particular in tomatoes, against a wide spectrum of stress biotic factors.

A growing number of reports indicate that plants possess the ability to maintain a memory of stress exposure throughout their ontogenesis and even transmit it faithfully to the following generation

The aim of this study is the analysis of some defenses responses in virus infected tomato genotypes (sensible, tolerant and resistant) in case of first time interaction and reinfection in consecutive generations of descendants from virus infected plants

Material and methods. Five tomato genotypes with different reactivity to TMV were included in study: Elvira (sensitive), *S. pimpinellifolium* – S.p. (tolerant) and the varieties with resistance genes – Craigela Tm1 (Tm1/Tm1), Craigela TM2 (Tm2²/Tm2²) and Rufina (Tm1/Tm2²). Plants were inoculated with TMV and TAV. Virus particles were identified by electron microscopy-negative contrasting method.

Peroxide hydrogen presence in leaves was established by histochemical DAB staining [1] via macro- and microscopic analyses. Microscopic localization of α tomatine inclusions in leaf petiole was performed on semithin sections by Dragendorf staining.

Results and discussions. The descendants of the second (G₂) and third (G₃) generations from TMV and TAV infected plants, as well as plant first time infected (G₀) and control plants (C) of five tomato genotypes were included in analysis. G₂ and G₃ plants were reinfected with the same virus type as their initial parental forms.

Histochemical identification of hydrogen peroxide (HP).

At macroscopic and microscopic level there is a differentiated response to TMV infection between genotypes. Sensitive genotype exhibited the weakest intensity of leaf coloration for histochemical HP responses as a result of TMV infection, while the other genotypes expressed varying intensity of coloration according to genotype status and defensive reactions. The tendency of expressing the intensity of staining to TMV infection is as follows: Elvira < *S. pimpinelifolium* < TM1 < Rufina ≤ TM2.

There is a certainty regarding the presence of HP in leaf tissues due to the transgenerational response to TMV. Thus, G₂ plants have a more intense coloration than G₀ and G₃ for resistant and tolerant genotypes. For Elvira, TM₁ and TM₂, somewhat different – a stronger staining intensity in primary infected plants – G₀, then decreasing to G₂ and G₃ as the following trend, according to the coloration intensity: C < G₃ < G₂ < G₀ (TM₁, TM₂ & Elvira) or C < G₃ < G₀ < G₂ (S.p. & Rufina).

The responses to the infection of plants with TAV were less differentiated between the genotypes, indicating the release of an equivalent amount of HP in all genotypes. The trend of coloration intensity, according to the history interaction, is similar to TMV.

Histochemical identification of α tomatine. Statistical processing of the number of α tomatine inclusions in a field of view revealed the following trends:

i. The number of inclusions in virus infected plants was much higher than in non-infected ones.

ii. In tolerant or resistant forms, there were several particles (2-3) in the same cell as compared to 1 in the cell at sensitive. The dimensions of the inclusions varied from very large (100-150 μ) to the most common, medium sizes (30-50 μ).

iii. In the G₂ generations of genotypes with resistance genes, there was a decrease in the number of inclusions compared to G₀ plants of Rufina and TM₁ genotypes, and a slightly increase for TM₂ and S. p.

iv. Reinfection of the consecutive generations revealed a unique trend in decreasing of the inclusions number in G₃ compared to G₂.

v. In TMV infected variants, the plants expressed a different number of particles, the numerical line in descending order being as follows: Elvira<S. piminellifolium <TM₁<TM₂≤Rufina.

Conclusion. Transgenetational response to virus reinfection decrease as trend G₃<G₂, both for HP and α tomatine. In the case of compatible interaction, the reactions were weaker than in the incompatible one.

References

1. Thordal-Christensen H., Zhang Z., Wei Y. et al. (1997) Sub-cellular localization of H₂O₂ in plants. H₂O₂ accumulation in papillae and hypersensitive response during the barley-powdery mildew interaction // The Plant Journal. 11(6): 1187-1194.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИБРИДОВ И РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАСУХИ

Азизов И.В., Тагиева К.Р., Ханышова М.А., Гасымова Ф.И.

Институт молекулярной биологии и биотехнологий национальной академии наук Азербайджана, Баку, Ibrahim.azizov47@gmail.com

COMPARATIVE STUDY OF PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF HYBRIDS AND PARENTAL FORMS OF WHEAT DURING DROUGHT CONDITIONS

Azizov I.V., Tagiyeva K.R., Khanishova M.A., Gasimova F.I.

*Institute of Molecular Biology and Biotechnology
of Azerbaijan National Academy of Sciences*

Выявлены более засухоустойчивые растения среди 20 генотипов пшеницы. Проведено скрещивание между засухоустойчивыми генотипами и получены гибриды первого поколения. По физиологическим и биохимическим признакам выявлены гетерозисные формы, изучена их засухоустойчивость.

Ключевые слова: пшеница, гибриды, хлорофилл, каротиноиды, фотохимическая активность, флуоресценция.

More drought-resistant plants among the 20 genotypes of wheat were revealed. Crossing between drought-resistant genotypes was carried out and hybrids of the first generation were obtained. According to physiological and biochemical characteristics, heterotic forms were revealed, their drought tolerance was studied.

Keywords: wheat, hybrids, chlorophyll, carotenoids, photochemical activity, fluorescence.

Введение. Одним из абиотических факторов, угнетающих рост, развитие и продуктивность растений, является засуха. Согласно литературным данным, около 45 % сельско-

хозяйственных земель Мира в той или иной мере подвергались засухе (Ashraf, Fooled, 2007). В естественных условиях засуха действует в комплексе с другими биотическими и абиотическими факторами, что усиливает ее действие на жизненные процессы растений. В процессе эволюции в растениях развивались защитные механизмы от неблагоприятных факторов окружающей среды, в том числе и от засухи.

Имеется широкий спектр адаптационных реакций к засухе, который включает синтез низкомолекулярных соединений, защитных белков и антиоксидантных ферментов. Низкомолекулярные соединения, такие как пролин и глицин бетаин, способствуют удержанию воды в клетках растений и обеспечивают нормальный ход протекания жизненных процессов в целом растении в условиях недостатка воды (Jones et al., 1980; Farooq et al., 2014). Растения также способны к изменению фенотипа в условиях засухи ограничением роста, площади листьев, увеличением корневой биомассы и в конечном счете снижается степень травмы в условиях засухи.

Исследования китайских ученых показали, что отбор растений по морфологическим признакам, по архитектонике и их скрещивание имеют потенциал для повышения урожайности зерна в условиях засухи (Passioura, 2012). При благоприятном сочетании компонентов скрещивания наблюдается максимальное увеличение показателей признаков в F₁ по сравнению с родительскими формами. Оценка комбинационной способности стала необходимым элементом селекции на гетерозис на начальных этапах селекционного процесса. Исходя из результатов многочисленных работ, проводимых в этом направлении, можно сделать вывод, что создание и внедрение в производство новых высокопродуктивных, устойчивых к засухе, болезням и вредителям, ценных по качеству зерна сортов пшеницы является одним из главных путей повышения урожайности.

Целью настоящей работы была оценка генотипов озимой мягкой и озимой твердой пшеницы, выделение из них

более устойчивых засухоустойчивых форм, получение гибридов первого поколения и изучение их морфологических и физиологических характеристик сравнительно с исходными родительскими формами.

Материал и методика. Объектом исследований были 20 сортов и генотипов озимой мягкой и твердой пшеницы отечественной и зарубежной селекции, выращенные в полевых условиях на экспериментальном участке Института Молекулярной биологии и биотехнологии Национальной академии наук Азербайджана.

Результаты и обсуждение. В процессе озеленения проростков в первую очередь происходит синтез хлорофиллов и каротиноидов, содержание которых является предпосылкой для формирования биомассы и урожая растений. На стадии колошения измеряли количество фотосинтетических пигментов, параметры флуоресценции и фотохимическую активность хлоропластов у гибридов и родительских форм растений. На этой фазе гибриды в основном имели промежуточную величину показателей, не превышающих таковые у родительских сортов. Исключение составили гибриды «♀ Гарабах x ♂ Шарк» и «Гобустан x ♂ Гырмызыгюль», которые имели более высокое содержание хлорофилла по сравнению с родительскими сортами. Эти гибриды отличались также увеличенной площадью листьев по сравнению с другими гибридными растениями. У большинства гибридов минимальная флуоресценция F_0 была на одном уровне, потенциальный квантовый выход (F_v / F_m) и активность фотосистемы 2 были больше у гибридов ♀ Баракатли-95 x ♂ Гарабах; ♀ Гобустан x ♂ Гарабах и ♀ Гарабах x ♂ Шарк.

Библиографический список

1. Ashraf M., Fooled M.R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance // Environmental and Experimental Botany. 2007. 59. 206–216.

2. Jones M.M., Osmond C.B., Turner N.C. Accumulation of solutes in leaves of sorghum and sunflower in response to water deficits // *Functional Plant Biology*. 1980. 7. 193–205.

3. Farooq M., Mubshar H., Siddique K.H.M. Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods // *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2014. 33. 331–349.

4. Passioura J.B. Phenotyping for drought tolerance in grain crops: when is it useful to breeders? // *Functional Plant Biology*. 2012. 39. 851–859.

DOI: 10.22363/09359-2019-29-32

УДК 615.322:582.734

КОРРЕЛЯЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С В ЯГОДАХ ВИНОГРАДА И СУММЫ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР

*Бородулина И.Д.¹, канд. с.-х. наук, доцент,
Воротынцева М.В.², магистр,
Макарова Г.А.³, канд. с.-х. наук,
Земцова А.Я.⁴, канд. с.-х. наук*

¹ *Алтайский государственный университет (АлтГУ),
borodulina.irina@gmail.com*

² *Алтайский государственный университет (АлтГУ),
masha.vorotintseva@yandex.ru*

³ *ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий,
niilisavenko1@yandex.ru*

Проведен корреляционный анализ содержания витамина С в ягодах интродуцированных сортов винограда с суммой активных температур вегетационного периода.

Введение. Питательную и лечебную ценность винограду придает содержание витаминов, среди которых особое значение для человека имеет аскорбиновая кислота (АК), или витамин С [5]. Она, как и другие физиологически значимые

соединения, оказывает разносторонне целебное действие на организм человека.

Содержание витамина С в ягодах винограда является сортовым признаком, на который первостепенное влияние оказывают климатические условия места произрастания [6]. Известно, что виноград, выращенный в северных районах, отличается большим содержанием АК, чем виноград, возделываемый на юге. Так, по данным З.К. Бахмулаевой [1], в условиях Дагестана в ягодах сорта Жемчуг Саба накапливается $3,2 \text{ мг/дм}^3$ АК, а в суровых условиях Сибири до $14,2 \text{ мг/дм}^3$ [4]. Это значительно повышает интерес к изучению данной культуры, особенно в тех регионах, для которых характерны часто проявляющиеся неблагоприятные погодные условия в период активной вегетации растения.

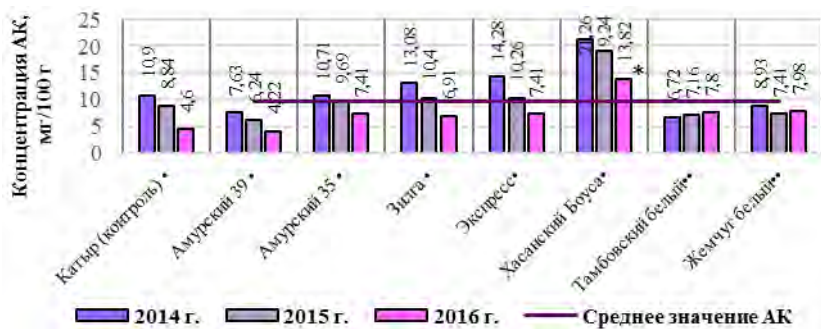
В связи с этим, целью наших исследований явилось выявление корреляционной связи между содержанием АК и температурным фактором среды.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в лаборатории индустриальных технологий Отдела «НИИСС им. М.А. Лисавенко» ФГБНУ ФАНЦА (г. Барнаул) в период 2014–2016 гг. Объектами исследований явились 7 интродуцированных сортообразцов винограда. Контролем выступал районированный сорт Катыр.

Погодные условия вегетационных периодов (май–август) отличались как по сумме активных температур (САТ): в 2014 – 2245°C , в 2015 г. – 2529°C , в 2016 г. – $2657,8^\circ\text{C}$, так и по количеству выпавших осадков: в 2014 г. – 295 мм, в 2015 г. – 231,7 мм и в 2016 г. – 297,8 мм.

Содержание АК в ягодах винограда определяли потенциометрическим методом согласно ГОСТ 24556–88 [2]. Статистическая обработка данных проводилась по Б.А. Доспехову [3].

Результаты и их обсуждение. Количество витамина С в ягодах винограда варьировало от 6,03 до 18,11 мг/100 г при среднем значении по всем сортообразцам 9,7 мг/100 г (рис. 1).

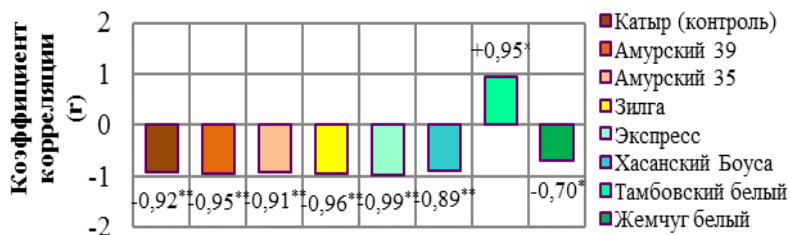


Примечание: • – темная окраска ягод, ** – светлая; достоверность различий в сравнении с контролем: * – $p < 0,05$

Рис. 1. Содержание АК в ягодах винограда, 2014–2016 гг.

Погодные условия вегетационных периодов отразились на содержании АК в ягодах исследуемых генотипов винограда, что проявилось в значительном варьировании данного признака ($V=38\%$). Максимальная стабильность накопления АК выявлена у белых сортов винограда, средняя и низкая – у темных. У последних отмечена четкая тенденция, снижению АК в ягодах с возрастанием температуры воздуха.

Корреляционный анализ выявил характер зависимости между содержанием АК в ягодах и САТ. Сильная обратная связь между этими показателями установлена у темноокрашенных ягод в сравнении со светлоокрашенными (рис. 2).



Примечание: корреляционная связь между признаком и фактором среды
** – сильная, * – средняя, × – отсутствует

Рис. 2. Коэффициент парной корреляции содержания витамина С в ягодах винограда и САТ, 2014–2016 гг.

Выявлена сильная связь содержания АК от САТ у темных сортообразцов, средняя – у сорта Жемчуг белый.

Выводы. Выделены сортообразцы винограда, представляющие особый интерес для дальнейшей селекции в условиях лесостепной зоны Алтайского края: с высоким накоплением АК в ягодах (Хасанский Боуса); с сильной зависимостью накопления АК от САТ (Амурский 39, Зилга) и высокой стабильностью признака (Тамбовский белый, Жемчуг белый).

Библиографический список

1. Бахмулаева З.К. Витамины в винограде Дагестана // Виноделие и виноградарство. 2001. № 3. С. 36-37.
2. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 11 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Макарова Г.А. Хозяйственно-биологическая оценка сортов винограда в условиях умеренно засушливой и колочной степи Алтайского Приобья: дис. ... канд. с/х наук: 06.01.07 [Место защиты: Алт. гос. аграр. ун-т]. Барнаул, 2007. 175 с.
5. Петрова В. П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений. К.: Вищанаука, 1986. 287 с.
6. Тихонова М.А., Хардикова С.В. Продуктивность сортов и биохимический состав винограда в условиях степной зоны Южно-Урала // Вестник Оренбургского государственного университета, 2010. № 6 (112). С. 47-51.

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ И ИОНОВ НИКЕЛЯ НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

Буренина А.А., инженер, Астафурова Т.П., д.б.н., зав. лаб.

*Национальный исследовательский Томский государственный
университет, 634050, Россия, г. Томск, просп. Ленина, 36,
baa888@mail.ru*

*National Research Tomsk State University,
36, prosp. Lenina, Tomsk, 634050, Russia*

Проводили сравнительное изучение влияния наночастиц Ni ($\Delta_{50}=5$ нм) и ионов Ni²⁺ на проростки пшеницы, выращенные в водной культуре. Были определены концентрационная зависимость по морфометрическим и физиолого-биохимическим параметрам пшеницы при воздействии наночастиц и ионов, а также аккумуляция никеля корневой системой и распределение его по органам растений.

Введение. Никель относится к необходимым для высших растений ультрамикрорелементам, а низкие концентрации солей Ni, внесенные в питательный раствор, оказывают положительное влияние на рост и развитие ряда растений, в том числе и пшеницы [1]. В основном никель среди тяжелых металлов выделяется высокой токсичностью и вызывает значительные нарушения структуры и функционирования клеток [2]. Известно, что вещества в форме наночастиц имеют иные свойства и способность проникновения в растения, чем подобные вещества в виде ионов [3]. Цель данной работы состояла в сравнительном изучении морфологических и физиолого-биохимических параметров проростков пшеницы под влиянием наночастиц и ионов никеля различной концентрации.

Материалы и методы. Использовали проростки мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Новосибирская 29, которые выращивали в условиях водной культуры в течение 10 сут. Опыты проводили в интервале концентраций наночастиц никеля (Нч Ni) размером 5 нм: 0,01, 0,1, 1 и 10 мг/л, растворы NiCl₂ тех же концентраций готовили в пересчете на Ni. Содержание фотосинтетических пигментов определяли спектрофотометрически в этанольных экстрактах. Для измерения интенсивности фотосинтеза и транспирации использовали инфракрасный газоанализатор Li-6400 (Li-Cor, USA). Количественные характеристики поглощения никеля растениями определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS).

Результаты и их обсуждение. В результате 10-дневного выращивания растений на среде, содержащей наночастицы или ионы никеля в концентрации 10 мг/л, происходило значительное накопление никеля в органах растений, особенно в корневой системе (табл. 1). В корнях варианта с воздействием наночастиц содержание никеля было в 13 раз больше контроля, а в варианте с ионами Ni²⁺ – в 570 раз.

Таблица 1

Содержание никеля в растениях пшеницы

Варианты опыта	Содержание Ni, мкг/г сухой массы	
	Корни	Листья
Контроль	3,98 ± 0,15	0,63 ± 0,025
Нч Ni	50,89 ± 1,67	14,20 ± 2,38
Ni ²⁺	2278,67 ± 41,53	686,67 ± 10,97

Анализ морфометрических параметров выявил отчетливо выраженную специфичность реакции проростков на воздействие наночастиц и ионов никеля. Нч Ni в концентрациях 0,01 и 0,1 мг/л не изменяли или стимулировали ростовые процессы, а в более высоких дозах – 1 и 10 мг/л ингибировали рост корней и листьев в 2–3 раза относительно контроля, что сопровождалось соразмерным уменьшением их массы. Ионы никеля воздействовали иначе – в концентраци-

ях 0,01 и 0,1 мг/л не изменяли морфометрические показатели, а в более высоких дозах – 1 и 10 мг/л рост корней и надземной части снижался в 3–4 раза относительно контроля.

Известно, что содержание пигментов обычно снижается при воздействии как ионов, так и Нч Ni [1, 4]. В нашем опыте содержание хлорофиллов *a* и *b* достоверно уменьшалось только при концентрации Нч Ni и ионов Ni²⁺ 10 мг/л – на 30 и 45 % соответственно. Количество каротиноидов имело дозовую зависимость, постепенно снижаясь в опытных вариантах при возрастании концентрации, более значительно при воздействии ионов Ni²⁺.

Отмечено влияние никеля на интенсивность фотосинтеза и транспирации в листьях пшеницы. При воздействии Нч Ni низкой концентрации (0,01 и 0,1 мг/л) показатели достоверно увеличивались, при 1 мг/л не отличались от контроля, а при 10 мг/л данный параметр незначительно снижался. Ионы Ni²⁺ в концентрации 0,01 и 0,1 мг/л не влияли на интенсивность фотосинтеза и транспирации листьев пшеницы, а при концентрациях 1 и 10 мг/л наблюдалось значительное снижение показателей.

Выводы. Проведенные исследования выявили различия ответных реакций растений под влиянием наночастиц и ионов никеля различных концентраций. При воздействии Нч Ni для большинства изученных показателей – морфометрических параметров, содержания хлорофиллов, интенсивности фотосинтеза и транспирации – наблюдалась сходная концентрационная зависимость: увеличение на малых и отчетливое снижение при более высоких концентрациях. Влияние ионов Ni²⁺ проявилось в отсутствие эффектов при воздействии низких концентраций и в значительном снижении показателей при более высоких.

Библиографический список

1. Серегин И.В., Кожевникова А.Д. Физиологическая роль никеля и его токсическое действие на высшие растения // Физиология растений. 2006. Т. 53. С. 285-308.
2. Демченко Н.П., Калимова И.Б. Динамика роста, пролиферация и дифференциация клеток корней пшеницы под воздействием никеля в высокой концентрации // Физиология растений. 2008. Т. 55. С. 874-885.
3. Jiang J., Oberdörster G., Elder A., Gelein R., Mercer P., Biswas P. Does nanoparticle activity depend upon size and crystal phase? // Nanotoxicology. 2008. № 2 (1). P. 33-42.
4. Короткова А.М., Лебедев С.В., Каюмов Ф.Г., Сизова Е.А. Морфобиологические изменения у пшеницы (*Triticum vulgare* L.) под влиянием наночастиц металлов (Fe, Cu, Ni) и их оксидов (Fe₃O₄, CuO, NiO) // Сельскохозяйственная биология. 2017. № 1. С. 172-182.

DOI: 10.22363/09359-2019-36-39

УДК 635.621.3:631.531.02(470.325)

ВЛИЯНИЕ СТЕРОИДНОГО ГЛИКОЗИДА МОЛДСТИМ НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛИНИЙ КАБАЧКА

*Бухаров А.Ф.¹, Козарь Е.Г.²,
Балашова И.Т.², Мащенко Н.Е.³*

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал ФГБНУ ФНЦО, МО, Раменский район, д. Веряя, стр. 500, vniioh@yandex.ru*

² *ФГБНУ ФНЦО «Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур» МО, ВНИИССОК, balashova56@mail.ru*

³ *Институт генетики, физиологии и защиты растений Академии наук Республики Молдова, г. Кишинёв, tme4747@mail.ru*

Использование стероидного гликозида Молдстим в концентрациях 0,1, 0,01, 0,001 и 0,0001 % в процессе размножения материнской линии F₁ гибрида Вилина позволило

существенно повысить семенную продуктивность и качество семян.

Плоды кабачка широко используются в консервной промышленности для промышленной переработки, в том числе создания продуктов питания функционального назначения [1]. Активно ведется селекция гетерозисных гибридов кабачка [2]. Существует необходимость в разработке эффективных приемов их размножения, в том числе с использованием стимулирующих факторов [6]. Стероидные гликозиды – это группа соединений с гормональными функциями, являющиеся синергистами фитогормонов и обладающие широким спектром биологической активности [7].

Цель настоящей работы: повысить семенную продуктивность и качество семян инцухтированных линий кабачка в процессе селекции и семеноводства.

Материалом для проведения исследований служила материнская линия F₁ гибрида Вилина. Размножение линии осуществляли путем опыления цветков в пределах растения. В качестве стимулирующего фактора использовали стероидный гликозид Молдстим в концентрациях 0,1, 0,01, 0,001 и 0,0001 % на основе дистиллированной воды. Семенную продуктивность оценивали согласно разработанной методике [5].

Выявлено существенное повышение завязываемости и массы 1000 семян во всех вариантах эксперимента под действием стероидного гликозида. Наиболее эффективной оказалась концентрация 0,1 % в 2015 г. и 0,001 % в 2016 г. При этом осеменность плодов выросла на 10,4–15,2 %, масса 1000 семян на 15,8–23,1 %. Семенная продуктивность в вариантах опыта с применением аналогичных концентраций препарата значимо возросла, соответственно на 24,4–58,5 % (табл. 1).

**Влияние стероидного гликозида Молдстим на завязываемость
и качество семян кабачка при инцухтировании**

Вариант опыта	Число семян, шт./пл.	Масса 1000 семян, г	Семенная продук- тивность, г/пл.
2015 г.			
Контроль сухой	234	129,4	30,3
Контроль вода	226	128,8	29,1
Молдстим 0,0001 %	243	131,9	32,1
-----//----- 0,001 %	249	144,7	36,0
-----//-----0,01 %	261	153,7	40,1
-----//---0,1 %	250	141,9	35,5
НСР ₀₅	13	10,5	4,3
2016 г.			
Контроль сухой	274	117,1	20,4
Контроль вода	267	117,5	31,4
Молдстим 0,0001 %	286	126,9	36,3
-----//----- 0,001 %	323	152,3	49,2
-----//-----0,01 %	296	146,3	43,3
-----//---0,1 %	272	132,5	36,5
НСР ₀₅	21	15,3	10,4

Таким образом, установлена способность препарата Молдстим, одного из вторичных метаболитов растений, повышать семенную продуктивность инцухтированной линии кабачка (материнской линии F₁ гибрида Вилина). Положительные эффекты препарата выразились в существенном повышении осемененности плодов, массы 1000 семян и суммарной семенной продуктивности.

Препарат молдстим в концентрации 0,001–0,01 % можно рекомендовать как физиологический стимулятор для повышения семенной продуктивности кабачка в процессе инцухтирования.

Библиографический список

1. Амплеева А.Ю., Макаров В.Н., Бухаров А.Ф. Технологии переработки и хранения овощей для получения новых видов про-

дуктов питания функционального назначения // Достижения науки и техники в АПК. 2009. № 4. С. 68-69.

2. Амплеева А.Ю., Бухарова А.Р., Иванова М.И., Бухаров А.Ф. Оценка сортимента овощных культур для создания продуктов питания функционального назначения // Картофель и овощи. 2009. № 5. С. 22.

3. Балашова Н.Н., Жученко А.А., Пивоваров В.Ф., Балашова И.Т., Козарь Е.Г., Беспалько А.В., Пышная О.Н., Кинтя П.К., Лупашку Г.А., Мащенко Н.Е., Швец С.А., Бобейкэ В.А. Регуляция устойчивости фитопатосистем с помощью вторичных метаболитов растений // Сельскохозяйственная биология. 2004. № 1. С. 3-16.

4. Балашова И.Т. Индукция устойчивости биологически активными веществами (иммунизация) // Сельскохозяйственная биология. 1992. № 3. С. 13-21.

5. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Анализ, прогноз и моделирование семенной продуктивности овощных культур: учебно-методическое пособие. М.: Изд-во РГАЗУ, 2013. 54 с.

6. Кириллова О.А., Бухаров А.Ф. Сортимент кабачка для Центральной России // Картофель и овощи. 2014. № 5. С. 34–36.

7. Кириллова О.А., Бухаров А.Ф., Иванова М.И. Влияние обработки материнских растений кабачка этрелом на долю женских цветков и урожайность семян гетерозисных гибридов F₁ // Вестник Алтай ГАУ. 2015. № 1 (123). С. 16–23.

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ СТРЕСС В ПРОРОСТКАХ ТРИТИКАЛЕ ПРИ СУЛЬФАТНОМ ЗАСОЛЕНИИ

*Евграшкина Т.Н., аспирант кафедры биологии
и технологий живых систем,*

*Иванищев В.В., доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой биологии и технологий живых систем*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Тулский государственный педагогический
университет им. Л.Н. Толстого (ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л.Н. Толстого»),
avdey_VV@mail.ru*

*Evgrashkina T.N., Postgraduate Student of the Department
of Biology and Technologies of Living Systems,*

*Ivanishchev V.V., Doctor of Biology, Professor, Head
of the Department of Biology and Technologies of Living Systems*

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University»
(Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University)*

Изучены проявления окислительного стресса в проростках тритикале, вызванного присутствием в среде сульфата натрия (120 мМ). Показана специфика взаимосвязей между изученными физико-химическими характеристиками побегов и корней, а также в сравнении с действием аналогичного кратковременного стресса, вызванного присутствием в среде иных анионов (хлорида и карбоната).

The manifestations of oxidative stress in triticale seedlings caused by the presence of sodium sulfate (120 mM) in the medium were studied. The specificity of the relationship between the studied physicochemical characteristics of the shoots and roots, as well as in comparison with the effect of similar short-term stress caused by the presence of other anions in the medium (chloride and carbonate) is shown.

Введение. Изучение различных видов засоления на состояние растений актуально в связи с расширением площадей засоленных территорий в мире [1]. При этом специфика

действия разных видов засоления среды на растения во многом остается неясной ввиду появления активных форм кислорода и активации систем антиоксидантной защиты при любом виде стресса, в том числе засолении среды. Использование модельного объекта и методов статистики могут прояснить понимание этого вопроса, в связи с чем цель работы состояла в изучении особенностей окислительного стресса проростков тритикале в условиях сульфатного засоления.

Материалы и методы. Проростки тритикале (*xTriticosecale*) в фазе кущения пересаживали на среду, содержащую 120 мМ сульфата натрия. Пробы отбирали через 12, 24, 48, 72 и 96 ч эксперимента [2]. Полученные результаты исследования показателей окислительного стресса и антиоксидантной системы обрабатывали методами главных компонент (РСА) и кластерного анализа.

Результаты и их обсуждение. Обработка результатов экспериментов для побегов тритикале с помощью метода главных компонент показала, что система данных весьма сложна, и она может быть описана только с помощью пяти главных компонент. При этом в первую главную компоненту наибольший вклад внесли глутатион и активность гваяколпероксидазы. Для корневой системы наблюдалась аналогичная картина в отличие от других видов засоления [3, 4].

Использование метода кластерного анализа при обработке результатов эксперимента показало, что изученные характеристики образуют первичные кластеры между пероксидом водорода и глутатиона, аскорбиновой кислотой и гваяколпероксидазой, каталазой и аскорбатпероксидазой. Данные для корневой системы образуют также три первичных кластера, но иного состава: пероксид водорода и малоновый диальдегид, аскорбиновая кислота и глутатион, аскорбатпероксидаза и гваяколпероксидаза.

Сравнение полученных результатов с действием других видов солевого стресса (хлоридного [3, 4] и сульфатного [5]) позволяет говорить о специфике каждого вида кратковре-

менного засоления, которое проявляется в формировании разных иерархических структур между физиолого-биохимическими показателями проростков тритикале.

Библиографический список

1. Жуков Н.Н., Иванищев В.В., Бойкова О.И. Физиолого-биохимические механизмы адаптации проростков тритикале при кратковременном NaCl-засолении. Тбилиси: МП Полиграф, 2016. 125 с.

2. Евграшкина Т.Н., Иванищев В.В., Бойкова О.И., Жуков Н.Н. Проявления окислительного стресса в проростках тритикале в условиях сульфатного засоления // Бутлеровские сообщения. 2018. Т. 54. № 4. С. 128-133.

3. Иванищев В.В., Жуков Н.Н. Проявления окислительного стресса в проростках тритикале при кратковременном действии хлорида натрия // Бутлеровские сообщения. 2017. Т. 52. № 11. С. 123-130.

4. Иванищев В.В. Исследование влияния кратковременного солевого стресса методом кластерного анализа // Бутлеровские сообщения. 2018. Т. 54. № 4. С. 134-139.

5. Лобанова Т.Н., Жуков Н.Н., Бойкова О.И., Иванищев В.В. Динамика ответных реакций проростков тритикале на стресс, индуцируемый сульфатным и карбонатным засолением // Известия ТулГУ. Естественные науки. 2015. Вып. 4. С. 273-282.

УЛЬТРАСТРУКТУРА АНТИОКСИДАНТНЫХ СИСТЕМ В КЛЕТКАХ ПЕРИКАРПИЯ *MALUS MILL.* ГОРНЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

Кумахова Т.Х.¹, Воронков А.С.²

¹ *Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Москва, Тимирязевская ул., 49, tkumachova@yandex.ru*

² *Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, 127276, Москва, ул. Ботаническая, 35, voronkov_as@mail.ru*

Kumachova T.Kh.¹, Voronkov A.S.²

¹ *Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named by Timiryazev, 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49*

² *Timiryazev Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences, 127276, Moscow, ul. Botanicheskaya, 35*

Изучена ультраструктура клеток перикарпия *Malus Mill.*, произрастающих в равнинных и горных агроландшафтах. Основное внимание уделено антиоксидантным компартментам (хоропласты, митохондрии и пероксисомы). Предполагается, что увеличение их числа с повышением высоты произрастания и образование комплекса «хлоропласт-митохондрия-пероксисома» необходимо для обеспечения стабильности уровня АФК в тканях перикарпия *Malus Mill.* в условиях гор, характеризующихся высоким индексом УФ.

The ultrastructure of *Malus Mill.* pericarp cells grown in lowland and mountain agrolandscapes was studied. The focus is on antioxidant compartments (chloroplast, mitochondria and peroxisomes). It is assumed that an increase in their number with an increase in the height of growth and the formation of the “chloroplast-mitochondria-peroxisome” complex are necessary to ensure the stability of the ROS level in the tissues of the *Malus Mill.* pericarp in mountains with high UV index.

Растения часто оказываются в неблагоприятных и даже стрессовых условиях абиотической (температурный фактор, высокая интенсивность света и др.) и биотической (воздействие различных патогенных организмов) природы, которые

оказывают значительное воздействие на физиологические и биохимические процессы, что непосредственно отражается на их продукционных возможностях. Вместе с тем стрессовые факторы провоцируют сверхпродукцию активных форм кислорода (АФК) и развитие окислительного стресса.

В изучении защитных механизмов биохимических систем, использующих АФК, достигнут определенный успех, доказана полифункциональная роль АФК и антиоксидантных систем в жизнедеятельности растений. До недавнего времени считалось, что в растительной клетке находятся две антиоксидантные системы – хлоропласты и пероксисомы, которые являются основными источниками АФК. На данный момент, это представление подверглось значительной коррекции, и в их состав вошли митохондрии, вклад которых в этот процесс, по мнению ряда исследователей, может быть довольно существенным [1; 2].

Между тем ультраструктурные особенности этих трех компартментов (хлоропласты, митохондрии и пероксисомы) в тех или иных неблагоприятных (стрессовых) условиях изучены недостаточно. При этом эти органеллы чрезвычайно динамичные структуры, они обладают метаболической пластичностью, активно перемещаются в клетке, меняют размеры и форму в зависимости от типа клетки и ткани, а также условий среды. Целью данной работы было изучение ультраструктуры хлоропластов, митохондрий и пероксисом в клетках перикарпия разных представителей *Malus Mill.*, интродуцированных в горные агроландшафты.

В качестве модельных объектов для исследования были взяты плоды разных представителей *Malus Mill.*, культивируемые в агроландшафтах степной и горной зон Кабардино-Балкарии. По почвенно-климатическим условиям степная и горная зоны характеризуются большим разнообразием (от континентального жаркого на равнине до холодного с четко выраженной вертикальной зональностью в горах). Образцы отбирали из средней части кроны трех модельных де-

ревью. Подготовку материала для трансмиссионной электронной микроскопии (ТЭМ) проводили по модифицированной нами ранее методике [3].

По данным ТЭМ, клетки перикарпия яблони имеют хорошо развитый пластидом и хондриом, а также соразмерно им пероксисомы. Популяции хлоропластов гранальной структуры, они представлены в гиподерме. Часто внутренние пространства мембран тилакоидов хлоропластов заняты электронно-плотным материалом. Митохондрии ортодоксального строения, большинство из них с хорошо развитыми кристами и умеренно плотным матриксом. Пероксисомы с ординарной мембраной, они главным образом локализованы рядом с хлоропластами и митохондриями.

Анализ данных ТЭМ показал, что клетки перикарпия в горных условиях отличаются от таковых равнинных большей насыщенностью органеллами. Хлоропласты, митохондрии и пероксисомы, образуют часто скопления. В хлоропластах кардинально перестраивается мембранная система, грани состоят из меньшего числа тилакоидов, формируются инвагинации, форма и увеличиваются размеры. В клетках гиподермы горных плодов встречаются длинные нитевидные «гигантские» митохондрии.

Мы предполагаем, что увеличение количества органелл и формирование комплексов – «хлоропласт-митохондрия-пероксисома» в клетках перикарпия с повышением высоты произрастания связано с высоким индексом УФ в горах. Так, известно, что высокие дозы УФ-излучения вызывают окислительный стресс в растительной клетке. Эти компартменты, как мощные антиоксидантные системы, вероятно, обеспечивают стабильность уровня АФК в тканях перикарпия *Malus Mill.* в суровых, зачастую стрессовых условиях гор.

Библиографический список

1. Moller I.M. Plant mitochondria and oxidative stress: electron transport, NADPH turnover, and metabolism of reactive oxygen

species // Annu. Rev. Plant. Physiol. Plant. Mol. Biol. 2001. Vol. 52. P. 561-904.

2. Sweetlove et al. The impact of oxidative stress on Arabidopsis mitochondria // Plant. Journal. 2002. Vol. 32. P. 891-591.

3. Кумахова Т.Х., Меликян А.П. Ультраструктура кутикулы плодов разных сортов *Malus domestica* (ROSACEAE) // Ботанический журнал. 1989. Т. 74. № 3. С. 328–232.

DOI: 10.22363/09359-2019-46-49

УДК 577.1:574.2

ЭСТЕРАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ СЕМЯН СОИ И АМАРАНТА РАЗЛИЧНОГО ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

*Лаврентьева С.И.^{1,2}, к.б.н., доцент кафедры химии ФГБОУ
ВО БГПУ, ведущий научный сотрудник лаборатории
биотехнологии ФГБНУ ВНИИ сои,*

*Трофимцова И.А.¹, к.х.н., доцент, доцент кафедры химии
ФГБОУ ВО БГПУ,*

*Мартыненко Н.В.², младший научный сотрудник
лаборатории биотехнологии ФГБНУ ВНИИ сои*

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет» (ФГБОУ ВО БГПУ),
lana.lavrenteva.1984@mail.ru

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научный-исследовательский институт сои» (ФГБНУ ВНИИ сои), *nata.martynenko1997@mail.ru*

Проведен сравнительный анализ эстеразной активности семян сои и амаранта различного филогенетического происхождения. Выявлены отличия в удельной активности и множественных формах фермента дикорастущей и культурной сои. Показано, что эстеразная активность амаранта и щирицы стабильна.

A comparative analysis of the esterase activity of soybean and amaranth of various phylogenetic origin was carried out. The differences in the specific activity and multiple forms of the enzyme soybeans *Glycine soja* and *Glycine*

max are revealed. It is shown that the esterase activity of *Amaranthus hypochondruacus* and *Amaranthus retroflexus* is stable.

Введение. В условиях дефицита сырья актуальной задачей для сельского хозяйства является поиск новых растительных ресурсов, богатых белком и биологически активными веществами. Особый интерес представляют соя и амарант [1], богатые белком и маслом. Эстеразы растений катализируют превращение сложных эфиров, благодаря чему играют ключевую роль во многих биологических процессах и являются маркерами отбора селекционного материала. Интерес вызывают различия исследуемых растений в ответных реакциях на абиотические факторы, что, может быть, обусловлено принадлежностью этих растений к разным типам фотосинтеза (С3-путь для сои и С4-путь для амаранта) [2]. Активное внедрение амаранта и сои в качестве источника ценного пищевого сырья требует глубокого изучения биохимических особенностей этих растений.

Цель – сравнить эстеразную активность семян сои и амаранта различного филогенетического происхождения.

Объекты и методы исследования. Материалом для исследований служили: семена сои сорта Гармония (*Glycine max* (L.) Merrill.), семена дикорастущей сои (*Glycine soja*) (полученные из ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»), семена амаранта сорта Крепыш (*Amaranthus hypochondruacus*) и семена щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus*) (выращенные на агробиостанции ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»).

Результаты и их обсуждение. Удельную активность эстераз определяли спектрофотометрическим методом по Ван Асперну, белок – биуретовым, множественные формы – электрофорезом. Математическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 10.

Полученные нами результаты по эстеразной активности семян сои различного филогенетического происхождения показали высокую удельную активность дикорастущей сои, которая была вдвое выше семян культурной сои, что соответствует литературным данным (рис. 1) [3].

Анализ энзимограмм выявил повышенную гетерогенность фермента в семенах культурной сои, где установлено 6 форм. В то время как в семенах культурной сои обнаружено 4 формы эстераз.

Исследование эстеразной активности семян амаранта и щирицы не показало различий. Следует отметить, что их удельная активность значительно ниже дикорастущей сои, но выше культурной сои.

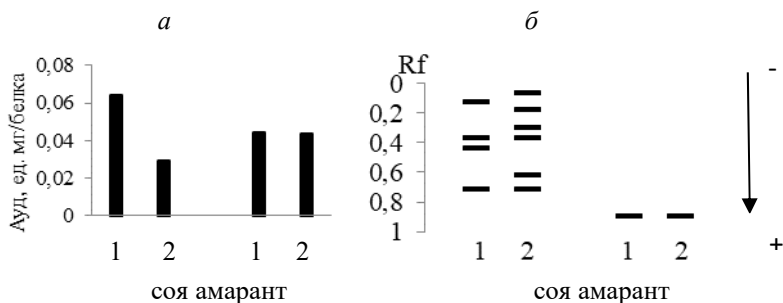


Рис. 1. Удельная активность (А) и множественные формы (Б) эстераз семян сои и амаранта разного филогенетического происхождения: 1 – дикорастущая; 2 – культурная; Стрелка – направление электрофореза от катода к аноду

Выявлена всего одна высокоподвижная форма эстераз семян амаранта и щирицы с $R_f = 0,9$, обладающая одинаковой удельной активностью.

Заключение. Таким образом, установлено, что геном сои менее стабилен, чем геном амаранта, в котором не выявлено полиморфизма эстераз.

Библиографический список

1. Кононков П.Ф. Амарант – перспективная культура XXI века / П.Ф. Кононков, В.К. Гинс, М.С. Гинс. М.: Изд. центр «Академия», 1999. 109 с.
2. Чиркова Т. В. Амарант – культура XXI века / Т.В. Чиркова // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 10. С. 22–27.
3. Иваченко Л.Е., Коничев А.С. Роль биологически активных веществ сои в адаптации к условиям выращивания: монография / Л.Е. Иваченко, А.С. Коничев. М.: ИИУ МГОУ, 2016. 154 с.

DOI: 10.22363/09359-2019-49-52

УДК 581.524.13

АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ИНВАЗИИ ЧУЖЕРОДНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВИДОВ

*Ларикова Ю.С., к.б.н., доцент,
Кондратьев М.Н., д.б.н., профессор*

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tel06ck@rambler.ru

Russian State Agrarian University-MTAA named after K.A. Timiryazev

В обзорной статье рассматривается прямое и косвенное действие аллелопатических взаимоотношений между растениями–растениями и растениями–микроорганизмами на инвазию в местные растительные сообщества чужеродных растительных видов.

The review article discusses the direct and indirect effect of allelopathic relationships plants and plants–plants and plants–microorganisms on the invasion of local plant communities of alien plant species.

Одним из самых странных, но наиболее интересных явлений в экологии является огромное увеличение численности некоторых растительных видов при их интродукции человеком в новые экосистемы [1]. Хотя большинство видов, которые появляются в новых экосистемах, по-видимому, уживаются с местными видами, некоторые становятся подавляющими доминантами – гораздо более многочисленными, чем в их родных регионах. Чрезвычайный характер инвазивного успе-

ха и собственного коллапса говорит о том, что работают необычные и очень мощные экологические процессы и механизмы. Например, *Heracleum sosnovskyi* (борщевик Сосновского) – крупное травянистое растение из семейства *Apiaceae* (сельдерейные), введённое в культуру как кормовое растение, но впоследствии не нашедшее применения, вышло из-под контроля агротехников и сначала активно заняло пустоши, берега водоёмов, полосы отвода дорог, а в настоящее время активно внедряется в естественные и неиспользуемые агроэкосистемы.

По нашему заключению [2], этот вид обладает определёнными чертами инвазивности. Формируемая борщевиком Сосновского мощная надземная сфера позволяет ему успешно конкурировать с любым представителем травянистых растений и даже с подростом таких лесных пород, как ива (*Salix*), берёза (*Betula*), дуб (*Quercus*), сосна (*Pinus*). Важной проблемой при выяснении механизмов инвазивности борщевика Сосновского является свойство его потенциальной аллелопатической активности, в основе которого могут находиться содержащиеся в органах борщевика вторичные соединения из группы фуранокумаринов. Так, в его листьях содержатся ангелицин, бергаптен, ксантотоксин, умбеллиферон, а в плодах и корнях ещё и сфондин [3]. В современной научной литературе, в зависимости от функций, выполняемых такими соединениями, их называют фитотоксинами, ингибиторами, аллелопатически активными веществами, аллелохимикалиями.

Знания о проблемах, связанных с проявлением аллелопатии как экологически важного механизма, имеют большое значение в оценке экологических последствий воздействия аллелопатических растений. Это может быть важным, если виды сельскохозяйственных культур с аллелопатической активностью внедрились в другие экосистемы или если способность синтезировать аллелопатические соединения рас-

пространилась на иные виды растений, например, путем гибридизации.

Одним из компонентов биотического фильтра при инвазии являются аллелопатические отношения между видами растений в натурализованной окружающей среде, а также изменения в популяциях почвенных микроорганизмов [4]. Инвазивные виды могут существенно изменить микробное сообщество, окружающее корни, посредством своих корневых выделений. Недавние исследования показали, что некоторые инвазивные виды формируют циклы положительной обратной связи с почвой, в которую они вторгаются, и ризосфера инвазивных видов обогащается мутуалистическими организмами с целью получения определённой выгоды от них. Кроме того, было выявлено, что почвы растительных сообществ, в которые вторглись инвазивные виды, имеют более высокое отношение грибы/бактерии по сравнению с микробными сообществами местных почв.

Заключение. Вторжение чужеродных видов в значительной степени несёт ответственность за обеднение биоразнообразия и изменение экосистем. Инвазивные виды используют различные механизмы для вторжения в новые экосистемы, среди которых аллелопатия, по-видимому, играют важную роль. Во время вторжения инвазивные виды выделяют аллелохимикалии, которые оказывают эффект на различные первичные и вторичные физиологические процессы в местных видах растений и почвенных микроорганизмах, которые обитают в их ризосфере, что и приводит к изменению биоразнообразия.

Библиографический список

1. Louda S. et al., Nontarget effects – the Achilles' heel of biological control? Retrospective analyses to reduce risk associated with biocontrol introductions // *Ann. Rev. Entomol.* 2003. V. 48. P. 365–396.

2. Кондратьев М.Н., Ларикова Ю.С., Бударин С.Н. Физиолого-морфологические механизмы инвазивного проникновения борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden) в неиспользуемые агроэкосистемы // Изв. ТСХА. 2015. Вып. 2. С. 36-49.

3. Юрлова Р.Ю., Черняк Д.М., Кутовая О.О. Фурукумарины *Heracleum sosnowskyi* и *Heracleum moellendorffii* // Тихоокеанский медицинский журнал. 2013. № 2 (52). С. 91-93.

4. Lorenzo P., Hussain I., Gonzalez L. Role of Allelopathy During Invasion Process by Alien Invasive Plants in Terrestrial Ecosystems / eds. Z. A. Cheema et al., Allelopathy. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013. 520 p. (3-8 pp.)

DOI: 10.22363/09359-2019-52-55

УДК 581.1:577.3

НИТРАТНЫЙ СИГНАЛИНГ В РЕГУЛЯЦИИ СТАРТОВЫХ ФЕРМЕНТОВ МЕТАБОЛИЗМА САХАРОЗЫ

Никитин А.В., Измайлов С.Ф.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева
Российской академии наук, 127276 Москва, Ботаническая ул., 35,
nitrogenexchange@mail.ru*

Nikitin A.V., Izmailov S.F.

*K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS, IPP RAS,
35 Botanicheskaya St., Moscow, 127276, Russia*

Нитрат в минимальной концентрации (0,5-1,0 мМ) регулирует активность сахарозосинтазы, вакуолярной и апопластной инвертаз в зародышевых осях прорастающих семян гороха посевного *Pisum sativum* L. Тем самым создается субстратная основа для ускорения стартового роста растений.

Ключевые слова: горох посевной (*Pisum sativum* L.), нитратный сигналинг, метаболизм сахарозы, сахарозосинтаза, инвертазы, рост, развитие.

Minimum concentration of nitrate (0,5-1,0 mM) regulates sucrose synthase, vacuolar and apoplastic invertases activity in embryonic axis of germinating seeds sowing peas *Pisum sativum* L. This creates a substrate basis for accelerating the initial growth of plants.

Keywords: garden pea (*Pisum sativum* L.), nitrate signaling, sucrose metabolism, sucrose synthase, invertases, growth, development.

Введение. Нитрат – не только основной источник азота для растений, но и важный сигнальный агент, уже в минимальных концентрациях (0,1-5,0 mM) специфически регулирующий многообразные процессы поглощения ионов, первичного и вторичного метаболизма, морфогенеза, а также адаптации к факторам среды [1; 2]. Выявление этих новых фундаментальных закономерностей создает физиологическую основу для повышения продуктивности культур в условиях, неблагоприятных для земледелия.

До сих пор остается мало исследованным сигнальное действие нитрата на ключевые ферменты углеводного метаболизма – сахарозсинтазу (СС), вакуолярную (ВИ) и апопластную (АИ) инвертазы. Между тем они уже на стартовом уровне диссимиляции сахарозы определяют субстратное наполнение последующих реакций первичного обмена, завершающихся наработкой полимеров апопласта, а также необходимых для усвоения нитрата и аммония восстановительных эквивалентов и С-акцепторов аммиака.

Цель работы – характеристика сигнального действия нитрата на активности СС, ВИ и АИ в осевых органах гороха посевного *Pisum sativum* L. при прорастании семян.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования служили семена гороха, после 24 ч от начала набухания экспонированные на растворах нитрата или сульфата калия, эквимольных по катиону в интервале концентраций 0,5-10 mM. Активность СС, ВИ и АИ в зародышевых осях, а также массу и длину последних определяли в 48 ч от начала набухания семян. Для экспериментального разделения сиг-

нального и субстратного действия нитрата применяли ингибитор нитратредуктазы – 0,1 мМ вольфрамат натрия.

Результаты и их обсуждение. Сигнальная концентрация нитрата – 1,0 мМ вызывала увеличение активности СС в зародышевых осях гороха в 2,0 раза, 2,5-5,0 мМ – в 2,7 раза. Ион в субстратной концентрации – 10 мМ действовал слабее. Прибавка составляла всего 1,5 раза. Активность ВИ в 2,2 раза повышала 0,5 мМ нитрат и всего в 1,3 раза – 10 мМ. На АИ отчетливо действовал лишь 0,5 мМ ион, увеличивая ее активность в 1,2 раза. В итоге нитрат в диапазоне концентраций 1-10 мМ стимулировал рост зародышевых осей, в 1,3 раза увеличивая их длину и 1,2 раза – массу. Такое действие согласуется с тем, что СС обеспечивает субстратом наработку структурных компонентов апопласта, ВИ поддерживает растяжение клеток, а АИ снимает ростингибирующий эффект АБК и избытка сахарозы [3; 4].

В настоящее время активность СС, ВИ, АИ рассматривается как признак, маркирующий продуктивность растений, а также ее устойчивость в неблагоприятных условиях (жара, засуха и т.д.) [3; 4]. Это позволяет предположить, что значение позитивного нитратного сигналинга указанных ферментов не исчерпывается стимуляцией стартового роста, а величина их нитратзависимой активности является критерием эффективности минимальных доз нитрата, на порядки меньших обычно апробируемых в агробиотехнологиях.

Ингибитор нитратредуктазы, 0,1 мМ вольфрамат, был синергистом нитрата в случае ВИ и АИ, но не СС. При этом 0,5 и 10 мМ нитрат увеличивал активность ВИ в 1,9-2,2 раза, что свидетельствует о снятии ингибирующего эффекта метаболитических производных указанного источника азота, таких как аминокислоты и амиды. В случае АИ активность наиболее отчетливо повышалась (в 1,8 раза) в присутствии 0,5 мМ нитрата. Наряду с этим в присутствии вольфрамата нитратзависимая прибавка длины и массы зародышевых осей до-

стигала двухкратной, особенно при концентрациях нитрата 0,5-1,0 мМ.

Заключение. СС как мишень позитивного действия нитрата можно рассматривать как новый маркер специфической стимуляции роста растений. Такой сигнальный эффект может быть основой тестов при создании инновационных агробиотехнологических подходов, связанных с минимизацией доз азота, соответствующим увеличением качества продукции и уменьшением экологических рисков при ее получении.

Библиографический список

1. Wang Y.Y., Cheng Y.H., Chen K.E., Tsay Y.F. Nitrate transport, signaling, and use efficiency // *Annu. Rev. Plant Biol.* 2018. V. 69. P. 85–122.
2. Никитин А.В., Измайлов С.Ф. Ферменты диссимилиации сахарозы как мишени действия нитрата в раннем онтогенезе гороха посевного // *Физиология растений.* 2016. Т. 63. С. 159–164.
3. Stein O., Granot D. An overview of sucrose synthases in plants // *Front. Plant Sci.* 2019. V. 10: 95. DOI: 10.3389/fpls.2019.00095.
4. Ruan Y.-L., Jin Y., Yang Y.-J., Li G.-J., Boyer J.S. Sugar input, metabolism, and signaling mediated by invertase. Roles in development, yield potential, and response to drought and heat // *Mol. Plant.* 2010. V. 3. P. 942-955.

**ПЕРВИЧНАЯ ИНТРОДУКЦИЯ НЕКОТОРЫХ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В БОТАНИЧЕСКОМ
САДУ СЫКТЫВКАРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Новаковская Т.В.

*Сыктывкарский государственный университет
им. Питирима Сорокина, botansad1@bk.ru*

**PRIMARY INTRODUCTION OF SOME KIND
OF MEDICINAL PLANTS IN THE BOTANICAL GARDEN
OF SYKTYVKAR STATE UNIVERSITY**

Novakovskaya T.V.

Syktvykar Pitirim Sorokin State University Syktvykar, Russia

Изучены морфология, биология развития, фенология, онтогенез *Echinacea purpurea* (L.) Moench, *Hypericum perforatum* L., *Paeonia anomala* L., *Monarda didyma* L., *Rhodiola rosea* L. при интродукции в подзоне средней тайги.

Одним из наиболее важных направлений интродукции лекарственных растений является выращивание видов, обладающих иммуномодулирующими свойствами. Цель работы – изучение возможности интродукции *Echinacea purpurea*, *Hypericum perforatum*, *Paeonia anomala*, *Monarda didyma*, *Rhodiola rosea* в условиях культуры в подзоне средней тайги Европейского северо-востока России.

Материалы и методы. Исследования проводили на территории ботанического сада Сыктывкарского государственного университета в течение десяти лет. В работе использованы онтогенетический, сравнительно-морфологический и ритмологический методы исследований.

Периодизация возрастных состояний дана согласно классификации Т.А. Работнова с дополнениями. Проведена оценка перспективности интродукции изучаемых растений по 4-балльной системе Н.А. Аврорина.

Результаты и их обсуждение. Монарда двойчатая (*Monarda didyma* L.) – многолетнее корневищное растение семейства Lamiaceae родом из Северной Америки. В условиях подзоны средней тайги в культуре ботанического сада университета вырастает до 85 см, что в целом сопоставимо с данными литературы. Семена мелкие, овальные (длина $1,55 \pm 0,02$ мм, ширина – $0,71 \pm 0,01$ мм). Прорастание семян надземное, всходы появляются на 5-й день. Через месяц растения переходят в ювенильное состояние, а через 40-50 дней – в имматурное. В виргинильное состояние растения вступают в начале второго вегетационного периода и через 45-50 дней переходят в генеративный период. Цветут в наших условиях в июле-августе. Хорошо размножаются семенами и вегетативно черенкованием или делением куста. Из недостатков следует отметить поражение мучнистой росой при загущении посадок и резких перепадах температуры и влажности. Интродукционный балл – 3.

Эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* (L.) Moench.) – североамериканский вид семейства Asteraceae. В наших условиях формирует парциальные кусты монокарпических ортотропных побегов высотой до 115 см. В течение первого года жизни растения проходят онтогенетические состояния проростка, ювенильное, имматурное. В начале второго вегетационного периода более 70 % растений вступают в виргинильное состояние. К концу второго года жизни более половины растений зацветают, т.е. переходят в генеративный период. Фенологические наблюдения за 4-летними растениями эхинацеи выявили прохождение всех фенологических фаз развития от отрастания до отмирания. Созревание семян происходит не ежегодно. Интродукционный балл – 3.

Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) – южнобореальный евразийский вид семейства Hypericaceae. Выявлено, что в условиях культуры происходит ускоренное развитие особей, на второй год жизни формируется короткокорневищная многолетняя биоморфа с симподиальной системой безрозеточных побегов возобновления. По системе оценки результатов интродукции зверобой имеет 4 балла.

Пион уклоняющийся (*Paeonia anomala* L.) – бореальный, в основном сибирский, вид семейства Paeoniaceae. В культуре выявлено увеличение вегетативных (до 120 см) и генеративных параметров растений по сравнению с растениями природных ценопопуляций. За вегетационный период проходят все фазы фенологического развития, ежегодно цветут и плодоносят, образуя плоды из пяти, редко трехлисточков. Семена крупные, округлые, длиной до 7 мм, с плотной черной оболочкой. Посев семян осуществляется летом, сразу после плодоношения. Весной следующего года появляются всходы. В ювенильное состояние вступают через месяц. На второй год растения переходят в имматурное состояние. Виргинильные растения появляются на 5-6-й годы жизни, а через месяц переходят в генеративный период.

Пион хорошо размножается самосевом и вегетативно путем деления корневищ. Успешность интродукции – 4.

Родиола розовая (*Rhodiola rosea* L.) – гипоарктический евразийско-американский вид семейства Crassulaceae. Это многолетнее поликарпическое растение с мощным корневищем. Семена длиной 2 мм и шириной 1 мм имеют плотную оболочку и низкую всхожесть (5-20 %). Проростки имеют две семядоли и главный корень до 2 см. У ювенильных растений 1-2 надземных побега, корень главный с боковыми корнями I и II порядков. Имматурные растения имеют 2-8 побегов. Виргинильные растения достигают высоты 25 см и хорошо кустятся. В генеративный период вступают на 8-й и старше год развития. Растения двудомные, у женских цветков лепестки зеленоватые длиной 2,5-3,5 мм,

у мужских лепестки желтые, отклоненные, длиной 3-4,5 мм. Плод – многолистовка. В ботаническом саду произрастают в основном мужские растения. В культуре сада высота растений достигает 50 см. Родиола розовая хорошо размножается вегетативно. Успешность интродукции – 4 балла.

Заключение. Изученные в ботаническом саду университета растения проходят полный цикл развития, сохраняют свой габитус и формируют фертильные семена. По перспективности интродукции эхинацея пурпурная и монарда двоячатая имеют 3 балла, зверобой продырявленный, родиола розовая, пион уклоняющийся – 4 балла. Таким образом, все исследованные растения являются перспективными для введения в культуру в подзоне средней тайги Республики Коми.

DOI: 10.22363/09359-2019-59-62

УДК 634.1:631.542.3

ВЛИЯНИЕ ОБРЕЗКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ЗОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОБЕГАХ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

***Павлова А.Ю., н. с. к.с.-х.н., Джюра Н.Ю., н. с. к.с.-х.н.,
Мотылева С.М.***

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства
и питомниководства», Россия, 115598, г. Москва, ул. Загорьевская, д. 4,
dzhura-n-yu@yandex.ru*

Pavlova A.Yu., Dzhura N.Yu., Motyleva S.M.

*All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery,
Russia, Moscow*

Под влиянием сильной омолаживающей обрезки, со значительным снижением высоты дерева, у активно растущих побегов плодовых растений меняется состав зольного остатка. Выявлено накопление в листьях побегов клоновых подвоев плодовых культур Са и снижение содержания

К и Na. Установлено, что в фазу активного роста побегов у обрезанных растений в древесной части уменьшалось содержание Zn, Mo, S и Si.

Under the influence of a strong rejuvenating pruning, with a significant decrease in tree height, the composition of the ash residue changes in actively growing shoots of fruit plants. Revealed accumulation in the leaves of shoots of clonal rootstocks of fruit crops Ca and a decrease in the content of K and Na. It was established that in the phase of active growth of shoots in cut plants in the tree part, the content of Zn, Mo, S and Si decreased.

Сильная омолаживающая обрезка, широко используемая в питомниководстве для подавления формирования генеративных органов и стимуляции вегетативного роста, является сильным стрессом для растений. Уменьшение размеров надземной части, со значительным снижением высоты дерева провоцирует побегообразовательную и побеговосстановительную способности [1]. Побуждение боковых почек начинается в более поздние сроки, а рост побегов после обрезки длится дольше. Зеленые черенки, заготовленные из таких приростов, легче укореняются, чем те, которые были нарезаны из побегов с необрезанных растений.

Цель исследования – изучить влияние сильной омолаживающей обрезки, со значительным снижением высоты дерева, на содержание зольных элементов в побегах клоновых подвоев плодовых культур.

Побеги для анализа заготавливали в средней части кроны в фазу активного роста. Отдельно оценивали содержание минеральных элементов в золе листовых пластинок, черешков листьев, коры с пазушными почками и древесной части стебля [2]. Контролем служили побеги с необрезанных (интактных) растений. Повторность анализа 5-кратная.

Анализ зольного остатка частей побегов клоновых подвоев груши березолистной, яблони 54-118 и алычи 13-113 показал, что в листьях после сильной омолаживающей обрезки у всех трех культур снизилось содержание калия и натрия, но при этом увеличилось содержание кальция. У яблони содержание К снизилось в 1,34 раза, у груши – в 1,13 и

у алычи – в 1,46 раза; Na соответственно в 1,56, 1,11 и 1,83 раза. Содержание Ca в золе листьев увеличилось соответственно на 34,2, 65,1 и 9,6 %. Таким образом, снижение накопления одновалентных металлов (K^+ и Na^+) в листовых пластинках семечковых культур у растений, подвергшихся обрезке, менее выражено по сравнению с алычой 13-113. Ситуация с двухвалентным металлом Ca^{++} – обратная, минимальное содержание его отмечено в листьях алычи, а максимальное – груши. Результаты по анализу золы в листьях клонового подвоя 54-118 во всех трех случаях занимали среднее (промежуточное) положение.

Минимальные различия в содержании калия и натрия, связанные с обрезкой, выявлены в листьях груши березолистной (рис. 1). Для всех трех культур общим оказался тот факт, что у растений после обрезки в черешках листьев снизилось содержание Ca: у 54-118 – в 1,18 раза, у груши березолистной – в 1,17 и у алычи – в 1,34 раза.

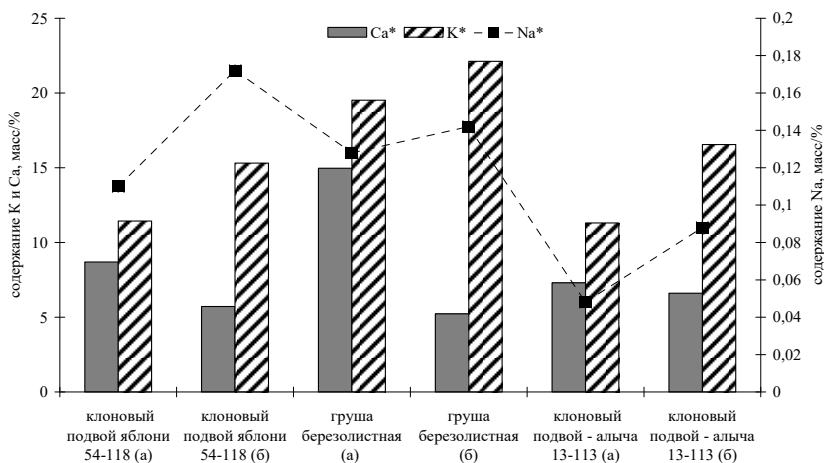


Рис. 1. Влияние обрезки на содержание Ca, K и Na в золе листьев клоновых подвоев плодовых культур:
a – растения без обрезки; *б* – растения после обрезки

В образцах золы древесинной части побегов у всех трех культур установлено уменьшение содержания металлов Zn и Mo и неметаллов S и Si. Снижение содержания соответственно по культурам составило: для 54-118 – в 1,71 и 1,83; 1,21 и 1,2 раза; для груши березолистной – в 3,25 и 2,28; 1,81 и 1,67 раза; для алычи – в 1,68 и 1,07; 1,17 и 1,16 раза. Таким образом, в древесной части побегов под влиянием обрезки максимальное различие в содержании этих элементов выявлено у груши, а минимальное – у алычи. Также было выявлено, что под влиянием снижения высоты растения увеличивалось содержание кремния в коре побегов. Для 54-118 оно составило 23,1 %, для груши – 33,9 % и для алычи – 24,5 %. Статистический анализ результатов (с использованием метода дисперсионного анализа двухфакторного опыта с преобразованными данными) доказал достоверность различий и по факторам «обрезка» и «анализируемая часть побега».

Таким образом, установлено, что под влиянием сильной омолаживающей обрезки, со значительным снижением высоты дерева, у побегов плодовых растений меняется состав зольного остатка. Выявлено, что у обрезанных растений в листьях увеличивалось накопление Ca и снижалось содержание K и Na. Также установлено, что в этот период в древесной части побега после обрезки уменьшалось содержание Zn, Mo, S и Si.

Библиографический список

1. Картушин А.Н. Происхождение и месторасположение побегов в кроне и укореняемость зеленых черенков / А.Н. Картушин // Садоводство и виноградарство. 1999. № 5-6. С. 8-9.
2. Мотылева С.М. Методические рекомендации по выполнению анализа зольных элементов и минеральных включений в органах растений методом энергодисперсионной спектроскопии на аналитическом РЭМ / С.М. Мотылева. М.: ФГБНУ ВСТИСП; Саратов: Америкит, 2018. 40 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА КОРМА НА ПАСТБИЩАХ С ФЕСТУЛОЛИУМОВЫМИ ТРАВСТОЯМИ

*Привалова К.Н., доктор с.-х. наук, вед. науч. сотр.,
Каримов Р.Р., канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.*

*Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии
имени В.Р. Вильямса (ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»), vik_lugovod@bk.ru*

Приведены результаты 6-летних исследований по разработке завершенных пастбищных технологий с фестулолиумовыми травостоями на основе их комплексной оценки (включающей экономическую).

Введение. Обеспечение ускоренного развития животноводства в рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельхозпродукции зависит от важной отрасли – кормопроизводства, в том числе лугового. Эффективным направлением лугопастбищного хозяйства являются создание и использование культурных пастбищ [1]. В последние годы при организации раннего звена пастбищного конвейера используют новую культуру – фестулолиум (гибрид овсяницы и райграса) [2–4]. Сотрудники ВНИИ кормов (ныне ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса») создали сорт фестулолиума ВИК 90, рекомендуемый к возделыванию во всех регионах России с 1997 г. В настоящее время разрабатываемые пастбищные технологии завершаются их экономической оценкой с целью обоснования путей ресурсосбережения.

Материалы и методы исследований. Полевой опыт проводился на экспериментальной базе Института кормов на типичном для Центрального Нечерноземья суходоле с дерново-подзолистой среднесуглинистой почвой. Режим использования травостоев – имитация выпаса – 4 цикла за сезон в фазу кущения доминирующих злаков. Сезонная доза

удобрений – N₉₀P₃₀K₇₅ в год залужения и N₁₈₀P₆₀K₁₅₀ на 2-6-й годы (по N₄₅ для формирования каждого цикла).

Результаты исследований. На основе комплексной оценки, включающей изучение реакции фестулолиума на дополняющие его виды злаков, урожайности травостоев по годам использования, качества зеленого корма, разработаны ресурсосберегающие технологии с обоснованием капитальных вложений и ежегодных затрат на производство пастбищного корма. При шестилетнем сроке использования, независимо от состава травосмесей, сформировались полноценные пастбищные травостои с высоким и стабильным по годам участием сеяных злаков. Наиболее полноценный фитоценоз со стабильным по годам участием сеяных злаков при сохранении их на 6-й год жизни на уровне 88 % (при 77 % в базовом травостое) сформировался на основе 3-компонентной смеси из фестулолиума, ежи и мятлика.

Соблюдение рекомендуемого срока использования травостоев в сочетании с внесением N₄₅ под цикл способствовало получению качественного зеленого корма, отвечающего требованиям ТУ 10.01701-88 «Корм пастбищный». По содержанию переваримого протеина (113-120 г в 1 корм. ед.) и энергонасыщенности (10,3-10,4 МДж в 1 кг СВ) он удовлетворял потребность высокопродуктивных коров и молодняка КРС. Продуктивность пастбища с перспективным трехкомпонентным травостоем составила 6,9 тыс. корм. ед./га. Комплексная оценка пастбищных технологий завершилась оценкой их экономической эффективности, которую проводили на основе типовых технологических карт. В структуру единовременных капитальных вложений на организацию пастбищ включали: залужение (обработка почвы и посев трав), огораживание комбинированной изгородью. Ежегодные производственные затраты предполагали: внесение удобрений, ремонт изгороди (начиная с 3-го года пользования), выпас скота, подкашивание несъеденной травы. Капитальные вложения на организацию пастбищ составили 20-21 тыс. руб./га,

основная их доля (54-57 %) приходится на огораживание, в структуре капитальных вложений на залужение 59-65 % – затраты на обработку почвы, остальные затраты – на стоимость семян и посев. Ежегодные производственные затраты на уход и использование в начальный период освоения (2004-2005 гг.) составили 36-37 тыс. руб./га (в сумме за 2 года), основная их часть (68-69 %) расходовалась на внесение удобрений.

Благодаря высокой эффективности вносимых туков (12-14 корм. ед. на 1 кг. д.в. NPK (по результатам 40-летних исследований) [5], производство 4,8-5,3 тыс. корм. ед./га пастбищного корма в 1-2 гг. пользования окупалось за 1,6-1,7 сельскохозяйственного года при себестоимости не ниже по сравнению с зерновыми культурами. В последующие 3-6 годы производство 5,5-6,2 тыс. корм. ед. обходится только за счет текущих затрат, при высоких показателях себестоимости (549-592 руб. за 100 корм. ед.) и рентабельности (118-136 %).

Заключение. В результате 6-летних исследований на основе комплексной оценки разработаны ресурсосберегающие пастбищные технологии, выявлена перспективная травосмесь в составе фестулолиума, ежи и мятлика, обеспечивающая производство 5,9 тыс. корм. ед. (с учетом 85 % поедаемости) в среднем за 6 лет при себестоимости корма в 2 раза ниже по сравнению с фуражным овсом.

Библиографический список

1. Роль культурных пастбищ в развитии молочного скотоводства Нечерноземной зоны России в современных условиях: сб. науч. тр. / под ред. Н.А. Ларетина, А.А. Кутузовой, В.М. Косолапова. М., 2010. 240 с.

2. Привалова К.Н., Каримов Р.Р. Потенциал пастбищных травостоев на основе фестулолиума в условиях Нечерноземной зоны России // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды: 21-я Международная научная

конференция / Институт технологических и естественных наук в Фалентах. 2015. С. 179-181.

3. Привалова К.Н. Фестулолиум в пастбищном конвейере // Животноводство России. 2017. С. 43-45.

4. Привалова К.Н., Каримов Р.Р. Конструирование долголетних пастбищных фитоценозов на основе райграса пастбищного и фестулолиума // Кормопроизводство. 2016. № 10. С. 26-29.

5. Привалова К.Н., Алтунин Д.А., Каримов Р.Р. Продуктивность долголетних культурных пастбищ и плодородие почвы при разных технологических системах ведения // Кормопроизводство. 2018. № 9. С. 5-8.

DOI: 10.22363/09359-2019-66-69

УДК 633(479.24)

КАЧЕСТВО ЗЕРНА МЕСТНЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ АЗЕРБАЙДЖАН

Поладова Г.Г.

*НАН Аз. Республики, Институт генетических ресурсов,
Азербайджанская Республика, гор. Баку ул. Азадлыг, 155. Az1095,
shenova1@yahoo.com*

Poladova G.G.

*Azerbaijan National Academy of Sciences, Genetic Resources Institute
Republic of Azerbaijan, c. Baku, st. Azadlig 155. Az1095*

В статье приводятся результаты качества зерна озимой пшеницы сорта «Гобустан» в различных регионах Азербайджана. Исследования показали, что показатели качества зерна пшеницы сильно зависели во многом от года условий выращивания, в независимости от региона. Один и тот же генотип в зависимости от года выращивания имел разный объем хлеба, содержание белка и клейковины. Несмотря на это, генотип сохранял свою роль в определении высокого объема и качества хлеба.

Ключевые слова: пшеница, сорт, качества, регионы, зерно, клейковина, хлеб.

This article presents the results of the quality of winter wheat grade "Gobustan" in various regions of Azerbaijan. The quality indicators of wheat grain depended largely on the year of growing conditions, regardless of the

region. The same genotype, depending on the year of cultivation, had a different volume of bread, protein and gluten content. Despite this, the genotype retained its role in determining the high volume and quality of bread.

Keywords: wheat, variety, quality, regions, grain, gluten, bread.

Введение. Во многих странах пшеничный хлеб является одним из основных ингредиентов питания человека. Сегодня особенно остро стоит проблема производства зерна с хорошими хлебопекарными качествами и высокой урожайностью. Стабилизация положения, наряду с повышением урожайности и качества семян, требует усовершенствования элементов технологии возделывания [1].

По данным А.И. Фирюлина (2008), при формировании зерна с повышенными технологическими качествами, на долю генотипа приходится 27 %, от общего варьирования, в то время как на абиотические условия года – 19 %, на минеральные удобрений – 17 %, на воздействие года и сорта – 15 %, влияние остальных факторов значительно ниже [2].

Широкая географическая и экологическая разнородность условий природы в республике, с наличием экстремальных факторов приводит к снижению качества зерна пшеницы. С этой точки зрения, изучение качества сортов в этих зонах, является весьма актуальным и важным.

Материал и методы исследования. Материалом исследования, являлся сорт мягкой пшеницы «Гобустан». Этот сорт белозерный, относится к разновидности *грекум*, высокоурожайный и имеет высокий объем хлеба с хорошим качеством. Он получен в Аз. НИИ земледелия путем индивидуального отбора с генотипов, адаптированных к местным условиям, из регионального питомника мягкой пшеницы для полусасушливых условий (RBWON SAA-2), полученных из IKARDA. Поэтому во многих регионах страны он распространен и охотно выращивается фермерами.

Влажность и натур зерна определяли в аппарате FOOS Infotec 1241, содержание клейковины – ручным способом,

а ИДК в аппарате ИДК-3, белок в зерне – на аппарате Kjeltektm 8100\8200.

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли по методическому руководству Б.А. Доспехова. Показатели качества зерна, из-за отсутствия в республике собственного ГОСТа, определяли по старому ГОСТу из книги «Методические рекомендации по оценке качества зерна» [3].

Результаты исследований. Показатели одного и того же сорта мягкой пшеницы зависели от года и условий выращивания. Масса 1000 зерен, в 2017 г. почти во всех регионах, за исключением Джалилабадской ЗОС (34,8 г) была в пределах 42,4-47,1 г., а в 2018 г. в трех регионах была низкая.

В 2018 г. содержание белка, у сорта было низким по сравнению 2017 г. Год 2018-й, в Гобустанской ЗОС был очень сложный по погодным условиям, несмотря на высокую влажность года в сумме, засушливые периоды в определенные промежутки роста и развития растения отрицательно повлияли на содержание белка и клейковины.

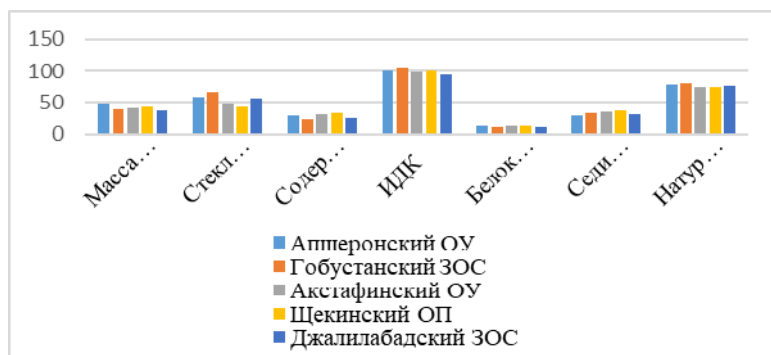


Рис. 1. Среднее значение показателей качества зерна по регионам

Статистический анализ выявил, что корреляционные связи показателей качества зерна и уровень значимости коэффициента корреляции зависели от года выращивания. В 2017 г. коэффициент корреляционной зависимости между

показателями качества зерна оказался недостоверным. В 2018 г. наблюдалась отрицательная высокая корреляция между ИДК с содержанием клейковины $r = -0,882^*$.

Известно, что перед помолом зерно увлажняют и его влажность доводится до 14 %. По полученным предварительным данным, почти во всех изученных регионах влажность зерна очень низкая, порой даже снижается до 9 %. Это связано с высокой температурой воздуха во время уборки зерна.

Заключение. В результате двухлетнего изучения можно сделать следующие выводы, что роль генотипа в определении показателей качества зерна и хлебопекарного качества зависит от факторов года выращивания. В одном и том же генотипе, в данном случае у сорта Гобустан, большинство важных показателей в различной степени изменяются взаимодействием генотипа со средой. Несмотря на это, Гобустан проявил себя как сорт с хорошим хлебопекарным достоинством.

Библиографический список

1. Беседина Е.В. Качество зерна и малосемян в Российской Федерации // Зерновое хозяйство. 2002. 3.2-4 с. 126.
2. Фирюлин А.И. Формирование урожайности и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от условий минерального питания в местности среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с-х наук. Пенза, 2008. С. 22.
3. Методические рекомендации по оценке качества зерна. М., 1977.

АКТИВНОСТЬ Fe-ХЕЛАТАЗЫ И ЭКСПРЕССИЯ ДИГИДРОФЛАВОНОЛ РЕДУКТАЗЫ В РАСТЕНИЯХ ОЗИМОГО РАПСА, ОБОГАЩЕННЫХ АНТОЦИАНАМИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ 5-АМИНОЛЕВУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ

*Савина С.М., кандидат биологических наук,
научный сотрудник,*

Емельянова А.В., младший научный сотрудник,

Каляга Т.Г., младший научный сотрудник,

*Аверина Н.Г., доктор биологических наук,
главный научный сотрудник*

*ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»,
Беларусь 220072, Минск, ул. Академическая, 27,
svetlanapavluchkova@yandex.ru*

Изучено влияние 5-аминолевулиновой кислоты на активность Fe-хелатазы, содержание гема и экспрессию *dfr*-гена дигидрофлавонол 4-редуктазы (ДФР) в растениях рапса, обогащенных антоцианами под действием 5-аминолевулиновой кислоты.

Введение. Антоцианы – растительные пигменты, определяющие красную, синюю и фиолетовую окраску плодов и листьев [1]. Данные соединения из группы флавоноидов являются не только источником натуральных красителей, но и обладают широким спектром биологической активности, что послужило их активному использованию в фармацевтической, косметической и пищевой промышленности [1]. Потребность в антоцианах в мире ежегодно растет, поэтому поиск новых растительных источников антоцианов, а также соединений, стимулирующих их синтез, является чрезвычайно актуальной задачей современной науки. Ранее нами было показано, что 5-аминолевулиновая кислота (АЛК) в concentra-

ции 200 мг/л индуцирует накопление существенных количеств антоцианов в семядольных листьях и гипокотылях 7-дневных растений озимого рапса, что сопровождалось изменением их окраски с зеленой на розово-фиолетовую [2]. Однако механизм индукции накопления антоцианов под действием АЛК до конца не выяснен. Целью данной работы явилось оценить влияние АЛК на уровень экспрессии гена *dfr*, кодирующего ключевой фермент биосинтеза антоцианов ДФР, содержание гема и активность Fe-хелатазы в растениях озимого рапса.

Материалы и методы. В опытах использовали семядольные листья 7-дневных проростков озимого рапса (*Brassica napus* L.), выращенных в лабораторных условиях при температуре $+26\pm 2$ °С в режиме 14 ч света (освещенность 5000 люкс) и 10 ч темноты на дистиллированной воде (контроль) и растворе АЛК в концентрации 200 мг/л (опыт).

Активность Fe-хелатазы определяли по количеству ферментативно образованного Zn-протопорфирина IX из экзогенных протопорфирина IX и Zn^{2+} в течение 1 ч на мг общего хлоропластного белка [3]. Содержание гема определяли, как описано в работе [3]. Уровень экспрессии гена *dfr*, кодирующего ДФР в растениях рапса, определяли с помощью ПЦР-анализа в реальном времени с использованием ген-специфичных праймеров F-TATGCCGCC-TAGCCTTATTACCG, R-CCTTGGCAGCAGCTTGTTTCGT [4].

Результаты и их обсуждение. Ранее нами было показано, что под действием АЛК содержание антоцианов в проростках рапса возрастает более чем в 3,5 раза по сравнению с контролем [2]. При этом активность ДФР, участвующей в заключительных стадиях синтеза антоцианов, возрастала в 1,8 раза по сравнению с контролем. Оценка уровня экспрессии гена *dfr* показала в 2,2 раза большее количество транскриптов гена в опытных растениях по сравнению с контролем. Сделан вывод, что индукция накопления антоцианов под действием АЛК обеспечивается на молекулярном уровне

повышением экспрессии генов, обеспечивающих синтез антоцианов, в частности гена *dfr*.

Отмеченное нами ранее снижение в присутствии АЛК содержания хлорофиллов (Хл) *a* и *b* [2] привело к предположению, что одной из причин подавления синтеза Хл может быть накопление гема, который является ингибитором ключевого фермента синтеза АЛК – глут-ТРНК-редуктазы. Оценка содержания гема в опытных растениях показала, что оно было выше на $58 \pm 6\%$ по сравнению с контролем (рис 1, *a*). Активность Fe-хелатазы, катализирующей включение Fe^{2+} в тетрапиррольное кольцо протопорфирина IX, возрастала на $37 \pm 12\%$ в растениях рапса, выращенных на АЛК, по сравнению с активностью фермента в растениях, выращенных на воде (рис. 1, *б*). Активация синтеза гема соответствует полученным нами ранее данным о стимуляции активности гемсодержащего фермента цитохром с-оксидазы и активации митохондриального дыхания в проростках рапса, выращенных на экзогенной АЛК [5].

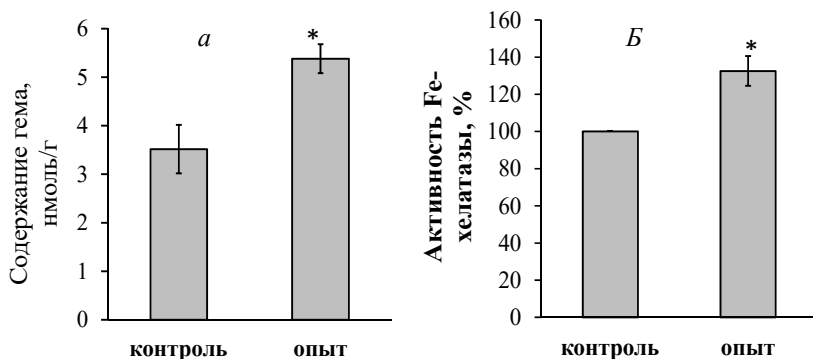


Рис. 1. Содержание гема (*a*) и активность Fe-хелатазы (*б*) в растениях рапса, выращенных на воде (контроль) и на растворе АЛК (опыт), * $p \leq 0,05$

Закключение. Таким образом, комплекс механизмов, запускаемых в растениях озимого рапса в ответ на действие АЛК в концентрации 200 мг/л включает в себя индукцию

накопления антоцианов, увеличение уровня экспрессии гена ключевого фермента их синтеза, подавление поступления экзогенной АЛК в систему синтеза тетрапирролов хлорофильной природы, снижение скорости их образования, а также увеличение дыхательной активности растений рапса, связанное с возрастанием активности Fe-хелатазы и повышением содержания гема.

Библиографический список

1. Gould K., Davies K., Winefield C. Anthocyanins: Biosynthesis, Functions, and Applications. New York: Springer, 2009. P. 48.
2. Аверина Н.Г. Индукция накопления антоцианов и состояние защитной системы растений озимого рапса, обработанных 5-аминолевулиновой кислотой / Н.Г. Аверина [и др.] // Физиология растений. 2017. Т. 64. № 3. С. 173–182.
3. Активность Fe-ветви биосинтеза тетрапирролов в дефицитном по хлорофиллу пластомном мутанте подсолнечника *Helianthus annuus* L / Л.А. Лежнева [и др.] // Физиология растений. 2001. Т. 48. Вып. 1. С. 69–74.
4. Akhov L. Proanthocyanidin biosynthesis in the seed coat of yellow-seeded, canola quality *Brassica napus* YN01-429 is constrained at the committed step catalyzed by dihydroflavonol 4-reductase / L. Akhov [et al.] // Botany. V. 87. 2009. P. 616–625.
5. Емельянова А.В., Аверина Н.Г. Фотосинтез и дыхание в растениях озимого рапса с высоким содержанием антоцианов // Материалы IX Международной научной конференции «Регуляция роста, развития и продуктивности растений». Минск, 24-26 октября 2018 г. С. 41.

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОДРЕВЕСНЕВШИХ ЧЕРЕНКОВ ЖИМОЛОСТИ

**Сучкова С.А., к.с.-х.н, зав. лаб.,
Астафурова Т.П., д.б.н., зав. лаб.**

*Национальный исследовательский Томский государственный
университет (НИ ТГУ), suchkova.s.a@mail.ru*

В статье представлены результаты исследований по размножению сортов жимолости одревесневшими черенками в условиях Томской области. Установлено положительное действие регулятора роста «Корневин» на укоренение и морфофизиологические параметры развития черенков.

The article presents the results of research on the reproduction of varieties of honeysuckle lignified cuttings in the conditions of the Tomsk region. The positive effect of the growth regulator "Kornevin" on rooting and morphophysiological parameters of the development of cuttings has been established.

Введение. Среди ягодных культур одной из наиболее ценных по содержанию витаминов и биологически активных веществ является жимолость (*Lonicera caeruleae*). Её выращивание в значительной степени обеспечивается вегетативным размножением зелеными и одревесневшими черенками.

Для повышения коэффициента размножения наиболее перспективным является совмещение данных видов черенкования [1].

Применение стимуляторов роста при размножении ягодных культур одревесневшими черенками является перспективным элементом технологии размножения [2].

Целью исследований являлось изучение морфофизиологических особенностей одревесневших черенков жимолости для усовершенствования технологии размножения.

Материалы и методы. Исследования проводили в Сибирском ботаническом саду ТГУ по общепринятым про-

граммам и методикам. Объектами исследований служили сорта Бархат, Парабельская, Селена. Для предпосадочной обработки черенков использовали препарат Корневин (пудра). Контрольные варианты выдерживали в воде (4 сут). Черенки высаживали в теплицу в III декаде апреля, в субстрат из песка и торфа (1:1) с добавлением фертики (40 г/м²). Схема посадки: 8×6 см.

Для измерения физиологических параметров черенков применяли метод фотометрической экспресс-диагностики. Содержание флавоноидов, суммы хлорофиллов и азотного индекса определяли на флавоноид- и хлорофиллометре Dualex 4 (Франция). Интенсивности фотосинтеза и транспирации измеряли инфракрасным газоанализатором Li-6400, (Li-Cor, США) с открытой системой.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований выявлен положительный эффект от применения Корневина для предпосадочной обработки черенков. В контроле укореняемость варьировала в зависимости от сорта от 57,1 до 90,9 %. Выход укорененных черенков в опыте увеличился на 4,2–27,3 % по сравнению с контролем. Отмечено увеличение суммарной длины надземной части черенков в опыте от 7,0 (Селена) до 92,9 % (Парабельская). Корневин стимулировал развитие корневой системы черенков у всех сортов. Достоверно возросла длина, количество и суммарная длина корней от 18,0 до 66,1 % по сравнению с контролем.

Важным показателем, характеризующим функциональное состояние растений, является содержание основного фотосинтетического пигмента хлорофилла. Выявлено разнонаправленное положительное влияние Корневина на содержание хлорофиллов в листьях жимолости. Высокое содержание суммы хлорофиллов у сорта Бархат (41,24 мкг/см²), у сорта Селена (36,96 мкг/см²) и низкое у сорта Парабельская (26,47 мкг/см²).

В ответ на воздействие регуляторов роста в листьях растений обычно происходит накопление вторичных веществ

фенольной природы, поэтому в листьях черенков было определено содержание флавоноидов в расчете на см² листа. Результаты экспериментов показали, что флавоноиды являются индикаторами азотного статуса растений. Когда растение находится в оптимальной форме, оно использует основной обмен веществ и синтезирует белки, в случае дефицита азота растение направляет метаболизм на увеличение синтеза флавоноидов. Содержание флавоноидов под влиянием Корневина незначительно уменьшается, что свидетельствует о достаточном количестве азота в почве.

Выявлено разностороннее влияние Корневина на фотосинтетические процессы в листьях укорененных черенков жимолости. Отмечено достоверное увеличение фотосинтеза у сортов Бархат на 13,1 % и Селена на 10,5 %. Другой физиологический параметр – интенсивность транспирации достоверно увеличилась только у сорта Селена (на 20,0 %).

Для выяснения причины снижения или увеличения интенсивности фотосинтеза у опытных вариантов были измерены устьичная проводимость и содержание CO₂ в межклеточном пространстве. Анализ показал, что устьичная проводимость достоверно увеличилась только у сорта Селена на 42,2 % по сравнению с контролем. У других сортов как по устьичной проводимости, так и содержанию CO₂ в межклеточном пространстве показатели были недостоверны.

Выводы. Таким образом, выявлено положительное влияние Корневина на регенерационно-восстановительный процесс, рост и развитие одревесневших черенков жимолости. При размножении жимолости одревесневшими черенками необходимо применять регуляторы роста с целью оптимизации ростовых процессов растений.

Библиографический список

1. Чернышева Н.Н., Данкова Е.И. Выращивание одревесневших черенков жимолости в защищенном грунте // Аграрная

наука – сельскому хозяйству: сб. ст.: в 3 кн.: IX Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: РИО АГАУ, 2014. Кн. 2. С. 322-324.

2. Бопп В.Л. Научные основы размножения смородины красной и облепихи одревесневшими черенками в условиях лесостепи Красноярского края / В.Л. Бопп, М.Н. Куприна; Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2018. 168 с..

DOI: 10.22363/09359-2019-77-80

УДК 581.132:634.13

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПИГМЕНТНЫЙ ФОНД РАСТЕНИЙ ГРУШИ

Титова Н.В., Мащенко Н.Е.

*Институт генетики, физиологии и защиты растений,
Министерство образования, культуры и исследований Республики
Молдова, МД 2002, г. Кишинев, ул. Пэдурий, 20, nvtmd@mail.ru*

*Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, Ministry of Education,
Culture and Researches, Republic of Moldova*

Было выявлено стимулирующее влияние натурального препарата Реглалг на накопление фотосинтетических пигментов в листьях поздних сортов груши разного возраста и в разных условиях произрастания. Знание особенностей этих процессов у разных сортов груши необходимо для выбора путей оптимизации их фотосинтетической деятельности.

Ключевые слова: растения груши, Реглалг, пигментный фонд.

The stimulating effect of the natural preparation Reglalg on the accumulation of photosynthetic pigments in the leaves of late pear varieties of different ages and under different growing conditions was revealed. Knowledge of the features of these processes in different pear varieties is necessary for choosing ways to optimize their photosynthetic activity.

Keywords: pear trees, Reglalg, pigment fund.

Введение. Одним из важнейших аспектов современных исследований роста, фотосинтеза и продуктивности растений является экзогенная регуляция этих процессов с целью их оптимизации. Особое место здесь занимает изучение пиг-

ментного фонда листьев как важнейшего фактора в реализации фотосинтетической функции в растении и служащего одним из индикаторов разного экзогенного воздействия. Проведенные нами ранее исследования растений груши показали их высокую отзывчивость на обработку натуральными растительными препаратами Линарозид и Вербаскозид, стимулирование ими метаболизма, роста, накопления пигментов, фотосинтеза, транспирации, дыхания [1; 2]. Цель настоящего исследования заключалась в изучении особенностей пигментного фонда листьев поздних сортов груши разного возраста при обработке натуральным препаратом Реглалг.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2016–2018 гг. с растениями груши осенних сортов Выставочная и Ноябрьская в возрасте шести-семи лет в плодоносящем саду, а также с трехлетними растениями сортов Ноябрьская и Сокровище, выращенными в условиях лизиметров Института. После цветения во время активного роста (май) опытные растения были обработаны 0,05 % водным раствором биопрепарата Реглалг, полученного из водоросли *Spirogyra*, и контрольные – водой. Через 10-15 дней после обработки и в течение вегетации изучали состояние пигментного фонда исследуемых растений [3]. Статистическая обработка данных в программе Excel, результаты достоверны при 0,05 % уровне значимости.

Результаты исследований. Выявлены высокая отзывчивость плодоносящих деревьев груши на действие препарата Реглалг и особенности накопления хлорофиллов и каротиноидов в листьях в течение вегетационного периода. Сезонная динамика хлорофиллов и каротиноидов у исследуемых растений однотипна, что подтверждает наличие единого типа стратегии накопления пигментов в листьях разных сортов груши. Концентрация отдельных компонентов зеленых пигментов и суммы хлорофиллов *a* и *b* в листьях плодоносящих деревьев груши уже через две недели после опрыскивания

раствором Реглалг в конце мая превышала контроль у сорта Ноябрьская более чем на 10 % и у сорта Выставочная – на 15 %. В июле-августе, в фазу начала роста плодов сумма хлорофиллов в листьях контрольных растений сорта Ноябрьская составляла 4,48 и в листьях варианта с Реглалгом – 5,34 мг·дм⁻². В следующих определениях в течение вегетации это соотношение менялось, но средние значения за весь сезон в контроле (4,00 мг·дм⁻²) уступали опыту (4,32 мг·дм⁻²). Динамика содержания желтых пигментов и различия между исследуемыми вариантами были такими же, что и у зеленых пигментов.

У молодых растений груши также выявлен стимулирующий эффект Реглалга в накоплении зеленых и желтых пигментов. В течение вегетации различия между вариантами изменяются, но действие Реглалга у обоих сортов сохранялось: содержание пигментов в опыте превышало контроль в среднем на 7-9 %. Средние значения по сумме хлорофиллов у сортов Ноябрьская и Сокровище за весь исследуемый период в контроле и опыте составили соответственно 4,28 и 4,69 мг·дм⁻² и 4,44 и 4,78 мг·дм⁻². Количество каротиноидов в среднем составило соответственно 1,36 и 1,42 мг·дм⁻² и 1,51 и 1,63 мг·дм⁻².

Заключение. Выявлено стимулирующее влияние натурального препарата Реглалг на накопление фотосинтетических пигментов в листьях поздних сортов груши Ноябрьская, Выставочная и Сокровище разного возраста и в разных условиях произрастания. При обработке Реглалгом повышается количество составляющих пигментного фонда листьев: хлорофилла *a*, хлорофилла *b*, соответственно суммы хлорофиллов, суммы каротиноидов. Знание особенностей этих процессов у разных сортов груши необходимо для выбора путей оптимизации их фотосинтетической деятельности. Изучение пигментного фонда листьев молодых и плодоносящих растений груши показало, что одним из таких путей является при-

менение биологически активного соединения Реглалга как важного и перспективного в повышении фотосинтетической продуктивности груши.

Библиографический список

1. Титова Н.В., Шишкану Г.В. Исследование влияния натуральных стероидных гликозидов на продуктивность растений абрикоса // Матер. Годичного собрания ОФР. Ч. 1. Калининград, 2014. С. 357-360.

2. Титова Н.В., Бужоряну Н.С., Скурту Г.И., Машенко Н.Е. Особенности фотосинтеза растений груши при действии натуральных биологически активных соединений. Mater. Confer. şt. «Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice», Chişinău, 2016. С. 359-364.

3. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1977. С. 154–163.

**ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НУТА
(*CICER ARIETINUM* L.) В СЕЛЕКЦИИ АЗЕРБАЙДЖАНА**

Шихалиева К.Б., доктор философии по биологии,
доцент, старший научный сотрудник,

Гасанова С.К., доктор философии по биологии,
старший научный сотрудник

*Институт генетических ресурсов Национальной академии наук
Азербайджана (Институт генетических ресурсов НАНА),
AZ1106, Азербайджан, г. Баку, проспект Азадлыг, 155, kamila53@mail.ru*

**STUDYING THE COLLECTION OF INTRODUCED
GENETIC RESOURCES OF CHICKPEA
(*CICER ARIETINUM* L.) IN AZERBAIJAN'S SELECTION**

Shikhaliyeva K.B., PhD in Biology, Associate Professor,
Senior Researcher,

Hasanova S.K., PhD in Biology, Senior Researcher

*Institute of Genetic Resources of ANAS – 155, Azadlig avenue,
AZ1106, Baku, Azerbaijan*

Проведенные исследования показали, что одной из основных задач селекции является подбор подходящих сортов и форм с высокой урожайностью и создание новых сортов, более пригодных для механизированной уборки – высокорослых с высоким прикреплением нижних бобов, дружно созревающих и неосыпающихся, а также устойчивых к грибным, бактериальным и вирусным заболеваниям. По актуальным направлениям селекции нами создан новый сорт нута «Джамия», который успешно реализуется в производстве.

Studies have shown that one of the main tasks of selection is the selection of suitable varieties and forms with high productivity and development of new varieties more suitable for mechanical harvesting – tall with high attachment of lower beans, maturing and nonshattering together, as well as resistance to fungal, bacterial and viral diseases. In the relevant areas of the selection we

have created new variety of chickpea "Jamila", which successfully implemented in production.

В связи с глобальными изменениями климата в земледелии возникает необходимость расширения зоны возделывания засухоустойчивых культур. Недостаток белка можно покрыть растительным белком за счёт бобовых культур. По сравнению с другими зернобобовыми культурами нут отличается высокой засухоустойчивостью. Нут в Азербайджане выращивается с незапамятных времен и в настоящее время возделывается в площади более 6 тысяч гектаров, а его урожайность колеблется от 4 до 17 центнеров с гектара.

Для повышения эффективности селекции нута необходимо вести целенаправленный поиск новых источников с высокой продуктивностью, а также крупносемянных, высокорослых, дружно созревающих и неосыпающихся образцов, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессором. Выведение новых сортов, соответствующих параметрам модели, базируется в первую очередь на разнообразии исходного материала. Следует также отметить, что подавляющее большинство районированных сортов зернобобовых культур выведено методами индивидуального и массового отбора и в меньшей мере методом гибридизации. Продовольственные сорта нута должны иметь светлую окраску семян (для кормовых сортов окраска семян не имеет значения).

Исследования около 500 интродуцированных образцов нута, полученных из Генбанка ICARDA, проводились на опытном участке Апшеронской экспериментальной базы Института генетических ресурсов НАНА.

Посев 60 новых коллекционных образцов проводили в третьей декаде ноября 2017 г., вручную. Стандартный сорт Нармин высевали через каждые 20 образцов. Начало прорастания отмечали 10-11 декабря, всхожесть 15-20 декабря, начало цветения 1 мая, полное цветение с 3 по 18 мая. Созревание семян у разных образцов нута наблюдалось с 19 по

22 июня. Коллекционные образцы нута изучали и оценивали в соответствии с методическими указаниями и классификатором ICARDA [1].

Вегетационный период у стандартного образца составил 202 сут, а у коллекционных образцов его продолжительность варьировала в пределах 210 – 216 сут. Средняя высота растений у стандартного сорта составила 55 см, а у коллекционных образцов от 47 до 76 см. Число бобов с одного растения у стандарта составило 35, а у коллекционных образцов от 28 до 119 бобов. Масса 1000 семян у стандартного образца составила 378 г, у коллекционных образцов минимальное значение -268 г, максимальное – 420 г. По этому признаку выделились образцы из ICARDA Flip 09-105 (420 г), Flip 05-83 (396 г), Flip 05-36 (396 г), Flip 09-313 (380 г), Flip 09-279 (380 г) и новый сорт Джамия (396 г). Масса семян с единицы площади у сорта Нармин составила 544 г/м², этот показатель у коллекционных образцов в среднем составил 300 г/м² при варьировании от 30 до 727,3 г/м². Нами были отобраны три образца со значительным превышением этого показателя: 727,3 г/м² у образца Flip 05-59, 705,4 г/м² у образца Flip 09-306, 653,6 г/м² у образца Flip 03-57.

По массе зерна с делянки были выделены превосходящие стандартный сорт образцы: новый сорт Джамия, Flip. 08-13, Flip. 00-19, Flip. 09-306, Flip.05-59, Flip.06-38, Flip.03-57.

Местный генофонд нута в основном восприимчив к аскохитозу. Среди изученных генотипов нута наилучшими источниками устойчивости к аскохитозу оказались образцы из коллекции ICARDA: Flip 96-706, F.04-25, F.97-32, F.03-34, F.03-36, F.01-52, F.03-48 и новый районированный сорт Султан.

В результате изучения сортообразцов нута были выделены перспективные образцы, которые могут быть с успехом использованы как исходный материал для селекции нута в сельском хозяйстве.

Из выделенных нами образцов нута отобраны элитные растения и созданы отдельные линии, которые приумножают в разных регионах республики. В ходе реализации селекционной программы с использованием полученных результатов нами был выведен новый высокорослый зимостойкий, аскохитоустойчивый и высокоурожайный сорт «Джамиля» методом повторного индивидуального отбора из коллекции ICARDA.

Библиографический список

1. Descriptors for Chickpea (*Cicer arietinum* L.) IBPGR, ICRI-SAT, ICARDA. Rome, 1993.

НАКОПЛЕНИЕ ДЕГИДРИНОВ В ПРОРОСТКАХ ПШЕНИЦЫ СОРТА КАЗ 4 И ЛИНИИ МК 42.5, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ОХЛАЖДЕНИЮ

*Коротаева Н.Е.¹, Анапияев Б.Б.², Исакова К.М.³,
Бейсенбек Е.Б.³, Ахметова А.Б.³, Боровский Г.Б.¹*

¹ Сибирский институт физиологии и биохимии растений,
Иркутск, Россия, matmod@sifibr.irk.ru

² Сатбаев Университет, г. Алматы, Казахстан, bak_anapiyayev@mail.ru

³ Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы,
Казахстан, konirsha_b@mail.ru

*Korotaeva N.E.¹, Anapiyayev B.B.², Iskakova K.M.³,
Beysenbek E.B.³, Akhmetova A.B.³, Borovskii G.B.¹*

¹ Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Irkutsk, Russia

² Satbayev University, Almaty, The Republic of Kazakhstan

³ Kazakh National Agrarian University, Almaty, The Republic of Kazakhstan

Устойчивость зерновых культур к охлаждению является важным фактором, влияющим на их продуктивность. Накопление в клетках белков-дегидринов (ДГ) способствует росту устойчивости растений к охлаждению. Целью исследования было выявление ДГ у растений пшеницы, различающихся по этому признаку. По сравнению с высокоустойчивой озимой пшеницей сорта “Иркутская”, после холодового закалывания в проростках ярового сорта Каз 4 и яровой линии МК 42.5 содержание основных ДГ Мг 209, 203, 196, 66, 40 и 51 кД было пониженным. Однако в проростках более устойчивой линии МК 42.5 более высоким было содержание ДГ 51 кД (в побегах) и 209, 196, 80 и 66 кД (в корнях). Предполагается, что эти ДГ способствуют большей устойчивости линии МК 42.5 по сравнению в Каз 4 к охлаждению.

Ключевые слова: пшеница, холодовое закалывание, дегидрины.

Keywords: wheat, cold hardening, dehydrines.

Введение. Поиск генов, продукты которых способствуют развитию устойчивости к неблагоприятным внешним воздействиям, остается актуальной задачей физиологии рас-

тений. Белки-дегидрины (ДГ), относящиеся ко II классу LEA-белков (или белков позднего эмбриогенеза, late embryogenesis abundant proteins), известны как факторы устойчивости к стрессам, сопряженным с потерей влаги: охлаждению, замораживанию, засолению, засухе [1]. Для первичной последовательности ДГ характерно присутствие большого количества полярных аминокислот, сосредоточенных в составе специфической для всех изученных ДГ К-последовательности, обеспечивающей этим белкам свойство высокой гидрофильности. Механизм действия ДГ состоит в способности связываться с заряженными поверхностями других белков, нуклеиновых кислот и полярных жирных кислот, предотвращая их неспецифические взаимодействия [1]. Благодаря тесной связи между накоплением ДГ и приобретением устойчивости к холоду ДГ предлагается использовать как маркер холодоустойчивости. Задачей данной работы было охарактеризовать ДГ различающихся по холодоустойчивости сорта пшеницы Каз 4 и линии МК 42.5.

Объекты и методы исследований. Использовали озимый сорт «Иркутская», полученный в СИФИБР СО РАН (г. Иркутск) в результате отбора образцов озимой пшеницы, способных перезимовывать в условиях Восточной Сибири (ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирск), и два генотипа пшеницы казахской селекции: сорт Каз 4 и более устойчивую к низким температурам дигаплоидную линию МК 42,5. Этиолированные 3-суточные проростки, выращенные при 27 °С, закаливали в темноте 7 сут при 4 °С, контрольные проростки держали это же время при 27 °С. После закаливания корни и пробегги немедленно замораживали и хранили при –80 °С. Выделенный общий белок электрофоретически фракционировали с ДДС-Na (SDS-PAGE) с последующим Western Blot. ДГ выявляли после визуализации первичных антител против ДГ (AS07206, Agrisera) с последующим денситометрическим измерением содержания.

Результаты и их обсуждение. В ходе холодового закаливания в проростках обоих сортов и линии пшеницы происходило накопление ДГ с массами 230, 209, 196, 80, 66, 40 и 51 кД, как было показано ранее для сорта «Иркутская». Проростки озимого сорта «Иркутская» закономерно накапливали гораздо большее количество ДГ под действием холодового закаливания по сравнению с яровыми пшеницами как в побегах, так и в корнях. Проростки линии МК 42.5 накапливали большее количество ДГ Мг 51 кД по сравнению с проростками Каз 4, что согласуется с характеристиками устойчивости растений этих генотипов. В корнях по сравнению с побегами разнообразие ДГ было выше. ДГ с массами 230 и 40 кД, по видимому, органоспецифичны, поскольку их накопление в корнях особенно заметно. Большее накопление ДГ 230, 80 и 66 кД в корнях МК 42.5 соответствует сведениям о различной устойчивости линий. Наибольшие количественные различия между линиями МК 42,5 и Каз 4 отмечались для ДГ с массой 51 кД при исследовании побегов и для ДГ 209 и 196 кД при исследовании корней.

Заключение. Сравнительное исследование различающихся по холодоустойчивости сортов и линий пшеницы показало, что накопление ДГ в ответ на холодовое закаливание различается для всех исследованных объектов, как в побегах, так и в корнях. Полученные данные позволяют предположить, что усилению холодоустойчивости может способствовать повышенное накопление ДГ 51 кД в побегах и ДГ 209 и 196 кД в корнях пшеницы.

Библиографический список

1. Cuevas-Velazquez C.L., Rendón-Luna D.F., Covarrubias A.A. Dissecting the cryoprotection mechanisms for dehydrins // *Front Plant Sci.* 2014. V. 5. № 583. P. 1–6.

ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРА ЭПИНА НА РАЗВИТИЕ ГРАВИТРОПИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ В СТЕБЛЯХ РАСТЕНИЙ ТОМАТА

*Суховеева С.В., Кабачевская Е.М.,
академик Волотовский И.Д.*

*Государственное научное учреждение «Институт биофизики
и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси»,
220072, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Академическая, 27
suhoveevalmbc@mail.ru*

*Institute of Biophysics and Cell Engineering of NAS of Belarus,
220072, Belarus, Minsk, Academicheskaya st., 27*

Исследовали влияние брассиностероида эпина на формирование изгиба в стеблях растений томата при гравистимуляции на ранних (15 мин – 3 ч) и поздних (более 3 ч – 24 ч) этапах гравитропического ответа. Показано увеличение скорости формирования изменений угла наклона стебля томата.

Гравитропизм (геотропизм) – направленный рост органов растения относительно вектора гравитации.

В настоящее время достаточно хорошо изучены основные аспекты формирования гравитропической реакции на биохимическом и молекулярном уровне, но имеется лишь небольшое количество работ, в которых отображена детальная визуализация и анализ процесса формирования гравитропического изгиба растений. Практически отсутствуют работы по измерению угла и скорости изгиба стеблей при действии гравистимуляции на растения томата.

Учитывая данные о том, что брассиностероиды (БС) являются важными регуляторами роста растений во многих процессах развития [1], дополнительным фактором воздей-

ствия, наряду с гравитропическим влиянием, была выбрана обработка растений БС эпином.

Целью работы стало определение угла и скорости изгиба стеблей растений томата при гравистимуляции и воздействии экзогенного эпина в течение периода времени 0-24 ч.

В качестве объекта исследования использовали растения томата сорта «Л1» белорусской селекции. Томаты экспериментальной группы подвергали опрыскиванию водным раствором эпина в концентрации 200 мкл/л, 8 дней по одному разу в сутки (контрольные растения опрыскивались дистиллированной водой с той же периодичностью). Гравистимуляция проводилась путем поворота растений на 90° относительно гравитационного вектора Земли. Для исключения побочного эффекта изменений условий освещенности после поворота растений горизонтально и возможного развития дополнительной фототропической реакции, перед началом гравистимуляции растения помещались в темноту на 24 ч. для их адаптации к темноте [2]. Сразу же после поворота растений горизонтально проводилась фотосъемка фотоаппаратом Canon750D на слабом зеленом свете. Для автоматизации оценки фотоснимков использовалась программа для анализа изображений в области медицинских и биологических исследований ImageJ 1.37v.

Оказалось, что обработка растений томата БС эпином приводила к значительному увеличению скорости формирования изменений угла наклона стебля томата в период времени 0-24 ч гравистимуляции (рис. 1). Наибольшие изменения угла наклона стебля томата происходили в период времени от 1 до 3 ч гравитропического воздействия – $45,53^\circ \pm 1,03^\circ$ (средний внутренний угол наклона стебля изменился с $154,41 \pm 1,12^\circ$ до $108,88^\circ \pm 1,1^\circ$), наименьшее изменение угла наклона стебля томата наблюдалось в период времени с 3 по 6 ч гравитропического воздействия – $7,05^\circ \pm 2,1^\circ$ (средний внутренний угол наклона стебля изменился с $108,88^\circ \pm 1,1^\circ$ до $101,83^\circ \pm 1,02^\circ$).

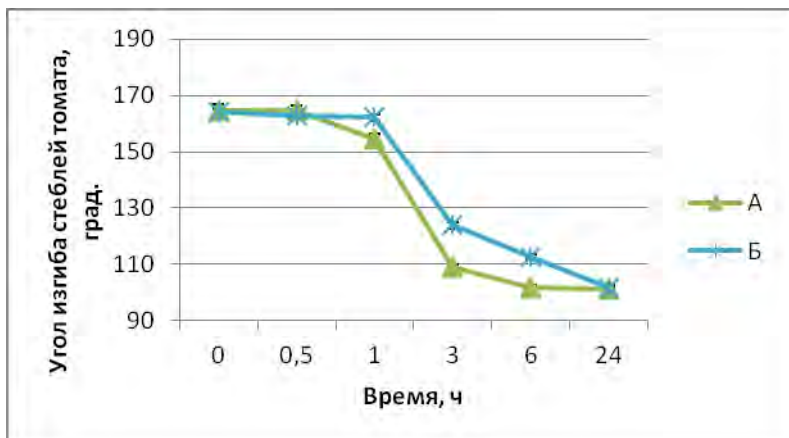


Рис. 1. Регуляция гравитропической реакции в стеблях растений томата эпином: А – формирование угла изгиба при гравистимуляции и воздействии эпина, Б – формирование угла изгиба при гравистимуляции

В период времени гравистимуляции от 0 – 1 ч, 6 – 24 ч статистически достоверных изменений угла наклона стебля томата не было выявлено.

Проведенные исследования позволили определить внутренние углы и динамику изменения скорости их формирования при воздействии гравистимула или совместного действия гравистимула и эпина в стеблях растений томата в период формирования гравитропического изгиба и показали участие фитогормона эпина в формировании гравитропической реакции растений томата.

Библиографический список

1. Clouse S.D. Arabidopsis mutants reveal multiple roles for sterols in plant development // Plant. Cell. 2002. Vol. 14. P. 1995-2000.
2. Maxwell K., Johnson G.N. Chlorophyll fluorescence – a practical guide // Journal of Experimental Botany. 2000. Vol. 51. No. 345. P. 659-668.

Секция 6

**Рост, развитие, влияние техногенного
загрязнения и продуктивность
сельскохозяйственных растений**

ВЛИЯНИЕ ГЕНОВ ТИПА РОСТА (Dt_1-dt_1 и Dt_2-dt_2) СОИ И ГЕНОВ (In^1-in^1 и $S-s$) ХЛОПЧАТНИКА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Абзалов М.Ф.¹, Юлдашев А.А.², Аманов А.М.¹

¹ *Институт генетики и экспериментальной биологии растений,
111226, Республика Узбекистан, Ташкентская обл.,
Кибрайский р-н, п. Юкори юз, igebr_anruz@genetika.uz*

² *Андижанский государственный университет,
170100, Республика Узбекистан, г. Андижан,
ул. Университетская, д. 129, agsu_info@edu.uz*

Abzalov M.F.¹, Yuldashev A.A.², Amanov A.M.¹

¹ *Institute of Genetics and Plant Experimental Biology, 111226, Republic
of Uzbekistan, Tashkent region, Kibray district, p. Yukori Yuz*

² *Andijan State University, 170100, Republic of Uzbekistan,
Andijan, ul. Universitetskaya, d. 129*

Целью исследований является изучение типов роста главного стебля у растений сои и хлопчатника. Изучен эффект взаимодействия генов Dt_1-dt_1 и Dt_2-dt_2 в фенотипическом эффекте типов роста главного стебля сои в жарком климате Узбекистана. Установлено, что существенных различий в фенотипическом проявлении генов типа роста ($Dt_1Dt_1Dt_2Dt_2$ – индетерминантный, $dt_1dt_1Dt_2Dt_2$ – полудетерминантный и $dt_1dt_1dt_2dt_2$ – детерминантный) не обнаружено. Гены устойчивости проявились в структуре куста хлопчатника.

Ключевые слова: соя, тип роста, индетерминант, полудетерминант, детерминант, хлопчатник, мутация, фенотип.

The aim of the research is to study the types of growth of the main stem in soybean and cotton plants. In soybean in a hot climate of Uzbekistan, will the effect of the interaction of the Dt_1-dt_1 and Dt_2-dt_2 genes change in the phenotypic effect of the types of growth of the main stem. According to the observation in the phenotypic manifestation of genes of growth types, significant differences were found for $Dt_1Dt_1Dt_2Dt_2$ – indeterminant, $dt_1dt_1Dt_2Dt_2$ – semi-determinant and $dt_1dt_1dt_2dt_2$ - determinant. Similar phenotypes showed resistance genes in manifestations of the structure of a cotton bush.

Keywords: soybean, growth type, indeterminant, semi-determinant, determinant, cotton, mutation, phenotypef.

Введение. По Х. Винклеру, геном является гаплоидным набором хромосом вида, который отражает все гены, характерные для конкретного вида. Благодаря этому у каждого вида растений формируются параллельные, гомологичные, гомеологичные и аналогичные изменчивости признаков. В условиях Узбекистана изучена генетика типа роста сои. Проанализирован эффект генов Dt_1-dt_1 и Dt_2-dt_2 и их взаимодействие в различных аллельных состояниях. Установлено, что генотип $dt_1dt_1dt_2dt_2$ обуславливает детерминантный тип роста, который характеризуется ограниченным ростом главного стебля до 50-60 см.

Генотип $Dt_1Dt_1dt_2dt_2$, $Dt_1Dt_1Dt_2Dt_2$ способствует формированию индетерминантного типа роста, стебель с неограниченным ростом более 100 см. Генотип $dt_1dt_1Dt_2Dt_2$ обуславливает полудетерминантный тип роста, высота главного стебля растений в зависимости от скороспелости может достигать 100 см. Необходимо отметить, что детерминантный и полудетерминантный генотип у растений сои завершается цветением. Появление мутантных форм по структуре куста, типу ветвления, форме листа способствует появлению аналогичных форм по типу роста, как у сои детерминантного типа роста.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований служили индетерминантный сорт Дуслик (Узбекистан), полудетерминантный сорт Argour, Evans (ООО «Соя Север» - Беларусь), детерминантная линия генетической коллекции ИГ и ЭБР АНРУз. Линии хлопчатника Л-12-1, Л-501, Л-650. Генетический анализ осуществляли методом χ -квадрат.

Результаты и их обсуждение. Экспериментальные исследования в полевых условиях показали, что гибриды первого поколения сои, полученные по схеме скрещивания детерминантный \times детерминантный, по типу роста были детерминантные. При скрещивании индетерминантных и детерминантных растений гибриды первого поколения были индетерминантными. Гибриды второго поколения (детерминантный \times

индетерминантный), полученные в количестве 324 растений, расщепились в соотношении 12:3:1 ($\chi=0,26$, $P=0,95$): индетерминантные – 239, полудетерминантные – 64, детерминантные – 21. У гибридов F_2 (детерминантный \times полудетерминантный) было получено 300 растений, которые можно было сгруппировать в два фенотипических класса: полудетерминантные – 224, детерминантные – 76. Расщепление происходило в соотношении 3:1 ($\chi=0,17$ $P=0,90$).

У хлопчатника *G. hirsutum* L. по высоте растений встречаются следующие типы роста: индетерминантные, высокорослые, среднерослые, карликовые. Появление мутантных форм по структуре куста и типу ветвления ($S_{\underline{2}} \rightarrow s$), форме листа $in^1 \rightarrow In^1$, взаимодействие генов, контролирующих эти признаки, способствовало появлению аналогичных форм по типу роста, как у сои. При детерминантном типе роста стебель заканчивается соцветием. Фенотипическое проявление мутаций $in^1 \rightarrow In^1$ происходило благодаря сочетанию рецессивных аллелей признака типа ветвления ss при генотипе In^1In^1ss . Сочетание доминантных аллелей типа ветвления SS (In^1In^1SS) способствует появлению измененного стебля. Мутация признака длина междоузлия $int^n \rightarrow Int^n$ способствует появлению растений с короткими междоузлиями стебля и карликовых форм.

Заключение. Изучен фенотипический эффект различных типов мутаций генов структуры куста сои и хлопчатника. При изучении взаимодействия генов структуры куста и мутантных генов возможно выделение гомологичных, гомеологичных и аналогичных фенотипов.

MORPHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF THE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT VARIETIES AZERBAIJANI BREEDING

*Tamrazov Tamraz Hajiali oglu,
PhD in Biology, Associate Professor*

*Research Institute of Crop Husbandry, Ministry of Agriculture
of the Republic of Azerbaijan (RICH)*

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

*Научно-исследовательский институт земледелия Министерства
сельского хозяйства Азербайджанской Республики (НИИЗ),
tamraz.tamrazov@mail.ru*

Стресс из-за засухи во время периода наполнения зерном в последнее время стал более распространенным в Азербайджане, где пшеница (*Triticum aestivum* L., *Triticum durum* desf.) выращивается в качестве важной культуры озимых зерновых. Целью этого эксперимента было изучение влияния предельного стресса от засухи на урожайность зерна, параметры газообмена и некоторые физиологические особенности двенадцати мягких и твердых сортов пшеницы.

Основываясь на полученных результатах, в фазе цветения дефицит воды значительно снизил урожай зерна, биомассу, 1000 зерен и индекс урожая сортов пшеницы. При стрессовом воздействии засухи и контрольных обработках между сортами существовали значительные различия в отношении всех изученных признаков. Сорта отличались по своей реакции на водный стресс. В целом толерантные сорта показали более высокое содержание скорости фотосинтеза и устьичную проводимость и содержание воды в обоих условиях влажности по сравнению с восприимчивыми. Более низкое содержание устьичной проводимости и скорости транспирации и меньшее снижение скорости фотосинтеза в условиях стресса привело к значительно более высокой фотосинтетической эффективности использования воды толерантными сортами. Наконец, можно сделать вывод о том, что

посев сортов пшеницы Алинджа-84 и Баракетли-95 в фазе цветения в районах с посттравматическим дефицитом воды была рекомендована для максимизации урожайности зерна.

Particular attention should be paid to physiological studies to increase resistance to drought and other stress factors of the wheat genotypes and identify sustainability mechanisms, on the other hand, to determine the physiological and genetic changes occurring in genotypes. The study of the effects of drought resistance on fertility measurements and the effect of fertility indicators on typical wheat investigated based on different soil and climatic conditions.

Drought stress generally prevails during grain filling in wheat due to shortage of irrigation, low winter rainfall, and high evaporation demand. Under this terminal drought condition, leaf senescence is accelerated and photosynthetic activity declines.

In the 2017-2018 academic year, 12 different wheat genotypes were measured in the Absheron Experimental Base of the Institute in three groups (fast, medium and late growing). As a result, two genotypes from each group were compared, including durum and soft. During the research, genotypes were determined by the speed of photosynthesis (F_i), transpiration speed (T_i), carbon dioxide (CO_2g) in intercellular areas, and the American-made LI-6400 in upper layer leaves.

Drought is caused mainly by higher water loss from stomata during water stress conditions, hence making plants more vulnerable to drought conditions. Stomatal conductance was much higher in non-stress treatment than in water stress conditions which suggested that cultivars were resisting loss of water through transpiration in drought conditions. On an average, there was 51.14 % reduction in stomatal conductance due to water stress at anthesis.

From the fast growing wheat genotypes Alinja-84 durum wheat genotype, both in the two versions, separately on the 8th and 7th layer leaves, F_i -12,5, 14.9 / 9.3-12.5 ($mmol CO_2 m^{-2}s^{-1}$), CO_2g 332; 371/345; 385 ($mmol CO_2 moll / 2$) and finally T_i -value 4.9;

5.7 / 3.8; 3,2 (mol H₂O m⁻²s⁻¹), soft wheat genotypes of Gobustan-99 type Fi-14,1; 12,4 / 10,6; 11.8 (mmol CO₂ m⁻²s⁻¹), CO₂q-348; 365/364; 378 mmol of CO₂ moll / 2 and finally Ti-5.5; 6.1 / 4.8; 6.4 (mol H₂O m⁻²s⁻¹). At the flowering phase Fi-21,2; 18,6 / 20,9; 19.7 (mmol CO₂ m⁻²s⁻¹), Ti-8,92; 8.43 / 7.63; 8.21 (mol H₂O^{m⁻²s⁻¹}), compared to the previous measurements, the difference between the variants was significantly lower compared to those observed in the third measure.

From the mid matures durum wheat Vugar, both in the two versions, separately on the 8th and 7th leaves, Fi – 24 %; 36,7 %, bread wheat genotypes of Giymatli-2/17, Vugar durum wheat genotype CO₂ g 3.6; 2,6 %, Giymatli-2/17 bread wheat 18,2; 14,2 % and finally Ti-value 3,6; 2,6 / 5,06; 0,68 %.

From the late mature wheat genotypes the difference in the rate of photosynthesis according to the results of measurements in the genotype durum wheat Baraketli -95 and Tale-38 the bread wheat of the characteristic wheat was 7.8; 4.4 % / 5.1, 4.4 %, CO₂ content in cells; 4.6; 7.6 % / 4.2; 2.1 %, the difference between the speed of transpiration and 25.6; 16.4 – 26.3 and 24.8 % respectively.

From here, it can be concluded that there is a difference between durum and bread wheat genotypes, compared to the other varieties within the group. This is due to the fact that fast-growing genotypes complete their development before the severe drought occurs, which leads to a small difference in variants. On the other hand, the overlap between the variants in the late mature samples coincides with the prolongation of ripening period and occurrence of severe drought. This in turn ultimately leads to yield loss. In the future, it is important to pay attention to the fact that such genotypes should be taken as parental forms for creation of new varieties.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИООРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ САНАМИКС ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЕДИСА В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Алексеева К.Л., д.с.-х. н., г.н.с.,
Иванова М.И., д.с.-х. н., г.н.с., Разин А.Ф., д.э.н., г.н.с.,
Кашлева А.И., в.н.с., канд. с.-х. н.*

*Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства –
филиал Федерального государственного бюджетного научного
учреждения «Федеральный научный центр овощеводства»,
140153, Московская область, Раменский район, д. Веряя, стр. 500,
vniioh@yandex.ru*

*Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Vegetable
Center”, 140153, Moscow Region, Ramensky District, Vereya, 500*

Редис является ценной овощной культурой и играет важную роль в рационе человека как источник минеральных солей, биологически активных веществ антиоксидантного ряда, витаминов, особенно аскорбиновой кислоты. Суточная потребность взрослого человека в витамине С может быть удовлетворена 150-200 г редиса. Специфический вкус и запах редису придают ароматические вещества, эфирные масла, содержание которых достигает 0,1-0,15 %.

Производство редиса предназначена для употребления в свежем виде, поэтому в современных технологиях выращивания этой культуры важное значение имеют агроприемы, обеспечивающие получение стабильных урожаев экологически чистой продукции высокого качества. К таким агроприемам относятся некорневые подкормки растений с использованием новых видов биоорганических удобрений.

В задачу исследований входило оценить эффективность применения удобрения на основе биогумуса Санамикс (марка: жидкий) на культуре редиса открытого грунта. Удобрение имеет отечественное производство (Республика Крым).

Место и условия проведения исследований. Опыты по изучению эффективности действия биоорганического удобрения «Санамикс» марка: Жидкий на редисе проводились на опытном поле ВНИИ овощеводства – филиала ФГБНУ ФНЦО (Московская обл., Раменский р-н) в 2017-2018 гг.

Почвенно-климатическая зона – Центральный район подзолистых и дерново-подзолистых почв таежно-лесной области. Опытный участок расположен на среднесуглинистой аллювиально-луговой почве Москворецкой поймы. Рельеф участка равнинный. Глубина пахотного слоя 27 см, глубина залегания грунтовых вод более 2,0 м. Содержание гумуса в пахотном слое колеблется от 2,71 до 3,34 %, общего азота от 0,19 до 0,24 %, нитратного азота 4,21-6,98 мг/100 г, содержание фосфора в почве – 15,27–22,15 мг/100 г, обеспеченность калием – 6,95–12,5 мг/100 г. Гидролитическая кислотность низкая 0,7-0,8 мг-экв./100г, сумма поглощенных оснований средняя 35,65–36,42 мг-экв./100 г, степень насыщенность почвы основаниями высокая 97,82–98,9 %, рН солевой вытяжки 5,8-6,01, Предшественник – чеснок.

Подготовка поля включала обработку почвы ручной фрезой перед посевом семян. Перед фрезерованием в почву вносили нитроаммофоску из расчета 20 г/м². Норма посева: 1 г семян на 1 м². В опытах использовали сорт редиса Меркадо, раннеспелый, рекомендован для открытого грунта и пленочных теплиц. Период от полных всходов до технической спелости 23-28 дней. Редис выращивали по общепринятой технологии. Закладку опытов, фенологические наблюдения, биометрические измерения проводили по стандартным методикам опытного дела, принятым в овощеводстве, площадь опытных делянок – 10 м², площадь учетных делянок – 5 м². Повторность в опыте 4-кратная. Некорневую подкормку растений удобрением Санамикс осуществляли двукратно: 1-ю – после появления всходов, 2-ю – через 15 дней после первой обработки, расход агрохимиката – в зависимости от варианта опыта 1,5 л/га, 2,5 л/га, 3,5 л/га, расход рабочего раствора –

300 л/га. Учет массы урожая и его товарности проводили весовым методом поделяночно. Биохимический состав продукции определяли по стандартным методикам: содержание сухого вещества – термостатно-весовым методом, содержание сахаров – методом Бертрана, содержание витамина С – методом И.К. Мурри. При обработке данных использовали методы вариационной статистики (Б.А. Доспехов 1985), компьютерные программы Statistica v.6.0.

Как показали проведенные учеты, к моменту уборки урожая число листьев у растений редиса составляло 5,0-5,3 шт., высота растений 15,3-15,7 см, густота стояния 91,6–98,8 шт./м². Под влиянием обработок органическим удобрением «Санамикс» марка: Жидкий у корнеплодов редиса увеличивался средний диаметр и масса корнеплода. Лучшие результаты были получены при нормах расхода удобрения 2,5 л/га и 3,5 л/га. Наблюдения за фитосанитарным состоянием посевов редиса показали, что болезни и вредители не имели большого распространения и не оказали значительного влияния на рост и развитие растений во всех вариантах опыта. Проведенные некорневые подкормки обеспечивали повышение урожайности редиса во всех вариантах опыта по сравнению с контролем. Существенное увеличение урожая товарных корнеплодов отмечено при норме расхода удобрения 2,5 л/га и 3,5 л/га. На этих вариантах опыта товарная урожайность существенно превышала контроль и составила соответственно 28,1 т/га и 27,3 т/га. Прибавка к контролю была существенно выше, чем при норме расхода удобрения 1,5 л/га, и достигала 6,1-6,9 т/га (28,8-32,5 %) к контролю.

Результаты анализов качества продукции в зависимости от норм расхода удобрения показали, что под влиянием некорневых подкормок удобрением «Санамикс» марка: Жидкий в корнеплодах редиса повышается содержание сухих веществ до 4,5–4,8 %, сахаров до 3,2-3,8 %, витамина С – до 20,9 мг %. Содержание нитратов в корнеплодах на обработанных делян-

ках составляло 629-735 мг/кг, что не превышало ПДК. Значение этого показателя в корнеплодах редиса составляет 1500 мг/кг.

Таким образом, в результате проведенных опытов установлено положительное влияние удобрения «Санамикс» марка: Жидкий на размер и массу корнеплода редиса, урожайность и качество продукции. Среди изученных норм расхода удобрения при некорневых подкормках наиболее эффективными были нормы расхода удобрения 2,5 и 3,5 л/га, обеспечившие наибольшую прибавку урожая корнеплодов (6,1-6,9 т/га) и повышение в них содержания сухих веществ, сахаров, витамина С.

DOI: 10.22363/09359-2019-102-104

УДК 631.811

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРЕПАРАТ «ЭКОБАКТЕР-ТЕРРА» В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Аллахвердиев С.Р.¹, Ерошенко В.И.¹, Будниченко А.В.²

¹ ФГБОУ ВО Московский педагогический государственный университет,
Москва, Россия, surhay@mail.ru

² ООО НПЦ РОДЕМОС, Москва, Россия

MICROBIOLOGICAL PREPARATION «ECOBACTER – TERRA» IN PLANT-GROWING

Allahverdiev S.R.¹, Eroshenko V.I.¹, Budnichenko A.V.²

¹ Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

² Society Limitation Responsibility SPC RODEMOS

В статье представлена информация по применению микробиологического препарата «Экобактер-терра» на различных культурах, при выращивании в полевых условиях и в теплицах.

In this article information is presented on application of microbiological preparation of «Ecobacter-terra» on different cultures at growing in the field conditions and in hothouses.

В настоящее время производство экологически безопасных продуктов питания становится приоритетным для всех стран мира. Основа альтернативного земледелия – сокращение до разумного минимума внешнего антропогенного воздействия на агроэкосистему, создание максимума благоприятных предпосылок для полноценного использования её собственного биопотенциала. С этой точки зрения, несомненный интерес представляет экологически безопасный микробиологический препарат «Экобактер-терра».

Микробиологический препарат «Экобактер-терра» – водный раствор, содержащий симбиотический комплекс специально отобранных природных микроорганизмов: молочнокислые и фотосинтетические бактерии, бактерии, фиксирующие атмосферный азот, сахаромицеты и культуральную жидкость. Препарат применяется на всех стадиях выращивания сельскохозяйственных культур, в открытом и защищённом грунтах.

Принципиальное отличие данного препарата от других микробиологических препаратов состоит в его многокомпонентности.

Для различных культур в полевых условиях рекомендованы следующие сроки и дозы применения препарата: зерновые культуры (пшеница, ячмень, рожь, овёс, тритикале) – опрыскивание в фазу 2-3 листьев, в фазу кущения и выхода в трубку, из расчёта 3 л/га; зернобобовые культуры (горох, соя, фасоль, чечевица) – опрыскивание в период вегетации, через 10-15 дней после всходов и в фазу бутонизации, из расчёта 3 л/га; кормовые культуры – опрыскивание в период вегетации, в фазу 3-5 листьев и в фазу бутонизации, из расчёта 3 л/га; масличные культуры (подсолнечник, рапс яровой и озимый, соя) – опрыскивание в период вегетации по всходам, в фазу

6-8 листьев и в фазу бутонизации, из расчёта 3л/га; картофель – опрыскивание в период вегетации по всходам и в фазу бутонизации, из расчёта 3 л/га; сахарная свекла – опрыскивание в фазу 4-6 листьев и 6-10 пар листьев, из расчёта 3 л/га; кормовые травы – опрыскивание в фазу бутонизации и после скашивания, из расчёта 3 л/га.

Применение данного микробиологического препарата на вышеуказанных растениях способствует: увеличению площади листовой поверхности, активной фиксации атмосферного азота микроорганизмами, обитающими в ризосфере, повышению интенсивности фотосинтеза и продуктивности.

Общеизвестно, что биологическая защита растений способствует получению экологически безопасного урожая. В настоящее время подтверждена эффективность применения препарата «Экобактер-терра» в качестве защитного средства, применяемого в растениеводстве. Так, обработка препаратом «Экобактер-терра» снизила поражаемость картофеля белой ножкой и макроспориозом в два раза и при этом не обнаружено таких болезней, как фитофтороз и чёрная ножка. Значительный положительный эффект препарат «Экобактер-терра» оказал на тепличные и комнатные цветы: розы, хризантемы, лилии. При опрыскивании цветочных растений (листья, черенки, зелёные стебли) раствором препарата полностью исчезла тля. Установлено оздоравливающее влияние препарата на повреждённые и ослабленные цветочные растения в оранжереях, что говорит об уменьшении активности патогенной микрофлоры.

В заключение следует отметить, что микробиологический препарат «Экобактер-терра» повышает качество и продуктивность сельскохозяйственных и цветочных растений, и главное, является безопасным для окружающей среды

РЕАКЦИЯ МУЖСКОГО ГАМЕТОФИТА ТОМАТА НА ВОЗДЕЙСТВИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Анточ Л.П., научный сотрудник

*Институт генетики, физиологии и защиты растений (ИГФЗР),
antlud58@mail.ru*

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection

В работе представлены результаты исследований по изучению устойчивости мужского гаметофита сортов томата к действию повышенных температур и недостатку влаги. В результате экспериментов выделены генотипы с повышенной устойчивостью к этим абиотическим факторам.

Среди многочисленных задач, стоящих перед селекционерами по созданию высокоурожайных сортов и гибридов, важное место отводится разработке и использованию эффективных методов анализа и оценки генотипов томата по устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды. Несмотря на то что достигнуты определенные успехи при создании нового селекционного материала с использованием современных методов и технологий, недостаточно разработанной остается проблема ранней диагностики устойчивости растений. Кроме того, известно, что воздействие высоких температур, засухи и дефицита влаги напрямую связаны с продуктивностью растений. Преодоление воздействия таких факторов возможно путем создания устойчивых генотипов [1]. В связи с этим наши исследования направлены на изучение реакции мужского гаметофита томата в условиях искусственных фонов, которые в лабораторных условиях моделируют действие высокотемпературного стресса и водного дефицита.

Для исследований использовали восемь сортов томата: Мари Гратифулли (М.Г.), Томиш, Престиж, Эльвира, Михаэла, Юбиляр, Венец, Викторина. Растения выращивали в полевых условиях по общепринятой методике. Для тестирования устойчивости пыльцы сортов томата в условиях повышенных температур был использован искусственный температурный фон 40 °С. Под микроскопом определяли жизнеспособность пыльцы (ЖП), также измеряли длину пыльцевых трубок (ДПТ). Оценку устойчивости к водному дефициту проводили в лабораторных условиях на питательной среде, содержащей высокую концентрацию сорбита 85 % – опыт; контролем служила необработанная пыльца. На основании полученных данных вычисляли устойчивость пыльцы (УП) и устойчивость пыльцевых трубок (УПТ). Для определения устойчивости пыльцы к водному дефициту под микроскопом измеряли размер пыльцевых зерен, устойчивость к водному дефициту вычисляли как соотношение полученных данных (опыт/контроль) [2]. Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного анализа с использованием программ STATGRAPHICS v.5.1 и Exel-2013.

Результаты экспериментов показали, что действие температуры приводило к уменьшению показателей ЖП и ДПТ в среднем в 1,22-2,42 раза по сравнению с контролем и в зависимости от генотипа. Выделены шесть генотипов (Венец, Викторина, Михаэла, Престиж, Юбиляр и Томиш), у которых устойчивость пыльцы варьировала в пределах 55,6-71 %. В табл. 1 приведены полученные данные по четырем признакам пыльцы.

Проведенный дисперсионный анализ позволил определить долю влияния факторов в вариабельности признаков жизнеспособности пыльцы и длины пыльцевых трубок.

В результате установлено, что самое высокое влияние на изменчивость этих признаков оказывал температурный фактор, доля влияния которого составляла 84...87 %, в то же время влияние генотипа было гораздо более слабым – 10 % и

12 % соответственно. Одновременно проводилась оценка пыльцы по устойчивости к водному дефициту. Погружение пыльцы в раствор сорбита приводило к сжатию пыльцевых зерен, которое может происходить в результате потери влаги.

Таблица 1

**Влияние повышенных температур
на признаки пыльцы сортов томата**

Генотип	ЖП, %	УП, %	Длина ПТ, усл. ед.	Устойчивость ПТ, %
М.Гратифулли	30,03	46,38	35,76	78,76
Венец	44,16	68,63	37,55	95,21
Викторина	52,00	55,58	38,66	73,39
Эльвира	36,98	29,03	44,10	74,69
Михаэла	41,66	69,23	40,57	90,03
Престиж	40,33	71,00	40,16	81,97
Юбиляр	27,09	58,38	37,11	85,76
Томиш	29,59	55,19	38,62	80,68
НСР_{0,5}	1,83	2,23	1,51	1,75

Проведенный анализ позволил выделить пять сортов: Викторина, Юбиляр, Эльвира, Престиж и Михаэла с высокой устойчивостью (75-81 %) мужского гаметофита к водному дефициту. Следует отметить, что сорта Престиж и Михаэла сочетали высокую устойчивость к температурному стрессу и водному дефициту.

Таким образом, проведенные нами исследования позволили выделить шесть сортов с высокой устойчивостью мужского гаметофита к температурному стрессу и пять генотипов к водному дефициту. Одновременно выявлены два сорта, которые сочетали высокую устойчивость к высокой температуре и водному стрессу.

Библиографический список

1. Балашова Н.Н. Селекция растений: новые генетические подходы и решения. Кишинев, 1991. С. 224-226.

2. Кожушко И.И. Определение засухоустойчивости зерновых культур по изменению параметров водного режима. Ленинград, 1984. С. 3-13.

DOI: 10.22363/09359-2019-108-113

УДК 633.1:631.523:542.92

ХАРАКТЕР РАСЩЕПЛЕНИЯ У МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ПШЕНИЦЫ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ

Бабаева Конул Эльчин, ассистент

*Азербайджанский государственный аграрный университет, AZ2000,
Азербайджан, Гянджа, проспект Атаюрка, 450,
rkqbabayeva@rambler.ru*

Babaeva Konul Elchin, assistant

*Azerbaijan State Agrarian University,
AZ2000, Azerbaijan, Ganja, Ataturk avenue, 450*

Исследования выполнены в Азербайджанском государственном аграрном университете в 2013-2017гг. Изучали 50 межвидовых комбинаций скрещиваний. Межвидовое скрещивание очень часто приводит к стерильности растений. Гибридное бесплодие предотвращает объединения генотипов разных видов. В результате наблюдений установлено, что бесплодие растений связано с распределением хромосом. Сорта твердой пшеницы, которые мы взяли для исследований, отличались по цвету колоса (белый и красный). Сорта мягкой пшеницы, отличались по 5 признакам (цвет колоса – белый и красный, с остью, без ости, пушистый, непушистый, цвет зерна – белый, красный, цвет ости – белый, красный, черный). Все эти признаки между видами отличаются.

Ключевые слова: межвидовые гибриды, пшеница, родительские формы, признак, хромосома.

This research was carried out at the experimental plots of the Field of the Agronomy Faculty of the Azerbaijan State Agrarian University, during 2013-2017. We used as a parent material for 50 combinations of hybridizations. Interspecific cross are very often sterile; thus, hybrid sterility prevents the movement of genes from one species to the other, keeping both species distinct. Special observations and taking forms similar to parent forms during disintegration of

interspecific hybrids researchers associated with the distribution of chromosomes. Hard wheat varieties which we took it for our crossbow are differ according to a systematic sign – color of spike (white and red). Varieties of soft wheat are differ according for 5 systematic signs (color of spike – white and red, with awn, without awn, fluffy, unfluffy, color of grain – white, red, color of awn – white, red, black). Also this taxonomic signs varieties between sorts are tracking other differs.

Keywords: interspecific hybrids, wheat, parental forms, trait, chromosome.

Введение. Межвидовые гибриды мягкой и твердой пшеницы второго поколения делятся на следующие группы: растения более или менее похожие на мягкую пшеницу; растения более или менее похожие на твердую; растения с промежуточными признаками или сходные с другими видами злаков, карликовые, большей частью стерильные или малопродуктивные.

Расщепления у межвидовых гибридов и появление большого числа форм, похожих на родительские формы, связано с распределением хромосом. Так, цитогенетики, анализируя характер конъюгации хромосом в мейозе, растения F_2 и последующих поколений, делят на две группы: первая включает до 14 пар конъюгирующих хромосом и 0-7 унивалентов, вторая имеет более 14 пар конъюгирующих хромосом. В первой группе растения с $2n = 28$, во второй с $2n = 42$ хромосомами.

П.П. Наскидашвили (1984) в F_2 реципрокных скрещиваниях мягкой пшеницы с твердой выявил 16,46-23,2 % растений мягкой пшеницы, 12,5-21,2 % схожих с мягкой, 12,2-23 % промежуточных, 14,25-23 % твердой пшеницы, 11,9-18,5 % схожих с твердой, 35,8 % типа компактум, 2,4-5,9 типа спельты и 1,3-3,6 % со спельтоидным колосом.

Объекты и методы исследований. Исследования выполнены в Азербайджанском государственном аграрном университете в 2013-2017 гг. Изучали 50 межвидовых комбинаций. Взятые нами в скрещивания сорта твердой пшеницы раз-

личаются между собой по одному систематическому признаку – окраске колоса (белая и красная), а сорта мягкой пшеницы – по 5-ти (остистость–безостость, опушенность–неопушенность, белое–красное зерно, безостый–остистый колос, белые ости–чёрные ости). Помимо этих таксономических признаков различия между сортами прослеживаются и по форме колоса, зерновок, плотности колосьев, выраженности килевых зубцов, форме плеч и кия.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований изучен характер расщепления межвидовых гибридов второго поколения. Описание приводится ниже.

F₂ Каракылчыг 2 x Кырмызы бугда 1. В этой комбинации выщеплялось 4,9 % растений типа мягкой пшеницы и близких к ней, 23,8 % типа твёрдой и близких к ней, 32,3 % промежуточных в разной степени, довольно много персикоидов, компактоиды, спельтоиды и дикоккоиды. Появились такие новые признаки, как удлинённость колоса, повышенное число колосков в колосе, большая плотность колоса, грубость элементов колоса (ригидность колосовых чешуй и остей). Характерно появление единичных растений безостых.

F₂ Каракылчыг 2 x Парзван 1. В этой комбинации выщепилось мало растений типа мягкой пшеницы, твёрдой промежуточной – 26,5 %, и единичные растения типа спельтоидов, персикоидов, компактоидов и дикоккоидов. Появились новые перекомбинации признаков – удлинённость чешуй, грубость остей, удлинённость колоса. Появились растения типа исходных, с более удлинёнными колосьями. Получение межвидовых скрещиваний растений с более длинным колосом является важным практическим результатом. Необходимо изучение этих форм по потомству для того, чтобы проследить характер наследования. Это наиболее интересная комбинация в направлении формообразования. Сорт Парзван 1 отличается от других сортов мягкой пшеницы рядом признаков: ости чёрные, зерно белое, опушенный колос. Интересно получение но-

вой формы твердой пшеницы типа апуликум с крупным колосом и стекловидным зерном. Выщепились растения с выполненной соломиной, что важно в смысле устойчивости таких растений к вредителям типа зеленоглазки и хлебного пилильщика.

F₂ Шаки 1 x Каракыльчыг 2. Выщепились растения типа твёрдой и близкие к ней промежуточные. Фенотипов мягкой пшеницы было очень мало – 1 %. Выщепились персикоиды, дикоккоиды, компактоиды и спелтоиды в незначительном количестве. Появились новые признаки: большее количество колосков в колосе, удлинённость колосовых чешуй, более плотные колосья, выполненная соломина. Появления типичных родительских форм не отмечалось.

F₂ Кырмызы бугда 1 x Алинджа 84. Различие между родительскими формами только по одному признаку – окраске зерна. Характер расщепления затрагивал элементы колоса и его морфологию. Наряду с выщепенцами типа мягкой и твердой пшеницы появились персикоиды, различные спельтоиды, растения с широким, очень узким и длинным колосом, а также единичные булавовидные типы твердой пшеницы.

F₂ Кырмызы бугда 1 x Шираслан 23. Различаются исходные родительские формы по окраске колоса. Однако характер расщепления затрагивает различие по морфологическим признакам колоса: длина колосовых чешуй, удлиненность колосьев, булавовидность, ригидность, спельтоидность, персикоидность. Появились растения типа твердой пшеницы с большей длиной колоса, чем у исходного сорта Шираслан 23. В литературе сообщаются данные о видовой численности растений, наблюдаемой в *F₂* при расщеплении межвидовых гибридов.

В зависимости от комбинаций скрещивания и условий их выращивания (разные годы) получили в *F₂* от 36,6 до 41,5 % растений типа *T. durum*, от 38,9 до 46,1 % – типа мягкой и от 15,3 до 23 % – промежуточных. В комбинациях от скрещивания твёрдой пшеницы с мягкой в *F₂* наблюдали от 1,7 до

79,1 % растений типа твердой, от 0 до 71,6 % типа мягкой и от 1,9 до 62 % промежуточного типа.

В наших исследованиях в F₂ межвидовых гибридов мягкой пшеницы с твердой выщеплялось от 1,9 до 52-5% растений типа мягкой и близких к этому виду, 1,6-64,6% растений типа твёрдой и близких к ней, 7,3-52,5% различной степени промежуточных, 3,2-30,7% различных персикоидов, 0,6-1,46% спельтоидов, 0,6-6,9% дикококкоидов, 0,4-5,2 турги-доидов, 0,4-2,4 сферококкоидов и 0,5-8,7 типа тураникум.

Заметные различия прослеживаются между комбинациями при одной и той же материнской форме и различными отцовскими. Большие различия наблюдаются, в частности, по процентам растений типа мягкой и близких к ней промежуточных, а также компактоидов.

Определённые различия наблюдались по проценту выщепившихся разных фенотипических групп растений в зависимости от зоны испытания гибридных популяций F₂. Более благоприятными были условия в Кировабад-Казахской, где в целом растения были более крупными и с более высокими элементами продуктивности.

Заключение. Характер расщепления межвидовых гибридов во втором поколении зависит в первую очередь от генотипа, взятых в скрещивания сортов, от условий выращивания и направления скрещивания. От скрещивания мягкой пшеницы с твёрдой пшеницей можно получить ценные формы каждого из видов, у которых наблюдается перекомбинация признаков. Также выщепляются ценные формы твёрдой пшеницы с повышенным числом колосков и зёрен в колосе, с выполненной соломиной и более раннеспелые.

Библиографический список

1. Əlizadə A.V. Yumşaq buğda sortlarının kombinasiya qabiliyyəti. Bakı, 1987.
2. Qurbanov F.H. Kənd təsərrüfatı bitkilərinin seleksiya və toxumçuluğu. Bakı, 2011.

3. Naskidaşvili V.Q. Bərk buğdanın inkişafına xarici mühit amillərinin təsiri. Tibilisi, 2004.

DOI: 10.22363/09359-2019-113-115

УДК 581.132:634.13

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА ВЕРБАСКОЗИД НА ГОРМОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ, ДИНАМИКУ РОСТА ПОБЕГОВ И УРОЖАЙ ДЕРЕВЬЕВ ГРУШИ

Балмуш Г.Т., Русу М.М., Мащенко Н.Е.

*Институт генетики, физиологии и защиты растений,
Министерство образования, культуры и исследований
Республики Молдова, МД 2002, г. Кишинев, ул. Пэдурий, 20,
nvtmd@mail.ru*

*Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection,
Ministry of Education, Culture and Researches, Republic of Moldova*

Показано положительное влияние Вербаскозида на гормональную активность, динамику роста побегов и величину урожая деревьев груши.

Ключевые слова: груша, вербаскозид, регуляторы роста.

The influence of the Verbascozid on the level growth stimulators and inhibitors of an pear tree was studied. Verbascozid increase of pea productivity and can be used of an pear trees.

Keywords: pea tree Verbascozid growth stimulators, growth inhibitors.

Введение. Гормональная система является неотъемлемой, составной частью метаболизма, обеспечивающая целостность, интегрированность и координацию всех физиолого-биохимических процессов, устойчивость к неблагоприятным условиям среды и продуктивность растительного организма.

Объекты и методы исследования. Объектом исследований служили деревья груши плодоносящего возраста двух районированных в РМ сортов Выставочная и Ноябрьская в условиях сада. Вербаскозид выделен из надземной части рас-

тений коровяка лекарственного и обладает способностью воздействовать положительно на ростовые процессы и продуктивность растений. Оптимальная концентрация раствора Вербаскозида (0,01 %) была установлена нами на деревьях груши, выращенных в том же саду.

Гормональную активность листьев деревьев груши исследовали по В. И. Кефели и др. [1].

Рост однолетних побегов и величину урожая плодов под влиянием регулятора роста Вербаскозида учитывали, используя общепринятые методы. Полученные результаты обрабатывали статистически с использованием критерия Стьюдента.

Результаты исследований. Исследования показали положительное влияние Вербаскозида на гормональную активность, динамику роста однолетних побегов и величину урожая плодовых деревьев груши. Степень влияния на вышеприведенные показатели зависит от биологических особенностей сортов, возраста деревьев, фазы роста и развития растений груши, времени обработки деревьев и др. При этом важно отметить, что самая высокая стимулирующая активность соединений, экстрагируемых из листьев, была обнаружена в фазу интенсивного роста однолетних побегов (май-июнь), а самая низкая – в фазу начала интенсивного роста молодых плодов (вторая половина июня – первая половина июля).

Отметим, что на протяжении фенофазы интенсивного роста вегетативных побегов у листьев деревьев груши обоих сортов контрольного и опытного вариантов были обнаружены вещества с высокой ингибирующей способностью, в частности β -ингибитор, куда входит такое соединение, как абсцизовая кислота (АБК). Следовательно, гормональная активность растения проявляется не изолированно, а вместе с остальными регуляторами роста, присутствующими в организме. Об этом написано в некоторых публикациях В.В. Полевого [2] и других исследователей [3].

Более значительное влияние Вербаскозида на гормональную активность листьев совпадает со временем наибольшей интенсивности роста однолетних побегов. Отмеченная корреляция проявилась в большой степени у деревьев сорта Выставочная, что свидетельствует о большей отзывчивости этого сорта на экзогенное применение упомянутого регулятора роста. Определённое влияние оказал исследуемый препарат на величину урожая плодов груши. Так, средний урожай плодов одного дерева сорта Выставочная в опытном варианте составил 17,55 кг и в контроле – 10,18 кг.

Следовательно, раствор регулятора роста Вербаскозида в концентраций 0,01 %, используемый для обработки деревьев груши, показал положительное воздействие на гормональную активность, рост однолетних побегов и величину урожая двух исследуемых позднеосенних сортов груши Ноябрьская и Выставочная.

Заключение. На основе экспериментальных исследований, проведённых в саду, авторами показано положительное влияние регулятора роста Вербаскозид на гормональную активность, динамику роста побегов и величину урожая деревьев груши двух сортов Ноябрьская и Выставочная.

Библиографический список

1. Кефели В.И. и др. Методы определения фитогормонов, дефолиантов и гербицидов. 1973.
2. Полевой В.В. Фитогормоны. Л., 1989.
3. Rusu M., Mascenco N., Gurev A., Balmush G. Secondary metabolites of higher plant as bioregulations on the example of pear. Науч.-практ. конф. Генетика и селекция в соучастном агрокомплексу. Умань, Украина, 2018. С. 150-152.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Бобкова Ю.А., канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ имени Н.В. Парахина», bobkovaj75@mail.ru

*Bobkova Yu.A., Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor*

Orel State Agrarian University, Orel City, Russia

Представлены результаты изучения эффективности получения биокомпостов из подстилочного навоза свиней с использованием микробиологического препарата «Микразим» (деструктор органики), ускоряющего его разложение. Целью исследования было сравнительное изучение влияния свиного навоза с использованием деструктора и без него на урожайность таких овощных культур, как томаты и сладкий перец в открытом грунте. На опытных делянках площадью 10 м² выращивались перец и томаты в открытом грунте. В целом по двум культурам можно отметить, что растения, выращенные на делянках с применением свиного навоза совместно с деструктором, имели лучшие показатели урожайности и её структуры в сравнении с делянками, где Микразим не применялся.

The results of the study of the efficiency of obtaining biocomposts from the litter of pigs using the microbiological preparation "Mikrazim" (an organic destructor), which accelerates its decomposition, are presented in the article. The aim of the study was a comparative analysis of the effect of swine manure using a destructor and without it on the yield of such vegetable crops as tomatoes and sweet peppers on the field. Peppers and tomatoes were grown on the field on experimental plots of 10 m². In general, according to two cultures, it can be noted that plants grown on plots with the use of swine manure together with the destructor had better yields and structure in comparison with the plots where Mikrazim was not used.

В повышении плодородия почвы всё большую роль играют препараты эффективных микроорганизмов. Технология

использования эффективных микроорганизмов была разработана японским ученым Тероу Хига и успешно применяется во многих странах мира уже более 15 лет [1].

Биодеструктор отходов животноводства биопрепарат Микрозим Вэйст Трит содержит 6-12 видов микроорганизмов, способных эффективно использовать органическую и биогенную составляющие навоза, с образованием воды и углекислоты [2; 3]. Целью нашего исследования было установить влияние биокомпоста из навоза свиней с использованием микробиологического препарата «Микразим» на урожайность овощных культур.

Исследования проводились в ООО «Фермерское» Мценского района Орловской области на опытном экспериментальном участке. Выращивались перец Князь Игорь F1 и томаты Андромеда F1 в открытом грунте по схеме: 1. Без внесения биоудобрений; 2. С внесением навоза свиного перепревшего; 3. С внесением свиного навоза и биодеструктора Микрозим.

Почву обрабатывали фрезой на глубину 25-28 см. Под обработку почвы вносили органическое удобрение. Площадь делянки – 10 м². Почвы хозяйства – темно-серые лесные почвы. Учет урожайности проводили с каждого растения. Полученные экспериментальные данные подвергались математической обработке методом дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1985).

Появление первых плодов у гибридов, выращенных с применением свиного навоза, отмечалось на 116-118-е сут от появления всходов, у растений, выращенных без применения свиного навоза, этот период удлинялся в среднем на 7 дней (табл. 1).

В нашем опыте число плодов на растении по вариантам опыта колебалось от 5,3 до 5,7 штук. Хотя достоверных отличий между вариантами опыта отмечено не было, обращает на себя внимание, что без навоза в среднем на растении сформировалось 5,3 плода, а на делянках со свиным навозом – 5,6 (5,7) плодов.

**Особенности формирования урожайности
у томатов по вариантам опыта**

Вариант	Появление первых плодов, дней от всходов	Высота растений, см	Число плодов на растении, шт.	Средняя масса одного плода, г	Урожайность с одного куста, г.
Без навоза	124	62	5,3	86	456
Со свиным навозом	118	69	5,6	102	571
Свиной навоз+Микразим	116	68	5,7	103	587
НСР ₀₅	3,6	6,2	0,95	15,7	116,3

Сравнивая крупность плодов по вариантам опыта, было отмечено, что растения с делянок со свиным навозом достоверно были крупнее: 102 (103) против 86 г. Достоверно отличалась и урожайность на делянке без свиного навоза (456 г на куст) в сравнении с растениями с делянок с внесением свиного навоза (571 и 587 г на куст).

Анализируя данные табл. 2, можно отметить, что период до технической спелости плодов у растений перца без навоза был несколько растянут (114 дней в сравнении со 111 и 109-ю днями на делянках со свиным навозом).

Таблица 2

**Особенности формирования урожайности
у сладкого перца по вариантам опыта**

Вариант	Период до начала технической спелости плодов, дней от всходов	Высота растений, см	Число плодов на растении, шт.	Средняя масса одного плода, г	Урожайность с одного куста, г
Без навоза	114	61	10,3	145	1494
Со свиным навозом	109	66	13,2	158	2086
Свиной навоз +Микразим	111	64	13,6	157	2135
НСР ₀₅	2,3	6,2	0,88	12,3	128,6

Растения, выращенные по удобренному свиным навозом фону, достоверно формировали больше плодов (13,2 и 13,6 шт. на растении против 10,3 шт.) и имели более крупные плоды. Продуктивность также достоверно отличалась. Максимальной она была на варианте Свиной навоз+Микразим и составляла 2,1 кг с растения.

В целом по двум культурам можно отметить, что растения, выращенные на делянках с применением Микразима, как деструктора свиного навоза, имели лучшие показатели урожайности и её структуры в сравнении с делянками, где Микразим не применялся.

Библиографический список

1. Теруо Хига. Возрожденное будущее / пер. В.М. Хайкова, И.В. Югова. Владивосток: Дальнаука, 2010.
2. Бобкова Ю.А. О повышении эффективности использования свиного навоза в биологизированном земледелии // Паритетность отношений в аграрном секторе экономики: научно-практическое обеспечение и механизмы реализации: материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 233-236.
3. Бобкова Ю.А., Михайлова Ю.Л. Технология использования эффективных микроорганизмов для повышения урожайности овощных культур // Генетические ресурсы растений – основа селекции и семеноводства в развитии органического сельского хозяйства: материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 108-112.
4. Курбанова М.Г., Позднякова О.Г., Ворошилин Р.А. Применение экологически безопасных биоудобрений при выращивании рассады томатов // Тенденции сельскохозяйственного производства в современной России: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции. 2014. С. 319-323.
5. Борисов В.А., Меньших А.М., Соснов В.С., Монахов Г.Ф. Удобрение перца сладкого // Картофель и овощи. 2018. № 3. С. 16-17.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСАДОЧНОЙ ОБРАБОТКИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПРЕПАРАТАМИ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ

*Бречко Е.В., кандидат с.-х. наук,
ведущий научный сотрудник, brechkoelena@tut.by,
Конопая М.В., старший научный сотрудник,
bmarinaw@yandex.by*

РУП «Институт защиты растений»

RUE «Institute of Plant Protection»

В статье указана возможность применения однокомпонентных (Табу, ВСК, Круйзер, СК) и комбинированных (Престиж, КС, Имидалит, ТПС, Вайбранс Макс, ТКС, Селест Топ, СК, Эместо Квантум, КС) препаратов способом предпосадочной обработки клубней в технологии защиты картофеля от вредных организмов в Беларуси.

Введение. Посадочный клубень картофеля как биологический объект и как средство производства является первоначальным элементом технологии возделывания культуры, а предпосадочная обработка клубней – одно из важных мероприятий защиты от вредных организмов (проволочник, колорадский жук, тли, ризоктониоз, серебристая парша). В последние годы в Республике Беларусь данный прием является широко распространенным, обработке подлежит до 123,6 тыс. тонн клубней.

Анализ литературных источников показал, что существуют противоречивые данные по влиянию препаратов на всхожесть, рост и развитие растений картофеля. В разных почвенно-климатических зонах России и Беларуси при изучении влияния инсектофунгицида Престиж, КС (1,0 л/т) на растения сортов Сантэ, Чародей, Свитанок Киевский выявлено снижение всхожести на 2,6–12,0 %, высоты растений в фазе всходов

в среднем на 6,0 см по сравнению с контролем без обработки, однако не отмечено достоверного снижения урожая. В то время как на сортах Удача, Бриз, Ред Скарлетт при применении комбинированных препаратов Престиж, КС, Селест Топ, КС, Эместо Квантум, КС определено увеличение всхожести на 6,0–8,3 % и количества стеблей картофеля до 28,1 тыс. шт/га по отношению к необработанным вариантам [1; 2].

В связи с этим целью нашей работы являлось изучение влияния однокомпонентных и комбинированных средств защиты растений, содержащих различные действующие вещества инсектицидного и фунгицидного действия на биометрические показатели развития растений картофеля и продуктивность.

Материалы и методы. Исследования проводили на базе РУП «Институт защиты растений». В статье представлены данные на примере среднеспелого сорта Скарб за годы, отличающиеся по метеорологическим условиям в период посадки-всходы: 2011 г. (достаточное увлажнение) и 2018 г. (недостаток влаги).

Для защиты картофеля от вредных организмов изучали препараты, содержащие имидаклоприд (Табу, ВСК, 0,4 л/т), тиаметоксам (Круйзер, КС, 0,22 л/т), имидаклоприд + бифентрин (Имидалит, ТПС, 0,4 л/т), имидаклоприд + пенцикурон (Престиж, КС, 1,0 л/т), клотианидин + пенфлуфен (Эместо Квантум, КС, 0,35 л/т), тиаметоксам + седаксан + флудиоксонил (Вайбранс Макс, ТКС, 0,5 л/т), тиаметоксам + дифеконазол + флудиоксонил (Селест Топ, КС, 0,4 л/т). Расход рабочей жидкости – 10–15 л/т.

Исследования велись на посадках картофеля с заселенностью растений колорадским жуком 47,0–72,0 % и численностью до 12,0 ос./учетное растение, что превышало значения ЭПВ. В период вегетации картофеля в опытах определяли: всхожесть растений, стеблеобразующую способность клуб-

ней, высоту растений, прохождение фенофаз картофеля, урожайность [3]. Данные обрабатывали статистически с использованием Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что из всех изучаемых препаратов только при использовании Престижа, КС всхожесть растений достоверно снижалась на 11,4 % по отношению к варианту без обработки, что согласуется с данными российских ученых [1]. В прохождении фенологических фаз (начало и массовая бутонизация, начало и массовое цветение, начало и полное отмирание ботвы) достоверных отличий между изучаемыми препаратами и вариантами без обработки не выявлено.

Оценка количества стеблей в фазе полных всходов (через 40 дней после посадки) не показала существенного различия в вариантах с применением исследуемых препаратов (4,1–4,9 шт./растение), за исключением Имидалита, ТПС, где отмечено достоверное снижение на 1,0 стебель/растение по сравнению с контролем (4,6–4,9 шт./растение). В результате оценки высоты растений картофеля в фазе полных всходов не отмечено достоверного ее снижения при использовании Табу, ВСК и Эместо Квантум, КС, в то время как при применении остальных изучаемых препаратов наблюдалось уменьшение от 0,7 до 4,4 см по отношению к растениям, клубни которых были не обработаны. Однако к фазе бутонизация-цветение картофеля отрицательное действие на растения нивелировалось.

Высокая биологическая эффективность (100 %) изучаемых препаратов в защите картофеля от колорадского жука, как доминантного фитофага, обеспечила сохранение урожая 30,0–39,3 % по сравнению с вариантом без обработки. Посредством статистической обработки данных достоверных различий между изучаемыми токсикантами как по биологической, так и по хозяйственной эффективности не выявлено. Установлено, что изучаемые препараты не оказывали отрицательного действия на продуктивность растений.

Заключение. Таким образом, несмотря на то что препараты оказывали негативное влияние на всхожесть (Престиж, КС), количество стеблей (Имидалит, ТПС) и высоту растений (Имидалит, ТПС, Круйзер, СК, Престиж, КС, Вайбранс Макс, ТКС, Селест Топ, СК), это не отразилось на продуктивности растений. Отсутствие фитотоксического действия на растения картофеля было отмечено при применении препаратов Табу, ВСК и Эместо Квантум, КС. Исследуемые препараты разрешены для применения на территории Беларуси и широко используются в технологии защиты картофеля от вредных организмов.

Библиографический список

1. Ассортимент химических средств защиты растений нового поколения (фунгициды для предпосевной обработки семян) / В.И. Долженко и [и др.]. СПб.: ВИЗР, 2013. 484 с.
2. Бохон Т.Н. Предпосадочная обработка семенных клубней – важный резерв повышения урожайности / Т.Н. Бохон, В.Л. Игнатович, В.Т. Михальчик // Материалы XII Междунар. студенческой науч. конф., Гродно, 18-20 мая 2011 г. / ГГАУ. Гродно, 2011. С. 113-115.
3. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету / ВНИИ картоф. хоз-ва; сост.: А.С. Воловик [и др.]. М.: Россельхозакадемия, 1995. 108 с.

РЕГУЛЯЦИЯ РОСТА И КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ МЕТАБОЛИТАМИ ШТАММОВ РОДА *BACILLUS* И *STREPTOMYCES* ПОЧВ МОЛДОВЫ

**Бурцева С.А.¹, д.б.н., гл. н.с., Бырса М.Н.¹, н.с.,
Шубина В.Э.², н.с., Акири И.Н.², к.б.н.**

¹ *Институт микробиологии и биотехнологии, Кишинев. Р. Молдова,
burtseva.svetlana@gmail.com,*

² *Институт генетики, физиологии и защиты растений. Кишинев,
Р. Молдова*

Представлены результаты определения способности изолированных из почвы Молдовы представителей рода *Bacillus* и *Streptomyces* стимулировать рост и корнеобразование растений. Наилучший показатель всхожести семян томатов после обработки растворами экзометаболитов (ЭМ) штаммов *Streptomyces* spp. 11 и 182 (107,0-118,0 %), а длина корешков больше на 15-20 %. Всхожесть семян на инфекционном фоне при обработке семян томатов бактериальной суспензией (0,5 %) увеличилась на 100 % (при контроле 48,6 %). Обработка семян сои комплексным препаратом (ЭМ *S. levoris* CNMN-As-01 + ванадий) повысила всхожесть на 3,5-7,4 %, длину гипокотилей – на 17,8 %, а при температурном стрессе приводила к увеличению длины проростков на 9,7-11,5 %, сырой массы – на 11,6 %.

Введение. Рассматривая актуальные проблемы биотехнологии в растениеводстве, многие исследователи считают, что дальнейшее развитие получит одно из приоритетных направлений – применение природных и синтетических регуляторов роста и микробных препаратов для улучшения питания сельскохозяйственных культур и защиты их от болезней, что позволит решить существенную часть продовольственной программы на фоне ожидаемого быстрого роста народонаселения в развитых странах. Находясь в ризосфере и обладая

способностью к образованию различных физиологически активных веществ, микроорганизмы играют существенную роль в жизни растений.

Известно, что многие представители изучаемых групп микроорганизмов обладают свойством стимулировать рост и развитие других организмов, в том числе и растений, т.к. синтезируют такие физиологически важные вещества, как витамины, аминокислоты, фитогормоны, ферменты и пр.

Целью исследований являлось изучение возможности регуляции роста растений метаболитами штаммов рода *Bacillus* и *Streptomyces*, выделенных из почвы Молдовы.

Материалы и методы. Из более чем 300 изолятов были выбраны представители рода *Bacillus* и *Streptomyces* и проверены на способность стимулировать всхожесть семян и корнеобразование у сельхозрастений. Для получения комплекса ЭМ изучаемые штаммы стрептомицетов культивировали на жидкой комплексной среде М-1 (основной источник углерода и азота – кукурузная мука) 5 сут, а штаммы бактерий рода *Bacillus* – на картофельно-глюкозной среде 2 сут. Комплекс ЭМ штаммов отделяли от биомассы центрифугированием. Обработку семян растений проводили водными растворами ЭМ стрептомицетов в разведении 1:200 по методу Возняковской.

Результаты. Для выявления стимулирующей активности метаболитов изучаемых стрептомицетов семена томатов сорта Ляна и Приднестровье обрабатывали растворами ЭМ 3 штаммов после культивирования их на комплексной среде М-1. Наилучший показатель всхожести был получен после обработки семян растворами ЭМ штаммов *S. spp.* 11 и 182 – 115,0-118,0 % по сравнению с контролем для сорта Ляна и 107,0-110,0 % для сорта Приднестровье. После замачивания семян томатов в растворе ЭМ штамма *Streptomyces levoris* CMNM-Ас-01 длина корешков превысила контрольные на 15,0-20,0 %. Сухой вес корешков обработанных семян обоих сортов превышал контроль. Наилучшие показатели у ЭМ

S. spp. 11 и *S. levoris* CNMN-Ас-01 (115,0 и 120,0 % для семян сорта Ляна соответственно).

Были также использованы штаммы *B. subtilis* из выделенных бактериальных изолятов ризосферы томатов. Учет энергии прорастания в контроле показал 66,7 %, а при использовании бактериальной суспензии *B. subtilis* ВВ-09 (1 %) – 97,7 %, а для *B. subtilis* ВВ-10 (0,5) – до 95,5 %.

Всхожесть семян в вегетационном опыте на инфекционном фоне при обработке семян бактериальной суспензией (0,5 %) увеличилась на 100 % (при контроле – 48,6 %). В опыте со стерильной почвой без инфекционного фона при концентрации бактериальной суспензии 0,5 % всхожесть увеличилась на 76,5 %, а при 0,2 % – на 88,2 %. При обработке суспензией биологического эталона она увеличилась на 94,1 % к контролю. Эффект бактеризации сохранялся до двух месяцев при взаимодействии бактерий с патогеном в почве вегетационных сосудов при температуре 18-22 °С.

Были проведены опыты и с такой важной культурой в Молдове, как соя. Замачивание семян сои сорта Зенит и определение изменения всхожести под воздействием ЭМ штамма *S. levoris* CNMN-Ас-01 и его вариантов проводили при температуре 27 и 12 °С. ЭМ варианта 1 (2,0 %) увеличивают длину проростков на 10,7 % (при температуре 12 °С), а при 27 °С увеличение длины проростков составляет 143,15 % и 129,6 % к контролю. При ЭМ вар.1 (1,0 %) и 27 °С прирост сырой массы проростков – 120,3 % к контролю. Сухая масса проростков больше контроля на 44,4; 45,6 и 33,3 % (2,0; 1,0 и 0,5 % соответственно), тогда как при 12 °С увеличение происходит только на 18,8 % при разведении ЭМ 1:200.

Обработка комплексным препаратом (ЭМ + ванадий (V)) семян сои повысила их всхожесть на 3,5-7,4 %. Длина гипокотилей увеличилась на 17,8 % в варианте с ЭМ 0,5 и 0,0001 % V. В условиях температурного стресса препарат (2,0 % ЭМ и 0,0001 % V) стимулировал увеличение средней

длины проростков на 9,7-11,9 %, их сырой массы – на 11,6 % и сухой массы проростков на 13,6 %.

Выводы. Таким образом, экзометаболиты выделенных из почвы штаммов рода *Bacillus* и *Streptomyces* могут рассматриваться как основа новых биопрепаратов, рекомендуемых для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных растений, обеспечивающих стимуляцию процесса корнеобразования и увеличения массы корней и побегов.

DOI: 10.22363/09359-2019-127-130

УДК 633.11:631.527(478)

ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ СОРТОВ ТРИТИКАЛЕ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ В МОЛДОВЕ

Веверицэ Е.К., Лятамборг С.И.

*Институт генетики, физиологии и защиты растений,
ул. Пэдурилор 20, г. Кишинев 2002, Республика Молдова,
fanica54@mail.ru*

*Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection,
Str. Padurii 20, Kishinau 2002, Republic of Moldova*

В Молдове созданы и районированы 4 сорта тритикале (Инген 93, Инген 33, Инген 35, Инген 40) и 2 (Инген 54, Костел), которые проходят тестирование на государственных сортоучастках. Показаны результаты по структуре элементов продуктивности растений и урожайности в сравнении с опытами селекционного процесса и размножения на больших делянках в Госкомиссии по сортоиспытанию сортов. Приведенные данные доказывают, что сорта тритикале Инген 40 и Инген 54 являются более продуктивными, чем стандарт Инген 93. Сорт Инген 54 по элементам структуры продуктивности растений имеет более низкие показатели, а по массе 1000 семян и количеству зерен приближается к пшенице.

Введение. За последние 20 лет климатические условия сильно изменились, и выращивание зерновых культур требует

новых технологий возделывания, в том числе и новых культур, и новых сортов. Так как тритикале является новой культурой, созданной человеком, в условиях Молдовы выращивается на больших производственных площадях совсем недавно (10-30 лет). Занимаемые площади под эту культуру из года в год растут, и из всех посеянных зерновых 250-350 тыс. га тритикале занимает 5-10 тыс. га. Она обладает высоким потенциалом урожайности, повышенной морозостойкостью, устойчива к вирусам и грибам, не требует высоких показателей плодородия почв и имеет высокую питательную ценность, наличие белка с повышенным количеством аминокислот [1; 2].

Материалы и методы. Исследования элементов структуры продуктивности и урожайности сортов проводились в 2015-2018 гг. Исходный материал представлен четырьмя сортами Инген 93, Инген 33, Инген 35, Инген 40, районированными в Молдове и двумя сортами Инген 54 и Костел, проходящими тестирование в Госкомиссии. Все сорта были посеяны механизированно на площади 0,1-0,3 га в оптимальные сроки 1-10 октября, по черному пару. В течение вегетации проводились фенологические наблюдения. Изучали структуру продуктивности растений (15) по высоте, кустистости, числу зерен главного колоса, массе зерна и массе 1000 семян. Уборка проводилась с комбайном SANPO 130. Математическая обработка экспериментальных данных произведена по программам Статистика 7.

Результаты исследований. В результате многолетней работы созданы и переданы в Государственное сортоиспытание 6 сортов тритикале, из которых 4 районированы, а 2 проходят тестирование. Сорт Инген 93 является стандартом. Исходя из анализа элементов продуктивности растений (табл. 1) можем сказать, что все сорта имеют одинаковую высоту и кустистость. Сорт Инген 54 по числу зерен и массе зерна приближается к показателям пшенице. Урожайность зерна в опытах и в хозяйствах на больших площадях показывает увеличение по всем сортам с 3,5 до 6,5 т/га (рис. 1).

Структура продуктивности сортов тритикале (2018 г.)

Сорт	Выс. раст., см	Число стебл.	Главный колос		Масса зерна, г	
			Число зерен	Масса зерен	с растен.	1000 зерён
Инген-93	117,25 ± 1,31	4,92 ± 0,34	58,83 ± 2,56	3,13 ± 0,20	10,07 ± 1,11	52,74 ± 1,63
Инген-33	116,67 ± 1,78	4,25 ± 0,33	58,08 ± 2,93	2,97 ± 0,17	8,57 ± 0,31	51,00 ± 0,92
Инген-35	111,67 ± 1,67	3,83 ± 0,32	60,75 ± 3,62	3,37 ± 0,22	10,33 ± 1,09	55,53 ± 1,77
Инген-40	109,00 ± 1,78	4,50 ± 0,45	63,60 ± 3,43	3,38 ± 0,23	10,52 ± 0,86	53,06 ± 1,81
Инген-54	122,31 ± 0,96	4,46 ± 0,33	51,15 ± 1,38	1,94 ± 0,08	6,58 ± 0,55	37,80 ± 0,78
Костел	116,00 ± 1,25	3,8 ± 0,25	81,00 ± 5,08	3,20 ± 0,15	10,88 ± 0,50	40,32 ± 2,13

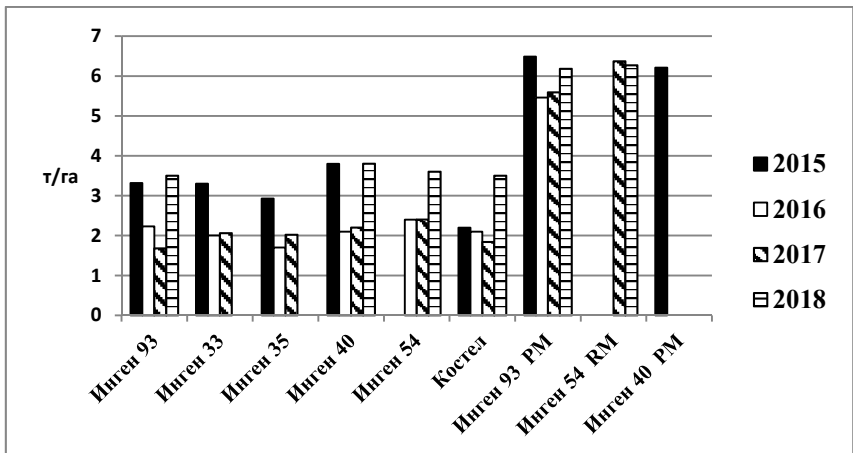


Рис. 1. Урожайность сортов тритикале

Выводы. Проведенные исследования показали, что сорт тритикале Инген 40 по продуктивности и урожайности превысил стандарт Инген 93 и в 2016 г. был районирован.

В аномальные годы по климатическим условиям в РМ все наши сорта тритикале демонстрируют высокую урожайность и являются более эффективными по сравнению с пшеницей.

Библиографический список

1. Горянина Т.А. Результаты селекции по тритикале // Молодой ученый. 2015. № 22 (2). С. 14-18.
2. Gaşpar I., Gallia Butnaru. Triticale – o nouă cereală. Bucureşti. 1985. 190 p.

DOI: 10.22363/09359-2019-130-133

УДК 635.21:579.64

ВЛИЯНИЕ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ НА РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ В МИКРОПОЛЕВОМ И ПОЛЕВОМ ОПЫТАХ*

**Гарипова С.Р.^{1,2}, к.б.н., доцент, с.н.с., Нугуманова Р.И.¹,
Пусенкова Л.И.², к.с-х.н., доцент,
Марданишин И.С.², к.б.н., с.н.с., Абдыганы А.¹,
Ласточкина О.В.^{2,3}, к.б.н., с.н.с.**

¹ Башкирский государственный университет, garipovasvetlana@gmail.com

² Башкирский НИИСХ УФИЦ РАН, l.pusenkova@mail.ru

³ Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН, oksanaibg@gmail.com

¹ Bashkir State University

² Bashkir Research Institute of Agriculture, Russian Academy of Sciences

³ Institute of Biochemistry and Genetics, Russian Academy of Sciences

Выявлено положительное влияние штаммов эндофитных бактерий, обеспечивших прибавку урожая клубней на 8-20 % и штаммов, исключаящих потери при хранении. Угнетение роста инокулированных растений в начале вегетации

* Исследования частично поддержаны грантом РФФ (№ 18-76-00031).

связано с повышением поствегетационной устойчивости к болезням произведенных ими клубней картофеля.

Эндофиты колонизируют межклеточные пространства растений, устанавливая с ними мутуалистические либо комменсалистские взаимоотношения [1]. Характер такого симбиоза может зависеть от совместимости генотипов бактерий и растений [2], дозы и формы бактериального препарата [3], условий среды. **Целью работы** являлась оценка эффективности инокуляции безвирусного оздоровленного материала картофеля штаммами эндофитных бактерий в микрополевых и полевых условиях и учет потерь урожая при хранении.

Материалы и методы. Штаммы *Bacillus subtilis* В и Е взяты из коллекции Башкирского НИИСХ УФИЦ РАН, штаммы С и D предоставлены сотрудниками НВП «БашИнком». Штаммы В, С и D культивировали в жидкой среде и вносили в дозе 10^8 кл./г клубня. Штамм Е в виде водной суспензии суточной культуры бактерий, смытой с твердой агаризованной среды, вносили в дозе 10^5 кл./г клубня. Выращенные в гидропонике клубни картофеля (*Solanum tuberosum* L., сорт Жуковский ранний) опрыскивали бактериями за сутки до посадки. Микрополевой опыт в 4-кратной повторности проводили в установленных на открытом воздухе вазонах, куда помещали по 5 мелких клубней картофеля. Полевой опыт проводили по стандартной агротехнике в трех повторах.

Результаты и их обсуждение. В микрополевом опыте высота надземной части всех инокулированных растений в начале вегетации была ниже контроля с наибольшим отставанием в росте при обработке штаммом Е (табл. 1). В фазе цветения высота растений всех вариантов опыта сравнивалась, в фазу созревания она продолжала увеличиваться в вариантах обработок штаммами С, D, Е. Растения, обработанные штаммом В, образовали на 60-75 % больше надземных побегов по сравнению с контролем в течение всего сезона. Этот же штамм способствовал образованию клубней на 88 % больше контроля, но их масса не отличалась от контроля. Штаммы С

и D улучшили по сравнению с контролем показатели растений по количеству клубней (60 % прибавки), но не по массе. Обработка штаммом E уменьшила продуктивность клубней.

Таблица 1

Высота (H, см) и количество стеблей (Qst), количество клубней (Qkl) и их масса (M, г) в разные фазы роста при выращивании картофеля в микрополевоом опыте

Штаммы	Всходы		Цветение		Созревание		Образование клубней	
	H	Qst	H	Qst	H	Qst	Qkl	M
Контроль	9	4	10	5	11	5	8	92
B	8	7	12	8	11	8	15	95
C	9	5	11	6	15	6	13	92
D	7	5	12	7	14	7	13	85
E	6	4	11	6	15	6	6	41
НСР ₀₅	2	0,6	2	0,3	1,5	0,3	2	3

В полевоом опыте инокуляция штаммами B, C и D привела к повышению урожая картофеля на 8-20 % по сравнению с контролем (табл. 2). Лучшие показатели обеспечила обработка штаммом C, при которой растения сформировали на 39 % больше крупных клубней и на 25 % мелких. Сходные результаты дала инокуляция штаммами B и C, первый из которых внес больший вклад в структурные характеристики урожая, а второй – в массу клубней. Обработка штаммом E, так же как и в микрополевоом опыте, привела к снижению урожая картофеля. Через 2 мес. хранения были проанализированы потери урожая от болезней. Все клубни, полученные от растений, обработанных штаммами B, D и E, оставались здоровыми. В контроле и варианте обработки штаммом C было обнаружено 1,0 и 0,8 % загнивших клубней. Следует отметить, что именно в этих вариантах опыта не было временной задержки роста в высоту на стадии всходов (см. табл. 1). Торможение роста в начальные стадии развития может быть связано с формированием иммунитета к фитопатогенам под влиянием эндофитных бактерий.

Продуктивность (П, г/куст), количество крупных (К/куст), мелких (М/куст) клубней в полевом опыте и загнивших при хранении (Зх)

Штаммы	К	М	П	Масса, ц/га	Зх, %
Контроль	1,9	2,7	600	240	1
В	2,2	3,4	648	259	0
С	2,7	3,3	718	287	0,8
Д	2,1	2,0	678	271	0
Е	1,2	1,2	513	205	0
НСР ₀₅	0,3	0,2	36	14,5	

Заключение. Определены штаммы эндофитных бактерий, обеспечившие прибавку 8-20 % урожая клубней в полевых условиях. Дифференцированное влияние разных штаммов *B. subtilis* на рост и развитие картофеля является основой модельных исследований связи ростовых характеристик инокулированных растений с индукцией фитоиммунитета и преодолением биотического стресса при поствегетационном хранении клубней.

Библиографический список

1. Гарипова С.Р., Умаров М.М. Роль эндофитных бактерий в фитобиоме // 1-й Российский международный конгресс: сб. тезисов / под ред. Т.А. Решетиловой. М., 2017. С. 35-36.
2. Гарипова С.Р., Гарифуллина Д.В., Маркова О.В., Уразбахтина Н.А., Хайруллин Р.М. Комплексная биологическая активность *in vitro* эндофитных бактерий, выделенных из клубеньков гороха и фасоли // Изв. УНЦ РАН. 2015. № 4-1. С. 25-28.
3. Веселова С.В., Бурханова Г.Ф., Нужная Т.В., Максимов И.В. Роль эндофитной бактерии *Bacillus subtilis* 26Д и жасмоновой кислоты в регуляции транскрипционной активности генов PR-белков в инфицированных *Septoria Nodorum* Berk в растениях пшеницы // Вестник Башк. ун-та. 2015. Т. 20. № 1. С. 77-81.